

КОСМОГРАФИЈА

СА

ОСНОВНИМ АСТРОНОМСКИМ НАПОМЕНАМА

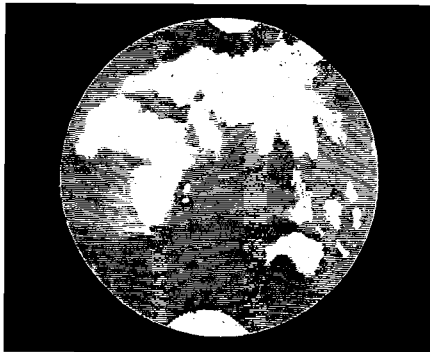
ЗА

ВИШЕ РАЗРЕДЕ СРЕДЊИХ И УЧИТЕЉСКИХ ШКОЛА

ОД

М. Ј. АНДОНОВИЋА

ПРОФЕСОРА ВЕЛИКЕ ШКОЛЕ



СА 141. СЛИКОМ У ТЕКСТУ И 25 ТАБЛИЦА

У БЕОГРАДУ

ИЗДАЊЕ И ШТАМПА КРАЉЕВСКО-СРПСКЕ ДРЖАВНЕ ШТАМПARIЈЕ

1888.

РЕЧ У НАПРЕД.

Наука о свету (Космографија) прогресивна је наука. Она напредује из дана у дан, садржина њена расте, резултати које она добија сваким даном, све су потпунији и тачнији.

Наука о свету као природна наука ставља и води човека у природу. Она диже и самом својом садржином свакога, који се њоме бави, она ставља човека на гледиште на коме је *природно, здраво и истинско* посматрање па и појмање ствари и могућно.

Ни један ђак, ни један коле образован човек, а нарочито ни један учитељ, не сме да не зна ништа из науке о свету. Истине у природи откривене, не може нико сузбити, шта више, с таквим истинама као мерилом у руци, можемо ми тек и да оценимо како ваља, шта у опште још може као истина да се призна. Они, који се баве природом и изучавањем њених истина, крепе се умно и само они одбацују од себе надуте, надприродне представе и уображења.

Празноверица влада само тамо, где се људи природом не баве, где људи мало уче природне науке.

Они, који природне науке не воле, а и они, које природне науке не интересују, налазе се испод ниво-а у коме је напредовање у опште и могућно; они падају све дубље испод овога ниво-а, и награда је њихова олично назадњаштво.

У природи се налази потпуно јединство и потпуна хармонија, и који жели да види и једно и друго остварено и у нашем људскоме друштву, тај треба својски да негује природне науке у опште, па и науку о свету на по се.

Ценећи науку о свету као *моћно сретство за образовање*, ја сам још као професор београдске Реалке тежио, да мојим ђацима олакшам па и омилим изучавање те науке, и у тој цели и израдио сам био ово дело, које сада и јавности предајем, под називом *Космографија*.

Ово се дело подуже задржало у државној штампарији. Узроци су томе, које ратне прилике што су нас минуле, које повећи број слика, што су израђиване овде и на страни, но и то, што је у томе времену штампано и дело: *Основи рачуна вероватноће и теорија најмањих квадрата*.

Наша је школска књижевност у опште нешто мало застала и ако ово дело успе са осталим из наше средње школске књижевности, да послужи као *почетак*, онда ће и цел његова бити постигнута, јер ће зар позванији моћи лакше да надовежу тамо, где је оно стало, те да тако лакше покрену и нашу школску књижевност ка оној угледној висини, на којој се она и у осталоме напредноме свету налази.

У делу нисам наводио писце, којима сам се служио и то из лако разумљивих разлога, пошто је ово дело намењено поглавито нашим средњим школама. Међу тим, при изради служио сам се познатим делима: *Wetzel-a, Müller-a, Klein-a, Bruhns-a, Littrow-a, Möllinger-a, Günther-a, Diestreweg-a, Reiss-a, Hewitka* Тригонометријом, *Драгашевића* Космометријом и другима.

Читалац ће опазити у овоме делу и покушаје, да космографску терминологију обогатим новим називима,

— да ли је то и за руком како ваља пошло, то ће најбоље оценити г. г. наставници средњих школа, који су се сигурно већ више пута налазили у приликама у каквима сам се и ја налазио, кад сам ово дело писао. — У књигама за средње школе, по моме мишљењу, мора се ићи и на то, да се све што треба српским називима означава, па тако сам и ја радио. Да не би пак неразумљив био, ја сам стране називе па и српске, које сам нашао поред нових навео.

С тога, што је ово дело започето већ поодавна поткрао се у њему повећи број грешака, за које се моли, да се пре употребе исправе. Неке су грешке учињене при слагању, а неке је и потписани превидео.

Предајући ово дело јавности и препоручујући га свакоме, који жели да дође до основних знања из науке о свету, ја не могу, а да на овоме месту не заблагодарим г. *Стеви Рајчевићу* управнику државне штампарије, што је својом познатом стручношћу и добром вољом тако много допринео, да техничка страна овога дела испадне што је могућно угледнија. Исто тако благодаран сам и г. *Др. Е. Вајсу* директору бечке звездарнице, који је драге воље одобрио, да се ово дело украси илустрацијама из његовога најновијега дела.

15. Новембра 1888. г.
у Београду.

М. Ј. АНДОНОВИЋ
ПРОФЕСОР ВЕЛИКЕ ШКОЛЕ.

ГДЕ ЈЕ ШТА.

ПРВИ ДЕО.

I. Звездано небо, обртање и подела небеске сфере.

СТРАНА

| | |
|---|----|
| 1. О небу, небеској сфери, хоризонту и догледном кругу . . . | 1 |
| 2. Напомене о круговима на површју лопте | 2 |
| I. Таблица за изражавање (претварање) времена лучном мером. | 4 |
| II. Таблица за изражавање (претварање) лука временом мером. | 5 |
| 3. Напомене о круговима на небу и на Земљи; особине тих кругова. | 5 |
| 4. О привидном и геометриском хоризонту, зениту и надиру. . | 7 |
| 5. О привидном обртању небеске сфере; о меридијану и странама светах. | 8 |
| 6. Подела привидног хоризонта | 10 |
| 7. Подела небеске сфере на хемисфере; упоредници и алмукантарати; идентичност између небеске и Земљине кугле. . . | 11 |
| 8. О кулминацији и дообртним звездама. | 13 |
| 9. Дневно привидно кретање звезда над хоризонтом | 14 |
| 10. О звезданим јатима у опште. | 16 |
| 11. Звездана јата над београдским хоризонтом. | 17 |
| 12. О оријентацији помоћу северњаче или о приближном одређењу страна света на Земљи | 20 |
| 13. О упознавању звезданих јата у опште | 23 |
| 14. О звезданим јатима на зодијаку и целокупном броју звезданих јата. | 24 |
| 15. О означавању појединих звезда. | 26 |

II. Астрогнозија видљивих звезданих јата.

| | |
|---|----|
| 16. и 17. (Слеђују алињмани појединих звезданих јата; види по- дробан садржај) | 27 |
|---|----|

ДРУГИ ДЕО

III. Облик и величина наше Земље.

| | СТРАНА |
|--|--------|
| 18. Развој нашег сазнања о облику наше Земље. | 71 |
| 19. Мишљење старих народа о облику наше Земље. | 72 |
| 20. Мишљење о облику наше Земље од Питагоре до Птоломеа. | 76 |
| 21. Застој у напредовању нашег сазнања о облику наше Земље; Астрологија. | 78 |
| 22. Прави облик наше Земље и основи на којима се закључује, да је Земља округла. | 80 |
| 23. Привидно пењање и спуштање звезда као основа, на којој се закључује, да је Земља округла | 84 |
| 24. Материјална основа за округлину Земљину | 86 |
| 25. Још неколико основа за округлину Земљину. | 87 |
| 26. Основа за мерење Земљиних димензија | 90 |
| 27. Мерење Земљиних димензија од IX. до XVII-ог века. | 92 |
| 28. Мерење Земљиних димензија и закон гравитације | 94 |
| 29. Њутнов доказ да Земља наша није као мопта, већ да је као обртни елипсоид | 96 |
| 30. Мерења Земљиних димензија у XVIII-ом веку | 100 |
| 31. Димензије Земљине елипсе по Беселу. | 102 |
| 32. Геоид или прави облик наше Земље. | 103 |

ТРЕЋИ ДЕО.

IV. Обртање Земље око своје осе. (33.)

| | |
|--|------|
| 34. Како су стари мислили о свету. | 106 |
| 35. Исход и заход звезда објашњен на претпоставци да се небо око Земље обрће | 108. |
| 36. Исход и заход звезда објашњен на претпоставци, да се Земља око своје осе обрће. | 110 |
| 37. Основе за обртање Земље око своје осе | 111 |
| 38. Источно скретање од вертикалног правца, као резултат од обртања Земљиног око своје осе | 14 |
| 39. Ваздушне струје у Земљиној атмосфери, као резултат од обртања Земљиног око своје осе. | 116 |
| 40. Фуколтов доказ са клатном, да се Земља обрће | 118 |
| 41. Величина угла, за који се клатнова равнина на разним местима на Земљи мења | 121 |
| 42. Приговори против мишљења, да се Земља око своје осе обрће. | 125 |

| | |
|---|-----|
| 43. Земља се обрће око своје осе потпуно једнаком брзином из дана у дан | 128 |
| Време за које се Земља око своје осе обрће | 129 |

V. Координатни систем у астрономији. (44.)

| | |
|---|-----|
| 45. Координате хоризонтног и полутарекога система | 135 |
| 46. Спајање елемената од напред сматраних система. | 138 |

ЧЕТВРТИ ДЕО.

VI. Годишње Сунчево кретање. (47.)

| | |
|---|-----|
| 48. Зодијак, звездана јата у Зодијаку или небески знаци. | 146 |
| 49. Нагиб између полутара и еклиптике (еклиптика косина) није свакад једнак | 150 |
| 50. Елементи еклиптичног система; дужина и ширина. | 151 |

VII. Годишње окретање Земље око Сунца. (51.)

| | |
|--|-----|
| 52. Земља мора око Сунца да се окреће и због (доказаног) обретања око своје осе. | 158 |
| 53. Доказивање паралактиком небеских тела, да се Земља око Сунца окреће | 160 |
| 54. Шта је нужно те да се паралактика што тачније одреди | 164 |
| 55. Доказивање аберацијом светлости, да се Земља око Сунца окреће. | 168 |
| 56. Положај Земљине осе према еклиптици. Земљина оса није на еклиптици управна. | 173 |
| 57. Земљина оса не пада са еклиптикином равнином уједно | 176 |
| 58. Прави положај Земљине осе према еклиптици | 179 |
| 59. Облик Земљине путање око Сунца. | 180 |

VIII. Математичко-географске напомене. (60.)

| | |
|---|-----|
| 61. Географска ширина и географска дужина | 188 |
| 62. Постапак назива географ. ширина и дужина. | 192 |
| 63 и 64. Идентичност између географске дужине и времене разлике на разним местима на Земљи. | 195 |
| 65. Освећење Земљино; дан и ноћ; јутро и вече. | 196 |
| 66. Зора и сутон | 200 |

| | |
|---|-----|
| 67. Топлотно дејство Сунчево на Земљу; годишња времена (годишта). | 202 |
| 68. Неједнако осветљење Земљиних половица | 205 |
| 69. Положај Сунчев и Земљин за сваки месец у години. | 207 |
| 70. Сунчеви повратни и поларни кругови. | 209 |
| 71. Дужина дана на разним местима на Земљи а у разна годишња времена. | 213 |
| 72. Подела Земљине површине на 5 зона (појасева) | 215 |

IX. О времену у опште. (73.)

| | |
|--|-----|
| 74. Звездано и сунчано време. | 220 |
| 75. Равнање времена. | 223 |
| 76. Однос између средњег сунчаног времена и звезданог времена. | 226 |

X. О бројању, подели времена и календару. (77.)

| | |
|--|-----|
| 78. Астрономски календар. Грађански и астрономски дан. | 230 |
| 79. Месец дана (месец). | 232 |
| 80. Седмица (недеља дана). | 234 |
| 81. Голина дана (година) | 236 |
| 82. Последње поправке календара. | 239 |
| 83. Увођење новог календара; почетак године. | 240 |
| 84. Црквени календар. | 244 |

ПЕТИ ДЕО.

XI. Звезде некретнице.

| | |
|---|-----|
| 85. Звезде су Сунца, и сијају својом сопственом светлошћу | 246 |
| 86. Број и подела звезда некретница по њиховој светлости | 248 |
| 87. Подела звезда на небу; млечни пут | 252 |
| 88. Удаљење звезда некретница. | 254 |
| 89. Величина звезда некретница. | 259 |
| 90. Спектар звезда некретница. | 260 |
| 91. Промењливе (периодске, повремене) и нове звезде. | 265 |
| 92. Двојне звезде. | 268 |
| 93. Кретање звезда некретница и мишљење о централном Сунцу. | 271 |
| 94. Звездане гомиле и маглине. | 275 |
| 95. Мерење брзина спектралном анализом | 281 |

ШЕСТИ ДЕО.

XII. О сунчаноме систему у опште.

СТРАНА

| | |
|--|-----|
| 96. Светски систем и Коперников систем. | 283 |
| 97. Напомене о централном кретању у опште. | 288 |
| 98. Кеплерови закони. | 293 |
| 99. Напомене о оптицању планета у опште. | 298 |

XIII. О Сунцу.

| | |
|---|-----|
| 100. Удаљење Сунчево од Земље; величина Сунчева. | 306 |
| 101. Напомене о физичком строју Сунчевом. | 312 |
| 102. Сунчане пеге, буктиње и време Сунчевога обртања око своје осе. | 314 |
| 103. Теорија о сунчаним пегама. | 318 |
| 104. Рад Сунчев | 325 |
| 105. Произвођење и одржање Сунчане топлоте, мишљење о будућности Сунчевој | 329 |

СЕДМИ ДЕО.

XIV. Главне планете.

| | |
|---|-----|
| 106. Привидно кретање планета. | 337 |
| 107. Централно кретање око Сунца; подела планета по њиховом положају према Земљи. | 339 |
| 108. Доње планете | 343 |
| 109. Објашњење напредног и назадног кретања доњих планета | 344 |
| 110. Време оптицања; тачке застајивања. | 347 |
| 111. Фазе или мене доњих планета. | 351 |
| 112. Прелази доњих планета | 353 |
| 112. Горње планете. | 357 |
| 114. Елементи планетских путања за горње и доње планете | 359 |

XV. Физички опис главних планета.

| | |
|--|-----|
| 115. Подела планета по њиховим физичким особинама. | 362 |
| 116. Унутарње коло планета. Меркур. | 363 |
| 117. Венера. | 365 |
| 118. Марс. | 368 |
| 119. Средње коло планета. Мале планете. | 373 |
| 120. Одстојање, путања и величина планетоида. | 375 |
| 121. Физички строј планетојида. | 377 |

| | |
|---|-----|
| 122. Спољне коло планета. Јупитер | 379 |
| 123. Сатурн. | 363 |
| 124. Сатурнови колутн. | 386 |
| 125. Уран. | 389 |
| 126. Нептун. | 392 |

XVI. Средње планете.

| | |
|---|-----|
| 127. Месеци (пратиоци, сателити, трабанти) | 393 |
| 128. Месец наше Земље | 394 |
| 129. Месечева површина и физички строј његов | 397 |
| 130. Месечеве мене (фазе) | 405 |
| 131. Месечева путања у Сунчевом систему. | 408 |
| 132. О помрачењу Месеца у опште | 409 |
| 133. Зависност Месечевих помрачења од нагиба према еклиптици. | 410 |
| 134. Израчунавање Земљине сенке. | 411 |
| 135. О помрачењу Сунца у опште. | 414 |
| 136. Упоређење Месечевих и Сунчевих помрачења | 417 |
| 137. Окретање Месеца око своје осе. | 419 |
| 138. Либрација Месечева. | 421 |
| 139. Месеци осталих планета. | 424 |

XVII. Репатице звезде (комете).

| | |
|--|-----|
| 140. О репатицама у опште. | 429 |
| 141. Делови репатица. | 431 |
| 142. Маса и путања репатица. | 433 |
| 143. Важније до сад виђене периодске репатице. | 434 |
| 144. Периодске репатице. | 438 |
| 145. Физички строј репатица. | 440 |

XVIII. Озвездине (Метеорити).

| | |
|--|-----|
| 146. О озвездинама у опште | 442 |
| 147. Путања, трајање, боја озвездина | 444 |
| 148. Број и брзина озвездина. | 447 |
| 149. Звезде падалице | 449 |
| 150. Перзеов рој звезда падалица (Перзеиди). | 450 |
| 151. Лавов рој звезда падалица (Леониди). | 451 |
| 152. Ватрене лопте. | 455 |
| 153. Озвездинско камење и озвездинско гвожђе (Аеролити). | 459 |
| 154. Озвездинско камење Соко-Бања. | 462 |
| 155. Савремено објашњење озвездинске појаве у опште | 466 |

XIX. Маглински колут.

СТРАНА

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 156. Зодијакова светлост. | 470 |
|-----------------------------------|-----|

ОСМИ ДЕО.**XX. Решавање неколико задатака.**

| | |
|--|-----|
| 157. Припрема и претходна објашњења. | 472 |
|--|-----|

XXI Задатци.

| | |
|--|-----|
| 158. Први задатак. Опредељење географске ширине. | 476 |
| 159. Други задатак. Опредељење дужине дана, најдужи дан. | 478 |
| 160. Трећи задатак. Појава поноћнога Сунца. | 484 |
| 161. Четврти задатак. Сугон | 485 |
| 162. Пети задатак. Опредељење деклинације. | 486 |
| 163. Шести задатак. Опредељење азимута. | 487 |
| 164. Седми задатак. Опредељење географске ширине | 488 |
| 165. Осми задатак. Опредељење географске ширине и деклинације. | 489 |
| 166. Девети задатак. Опредељење деклинације и географ. ширине. | 491 |
| 167. Десети задатак. Опредељење часовнога угла. | 493 |
| 168. Једанајести задатак. Опредељење азимута и зенитне даљине. | 494 |
| 169. Дванајести задатак. Опредељење дужине и ширине | 496 |
| 170. Тринајести задатак. Опредељење зенитне даљине. | 498 |
| 171. Четрнајести задатак. Опредељење часовнога угла. | 498 |
| 172. Петнајести задатак. Опредељење кулминационе висине | 499 |
| 173. Шеснајести задатак. Опредељење ректасцензије. | 500 |
| 174. Седмнајести задатак. Опредељење пролећне тачке | 500 |
| 175. Решавање неколико задатака употребом земскога шара | 501 |

XXII. Пертурбације (сметања) у сунчаном систему и у опште.

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 176. У опште о пертурбацији. | 504 |
| 177. Перијодске пертурбације. | 506 |
| 178. Вековне пертурбације. | 508 |

XXIII. Прилив и одлив.

| | |
|--|-----|
| 179. У опште о приливу и одливу. | 514 |
|--|-----|

XXIV. Напомене о постанку света.

| | |
|---|-----|
| 180. У опште о Космогонији | 516 |
| 181. Кант-Лапласова претпоставка о постанку света | 517 |



ИЛУСТРАЦИЈЕ ОВОГА ДЕЛА У ТЕКСТУ.

| СЛИКА | СТРАНА |
|--|------------|
| 1. Привидни и геометриски хоризонат. | 7 |
| 2. Хоризонти, зенит и надир | 8 |
| 3. Небеска оса, обрти (полови) света, кардиналне тачке хоризонтове. | 10 |
| 4. Подела привидног хоризонта | 10 |
| 5. Хемисфере неба, упоредници и меридијани | 12 |
| 6. Привидно кретање звезда над хоризонтом. | 14 |
| 7. Северњача (поларна звезда) и оријентација | 21 |
| 8. Налажење Запада и Истока. | 22 |
| 10. Доказивање Земљине округлости. | 82 |
| 11. Привидно пењање и спуштање звезда. | 85 |
| 12. Справа Скафвон | 91 |
| 13. Налажење сасредног угла | 91 |
| 14. Тријангулација. | 93 |
| 15. Њутнов доказ да је Земља округла | 97 |
| 16. Последица обртања Земљиног око осе | 99 |
| 17. Геоидан облик наше Земље. | 103 |
| 18. Исход и заход звезда објашњен обртањем звезданог неба око наше Земље | 109 |
| 19. Скретање од вертикалног правца | 115 |
| 20. Ваздушне струје (пасатски ветрови) | 116 |
| 21. Фуколтов апарат. | 118 |
| 22. Привидно кретање клатнове равнине. | 119 |
| 23. Изналажење величине угла за који се мења клатнова равнина. | 121 |
| 24. Антиподи. | 126 |
| 25. Координате хоризонатног система | 133 |
| 26. Координате полутарског система | 135 |
| 27. Координате хоризонатног и полутарског система | 139 |
| 28. Троугао: Зенит — обрт — звезда | 140 |
| 29. Деклинација и ректасцензија звездина | 144 |

| | |
|---|----------|
| 30. Координате еклиптикиног система. | 152 |
| 31. Хоризонтни, полутарски и еклиптикин систем. | 154 |
| 33. Паралактика. | 160 |
| 34. Изналажење даљине и апсолутне величине | 163 |
| 35. Годишња паралактика звездина | 166 |
| 36. Аберација светлосна. | 171 |
| 37. Објашњење и изналажење аберације. | 172 |
| 38. Земљина оса није на еклиптици управна (погрешно стављена на стр. 175) | 177 |
| 39. Земљина оса не пада са еклиптикином равнином уједно (погрешно стављена на стр. 177) | 175 |
| 41. Основа за облик Земљине путање око Сунца | 181 |
| 42. Земљина путања око Сунца. | 182 |
| 43. Свакоме кругу на небу одговара по један круг на Земљи . | 187 |
| 44. Географске координате. | 189 |
| 45. Осветљење Земљино. | 197 |
| 46. Времена разлика објашњења као след обртања Земљиног . | 199 |
| 47. Топлотно дејство Сунчево | 203 |
| 48. Косо и управно осветљење. | 204 |
| 49. Неједнако осветљење Земљиних половина | 206 |
| 50. Положај Земљин за време зимње краткодневице | 210 |
| 51. Положај Земљин за време равнодневица. | 211 |
| 52. Положај Земљин за време летње дугодневице | 212 |
| 53. Подела Земљине површине на 5 зона. | 215 |
| 54. и 55. Изналажење удаљења звезда некретница. | 254 |
| 57. Двојне звезде | 270 |
| 58. Плејаде (Влаштини) | 274 |
| 59. Звездана гомила у Херкулу. | 277 |
| 60. Маглина у Ргоницама. | 277 |
| 61. Маглина у Лири | 277 |
| 62. Маглина у Еридану. | 277 |
| 63. Велика Маглина у Оријону. | 278 |
| 64. Маглина у Змији. | 278 |
| 65. Звездана гомила у Тукану | 278 |
| 66. Итоломеов светски систем | 284 |
| 67. Коперников светски систем. | 286 |
| 68. Тихонов светски систем | 286 |
| 69. Централно кретање. | 290 |
| 70. и 71. Кеплеров закон. | 295, 296 |

| | |
|---|----------|
| 72. Констелациони знаци | 302 |
| 73. Права и средња апомалија планетина | 303 |
| 74. Експентрична апомалија планетина | 304 |
| 75. Геоцентричка и хелиоцентричка дужина | 305 |
| 76. и 77. Изражавање Сунчевог удаљења од Земље | 307, 308 |
| 78. 79. 80. и 81. Сунчане пеге и мењање | 316 |
| 82. Језгро и полусенка Сунчаних пеге | 317 |
| 83. Привидно кретање планете Меркура | 338 |
| 84. Објашњење вечерњаче и зорњаче | 340 |
| 85. Напредно и назадно кретање доњих планета | 345 |
| 86. Така застајивања | 348 |
| 87. Објашњење фаза (мена) доњих планета | 352 |
| 88. Мене Меркура и Венере | 353 |
| 89. Меркурови прелази у XIX. веку | 354 |
| 90. Венерини прелази у годинама 1874. 1882. | 355 |
| 91. Опредељење удаљења Сунчевог од Земље Венериним прелазом | 357 |
| 92. Изражавање одстојања горњих планета | 359 |
| 93. Изглед Марса | 369 |
| 94. Изглед наше Земље са Марса гледан | 369 |
| 95. Марс, кад је на њему зима | 371 |
| 96. и 97. Изглед Јупитера | 381 |
| 98. Сатурн у Октобру 1850. | 385 |
| 99. Сатурн у Новембру 1855. | 386 |
| 100. Сатурн у Јануару 1849 | 387 |
| 101. Сатурн у Мају 1868 | 387 |
| 102. и 103. Упоредњење Земље и Месеца | 395 |
| 104. Mage Nectaris | 399 |
| 105. Коперник (на Месецу) | 399 |
| 106. Помрачења Месеца | 409 |
| 107. Зависност Месечевих помрачења | 411 |
| 108. Израчунавање дужине сенкше | 412 |
| 109. Израчунавање помрачења | 414 |
| 110. и 111. Савршено и колутасто помрачење | 416 |
| 112. Окретање Месеца око своје осе | 420 |
| 113. Либрација (помолак) Месечева | 423 |
| 114. Велика репатица од 1811 год | 435 |
| 115. Халејова репатица од 1835. год | 436 |
| 116. Донатијева репатица од 1858. г. 20. Септембра | 437 |
| 117. Донатијева репатица од 1858. г. 23. Септембра | 438 |

| СЛИКА | СТРАНА |
|---|---------|
| 118. Репатица од године 1862. | 439 |
| 119. Халејева репатница од 1835. год. | 440 |
| 120. Мењање озвездинскога репа | 445 |
| 121. " " " | 446 |
| 122. Озвездинска појава од 1833. год. у Америци | 452 |
| 123. Озвездинско камење Соко-Бања | 464 |
| 124. Зодијакова светлост. | 471 |
| 126.—137. Решавање задатака | 474—498 |
| 138. Основа за објашњење помицања равнодневица. | 510 |
| 139. Сунчево помицање равнодненичких тачака. | 511 |
| 140. Колебање светске осе. | 512 |
| 141. Објашњење прилива и одлива. | 516 |



ИЛУСТРАЦИЈЕ ОВОГА ДЕЛА ВАН ТЕКСТА.

- Слика 9. Северна хемисфера звезданог неба са алињанима.
" 32. Земљино окретање око Сунца.
" 40. Перспективна представа Земљине путање.
" 56. Спектрална таблица.
" 125. Припрема за решавање задатака.

-
- I. Таблица: α) Телескопски изглед тогалога Сунчевог помрачења;
 β) Веза протуберанција са Сунчаним бунтињама.
II. Таблица: Разни облици протуберанција. Нагло мењање протуберанције.
III. Таблица: Већа група протуберанција.
IV. Таблица: Телескопски изглед Сунца са пегама.
V. Таблица: Обични облици мањих Сунчаних пега; Сунчана пега спиралнога строја; промењивање једне и исте Сунчане пеге.
VI. Таблица: Пространија Сунчана пега.
VII. Таблица: Венерино привидно оптицање.
VIII. Таблица: Венерине мене.
IX. Таблица: Планета Марс у Меркаторовој пројекцији.
X. Таблица: Планета Јупитер 1880. и 1881 године.
XI. Таблица: Сатурн са колутима и пегама.
XII. Таблица: Упоређење величина појединих планета.
XIII. Таблица: Месечева површина гледана дурбином.
XIV. Таблица: Кретање Месечево оно наше Земље.
XV. Таблица: Кретање Земље и Месеца око Сунца.
XVI. Таблица: Озвездине (Метеорити).
XVII. Таблица: Преглед Сунчаног система по Копернику.

Уз ово дело иде и једна велика карта **Полутарска зона и Зодијак**, заједно са перспективном представом Земљине путање за очигледну наставу.

ПРВИ ДЕО.

I. Звездано небо, обртање и подела небеске сфере.

О небу, небеској сфери, Хоризонту и догледном кругу

1.

Кад је ноћу ведро и ми бацимо поглед наш од земље у вис, онда нам *небо*, овај простор изнад нас, Небо изгледа као какав огромно велики заокружен свод, у коме има небројено много звезда. Ове су звезде по овоме своду, који је плав, неједнако подељене, негде их је више негде опет мање; осем овога оне нам сијају и неједнаком светлошћу, неке су беле, бледе; неке сјајније, крупније, жућкасте плавкасте, зеленкасте а неке од њих црвенкасте.

Ма где се на земљи налазили, нама се чини, да стојимо у средини овога плавог сведеног простора, који привидно нашу земљу додирује и тиме наш доглед ограничава. Нама се чини и да стојимо у средини површине, коју у опште према јачини нашег ока на земљи, можемо и да прегледамо. Овај плави небески простор изгледа и надоле (према нама и месту где стојимо) свуд око наше земље заокружен; он је са сваке тачке на земљи гледан привидно завршен, и ако замислимо, да је он око целе земље распрострајен и спојен, Небеска онда овај овако сведени и завршени простор, *сфера* зовемо *небеска сфера* (лопта, кугла или шар).

Привидни хоризонт, то је она линија, по којој видимо да се небо са земљином површином привидно до-

дирује. Привидни хоризонат зависи од облика и изгледа
Привидни земљине површине, и свагда је крива линија.
хоризонат На мору је привидни хоризонат ограничен кру-
жном линијом, а на суву је он свагда таква крива ли-
нија, која се кружној више или мање приближује. Земљи-
Хоризонто- на површина што је какав сматралац свуд нао-
ва површина коло може да прегледа, зове се *хоризонтова*
површина. У бреговитим пределима хоризонтова је
површина неправилно крива; у равницама приближује
се она све више потпуној равнини. Привидни хоризонат
зависи још и од висине сматраоачеве тачке над земљом.
Догледни Он се зове још и *догледни круг*, и он је према
круг приликама већи или мањи; на мору је он нај-
већи. Кад би се над морским огледалом издизали, па би
са разних висина морску површину прегледали, онда би
опазили да је догледни круг то већи, у колико смо се
над морем више испели.

Напомене о круговима на површју лопте

2.

Пре но што се упустимо даље, нужно је за разу-
Кругови на мевање даљих астрономских излагања, да ка-
површју ку- жемо одмах у опште неколико речи о кругови-
гле (лопте.) ма на површју (кугле) лопте.

Свака равнина, ма како положена кроз лопту, сече ову
по *кружној линији* или *кругу*. Што је равнина средсреди
(центру) лоптиној ближа, то је кружни пресек већи; ако
равнина, којом замишљамо да је лопта пресечена, иде
кроз средсреду лоптину ма у коме правцу, онда сече
она лопту по *највећем кругу*, који је у опште према
величини лопте могућ. У астрономији су ови кругови од

Највећи велике важности и периферија (обим) њихова
крузи и њи- дели се : или на 360 (има поделе и на 400 де-

лова, сваки од ових на 100) једнаких делова, које називамо *ступњима*, или на 24 једнака дела, које називамо *сахатима* (часовима). Она прва подела зове се *лучна* или *угаона подела* и има још две пододеле, тако да сваки ступањ има по 60 лучних *минута* а свака минута по 60 лучних *секунада*, дакле кружна периферија има свега : или 360 ступња ; или 21.600 минута ; или најзад 1,296.000 секунда. Ступње, минуте и секунде означавамо по реду знацима: ° ' " тако дакле, да: 44° 47' 57" значи што и : 44 ступња, 47 минута и 57 секунда. Друга подела, која се такође у астрономији веома употребљава и која је и у грађанском животу позната, зове се *времена подела* (подела по времену). Овде је периферија подељена као што поменусмо на 24 једнака дела и сваки од ових делова зове се *сахат* (*час*); сваки сахат дели се на 60 *времених минута*, а свака минута на 60 *времених секунда*. Делове ове поделе означавамо са *h*, *m*, *s* и *h* значи сахате (часове), *m* минуте, а *s* секунде. Периферија круга има дакле по овој подели свега: или 24 часа или 1440 вр. минута или 86.400 вр. секунда.

Према горњем види се, да је једна и иста количина, периферија круга, подељена само на два разна начина; али се види и то, да између делова једне и делова друге поделе постоји једанпут за свагда сталан однос по коме је:

$$\begin{aligned} 24^h &= 360^\circ \\ 1440^m &= 21600' \\ 86400^s &= 1296000'' \end{aligned}$$

па дакле и:

$$\begin{aligned} 1^h &= 15^\circ & 1^\circ &= 4^m \\ 1^m &= 15' & 1' &= 4^s \\ 1^s &= 15'' & 1'' &= 4 \text{ терције, ако} \end{aligned}$$

секунду замислимо још на 60 мањих делова подељену од којих се сваки зове *терција*.

Осем овога види се, да ми можемо извесни број часова, времених минута и времених секунда множењем са 15 да претворимо у ступње, лучне минуте и лучне секунде; обрнуто, делењем извесног броја ступања, лучних минута и лучних секунда са 15, можемо да добијемо одговарајући број часова, времених минута и времених секунда. Ово се претварање угодније врши помоћу следећих таблица, које су с обзиром на једну а и на другу поделу израчунате.

I Таблица за изражавање (претварања) времена лучном мером.

| h | o | m | o | ' | '' | m | o | ' | '' |
|------|-------|----|---|----|----|----|----|----|----|
| | | s | ' | '' | | s | ' | '' | |
| 1 | 15 | 1 | 0 | 15 | 31 | 7 | 45 | | |
| 2 | 30 | 2 | 0 | 30 | 32 | 8 | 00 | | |
| 3 | 45 | 3 | 0 | 45 | 33 | 8 | 15 | | |
| 4 | 60 | 4 | 1 | 00 | 34 | 8 | 30 | | |
| 5 | 75 | 5 | 1 | 15 | 35 | 8 | 45 | | |
| 6 | 90 | 6 | 1 | 30 | 36 | 9 | 00 | | |
| 7 | 105 | 7 | 1 | 45 | 37 | 9 | 15 | | |
| 8 | 120 | 8 | 2 | 00 | 38 | 9 | 30 | | |
| 9 | 135 | 9 | 2 | 15 | 39 | 9 | 45 | | |
| 10 | 150 | 10 | 2 | 30 | 40 | 10 | 00 | | |
| 11 | 165 | 11 | 2 | 45 | 41 | 10 | 15 | | |
| 12 | 180 | 12 | 3 | 00 | 42 | 10 | 30 | | |
| 13 | 195 | 13 | 3 | 15 | 43 | 10 | 45 | | |
| 14 | 210 | 14 | 3 | 30 | 44 | 11 | 00 | | |
| 15 | 225 | 15 | 3 | 45 | 45 | 11 | 15 | | |
| 16 | 240 | 16 | 4 | 00 | 46 | 11 | 30 | | |
| 17 | 255 | 17 | 4 | 15 | 47 | 11 | 45 | | |
| 18 | 270 | 18 | 4 | 30 | 48 | 12 | 00 | | |
| 19 | 285 | 19 | 4 | 45 | 49 | 12 | 15 | | |
| 20 | 300 | 20 | 5 | 00 | 50 | 12 | 30 | | |
| 21 | 315 | 21 | 5 | 15 | 51 | 12 | 45 | | |
| 22 | 330 | 22 | 5 | 30 | 52 | 13 | 00 | | |
| 23 | 345 | 23 | 5 | 45 | 53 | 13 | 15 | | |
| 24 | 360 | 24 | 6 | 00 | 54 | 13 | 30 | | |
| 0,10 | 1,50 | 25 | 6 | 15 | 55 | 13 | 45 | | |
| 0,20 | 3,00 | 26 | 6 | 30 | 56 | 14 | 00 | | |
| 0,25 | 3,75 | 27 | 6 | 45 | 57 | 14 | 15 | | |
| 0,50 | 7,50 | 28 | 7 | 00 | 58 | 14 | 30 | | |
| 0,75 | 11,25 | 29 | 7 | 15 | 59 | 14 | 45 | | |
| 0,80 | 12,00 | 30 | 7 | 30 | 60 | 15 | 00 | | |

II Таблица за изражавање (претварање) лука временом мером.

| s | h | m | | m | s | | m | o |
|-----|----|----|----|---|----|----|---|----|
| 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 4 | 31 | 2 | 4 |
| 2 | 0 | 8 | 2 | 0 | 8 | 32 | 2 | 8 |
| 3 | 0 | 12 | 3 | 0 | 12 | 33 | 2 | 12 |
| 4 | 0 | 16 | 4 | 0 | 16 | 34 | 2 | 16 |
| 5 | 0 | 20 | 5 | 0 | 20 | 35 | 2 | 20 |
| 6 | 0 | 24 | 6 | 0 | 24 | 36 | 2 | 24 |
| 7 | 0 | 28 | 7 | 0 | 28 | 37 | 2 | 28 |
| 8 | 0 | 32 | 8 | 0 | 32 | 38 | 2 | 32 |
| 9 | 0 | 36 | 9 | 0 | 36 | 39 | 2 | 36 |
| 10 | 0 | 40 | 10 | 0 | 40 | 40 | 2 | 40 |
| 15 | 1 | 00 | 11 | 0 | 44 | 41 | 2 | 44 |
| 20 | 1 | 20 | 12 | 0 | 48 | 42 | 2 | 48 |
| 25 | 1 | 40 | 13 | 0 | 52 | 43 | 2 | 52 |
| 30 | 2 | 00 | 14 | 0 | 56 | 44 | 2 | 56 |
| 35 | 2 | 20 | 15 | 0 | 00 | 45 | 3 | 00 |
| 40 | 2 | 40 | 16 | 1 | 4 | 46 | 3 | 4 |
| 45 | 3 | 00 | 17 | 1 | 8 | 47 | 3 | 8 |
| 50 | 3 | 20 | 18 | 1 | 12 | 48 | 3 | 12 |
| 55 | 3 | 40 | 19 | 1 | 16 | 49 | 3 | 16 |
| 60 | 4 | 00 | 20 | 1 | 20 | 50 | 3 | 20 |
| 65 | 4 | 20 | 21 | 1 | 24 | 51 | 3 | 24 |
| 70 | 4 | 40 | 22 | 1 | 28 | 52 | 3 | 28 |
| 75 | 5 | 00 | 23 | 1 | 32 | 53 | 3 | 32 |
| 80 | 5 | 20 | 24 | 1 | 36 | 54 | 3 | 36 |
| 85 | 5 | 40 | 25 | 1 | 40 | 55 | 3 | 40 |
| 90 | 6 | 00 | 26 | 1 | 44 | 56 | 3 | 44 |
| 95 | 6 | 20 | 27 | 1 | 48 | 57 | 3 | 48 |
| 100 | 6 | 40 | 28 | 1 | 52 | 58 | 3 | 52 |
| 200 | 13 | 20 | 29 | 1 | 56 | 59 | 3 | 56 |
| 300 | 20 | 00 | 30 | 2 | 00 | 60 | 4 | 00 |

Напомене о круговима на небу и на земљи; особине тих кругова.

3.

Ми сматрамо небо као сферу (лопту), чија Кругови на је средсреда у исто време и средсреда наше небу и на земље, коју можемо такође да сматрамо као земљи лопту (о чему ћемо доцније говорити). Према овоме

дакле, свака равнина, коју замишљамо да иде кроз заједничку средсреду небеске и земљине сфере, сече и једну и другу по највећим круговима и највећи круг, по коме поменуто равнина сече небеску сферу, зовемо *небески*, а одговарајући највећи круг на земљи, зовемо *земски круг*. Онај пречник сферин, који стоји на равнини каквога највећег круга управно, зове се *оса* тога круга, а крајеви тога пречника, односно осе, зову се *обрти* (*полови*) истог круга. Оса дакле каквога највећег круга Оса и по- иде према томе свагда кроз средсреду његову, лови круга и сваки је пол од свију тачака по периферији тога круга удаљен за 90° или за један прав угао.

Осем овога имамо да поменемо још и ово.

Сваки највећи круг, који иде кроз један обрт каквога другог највећег круга једне и исте лопте, иде у исто време и кроз други обрт тога круга, и равнине и једног и другог круга стоје једна на другој управно. Ако два највећа круга једне исте лопте стоје једно на друго управно, онда леже обрти једнога круга у периферији другог; исто ово вреди и за више кругова ако ови стоје управно. Особине нај- но на каквом највећем кругу обрти тих круговећих кру- ва леже сви негде у периферији тога круга.

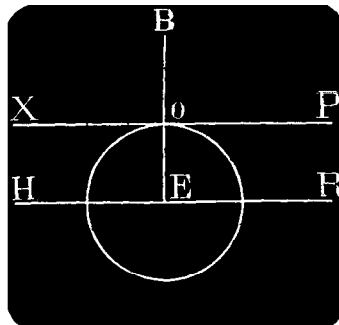
гова Сваки највећи круг какве лопте дели површје њено на два једнака дела (две полуплоскости) и у средсредама ових делова леже обрти тога највећег круга. Свака два највећа круга на лопти деле се и сами у својој пресечној линији (која је у исто време и пречник лоптин) на два једнака дела; обрнуто опет, ако се два круга на лопти међусобно преполовљавају то су они оба два с тога највећи кругови. Ако су два највећа круга произвољно један према другом нагнути, онда је нагиб међу њима, или боље нагибни угао међу равнинама једнога и другог круга, раван луку највећег круга између обрта једнога и другог круга. Сви ови напред изложени ставови о круговима у опште, дали би се геоме-

триским путем и доказати, али ми сматрамо ово доказивање као излишно, пошто се они сви понајлак увиђају и претпостављајући их као познате ми можемо све о њима речено да применимо и на кругове, које астрономи по небу и по земљи замисљају, те да тако положај појединих тачака на небу и на земљи што боље и лашке одреде.

О привидном и геометриском хоризонту; зениту и надиру

4.

Ако узмемо да је земља округла и замислимо, да је у тачци O где стојимо положена додирна равнина $X P$ на земљу. онда се ова равнина сматра као *привидни хоризонт* за тачку O (Слика 1). — Равнина $H R$, коју би кроз земљину средсреду E упоредно са оном додирном замислили,



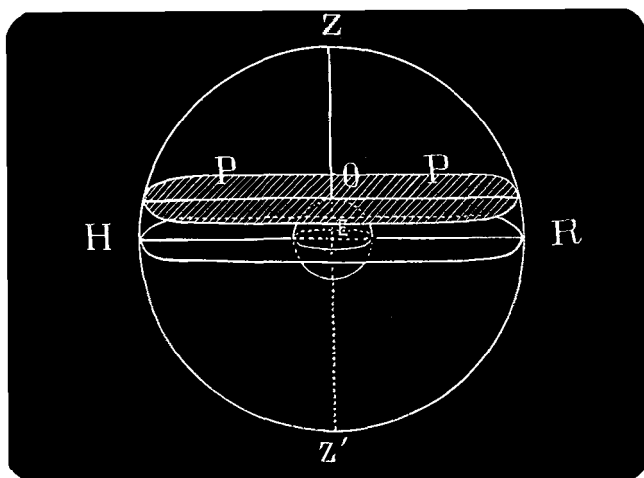
Прави, геометријски хоризонт

Сл. 1.

то је *прави* или *геометријски хоризонт* за тачку O .

У тачци O подигнута управна BO на привидни хоризонт, то је *вертикала* за место O . Ова Вертикала вертикала представља у исто време и правац, по коме тела на земљу по закону гравитације падају; та вертикала представља дакле тако звани *тежни правац* и иде кроз средсреду земљину. Ако ту вертикалу продужимо над нашим теменом а и испод нас, да она пробије небеску сферу, онда је највиша тачка ове вертикале *зенит* или *темена тачка*, а најнижа тачка *на-Зенит, на-дир* или *подножна тачка* за место O . Прави или хоризонт, то је као што смо видели равнина, која иде кроз средсреду земљину E а упоредно са привид-

ним хоризонтом $X P$. Но ми можемо да кажемо, да је прави хоризонтат HR (Сл. 2) и онај највећи круг небеске сфере, који тако лежи, да га вертикала, у ме-



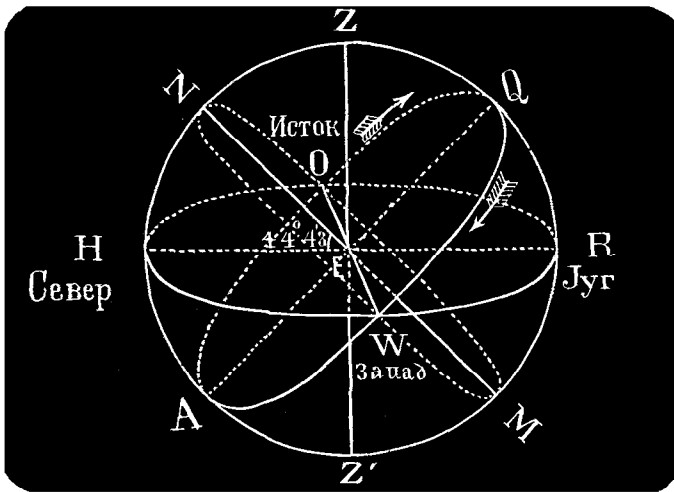
Сл. 2.

сту где стојимо, сече под углом од 90° . Ако нам HZ $RZ'H$ (Сл. 2) претставља небеску сферу, онда је за место сматрања O : OZ вертикала, POP привидни хоризонтат; тачка Z зенит; тачка Z' надир а HR прави хоризонтат.

О привидном обртању небеске сфере; о меридијану и странама света.

5.

Ако звездано небо дуже времена пажљивије по-Привидно сматрамо, онда опажамо, да се оно са свима обртање не- звездама укупно окреће. Небо се сваки дан беске сфере окрене по једанпут око једне осе NM , која је за наше пределе према хоризонту нагнута под углом од прилике $44^\circ 48'$. О окретању неба уверавамо се, ако уочимо влашиће или ма коју другу звездану го-милу с вечера. Ако се они одмах после сунчевог за-хода налазе управо на истоку, онда доцније око поноћи стоје они над нашим теменом, а пред зору се налазе на западу, док најпосле не зађу. Права линија око



Небеска
оса, обр-
ти (поло-
ви света)

Сл. 3.

које замишљамо да се звездано небо окреће, зове се *небеска оса*. Продорне тачке ове осе NM са небеском сфером једине су, што се не крећу и зову се: N *северни обрт* (ш.л.), M *јужни обрт неба или света*. На слици 3. представља E као и досад средреду наше земље, а круг $NZRZ'H$ небеску сферу.

Кретање звезда бива привидно у смислу од истока ка западу и то по упоредним круговима, који сви стоје управно на небеској или светској осу NM . Звезде се крећу једнаком брзином и то тако, да у сваком часу (сату) прелазе лук од 15° ступња.

Да би ово привидно кретање лакше и тачније одредити могли, ми замишљамо по небеској сфери разне кругове које разно и називамо. Тако се вертикалан круг, који иде кроз какву звезду, светску осу NM и зенит сматраочев зове (*подневак*) *небески меридијан*. На слици 3. Небески представљен је овај меридијан кругом $NRZ'HN$. подневак

Тачке, у којима се сече подневак са геометриским хоризонтом, дакле тачке H и R , представљају две стране света и то је: H *северна тачка, северна* Север Југ
страна, север или поноћ; R *јужна тачка, јужна* Полдневна
страна, југ или подне. Права линија, пречник линија

НЕР што спаја северну и јужну тачку хоризонтобу, зове се *подневна линија*. Онај највећи круг небеске сфере, који кроз средсреду земљину иде и на небеској Небески по оси *NM* управно стоји, дакле круг *AOQW*, то лутар (ек- је *небески екватор* (полутар).

Тачке у којима се сече прави хоризонат са небеским полутаром, дакле тачке *O* и *W*, претстав- Исток запад љају још две стране света и то је: *O* *источна тачка, источна страна, исток* или *јутро* а *W* *западна тачка, западна страна, запад* или *вече*. Ове четири поменуте главне (стране) тачке света, зову се још и хоризонтове *кардиналне тачке*.

Подела привидног хоризонта.

6.

Као што се прави хоризонат дели на четири стране света, тако се и привидни хоризонат на исто толико

Подела при-
видног Хо-
ризонта на
стране Све-
та



Сл. 4.

страна дели. Но осем ових тако званих главних страна а на име : истока, југа, севера и запада употребљавају се за оријентацију још и оне тачке привидног хоризонта, што леже међу овим поменутих главним странама. Морепловци деле хоризонт на 32 дела, а астрономи и геодете као и сваки други круг на 360° или 400° са њихним поделама на минуте и секунде. Слика 4 представља поделу привидног хоризонта на 16 страна света. На њој су претстављене четири главне стране света: исток, југ, север и запад са одговарајућим почетним писменима И, Ј, С, З. Осем ових имамо: С. И. (Северо-исток) И. Ј. (Југо-исток); Ј. З. (Југо-запад); С. З. (Северо-запад); па и И. И. Ј што значи источно-источно-јужно, дакле источно јужни правац, али ближи истоку но југу; тако је опет Ј. Ј. И јужно-јужно-источни, дакле опет јужно источни правац али ближи југу но истоку и т. д. На исти се начин разумеј и: И. И. С; С. С. З; З. З. С; З. З. Ј; Ј. Ј. З.

Подела небеске сфере на хемисфере; упоредници и алмукантарати; идентичност између небеске и земљине кугле.

7.

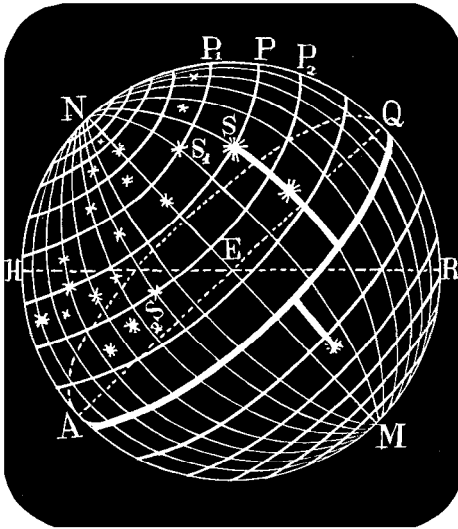
Ми смо видели, да небески полутар као највећи круг иде кроз источну и западну тачку све- Северна и та, он дели небеску сферу на две половине, јужна Хемисфера на северну хемисферу и јужну хемисферу неба сфере Неба, и то је (на слици 3.):

N O Q W A O северна а

M O Q W A O јужна хемисфера,

Положај тачака на небу можемо сад лако да одредимо, ако само кроз оба пола *N*, и *M*, и сваки пут кроз тачку или звезду којој хоћемо положај да одредимо, замислимо повучен по један небески највећи круг. Ми добијамо на овај начин један систем кругова, који сви иду кроз небеску осу и сматране звезде. Осем

Упоредници овога система кругова, узимају се и други (упоредни крузи) и алмукантарати трамо, али стоје на небеској оси управно. Ови су кругови сви упоредни са небеским полутаром и зову се *упоредници* и претстављају путање или кругове, које звезде привидно на небу описују. Слика 5. показује



Сл. 5.

ба ова поменута система. NSM , N , M , N , S_2 , M и т. д. све су небески подневци, а PS , P_1 , S_1 , P_2 , S_2 и т. д. упоредници, јер су ово крузи, који са небеским полутаром AQ упоредно иду. Како се ови системи кругова употребљују за опредељење положа-

ја звезда на небу, видећемо доцније, кад будемо говорили о полутарском систему у опште.

Као што замишљамо упоредне кругове са полутаром, тако исто можемо да замислимо и са хоризонтом упоредно повучене круге с једне стране до зенита, а с друге стране дон адира. Ови се кругови зову *алмукантарати*.

Ми смо досад говорили: небо се окреће, звезде се крећу; но ово окретање неба и звезда о коме смо досад говорили, само је привидно и чини нам се да постоји због окретања наше земље око једне уображене Земљина о- пруге, коју ми *земљиним осом* зовемо. Земљина о- са; земљин *љина оса и небеска оса* NM падају уједно, или подневак и *боље то је једна и иста уображена пруга.* полутар; ис-

Небески подневци или боље равнине њихове, точна и западна хемисфере. идући кроз небеску а сад и кроз земљину осу, морају дакле да секу и нашу земљу по највећим круговима и ово су тако звани *земљини подневци* или *земски меридијани*. Небески и земљини подневци падају дакле у једну равнину за једну и исту тачку на небу, односно једну и исту тачку на земљи. Подневак небески и земски дели небо и земљу (површје неба и земље) на две једнаке поле, на *источну* и *западну* хемисферу. Небески полутар стоји управно на небеској оси, равнина његова сече дакле и земљу опет по највећем кругу, који је управан на небеској, па и на земљиној оси, и овај највећи круг то је *земљин полутар* земљин *екватор*; он пада дакле у једну равнину са небеским полутаром AQ .

О кулминацији и дообртним звездама

8.

Привидно кретање звезда бива (сваки дан) по упоредним круговима, којих највиша и најнижа тачка лежи свагда на сматраочевом меридијану. Ове две тачке (највиша и најнижа) зову се *кулминационе тачке* Кулминационе тачке и то највиша зове се *горња*, а најнижа *доња* оне тачке кулминациона тачка. *Кулминација* то је израз за стање, кад се звезда каква у опште у сматраочевом меридијану налази (кад врхуни). Кулминација

Оне звезде, којима се и доња кулминаци- (врхушење). она тачка свагда над сматраочевим хоризонтом налази, т. ј. оне звезде, које никако не залазе, зову се *циркуларне звезде* (звезде недалеко око пола или *дообртне*).

Дообртне звезде употребљују се поглавито Дообртне звезде и њихова употреба. за опредељење полутарске даљине каквога места, а међу њима је опет северна звезда, која се у оваким приликама највише сматра. Ми знамо да се код дообртних звезда и горња и доња кулминација (пролаз кроз подневак) могу да сматрају; па с тога

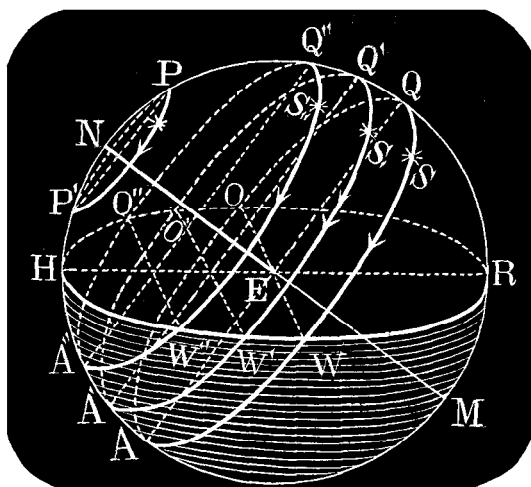
нам за опредељење полутарске даљине или географске ширине, не треба да знамо скретај (деклинацију) дотичне звезде коју сматрамо; а пошто се висина звезде у близини подневка незнатно мења, то не упливише много на резултат ни то, ако инструмент за нешто мало од равнине подневкове и одступа. Дообртне звезде употребљавају се и за то, да се испита да ли пасаж (Passage-instrument) лежи тачно у подневку. Јер ако сматрамо пасажом пролаз какве дообртне звезде, при њеној горњој и доњој кулминацији, то мора време од једне до друге потпуно половину звезданог дана да изнесе. Ако ово није случај, онда се лако увиђа на коју страну пасаж од подневка одступа и погрешка се лако даје поправити. За најдаљу је (разуме се даљина од севернога пола) дообртну звезду, доња кулминациона тачка, већ позната северна тачка хоризонта.

Дневно привидно кретање звезде над хоризонтом.

9.

Све звезде, што се над хоризонтом каквога места виде, као што смо поменили напред, крећу се по уго-

Над хоризонтом каквога места не виде се једне и исте звезде непрестано.



Сл. 6.

редним круговима. Са сваког места не виде се једне исте звезде; но осем овога и све звезде, што се над хоризонтом каквог места виде, не виде се непрестано над хоризонтом — оне се рађају и залазе т. ј. издижу се привидно над хоризонтом каквог места и спуштају испод њега. Према томе је јасно, да се код свију других звезда које нису дообртне, не може да прегледа цела њихова привидна путања око небеске осе; хоризонат дели ову Дневни и ноћни лук путању на два дела, од којих је један видљив ноћни лук а други се невиди. Онај лук, који каква звез- звездина. да над нашим хоризонтом прелази, описује, зове се *дневни лук*, а онај лук, који звезда испод хоризонта описује, зове се *ноћни лук* звездина. Сл. 6. представља нам ово о чему је реч. $HORW$ то је хоризонат а $NQ-RMN$ подневак, $AOQW$ то је полутар а крузи $A' O' Q' W'$, $A'' O'' Q'' W''$ и т. д. то су упоредници, које звезде S', S'' , при своме привидном кретању око небеске осе описују. Све ове кругове сече хоризонат $H O R W$ у тачкама O' и W' , O'' , и W'' ; звезда S' описује над хоризонтом лук $O' Q' W'$ и ово је њен дневни лук, испод хоризонта описује она лук $W' A' O'$ и ово је њен ноћни лук. Исто је тако дневни лук звезде S'' лук $O'' Q'' W''$, а њен ноћни лук $W'' A'' O''$. Дообртна звезда P описује дневни круг PP' који је сав над хоризонтом, па се за то сав и види. P, Q', Q'' , то су горње а P', A', A'' , доње кулминационе тачке.

Из дефиниције за привидни а и прави хоризонат следује, да свако друго место на земљи има и други хоризонат; према томе је и по себи разумљиво, да са мењањем места мора да се мења и хоризонат, а тако исто да мора да се мења и дневни па тако исто и ноћни лук какве звезде. Што вреди за звезде у опште, вреди и за наше сунце. Небеска оса задржава свој положај, а тако исто задржавају и упоредници своје положаје, хоризонти се мењају за разна места на земљи

и за то нису дневни лук сунчев или дан, а тако исто и ноћни лук сунчев или ноћ, на свима местима на земљи једнаки. Кад би се сунце налазило свагдa на полутару, онда би сва места на земљи, имала дане и ноћи једнаке; дани и ноћи били би за једно и исто место кроз сву годину једнаки и за то се полутар зове још и *равнодневак*. Али сунце није свагда на полутару и отуда долази то, да су дани и ноћи, поред тога што су за разна места на земљи различни, још и на једном и истом месту а у разно доба године, опет неједнаки. Но о овоме ћемо доцније још подробније говорити.

О звезданим јатима у опште.

10

Ма да се звезде привидно укупно крећу по упоредним круговима, дакле мењају своје место према нама на земљи, остају оне између себе увек једнако, т. ј. онако распоређене при заходу, како су биле и при исходу. Ово се одавна опазило и ова непромењивост у међусобном положају, наведе још најстарије народе, да мисле, да извесне звезде једне с другима иду и једне од других зависе и тако сјединише они већи или мањи број звезда, које се својом сјајношћу одликовавају у тако звана *звездана јата*. Стари су народи мислили да виде, да извесне звезде оличавају ове или оне облике, па им за то и одговарајућа имена наденуше као: Кола (велики медвед), Колица, Круна Троугао, Лаф, Рак, Скорпија и т. д. У другим приликама опет хтедоше они наименовањем да овековече извесне знатне личности из митских времена а и догађаје и т. д.; тако посташе имена: Перзеј, Херкул, Водолија, Теразије и друга.

Једно од ових звезданих јата, тако звани велики медвед а осем овога и мали медвед са звездом северњачом, служе нам за оријентацију на небу а и према странама света.

Да би се могли што боље оријентисати, нужно нам је да се упознамо са горе поменутих јатима и с тога ћемо одма да речемо нешто, о звездама некретницима у опште.

Ми смо поменули, да су звезданим јати- Сликe које ма разна имена још одавна наденута, и то је се на картама неба узрок, да су и данас ова звездана јата на звезданим картама са одговарајућим сликама покривена. Ове су слике са свим произвољно биране и нису никако самим груписањем звезда условљене, јер ће се тешко из одговарајућих звезданих јата, заиста и какав Лаф, Дјевица, Секстанат, Лађа арго и т. д. наћи моћи.

Звездана јата над београдским хоризонтом

11.

Број звезданих јата што се у години дана над београдским хоризонтом видети могу, износи од прилике 74 (види Рајтерову карту је г. Драгашевић посрбио) и то су:

1 *Кола (велики медвед)*. *Ursa* мајор или *arctos*. У њему су: α Дуб, β Мерак, γ Фегра, δ Мегрез, ϵ Ал-јат, ξ Мизар η Бенетнаш.

2 *Мали лаф*. *Leo minor*

3 *Велики лаф*. *Leo*. У њему су: α Регул, β Ценебола, γ Катанчић.

4 *Секстанат*. *Sextans*.

5 *Смук (Хидра)*. *Hydra*. У њему α Ал-Ферд

6 *Пијар*. *Crater*.

7 *Шмрк*.

8 *Камелопард*. *Camelopardus*.

- 9 *Рис.* Lync.
- 10 *Рак.* Cancer.
- 11 *Компас.* Puxis nautica.
- 12 *Близанци.* Gemini. У њима: α Кастор, β Полукс.
- 13 *Мали пас.* Canis minor. У њему α Прокијон.
- 14 *Инорог.* Monoceros.
- 15 *Печатња.* Officina tyrographica.
- 16 *Лађа арго.* Argus.
- 17 *Велики пас.* Canis major. У њему: α Волу јарка (Сиријус) најсветлија, ϵ Доситије.
- 18 *Јелен.*
- 19 *Пољак што чува поља.*
- 20 *Перзео.* Perseus. У њему: α Ал-ђениб, β Алгол.
- 21 *Возар.* Auriga. У њему: β Коза (Capella)
- 22 *Телац.* Taurus. У њему α , Ал-дебаран, β Бошковић
- 23 *Оријон.* Orion. У њему α , Пбт-ел-ђауза, β Рицел, ϵ Рајић.
- 24 *Зец.* Lepus
- 25 *Голуб.* Columba
- 26 *Река Еридан.* Eridanus.
- 27 *Скиптар бранденбуришки.* Sceptrum brandenburgicum.
- 28 *Длето.*
- 29 *Хемијски апарат.* Aparatus chemicus.
- 30 *Електрична машина.* Machina electrica.
- 31 *Касиопеја.* Cassiopeја.
- 32 *Андромеда.* Andromeda. У њој: је α Сирах, β Мерак, γ Аламак.
- 33 *Рибе.* Pisces.
- 34 *Троугао.* Triangulum.
- 35 *Муха.* Musca.
- 36 *Ован.* Aries. У њему α Геталдић.
- 37 *Кит.* Cetus. У њему α Минкар.
- 38 *Ликорезачка радионица.* Aparatus sculptoris.
- 39 *Кефео.* Cepheus.

- 40 *Гуштер*. Lacerta.
- 41 *Фридрихова част*. Honores Friderici.
- 42 *Пегаз*. Pegasus. У њему: α Маркеб, β Шеат, γ Ал-Бениб, δ Бранко.
- 43 *Ждребе*. Equuleus.
44. *Водолија*. Aquarius. У њему δ Анха.
- 45 *Јужна риба*. Pisces austrinus. У њој је α Фом-ел-хут.
- 46 *Козорог*. Capricornus.
- 47 *Лабуд*. Cygnus. У њему α Ценеб.
- 48 *Лисац са гуском и стрелом*. Vulpecula.
- 49 *Пискавац*. Delphinus.
- 50 *Орао*. Aquila. У њему: α Ал-гаир, δ Његун.
- 51 *Антинус*. Antinous.
- 52 *Стрелац*. Sagittarius.
- 53 *Лира*. Lyra. У њој α Вега.
- 54 *Поњатовског бик*. Tauris Ponjatovii.
- 55 *Собјејског штит*. Scutum Sobiesci.
- 56 *Дурбин*. Tubus astronomicus.
- 57 *Крлица (мали медвед)*. Ursa minor. У њему: је α Северњача или поларна звезда.
- 58 *Змај*. Draco. У њему је β Чубро.
- 59 *Зидарски квадранат*. Quadrans muralis.
- 60 *Херкул*. Hercules. У њему α Раз-ел-ђет.
- 61 *Офијух*. Ophiuchus. (змијонаша)
- 62 *Змија*. Serpens.
- 63 *Скорпија*. Scorpio. У њој α Антар (Antares).
- 64 *Угломер*. Norma et Regula.
- 65 *Вучица*. Lupus.
- 66 *Северна круна*. Corona borealis.
- 67 *Ловац*. Bootes. У њему α Арктур.
- 68 *Ртови*. Canes Venatici.
- 69 *Коса береничина*. Coma Berenices.
- 70 *Дјевица*. Virgo. У њој: α Влат (Spica) у руци η Мушицки на рамену.

71 *Газран*. Corvus.

72 *Хомот* (теразије или јарам). Libra.

73 *Тица усамљена*.

74 *Кентавор*. Centaurus.

Најлепша су звездана јата *Оријон* и *телцац*. Као што је већ поменуто у Оријону су две звезде прве величине и то Ригел и Ибт-ел-ђауза ; у телцу једна звезда Алдебаран. У Оријону образују три блиске звезде друге величине готово праву линију (штапци), која ка истоку продужена иде нешто над Сиријусем.

Звездано јато телцац осем што има једну звезду прве величине, одликује се још и двама групама звезда тако званим *Хијадама* и *Плејадама*. Плејаде се зову у нашем народу „*влашићи*” и ово је врло лепа звездана гомила, у којој је по Медлеру центар. око кога се сав звездани свет са нашим сунцем и нама окреће.

О оријентацији помоћу северњаче или о приближном опредељењу страна свега на земљи.

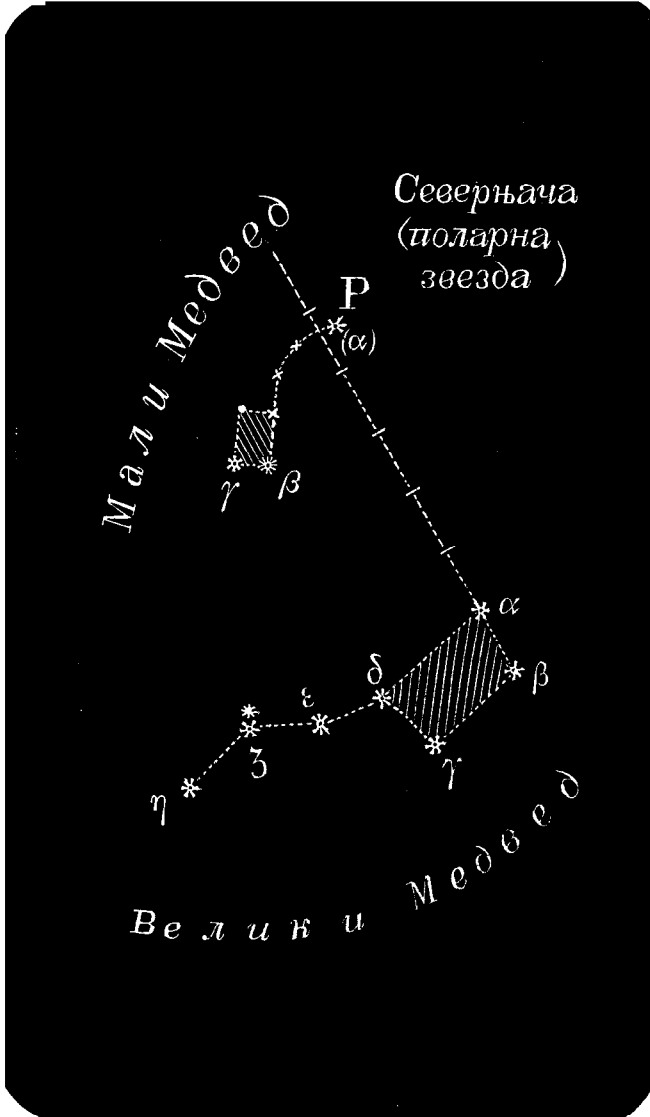
12.

При оријентирању на небу, полази се свагда од великог медведа, који се за наше пределе у свако доба године види и који се због своје одличне констелације на северном небу лако и налази. Велики медвед има свега седам звезда које се лепо виде, шест $\alpha, \beta, \gamma, \epsilon, \xi, \eta$, друге величине а једну δ , треће величине.

Оријентација северњачом звездом. Ако замислимо да је повучена линија која спаја звезде α и β великог медведа и продужимо је преко α и даље, онда ова линија пролази близу поред једне звезде α у малом медведу, која сија као звезда друге величине и која је од прилике пет пута

даља од α великог медведа, него што је β удаљено
Слика 7. представља звездана јата великог и малог
медведа са северњачом (или поларном) звездом. Звезда (α) P или тако звана *Кинџура*
у малом медведу, стоји готово тачно на се-

Велики и
мали мед-
вед.



Сл. 7.

представља $a n q t$ један пресек: $n t$ је земљина оса, $a q$ земљин полутар. H је тачка у којој стојимо и у којој хоћемо да се оријентишемо. $N C H E$ је равнина положена кроз звезду P и вертикалу $B H E$ у месту сматрања; $n H t$ то је подневак; а $C J$ правац од севера ка југу. У тачци H управна $I Z$ представља правац од истока ка западу, дакле је I исток, C север, J југ и Z запад за место сматрања; оно је оријентисано, а и ми на њему.

Овакво је оријентирање и довољно за случај кад хоћемо на небу само да налазимо поједина звездана јата. За тачнија оријентирања имају други много тачнији начини.

0 упознавању звезданих јата у опште.

13

Као што смо нашли великог медведа и северњачу звезду на небу, исто тако можемо помоћу ових звезда лако да нађемо и остала звездана јата па и њине најсјајније представнике.

Чешћим сравањавањем добрих звезданих карата са звезданим небом, кад су ноћи ведре, можемо најбоље да се упознамо са свима звезданим јатима, која се над нашим хоризонтом на небу виде. *Слика 9* која представља северну хемисферу неба показује сва звездана јата над нашом северном половином земље, а линије које смо на њој од звезде до звезде повукли упућују почетника, како треба, од прилике да поступа, те да се упозна са што више звезданих јата па и звезда. Ради објашњења слике 9 помињемо још ово. Као што смо нашли поларну звезду полазећи од великог медведа и повлачећи у мисли праву линују $\alpha\beta$ и ценећи даљину αP исто тако можемо и даље да радимо, те да се помоћу већ познатих звезда повлачењем

Астрогно-
зија

правих линија упознајемо и са новим звездама. Тако на противној страни од северњаче, а на истој даљини као што је и велики медвед од северњаче, налази се звезда Касиопеја звано јато *Касиопеја*, чије звезде образују слику испреламане линије или W. Ако замислимо, да су јата велики медвед и касиопеја преко северњаче спојена линијом, па у северњачи на ову линију повучемо једну управну линију и продужимо је на обе стране, онда ова управна пролази на једној страни поред α *Вега* у Лири, а на другој поред α *Кателе* (козе) у возару; обе су Вега, ка- ове звезде прве величине. Оваквим начином пела можемо поступно да се упознамо и са свима осталим звездама. Упознање са свима звезданим јатима Алињмански зове се *Астрогнозија*, а онај горе показани начин начин упознања зове се *алињмански начин*

О звезданим јатима на зодијаку и целокупном броју звезданих јата.

14.

Са они напред поменутих 74 звезданих јата, није још број њихов потпуно изцрпљен. Њих има много више. Још и у књизи Хиоб, која ће бити најстарија Старога тестаментa (или библије) помињу се звездана јата Оријон, Која је зве Кола и Влашићи. Александријски астроном здана јата Птолемео, познаваше свега 48 звезданих јата Птолемео и то:

1) 12 Звезданих јата у зодијаку:

- | | | |
|--------------|--------------|---------------|
| 1. Ован, | 5. Лаф, | 9. Стрелац, |
| 2. Телац, | 6. Дјевица, | 10. Козорог, |
| 3. Близанци, | 7. Теразије, | 11. Водолија, |
| 4. Рак, | 8. Скорпија, | 12. Рибе; |

које римљани памтише у ова два Хекаметра: Sunt: aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo,

Libraque, scorpius. arcitenens, caper, amphora, pisces.

Затим: 2) 21 звездано јато северно од зодијака :

- | | | |
|-------------------|-------------|----------------------------|
| 13. Касиопеја, | 20. Ловац, | 27. Лабуд |
| 14. Андромеда, | 21. Офијух. | 28. Плискавац, |
| 15. Кефео, | 22. Змија, | 29. Мали коњ, (ждребе), |
| 16. Перзео, | 23. Херкул, | 30. Пегаз, |
| 17. Орао, | 24. Змај | 31. Северна круна, |
| 18. Велики медвед | 25. Лира, | 32. Северни троугао, |
| 19. Мали медвед | 26. Стрела, | 33. Возар ; |

и 3) 15 Звезданих јата јужно од зодијака

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| 34. Оријон, | 39. Зец, | 44. Лађа |
| 35. Велики пас, | 40. Река Еридан | 45. Смур |
| 36. Мали пас, | 41. Кит, | 46. Пеар, |
| 37. Гавран | 42. Курјак | 47. Јужна круна |
| 38. Кентавор, | 43. Олтар | 48. Јужна риба. |

Осем ових познаваху стари римљани још и :

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 49. Антинус | 51 Плејаде (влашићи) |
| 50. Коса вереничина, | 52 Хијаде. |

У средњем веку па и новијем добураз- Укупан број ликоваху још 56 других звезданих јата која од ^{звезданих} јата. чести северно од чести јужно од небеског екватора на небу стоје. Према овоме био би укупан број звезданих јата 108. Араго набраја 131 звездано јато, 62 у северној 54 у јужној небеској хемисфери и 15 на обема странама око екватора, Међу тим са овим поменути бројевима нисмо на чисто. Неки астрономи непризнају ова звездана јата а по некима их је мање на броју, јер су при наименовању често пута узимате неке звезде више пута а неке и никако. Услед ове неизвесности било је гласова, да се имена звезданих јата са свим укину у Астрономији и да се бројевима замену, но ово се ни до данас не учини и горе поменути називи осташе у употреби. Овде имамо још да навестимо ово

Већина астронома служи се међу тим латинским називима, које смо поред српских поменули и то само за она звездана јата, којима су називи одавна познати.

О означавању појединих звезда.

15

Као што су поједина звездана јата добила извесна имена, тако су и многе светлије звезде у њима добиле од грка, римљана и арапа нарочита имена, која смо напред поред неких јата већ поменули. Доцније су поједине светлије звезде означаване и грчким писменима, затим и латинским а најзад и бројевима. За оне који нису познати са грчким писменима и с тога што је познавање ових нужно, за (астрогнозију) налажење звезда на звезданим картама, па и за повлачење или боље, замишљање пруга по небу (алињмана), излажемо ниже и грчки алфавит.

Грчки алфавит.

| | |
|----------------------|----------------------|
| α = алфа | ν = ни |
| β = вита | ξ = кси |
| γ = гама | \omicron = омикрон |
| δ = делта | π = пи |
| ϵ = епсилон | ρ = ро |
| η = ета | σ = сигма |
| θ = тета | τ = тау |
| ξ = зета | υ = ипсилон |
| ι = јота | ς = фи |
| κ = капа | χ = хи |
| λ = ламбда | ψ = пси |
| μ = ми | ω = омега. |

Према овоме у астрономији изражавамо се овако: сматран је пролаз звезде или сматрана је звезда:

α Ceti; α Lyrae; β Draconis;

α Virginis; α Ursae minoris (северњача звезда) и. т. д.

II. Астрогнозија видљивих звезданих јата.

16

Да би се поједина звездана јата лакше на небу наћи могла, ми излажемо ниже алињмане звезданих јата и то с погледом на Мелингерову алињманску карту звезданог неба а из његовога дела Астрогнозија, при- дајући уз текст и саму његову карту као Сл. 9.

Алињман великога медведа. ¹⁾

Ово велико и лепо звездано јато састоји се из више звезданих група. Прву групу представљају већ помену- тих 7 звезда од којих су 6 звезда 2-ге величине, а 1 звезда 3-ће величине. Четири звезде и наиме:

- α Дуб,
- β Мерак,
- γ Фегра,
- δ Мегрез,

образују четворугао који има готово облик трапеза. Од звезде δ , а у правцу дијагонале коју добијамо у по- менутом четворуглу везујући у памети звезде β и δ , иде нешто искривљена линија, коју оличавају звезде:

- ϵ Ал-јат,
- ξ Мизар,
- η Бенетнаш.

Звезде: α β γ δ представљају труп, а звезде: ϵ ξ η реп великог медведа; по народном држању пак пред- стављају оне прве четири звезде точкове великих кола, а оне три звезде, опет руду тих кола.

Полазећи од овога звезданог јата, које се као што смо поменули, преко целе године у разним поло-

¹⁾ При првој студији звезданог неба, треба се упознати само са звезданим јатима, а све остало као ; двојне звезде, маглине и т. д. оставити за доцније.

жајима и над нашим хоризонтом види, можемо да повучемо следеће нове алињмане:

1., *Алињман северњачин*. То је права која иде кроз предње четворуглове звезде α β у великоме медведу и то у правцу од β ка α , са којом смо се као што је напред показано, на небу оријентирали. Та права продужена у поменутом правцу иде поред северњаче.

2., *Алињман малог и великог лафа*. То је права која иде опет кроз α и β у великом медведу али у правцу од α ка β . Ова права продужена довољно погађа јата малог и великог лафа.

3., *Алињман близанаца*. То је права коју добијамо ако у четворуглу великога медведа повучемо дијагоналу од δ ка звезди β ; ова довољно продужена иде на звездано јато близанаца.

4., *Алињман ловаца*. То је права која образује један део руде и иде од звезде ξ ка η па преко јата ловац.

5., *Алињман ртова*. Ако дијагоналу четворугла, али сад од звезде α ка звезди γ повучемо, онда она довољно продужена иде на звездано јато ртова.

Осем поменуте групе звезда имамо да поменемо у великом медведу још ове. Према предњој страни α β поменутога четворугла, види се звездани лук, који је својом испупченом страном, страни $\alpha\beta$ окренут. Овај лук образују пет звезда од којих су: o и h треће, v четврте 5 пете а ϑ опет треће величине. Звезда ϑ образује са двама блиским звездама x и i које су треће величине дугачак а узак троугао на који нас води дијагонала δ β коју замишљамо у четворуглу великог медведа повучену. Звезде o и h леже по глави, а звезде i и x на шапи предње медведове леве ноге.

Кад повучемо алињман између звезде α β онда он сече понајире дугачак а узак звездани троугао, кога образују звезде треће величине ψ μ λ које леже у првој

задњој шапи; затим иде овај алињман поред двеју блиских звезда ν и ξ које су четврте величине и које леже у другој задњој медведовој шапи.

Као важније звезде у великом медведу имамо да поменемо још ове: звезда ξ двојна је звезда; она је светлија и између четврте и пете величине, око ње се окреће друга звезда пете величине. Време за које се ова звезда око оне прве окреће по једанцут, износи 61,30 године и с тога је ова двојна звезда и најбоље позната, и с тога је ова звезда била прва, на којој је стари Хершел дошао до потпуног убеђења, да кеплерови закони вреде исто тако и у тима звезданим просторијама, као што вреде у нашем сунчаном систему. Средње удаљење обеју поменутих звезда једне од друге износи 2. 3 секунде.

Поред звезде ξ или мизара у медведовом репу, може добро око да опази једну малу звезду шесте величине, која је од Мизара удаљена за $11' 48''$ и која се зове Алкор; арапи је зваху мерилом вида.

Алињман малог медведа и северњачин.

Кад повучемо праву $\beta\alpha$ у четворуглу великог медведа, т. ј. кад у памети вежемо звезду β са звездом α и продужимо је, онда она иде понајпре поред звезде λ (треће величине) у јату змаја, а затим продужена и даље, погађа она светлу звезду α друге величине у репу малог медведа — већ познату северњачу, која је за скоро $1,5^\circ$ од северног светског обрта удаљена.

На страни линије, коју добијамо ако северњачу вежемо са последњом звездом у репу великог медведа а наиме са звездом η , опажамо ласно опет друго једно звездано јато од 7 звезда, које је слично са јатом великог медведа и чије су звезде много слабије светле, но што су у великом медведу. Ово је звездано јато

мали медвед или колица. Северњача и две звезде 4—5 величине δ и ϵ образују реп малога медведа и леже по нешто искривљеној линији; остале 4 звезде образују четворугао налик на трапез. Две су звезде тога четворугла светлије и то је β друге и γ (2—3) величине; оне остале две слабије светле звезде опет су разне величине и то је: ξ четврте а η пете величине.

Алиџман Змаја.

Ово јато има више одељака.

1., Звезде у репу змајевом.

Први одељак добијамо ако сматрамо три звезде: λ (треће величине) κ и α (обадве 3—4 величине), које представљају реп змајев. Ове три звезде леже готово на правој линији, између светлијих звезда малога и оних великога медведа.

Звезда α у репу змајевом, образује са оним двома светлијим звездама у четворуглу малога медведа (са β и γ) равнокрак троугао, који се лако налази.

2., Звезде на трупу змајевом.

Ако продужимо линију која иде кроз звезде λ и α у репу змајевом, у истом правцу, то она погађа две звезде ι (треће) ϑ (3—4 величине) које леже у првом савијутку змајевом. Одавде простиру се остале звезде по трупу змајевом и по његовим савијутцима упоредно са звезданим јатом малога медведа, у правцу ка северњачи. Од ових су змајевих звезда η (3—2 величине), ξ , треће величине; звезде ψ , χ , ζ , (четврте величине) образују мали троугао а близо овога су и звезде δ (треће величине) и ϵ (четврте величине); линија $\epsilon\delta$ управљена је ка звездама што леже по глави змајевој.

3., Звезде по глави змајевој.

Пет звезда по глави змајевој образују уочљиву слику, која се овако на небу налази.

Треба повући алињман северњачин спајајући звезде β и α у четвороуглу великога медведа Сад замишљамо у самој северњачи подигнуту управну на оном алињману, и то на ону страну неба, на коју су управљене оне три поменуте звезде у репу великог медведа. Ова управна иде понајпре кроз мало час поменути мали троугао на трупу змајевом, а затим и кроз светлу звездану групу по глави змајевој. Три најсјајније звезде β (3 — 2 величине), γ (друге) и ξ (2 — 3) величине образују скоро равнокрак троугао.

Поред стране $\beta\xi$ тога троугла стоји звезда ν (четврте величине); продужена страна $\gamma\beta$ тога троугла иде опет поред једне звезде четврте величине.

Ако алињман, с којим смо нашли онај мали троугао на трупу и ове звезде на глави змајевој даље продужимо, онда иде он поред веома светле звезде прве величине. Ово је Вега у Лири.

Алињман Кефеа.

Ако повучемо линију $\beta\alpha$ у четворуглу великог медведа ка северњачи, и продужимо је и даље, онда она иде на једну звезду треће величине, и то је γ у звезданом јату Кефеа. Ова звезда образује са још двема звездама треће величине у истом јату, а наиме са β и α незнатно савијену криву линију, која је својом удубљеном страном окренута млечном путу.

У звезди α у Кефеу подигнута управна на линији $\alpha\beta$ и повучена на десно, иде поред двеју звезда четврте величине η и δ на десној руци Кефеовој; ако ту исту управну продужимо и на противну страну, онда она иде на мали звездани равнокраки троугао у круни Кефеовој који се састоји из звезда ξ (треће величине) δ (четврте) и ϵ (4 — 5) величине. Управна у звезди β на линији $\beta\alpha$, продужена ка млечном путу, погађа нај-

зад звезду ι (треће величине), која је такође у јату Кефеу. Звезда δ променљива је и светлост јој се мења у 5 дана и 8 часова, од 3-ће до 4-те величине.

Алиџман Касиопеје.

Већ је поменуто, да звезде у звезданом јату касиопеји образују испреламану линију, која личи на латинско слово W и да звездана јата касиопеја и велики медвед леже на противним странама од северњаче, али на једнаком удаљењу од ове.

Линија, коју можемо да замислимо повучену кроз прву звезду у репу великога медведа а наиме кроз ϵ ка северњачи, ако је и даље продужимо, пресеца звездано јато касиопеју. У овоме јату разазнајемо три звезде друге величине и то: α β и γ . Ове образују са двама звездама треће величине δ и ϵ и звездом κ (четврте величине) слику, која наличи на столицу, којој представљају две ноге звезде: γ η α и κ β , седиште звезде γ и κ , а наслањач звезде δ и ϵ . Звезда α променљива је. Период у коме се њена светлост мења од 2-ге до 1,5 величине, износи 79 дана.

Звезда η је двојна звезда; време оптицања њенога пратиоца износи по Дру. Груберу = 195,235 година; ексцентричност његове путање = 0,6244; половина велике осе = 8", 639; паралакса по Струвеу = 0,154; маса овога (двојног сунчаног) система = 4, 63 сунчаних маса; половина велике осе горе поменуте путање = 56,10 полупречника земљине путање или = 1120 милиона миља.

Алиџман Камелопарда и Возара.

Камелопард или Жирафа је прилично велико звездано јато; али у њему су махом слабије светле звезде, међу којима су две светлије 4-те до 5-те величине. Ако

из великог Медведа повучемо алињмап северњачин и у северњачи једну управну, онда иде ова управну, као што смо видели, на једној страни кроз звезде малог Медведа и Змаја, а на другој противној страни опет, пресеца она готово по средини звездано јато Капелопарда и иде веома близо поред једне беле веома светле звезде прве величине. Ово је Капела или Коза у Возару која је означена са α . Ово звездано јато има изглед повећег петоугла и састоји се још из ових звезда: западно од Капеле стоји мали равнокрак троугао кога образују звезда ϵ (треће величине) и две звезде η и ζ (четврте величине). Звезда ϵ је променљива и њена се светлост мења између 3,5 и 4,5 величине. Источно од Капеле налази се светла звезда β (друге величине). Ако у средини линије која спаја звезде α и β повучемо управну и то на ниже од северњаче, онда ова управна погађа једну звезду друге величине, која лежи на граници између Возара и Телца а на једном рогу овога.

Две звезде треће величине ϑ и ι образују са звездама α и β у Возару и звездом β у Телчевом рогу повећи петоугао. Кроз цело ово звездано јато провлачи се млечни пут.

За лакшу оријентацију помињемо, да Капела и звездани троугао у Змајевој глави, стоје на противним странама од северњаче, и скоро су подједнако удаљени од северњаче и тако, да кад је капела у зениту, онда је глава Змајева у хоризонту.

Алињмап Перзеа.

Звезде звезданог јата Перзеа, које се рачунају у дообртне, леже између Касиопеје и Возара.

Ако линију, која спаја северне звезде β и α звезданог јата Возара, продужимо ка западу, онда иде она баш кроз средину Перзеову. 7 звезда овога јата

а на име: η (четврте величине), γ (треће), α (друге), δ (треће) и ϵ , λ , (четврте величине) образују двојно извијени лук, који иде у правцу ка Капели. Нешто искривљена линија, која иде кроз светлије звезде β γ δ у јату Касиопеје, продужена довољно, погађа понајпре две лине звездане гомиле χ и h у балчану Перзеовог мача и прелази затим у горе поменути лук, кога образују звезде η , γ , α , δ . Светла звезда α (друге величине) зове се *Алђениб*. Звезде Перзеове образују јужну границу Камелопарда.

Ако од светлије звезде у маломе Медведу β погледати праву ка северњачи, онда иде она понајпре кроз звездано јато Камелопарда, а затим погађа у продужењу звездани Перзеов лук γ α δ .

На западној страни линије која α и δ везује, стоји звезда *Алгол* или β . Ова звезда представља врх равнокрснога троугла, чија је основица представљена линијом што спаја звезде α и δ . Светлост ове звезде је променљива. За време од 60 часова је њена светлост из јату 2—3 величине; за време $3\frac{1}{2}$ —4 часа опет једва 4-те величине и у следећа 4 часа порасте опет до 2—3 величине. Алгол са звездама ω ρ π (четврте величине) образује звездану групу на Медузиној глави (Горгониној глави).

Ако продужимо звездани лук γ α δ и то не у правцу ка Капели, већ више назад на противну страну од северњаче, онда у овоме правцу налазимо још и Перзеове звезде: ν (четврте), ϵ (треће), ξ (четврте), ζ (треће) и \omicron (четврте величине). Овај исти звездани лук води нас најзад и на лепо звездану гомилу *Влашиће* или *Шлејаде* у јату Телца, о коме ћемо доцније говорити.

Алиџман Ловца.

Ова напред поменута звездана јата сматрају се као дообртна (циркумполарна) и могу преко целе го-

дине, да се виде и над нашим хоризонтом. Ловац и остала јата, која ћемо поменути, невиде се над хоризонтом преко целе године, већ само у извесним временима и ми ћемо потпуности ради, при свем том да изложимо и њихове алијмане и то полазећи од великога Медведа.

Ако продужимо линију која иде кроз две последње светле звезде ξ и μ у рспу великога Медведа, онда у том правцу наилазимо на звездани петоугао кога образују звезде: ϵ (друге), три звезде β γ δ (треће) и две веома блиске звезде ρ (четврте) и σ (пете величине). Ове су звезде у звезданом јату Ловац. Ако продужимо источну страну δ ϵ тога петоугла на ниже од северњаче, онда погађа она једну веома светлу црвенкасту звезду прве величине. Ово је *Арктур*, на чијој једној и другој страни налази се по један звездани троугао; источни троугао образују звезде ζ (треће) π (четврте) и ξ (пете величине) а западни звезде η (треће), ν (четврте) и τ (пете величине). На источној страни петоугла, стоје још више звезда четврте и пете величине, и то на правој кроз звезду δ у поменутом петоуглу, која представља штап Ловчев. На штапу су звезде: ν , μ , ψ четврте и једна звезда пете величине. Три звезде четврте величине (ι , ϑ и κ) образују мали звездани троугао на северозападној страни петоугла и прилично близо до последње звезде η у репу великога Медведа. Овај звездани троугао пада на прсте на левој руци Ловчевој. Испод троугла стоји једна звезда четврте величине λ на левој руци Ловчевој.

Најзначајнија је звезда у Ловцу већ поменути *Арктур* и то са свога великог сопственога годишњег кретања. Ова звезда мења годишњи свој положај на небу за лук, који износи 2,258 секунде.

Ово јато има више двојних звезда, које сијају лепом бојеном светлошћу. Тако сија двојна звезда ϵ са жутом и плаветном; звезда κ са зеленом и плавакастом и најзад ξ жутоцрвеном и пурпурно црвеном светлошћу.

Алиџман северне Круне.

На источној страни Ловчевог петоугла виђа се леп звездани венац; најсветлија међу тима звездама је, звезда α друге величине и зове се *Гема* (драги камен или Бисер) осталих 5 звезда (четврте величине) и једна звезда пете величине образују са Гемом готово склопљени круг, ван кога се примећавају још 6 звездица пете и једна звезда четврте величине.

У Мају 1866. појави се у Круни једна звезда, која је тако светла била, да је с почетка својим сјајем надмашала и звезде друге величине. После четири дана сијаше она већ као звезда четврте величине, после 8 дана као звезда шесте и најзад после три недеље, као звезда девете величине. Хајенс и Милер нађоше у спектру те звезде, две спектралне водоничне линије тако да се мисли, као да је услед јаких избијања великих маса водоничног гаса, она јака светлост опажена, и да је она морала доћи од наглог запалења (запламћења) те водоничне масе.

Алиџман Веге у Лири и Херкула.

Звездано јато Херкул стоји између звезданих јата Лире и северне Круне а јужно до Змаја. Напред је поменуто, да се веома сјајна звезда Вега у Лири налази, ако се кроз звезде α и β у великом Медведу повуче права ка северњачи, затим на овој линији а у северњачи подигне управна, која најпре иде кроз звездана јата малог Медведа и Змаја, затим иде кроз звездани троугао на глави Змајевој и најзад поред веома светле звезде Веге, која стоји на источној страни те управне. Пре но што поменемо и друге звезде у Лири, ми ћемо да се упознамо боље са разним звезданим групама у Херкулу.

Ако из Геме у Круни повучемо ка Веги у Лири праву линију, онда сече ова у средини Херкуловој звез-

дани четвороугао кога образују Херкулове звезде ϵ , ξ , η , и π које су све треће величине. Источно од звезде π а близо до ове, стоји и звезда ρ четврте величине. На четвороугловој страни η π надовезује се у правцу ка Змајевој глави други звездани четвороугао, чија је једна страна η π , друга страна η τ , трећа π ι а четврта страна на северу ι τ . Звезда ι (треће величине) образује са трима звездама β , γ , и ξ у Змајевој глави слику ромба, који се лако на небу налази. На страни η τ стоји још једна звезда четврте величине σ , а близо до τ две звездице φ и υ четврте величине, које са τ образују мали правоугао троугао.

Са горе поменутиим четвороуглом (ϵ ξ η π) надовезује се на јужној страни тога звезданог јата, још и трећи звездани четвороугао, који са већ поменутиим има страну ϵ ξ као аједничку. Звезде ι , π , ϵ , и β леже на незнатно искривљеној линији, која продужена иде кроз звезду γ и звездицу κ (пете величине) и цело јато у правцу од североистока ка југозападу пресеца.

Ако се страна β δ у трећем четворуглу продужи ка истоку, онда она наводи на звезду μ (треће) и звездани троугао ν ξ σ , кога образују звезде четврте величине и које на Херкуловој руци леже; јужно од овога троугла, налазе се још две мање звездане групе, које леже на маслининој грани у руци Херкуловој. Херкуло се представља клечећи и тако, да му је глава окренута ка хоризонту а ноге ка северњачи. У левој руци држи он маслинину грану и мале змије. У овоме делу овога јата виђамо две неправилно образоване звездане групе. На једну води линија, која везује звезду π и звезду μ ; ова права погађа четири блиске звезде од којих је једна четврте а остале три пете величине. Другу звездану групу налазимо ако повучемо линију од звезде π ка звезданом троуглу ν ξ σ ; ова линија продужена погађа ту другу звездану групу по маслининој

грани. Три светлије звезде те групе четврте су величине и образују мали троугао, чија јужна страна са двама звездама ϵ (четврте) и ξ (треће величине) у Орлу образује једну криву линију. На Херкуловој глави налази се једна променљива звезда треће величине α или *Раз-ел-фег*, који се лако налази јужно источно од Херкула у звезданом трапезу, кога образују три звезде у звезданом јату Офијуха а на име: α друге величине, β треће и κ опет треће величине и звезда α у Херкулу,

Ако у средини четворугла у Херкулу повучемо дијагоналу од звезде η ка звезди ϵ , то погађа ова најпре звезду δ на прсима Херкуловим, која је треће величине а затим иде она на звезду α на челу Офијуховом. Ако узмемо у обзир само светлије Херкулове звезде, онда оне образују два повећа лука, који су са својим испупченим странама један другом окренути, и представљају слику H .

Звезда ξ је двојна звезда; већа је звезда треће величине и жута; мања је 6, 5 величине и црвенкаста, а њено средње удаљење = 1,"254; време оптицања по Медлеру 36 година и 130 дана. Годишње сопствено кретање те двојне звезде, износи 5,77 секунада.

У овоме јату је и она тачка неба, ка којој је и кретање нашег сунчаног система управљено. Аргеландер је ту тачку определио из сматрања кретања на 537 звезда и нашао, да је за ту тачку: $AR = 257^{\circ} 49', 7$
 $D = 28^{\circ} 49', 7$.

Звезда α је и променљива а и двојна звезда; тако су и звезде δ κ μ и ρ такође двојне звезде. У Херкулу је и веома красна звездана гомила, у којој има до 6000 звезда 10 — 15те величине.

Алиџман Ртова и Вереничине косе.

Ако повучемо у четворуглу великога Медведа дијагоналу α у и продужимо је, онда иде она преко там-

нијега јата Ртова, и погађа готово тачно звезду ϵ на врату доњега Рта; северозападно од ове звезде, која је треће величине, налази се на глави истога Рта и једна звезда четврте величине. Горе поменута линија продужена и даље, погађа једну малу али богату звездану групу у којој је Аргеландер слободним оком разазнавао до 39 звездица.

У јату Ртова налази се и веома интересантна маглина, која има изглед светлога језгра, из кога шп. рално савијени млазеви истичу.

Ако тачку, која лежи на средини између звезда ϵ и δ у великоме Медведу вежемо са северњачом, па ту праву продужимо у правцу од северњаче преко великога Медведа, онда она иде најпре преко Ртова па одмах наилази на косу Вереничину, у којој се налазе више слабо светлих звезда махом четврте и пете величине. Та иста права и даље продужена, иде и преко јата Девице.

Алиџман Лире.

Ово је омање звездано јато али веома богато звездама. Како се Вега а с њоме и звездано јато у коме је налази, показано је већ горе. Аргеландер разликоваше у овоме јату 48 звезда слободним оком, од којих је једна прве величине *Вега*, шест звезда треће и четврте величине.

Близо Вега на источној старни од ње, види се мали звездани троугао, кога образују звезде четврте величине δ , ξ , и ϵ ; јужно од звезда δ и ξ а упоредно са правцем $\delta \xi$ опажају се друге две звезде β и γ треће до четврте величине. Звезда β променљива је и светлост јој се мења у времену од шест и по дана и то између 3,5 до 4,5 величине; звезде β γ и $\delta \xi$ образују подужи паралелограм.

Источно од звезданогa пара δ ξ види се други звездани пар четврте величине а на име θ и η . Звезда ϵ раздваја се добрим дурбинима у два двојна пара; а тако су и звезде ξ и η двојне звезде.

Између звезда β и γ види се и веома интересантна маглина а испод ове и звездана гомила, у којој има веома много звезда 12—14 величине.

Алиџман Лабудов или севернога Крста.

Ово звездано јато лежи на најлепшем месту у млечном путу; шест светлијих звезда овога јата образују велики Крст, чији дужи унакрсни правац пада у правац млечнога пута и лежи источно од Лире. краћи унакрсни правац, стоји готово управно на млечном путу. У крсту су звезде: α , β , γ , δ , ϵ , ξ . Звезда α или Ценеб је 1—2-ге величине; звезда γ је друге β , δ , ϵ и ξ су треће величине. Звезда β лежи на врху Лабудовог кљуна. Звезде: Вега у Лири, Ценеб у Лабуду и γ на глави Змајевој, образују готово тачан правоугао троугао и Вега је теме правога угла. У овоме звезданоме јату има 7 звезданих гомила и 4 маглина.

Алиџман малога и великога Лафа.

Ако линију α β у великом Медведу продужимо у правцу од северњаче на ниже, онда она иде најпре кроз звезду ψ (треће величине) у великом Медведу која представља врх прилично уског троугла, кога образују заједно са ψ још две звезде (које су веома блиске и које леже на десној задњој шапи Медведове ноге) а на име. звезде μ и λ . Та линија и даље продужена сече опет и један други узани троугао (а на истом удаљењу од четворугла великога Медведа као што је и горе поменути троугао удаљен) кога образују звезде ν и ξ на левој шапи Медведовој са једном звездом четврте величине на маломе Лаву; западно од ове последње звезде

виде се још две звезде четврте величине, а испод ових и три звезде пете величине у правој линији, које све леже у звезданом јату малог Лава.

Ако продужимо ону праву још даље, онда она сече и звездани четворугао у јату великога Лава, који личи на трапез и кога образују звезде: α , β , δ , и γ . Звезда α или Регул је 1—2 величине; звезда β Ценебола као и δ и γ су друге величине. Најсветлија звезда Регул у овоме јату, образује са оним звездама над њом и то са η треће, γ друге. слику која личи на срп (ζ). Нешто над линијом која спаја Регула и Ценеболу лежи звезда θ , која је треће величине. Ако повучемо линију δ θ онда иде ова на доле продужена најпре поред звезде ι која је четврте а затим и поред звезде σ такође четврте величине. Најзад стоји на западној страни од Регула звезда \omicron а источно звезда ρ које су обе четврте величине.

У великом Лаву има и маглина која је испод брде Лавове и има облик елиптичан.

Звезда γ је двојна звезда и најлепша је на северном звезданом небу; једна је звезда друге а друга четврте величине, светлост оне прве жута је а ове друге црвенкасто зелена; до звезде γ налазе се још две веома блиске звезде.

Алиџман Риса и Близанаца.

Кад у четворуглу великога Медведа повучемо дијагоналу $\delta\beta$, онда иде она најпре преко звезданог троугла у великоме Медведу, кога образују звезде θ и ι , које су све треће величине и које са северније стојећим звездама великога Медведа а на име са: ν (четврте), h и o (треће величине) образују повећи лук, који своју испупчену страну звезданом четворуглу великога Медведа окреће. Ако продужимо ону дијагоналу и даље, онда она иде преко звезданог јата Риса, у коме су

слабије светле звезде, а затим наступа на јато Близанаца и у њему иде између звезда α или Кастора, која је 2—1 величине и лежи северније, и звезде β или Полукса, која је 1—2 величине и стоји јужнији. Ове две звезде образују са двама јужнијим звездама δ и ϵ (треће величине), неправилан четворугао на који се надовезује други такође неправилан четворугао, кога образују остале светлије звезде овога јата а на име звезде: γ (друге) и пар звезда μ и η (треће величине). Онај први са овим другим четворуглом, образује један повећи (много дужи но што је шири) искривљени четворугао. Испод Полукса види се омањи лук, кога образују звезде четврте величине а на име: κ , ν , ι . Звезде: δ (треће), ξ (четврте — треће) и λ четврте величине образују равнокраки троугао, коме је основица линија $\delta \mu$. Кад спојимо звезду μ и γ и повучемо ту линију ка истоку, онда погађа она на звезду ξ (треће — четврте величине), до које се налази и једна звезда пете величине. Најзад повлачећи праву која спаја Полукса са звездом ϑ у Возару, ми налазимо на средини те линије звезду ϑ у Близанцима, која је треће величине и на левој руци Касторовој.

Звезда α или Кастор је двојна звезда и обе су звезде зеленкасте. Звезда је μ променљива и њена се светлост мења у времену од 10 дана и 3 часа и 35 минута између 4,3 до 5,4 величине.

Везујући звезду γ и η и продужавајући је ка Возару, наилазимо на веома богату звездану гомилу; исто тако између γ и ξ налази се звездана лезеаста гомила у којој има до 300 звезда 11-те и 13-те величине. Готово на раменима а између главе Касторове и Полуксове, налази се у овом јату двојна маглина, чија се језгра додирују. Удаљење једног језгра од другог износи 30 секунда.

Алиџман малогa Пса, Рака, западног дела Смуковог и Секстанта.

Југоисточно од јата Близанаца налази се једна звезда прве величине, која представља врх готово равностраног троугла, кога образује та звезда са звездама β и γ у јату Близанаца. Та звезда прве величине то је *Прокијон* или α у звезданом јату малогa Пса. Североисточно од Прокијона, налази се и звезда β (треће величине), која такође у поменуто јато спада.

Ако вежемо звезде Прокијона (у маломе Псу) и Регула (у великом Лаву) правом, онда иде та права поред двеју звезда четврте величине а на име поред α и β у јату Рака. Северно од ових (ка северњачи), разазнају се друге две блиске звезде четврте величине δ и γ , од којих δ са α и β образује готово правоугао троугао. Још северније а у правој линији са δ и γ , лежи још и пета звезда четврте величине. Између звезда δ и γ а на врху троугла $\alpha \beta \delta$ лежи, врло лепа и богата звездана гомила ϵ , која се зове *Презепе*; ова се гомила разазнаје и слободним оком а са иоле увећавајућим дурбином разпознаје се на томе месту до 40 звездица. Близо до Презепе, налазе се још две звездане гомиле; у једној су звезде око једне централне звезде правилно распоређене, а у другој има до 200 звездица.

Јужно од стране $\alpha \beta$ у троуглу Рака, примећава се омањи лук од три звезде, које леже по глави Смуковој. Ово су звезде ξ и ϵ (треће) и δ (четврте величине); испод ових стоје готово једно до друго две мање звезде пете величине, које са оним трима већ поменутиим образују мали петоугао. Променљива звезда друге величине α или *Алферд* у Смуку, образује са линијом, која спаја звезду Регула у великом Лаву са двама светлијим звездама на глави Смуковој троугао, чији је врх звезда Алферд. Ако спојимо Регула и Алферда правом

онда иде ова права преко звезде ι четврте величине, до којих се близо налазе и две звездице пете величине.

Звездано јато Секстанат лежи јужно од Регула и у њему су махом слабије светле звезде, међу којима три образују омањи правоугао троугао, кога сече линија што спаја звезде η и α у великоме Лаву.

Алиџман Пегаса и Андромедин.

Ако повучемо од северњаче посред звезданог јата Касиопеје једну праву и продужимо је јужно од Касиопеје и даље и то за толико, колико је и Касиопеја од северњаче удаљена, онда ћемо ту опазити једну велику звездану групу, која по распореду звезда личи, много на великога Медведа, само што је та звездана група много развученија по небу. Од повећег четворугла (који се мало разликује од квадрата) кога образују три звезде друге величине и једна звезда прве величине, а у правцу дијагонале и то ка Перзеу, виђа се подужа нешто извијена линија, коју образују три звезде друге величине. Три звезде онога квадрата а наиме: α β γ (које за се образују правоугао троугао) рачунају се у звездано јато Пегаса; четврта звезда тога квадрата α и још две β и γ , које леже на оној искривљеној линији, рачунају се у звездано јато Андромеда; последња звезда ове искривљене линије, то је већ познати Алгол или β у Медузиној глави у јату Перзеа.

У Пегазовом квадрату има мало звезда и он представља мањи источни део тога јата; западни део овога јата представља повећи звездани полигон, који је са оним квадратом у сези. Најважније звезде тога полигона налазимо овако: повлачимо дијагоналу од звезде α на Андромединој глави, па ка звезди α у Пегазу, и она продужена погађа две звезде треће величине ξ и θ , од којих прва стоји на врату, а друга на глави Пегаз-

зовој. Ако продужимо квадратову страну γ за њену сопствену дужину, онда она иде северно изнад звезде ϵ , која је друге величине и која се налази на ноздри Пегазовој Повлачењем једне упоредне са западном страном α β онога квадрата, а кроз звезду ϵ , ми наилазимо на три звезде четврте величине, међу којима су звезде κ и μ , која се последња рачуна у звездано јато Лабуда. Ако најзад квадратову страну од α у Андромеди, ка звезди β у Пегазу продужимо на запад, онда иде она понајпре испод звезде η треће величине и погађа затим звезде ι и κ , које су четврте величине.

Звезда β у ономе квадрату, образује са звездом η (треће величине) и звезданим паром μ и λ (четврте величине) готово равностран троугао. Права повучена од β ка звезди η погађа довољно продужена звезду π четврте величине.

Светлије звезде у Андромеди налазимо овако. Као што је већ поменуто, дијагонала у Пегазовом четворуглу, која спаја звезду α у Пегазу са звездом α у Андромеди, продужена ка истоку, иде кроз средину тога јата а кроз цело јато. Понајпре сече та дијагонала један звездани лук, кога образују звезде ϵ четврте, δ треће, π четврте и σ опет четврте величине. Средиште тога лука лежи у звезди α . Та иста дијагонала сече затим и праву линију, коју образују три звезде β друге μ и ν четврте величине, која на продуженој дијагонали $\alpha\alpha$ скоро управно стоји. Близу до звезде ν и то нешто северозападно. примечава се слободним и оштрим оком и маглина у Андромеди, која је прилично велика и која је за дуго сматрана као нераздвојна. У новије доба испало је за руком, да се у њој разазна велики број врло малих звездица, од којих се до 1500 лепо разликовати могу.

Напред поменута дијагонала погађа и звездани пар, који образују две звезде једна четврте а друга

пете величине, а затим и звезду γ друге величине; одавде ка Југоистоку иде она на звезду β или Алгола друге величине у Перзеу.

Светлије звезде у Пегазу и Андромеди зову се овако: звезда α зове се *Маркеб*; β *Шеат*; γ *Алђениб*.

Звезда α у Андромеди зове се *Сирах*, а у Аламак.

Ова звезда Аламак врло је интересантна двојна звезда; светлија је звезда црвена, а она мање светла опет зелена, које у дурбину врло лепу слику дају. Струве је у години 1842. са великим својим рефрактором нашао, да је и она зелена мања звезда опет двојна звезда.

Алиџман Троугла, Овна; Мухе и Риба.

Јужно од линије која звезде β и γ у Андромеди везује, види се омањи звездани троугао, кога образују једна звезда треће и две звезде четврте величине. Ово је звездано јато Троугао (или северни Троугао). Управна коју би на горе поменутој линији β γ а у средини њеној подигли, сече тај мали троугао готово по средини и иде источно поред трију звезда, које леже на глави Овновој. Светлија звезда α друге је величине; друга β треће, а трећа звезда γ четврте величине.

Ако вежемо звезду α на глави Овновој са Влашићима (Плејаде) који стоје источније, са правом линијом и продужимо ову, онда она иде близо поред једног малог звезданог троугла, кога образују звезде четврте величине и који лежи на овновом репу; то су звезде ϵ δ и ξ . Над линијом која спаја α са звездом ϵ , види се још један мањи равностран троугао из једне звезде четврте и двеју звезда пете величине. На Рајгеровој карти ово је јато представљено Мухом. Аргеландер је ово јато узео у јато Овна и у Heiss-овом новом Атлазу (*Atlas coelestis novus*) означена је звезда четврте величине са c а тако исто и на Мелингеровој карти

У јату Овна лежала је за Хипархово доба она тачка полутарова, у којој је сунце у почетку пролећа стајало. Хипарх је први опазио, да пролећна тачка годишње за 50 секунда од Истока ка Западу по полутару напредују (да се помиче), и да због тога помицања (прецесије), пролећна тачка у времену од 25870 година сва звездана јата у зодијаку мало по мало прелази; сад се налази знак овна у звезданом јату Риба. Расуте звезде, што представљају звездано јато Риба и њихову везу, налазимо овако.

Испод линије, која звезду α у глави Андромединој са звездом β везује, види се звездана група, у којој су звезде четврте величине, које од прилике образују слику нашега слова У. Десни крак овога слова, образују три звезде четврте и две звезде пете величине; оне прве три спадају у звездано јато Андромеде; леви крак поменутога слова представљају две звезде четврте, и четири звезда пете величине, које леже по трбуху једне и то источне рибе, обадва крака спајају се у једну незнатно искривљену звездану линију, која представља источну везу између риба на којој се разазнају: једна звезда пете величине ρ , две звезде четврте величине (η и σ) и најзад звезда на самом чвору на везама рибињим, која је означена са α и треће је величине.

Звезде по другој западној Риби леже испод јужне стране $\alpha\gamma$ Пегазовог четворугла. Пет звезда међу којима су три (ι ζ γ) четврте величине а две звезде пете величине, образују прилично правилан петоугао. Од овога петоугла продужава се ка звезди α на чвору веза рибињих, готово права линија која представља на једном месту завијену западну везу међу рибама.

Звезда α или *Окда* је најсветлија двојна звезда треће и четврте величине. У овом звезданом јату налази се и веома светла округла маглина.

Алиџман Орла и Антиноуса; Лисца са Гуском; Плискавца
и Ждребета.

Ако спојимо α или Вегу у Лири са Ценебом правом линијом и подигнемо на ову линију а у звезди Веги управну и продужимо је ка хоризонту, онда сече ова управна најпре два мала звездана јата и то Лисца са Гуском и Стрелу, и иде затим кроз једну звезду прве величине, кроз α у јату Орла или кроз звезду *Атаир*. Ова звезда стоји готово у средини између других двеју звезда β четврте и γ треће величине, које такође спадају у јато Орла. Ако пропратимо протезање те управне мало пажљивије, онда виђамо, да она понајпре сече звездани пар γ и β у Лири, да даље иде западно поред звезде β на кљуну Лабудовом и да сече продужена линију, коју образују две звезде четврте величине у јату Лисца са Гуском; затим пролази близо поред правилно по правој линији распоређених 4 звезде четврте величине (α β γ δ) и двеју звездица пете величине, које све леже у звезданом јату Стреле, а најзад и даље продужена наилази на звезде γ , α , и β , у јату Орла. Ако ту линију и даље продужимо, то иде она и кроз звезду ϑ у јату Антиноуса, која је на руци Антиноусовој и треће је величине.

Остале две светлије звезде у Антиноусу а на име η и δ треће величине, леже западно од ϑ и на једној и истој правој, која са правом, коју можемо од *Атаира* (α) ка звезди ϑ да повучемо, образује велико латинско V. Три звезде *Атаир* α , γ и β леже са свим близо до светлуцавог облачка у млечном путу, који пресеца својим правцем она два мала звездана јата Лисца са гуском и Стрелу. Ако вежемо звезду γ са звездом δ правом линијом, онда нас она води на звездани лук, који стоји над једним веома интнезивним светлим облаком, који се налази у Собјејсковом Штити, и тај светли облак у исто време ограничава. Две од њих звезда λ (треће величине)

и једна звезда четврте величине, рачунају се још у звездано јато Антинуса; остале рачунају се у Собјејсков Штит. У репу Орловом, северо западно од оних трију звезда β α и γ налази се један омањи звездани троугао, кога образују звезде: ζ треће, ϵ четврте и једна звезда пете величине.

Четири звезде α , ϑ δ и ξ образују готово равно-страни четвороугао или ромб.

Источно од Атаира и звездица Стрелиних украшава небо један мали звездани ромб, кога образују три звезде четврте и једна звезда треће величине, поред које се веома близо, види још и једна звезда пете величине.

Југозападно од тога звезданог четворугла, виде се још две звезде једна четврте а друга пете величине, тако да све укупно представљају слику, која много личи на дечији змај од хартије. Ове поменуте звезде рачунају се у мало звездано јато Плискавца.

Најзад ако вежемо звезду Атаира у Орлу са звездом ϵ (Ениф) на ноздри Пегазовој, правом линијом, онда иде та линија јужно поред Плискавца, и пресеца један узани четворугао, кога образују једна звезда четврте, и три звезде пете величине. Ово је звездано јато Ждребе.

Звезда η у Орлу променљива је. Западно од Атаира налази се у Орлу веома богата звездана гомила.

У Лисцу је видљива такође звездана гомила, у којој су звезде махом десете до тринајесте величине; највећа међу њима је двојна звезда. У Лисцу се налазе и две маглине. Једна је на позадном делу овога јата, а друга веома интересантног облика готово под прсима Лишчевим. Ова је маглина у главnome елиптичког облика и кроз њену средину видљива су два много светлија лука, који један другом своје испупчене стране H окрећу.

Звезде β и γ у звезданом јату Плискавца, двојне су звезде.

Алиџман Телца; Плејада (Влашића) и Хијада.

И при опису Перзеа поменуто је, да се звездани лук, кога образују три светле звезде γ , α и δ у Перзеу, рачва код звезде δ на два дела; један иде источно ка веома сјајној звезди Капели у Возару; а други много дужи део тога лука, у коме су две звезде треће и три звезде четврте величине, иде јужно на лепу звездану слику Плејада (Влашића) у звезданом јату Телца.

Друга звездана група у истоме јату, тако зване Хијаде, лежи југоисточно од Влашића и може лако да се нађе по своме облику V а нарочито по томе, што је највиша звезда у левом делу слике V прве величине и што сија црвеном светлошћу. Ово је звезда α у Телцу и зове се Алдебаран и стоји пред оком Телчевим. Ако продужимо западну страну у петоуглу Возаровом, која спаја звезду Капелу са звездом ι и то ка југу (на ниже од северњаче), онда погађа она на Алдебарана и Хијаде у којима се слободним оком лако осем Алдебарана могу да разликују и четири звезде четврте и четири звезде пете величине. На роговима Телчевим налазе се две звезде: β друге и ξ треће величине. Звезда β у Телцу образује са двема звездама α и β у Возару повелики равнокраки троугао, чији врх лежи у звезди β у Телцу; осем тога образује β са звездом ι у Возару, јужну страну оног великог петоугла са којим смо се при звезданом јату Возара већ упознали.

Ако најзад спојимо Алдебарана са звездама η и μ које су једна до друге близо, и које се налазе у источно лежећем јату Близанаца, са једном правом, онда иде ова права најпре преко омањег звезданог троугла, кога образују три звезде пете, и једна звезда треће величине, која је на рогу Телчевом.

Влашићи су услед Медлерових испитивања о центру целокупног звезданог система, у који се и наше сунце рачуна, постали веома значајна звездана група.

Још и старији Хершел нашао је, да се не само већи број звезда некретница креће, већ да се може да докаже, да се и наше сунце ка извесној тачци, која лежи у јату Херкула (што смо тамо и поменули), у овоме светскоме простору креће. Да би се дошло до опредељенијих резултата, Медлер је кроз 10 година сматрао звездана кретања од више од 3000 звезда, и определио како правац тако и величину сваког појединог кретања и на основу тих посматрања мишљаше Медлер, да се кретање Влашића, који су по мишљењу Медлеровом у физичкој вези, најприродније може да објасни кретањем нашега Сунца око једне централне тачке, која је централна тачка за цео звездани систем и која је у Влашићима и по најближе до звезде Алкионе, која је такође у њима и звезда треће величине. Медлер држи осем тога, да се највећи део осталих звезда некретница (које са нашим Сунцем спадају у један и исти систем) крећу такође око те исте централне тачке у Алкиони, и да те све звезде леже у небеској зони, чији положај показује Млечни Пут и чије опет светлугање долази од сједињене светлости целокупног звезданог система.

За брзину, са којом се Сунце при своме кретању око Алкионе у свакој секунди креће, нађе Медлер 8,28 географ. миља, а са том истом брзином крећу се и све планете па и сви месеци у нашем сунчаном систему око тога централнога сунца (Алкионе), описујући у исто време и око нашега сунца елиптичке путање И поред тако велике брзине изнело би време оптицања око Алкионе и то једног потпуног оптицања 22 милиона и 268000 година. Већина астронома сматра при свем том

опредељења и закључке Медлерове још као преране, а доказе које је он навео као још не довољне.

Алињман Оријона.

Досад поменута звездана јата леже махом на северној хемисфери звезданог неба и ми ћемо сад још да изложимо алињмане оних звезданих јата, која леже више на јужној хемисфери неба.

Ту имамо понајпре да поменемо јато Оријона.

Ово је најлепше и најсветлије звездано јато на целој небу и лежи југоисточно од Телца, а југозападно од Близанаца. Као и велики Медвед, тако се и ово звездано јато врло лако налази, чим је оно бар једанпут нацртано виђено. У једном великом правоуглом четворуглу, кога образују две звезде прве, једна звезда друге и једна звезда треће величине, стоје готово у средини три звезде друге величине у правој линији и то близо једна до друге; ако продужимо ту линију ка Телцу, онда пресеца она звездану групу Хијада. Звезде онога четворугла зову се α или Ибт-ел-ђауза, β или Рицел обе прве величине; γ (Bellatrix) је црвене светлости и друге а κ треће величине. Западно од четворугла види се повећи звездани лук, у коме су 10 звезда четврте и пете величине, које се готово до Алдебарана пењу; шест доњих означене су са π_1 , π_2 , π_3 , π_4 , π_5 , π_6 а две горње са σ_1 и σ_2 . Над горњом четворугловом страном, која спаја звезде α и γ налази се један врло мали звездани троугао, кога образује једна звезда треће величине λ и две звезде пете величине φ_1 и φ_2 .

Испод оних трију звезда на појасу Оријоновог, које се у нашем народу Штапци зову, разазнају се још три близо једно до друго стојеће звезде: с пете, ϑ четврте и ι треће величине, које леже на Оријоновог мачу.

И ако се ово јато може лако да нађе на звезданом небу, опет човек може да дође у неприлику осо-

бито, ако се оне три светле звезде: δ ϵ ξ још нису над хоризонат испеле. У овоме случају треба од Влашића преко Алдебарана повући једну праву линију; ова иде довољно продужена близо поред звезде γ на прсима Оријоновим. Осем тога иде и линија, која спаја звезду Полукса у Близанцима са звездом γ (друге величине) на левој Полуксовој пети, кроз звезду Ибтелђаузу у Оријону. Важније су звезде у Оријону:

1., Звезда δ (треће величине), која се добрим дурбинима могла да раздвоји у четири звезде, које образују трапез. У години 1825. нашао је Струве поред тих звезда још и једну пету а доцније млађи Хершел и шесту звезду, која је веома мала. Све ове образују по мишлењу ових астронома засебан звездани систем.

2., Звезда σ , која стоји врло близо а јужно од звезде ξ у појасу Оријоновом, раздвојена је такође на шест звездица.

3., Звезда β (Рицел), која је двојна звезда и у којој је једна звезда десете величине. Одстојање тих звезда износи 9 секунда.

4., Звезда α или Ибтелђауза променљива је и светлост јој се мења између прве и друге величине.

У Оријону је и једна од највећих и најчудноватијих маглина на звезданом небу. Ова се маглина налази до звезде ϑ и то испод оних трију звезда δ ϵ и ξ , које су на Оријоновом појасу. Ова је маглина врло неправилна и неки су делови њени врло светли, готово бљештећи, а други блеђи и прилично тамни. Звезде што се виде у овој маглини, имају неку особиту сјајност. У овој маглини опажа се један звездани четворугао, у коме је једна звезда ϑ четврте величине а оне три остале шесте, седме и осме величине. Ове четири звезде као да су физички везане; оне су најпре уским мрачним простором, а затим врло сјајном маглином окружене. Материја у овој маглини заузима на небу про-

стор од 3,36 квадратна ступња (Bonds); по овоме астроному поједини делови ове маглине имају спиралан облик. Лорд Rosse, који је ову маглину са својим великим инструментом понајтачније могао да сматра, држи заједно са Хершелом, да су поменуте звезде са маглинном, која их окружује, у физичкој вези.

Алиџман великога Пса; малога Пса и Инорога.

Југоисточно од Оријона, види се на небу једна врло светла звезда, најсветлија међу свима звездама на небу и која још и у разним бојама светли. Ово је звезда *Сиријус* или α у великоме Псу, чије су рађање и залажење некад Египћани употребљавали за регулисање некадање времена поделе. Осем Сиријуса, имају у овоме јату још две звезде друге величине, то су звезде δ и ϵ , четири звезде треће величине или γ θ и ξ и четири звезде четврте величине ϑ , λ , κ ; четврта звезда четврте је величине и нешто изнад звезде ϵ . Две звезде β и ν треће величине леже са Сиријусом на правој линији и стоје на противним странама од Сиријуса. Звезде γ , α , β , и ϵ образују равнокрак троугао, чија је основица $\nu \beta$ горе ка Оријону окренута. Над линијом, што спаја Сиријуса са звездом ν , стоји звезда ϑ четврте величине.

Ако продужимо линију, која спаја оне три звезде на појасу Оријоновом, и то у правцу $\delta \xi$ онда иде она довољно продужена нешто над Сиријусом, пошто је прошла испод звезданог, троугла кога образују две звезде пете и једна звезда четврте величине у звезданом јату Инорога, који се налази над великим Псом. Ако линију, која спаја звезде ν и α у Оријону, продужимо ка Истоку, онда она сече понајпре линију, коју образују три звезде пете величине на глави Инороговој, а затим иде поред и изнад двеју светлих звезда, које се рачунају у звездано јато малога Пса, који стоји на

леђима Инороговим. Светлија од тих двеју звезда α о којој смо напред већ говорили, прве је величине и зове се Прокијон; она друга звезда β треће је величине и веома близо до ње налазе се и две звездице γ и ϵ , које су пете величине. Ове све три звезде β , γ , и ϵ , леже на увету малогa Пса.

Звезде Сиријус, Прокијон и Ибтелђауза образују готово тачно равнострани троугао. Исто тако образују опет и звезде Полукс у Близанцима, Ибтелђауза и Прокијон, велики готово тачно правоугао троугао, са теменом правога угла у Прокијону. Страна која спаја Сиријуса и Прокијона' сече један троугао, кога образују звезде четврте величине у јату Инорога и иде близо поред горње од тих трију звезда.

У звезданом јату Инорога имају две двојне звезде. Нешто западно од онога звезданогa троугла, кога смо мало пре поменули а ка Оријону, види се богата звездана група (која се рачва на три дела), у којој се налази једна двојна звезда.

Источно од тога троугла, у правој која спаја звезду δ у Оријону и горњу звезду поменутога троугла а на половини удаљења ове звезде од δ у Оријону, налази се лепа, велика и богата звездана група, у којој су звезде 9—13-те величине, међу којима је позадност са небројеним светлим тачкицама као засејана. У средини је двојна звезда.

Интересантно је, што су Bessel, Peters и Auwers сматрајући Сиријуса и Прокијона опазили.

У години 1834. опазео је Bessel, да се израчунати положај Сиријусов, не слаже са његовим посматраним положајем, већ да се израчуната AR разликује од стране за 0,188 секунде. У години 1843. нађе Bessel још већу разлику и то 0.318 секунде. Сравњењем Сиријусовог положаја са извесним бројем фундаменталних

звезда¹, чији су положаји са сваком могућом тачношћу опредељени, дође Bessel до закључка, да се Сиријус мора окретати око једне тамне или боље невидљиве звезде. Ово су потврдилa и сматрања Peters — ова и Auwers — ова, а астроном Clark нашао је са великим рефрактором у звездарници у Cambridge-у и Сиријусовог пратиоца, који је идентичан са оном тамном звездом Беселовом, и коју овај само због њене слабе светлости, није могао да спази.

Време Сиријусовог оптицања износи по поменутиm астрономима око 50 година.

Средње годишње кретање = 7,1865 ступња.

На основу Беселових сматрања звезде Прокијона у малсме Псу, предузео је Auwers нова сматрања и нашао да се и ова звезда креће око једнога невидљивог пратиоца. Време његовог оптицања износи око 40 година, а средње годишње кретање 9,00634 ступња.

Алиџман Зеца и Голуба.

Јужно од Оријона а западно од великог Пса, налази се звездано јато Зеца. Три звезде γ њему α , β треће и ϵ четврте величине, образују са једном звездом μ четврте величине, слику трапеза, кога сече линија, коју добијамо, спајајући α у Оријону са првом звездом у појасу његовом а на име са ξ ; две звезде δ и ν четврте величине образују са звездама α и β у Зецу, један други мањи четворугао, који лежи источно од оног трапеза и има с њиме заједничку страну $\alpha\beta$. Осем тога леже јужно од звезде κ у четворуглу Оријоновом и две звезде η , ζ четврте величине, које са звездама α и β образују нешто мало извијену линију.

¹) Фундаменталне звезде зову се оне, чија је AR са свим тачно одређена и на које се с тога, положј и других звезде односи.

Јужно од Зеца налази се звездано јато Голуб. Три светлије звезде α (друге), ϵ (четврте) и β (треће величине) образују омањи готово равнокраки троугао. Ако основицу овога троугла $\epsilon\beta$ продужимо, онда она пролази нешто мало испод звезде γ у Голубу, која је четврте величине.

Алиџман Девичин; Гавран; Пијар; источни део Смука и глава Кентавора.

Разне звездане групе, које се рачунају у велико звездано јато Девице, можемо, полазећи од звезданих јата Ловца и великога Лава, са неколико линија да нађемо на небу.

Права линија, коју можемо да повучемо кроз звезде δ , ϵ и α (Арктур) у Ловцу, иде ако је ка хоризонту продужимо, западно поред једне звезде прве величине; ово је *Влат* (Spica) или α у Девизи; иста та линија сече у исто време и један звездани троугао, кога образује Влат са звездама ζ треће и θ четврте величине. Северозападно од троугла разазнају се лако пет звезда треће величине, које посве отворено латинско V представљају и чија је отворена страна ка звезди Ценеболи у репу великога Лава или β окренута. По томе поменутоме V налазе се звезде: β , η , γ , δ и ϵ .

Ако спојимо звезду δ у четворуглу великога Лава са звездом Ценеболом, онда иде она продужена кроз то отворено латинско V а затим и изнад Влата у Девизи. Између звезда Ценеболе и јужније лежеће звезде β у Девизи, види се и један омањи звездани четворугао, од трију звезда четврте и једне звезде пете величине. Овај звездани четворугао лежи на глави Девичиној.

Источно од Влата опажа се још један правоугао троугао, кога образују звезде четврте величине а на име: μ , ι , κ , од којих две μ , ι , са двома звездама четврте величине, што стоје над онима образују трапез.

Звезда ξ (треће величине) образује са Влатом, и звездама γ и δ четворугао, који личи на трапез.

Југозападно од Влата и прилично близо њега до налази се светао звездани четвороугао, јато *Гаврана*, које образују три звезде друге величине (δ , γ , β) и једна звезда треће величине ϵ ; са свим близо и источно поред звезде δ , опажа се још једна звездица пете величине (η). Права линија што спаја звезду δ у Гаврану са Влатом, погађа правоугао звездани троугао ι μ κ , на ноzi Девичиној.

Западно од Гавранових звезда, налази се слабо светла звездава група, коју образују 7 звездица 4—5-те величине; оне пет северније лежеће звездице θ ϵ δ γ ξ представљају горњи део, а звездице δ , α и γ β доњи део ножице *Пијарове*.

Веома близо до звезде α у Пијару а западно од ње, налази се једна звезда треће величине (ν) која припада *Смуку*. Права линија, коју можемо да повучемо од те звезде, па ка звезди Алферд (α) у срцу Смука, иде над звездом μ четврте величине и кроз две звезде λ и ν_2 четврте и пете величине, које су врло близо једна до друге. Јужно од звезде у Гаврану и Пијару, опажају се још 3 звезде треће величине β , ξ , χ , које све три леже у једној правој линији и које припадају Смуку; линија $\gamma\epsilon$ у Гаврану, погађа звезду β у Смуку; ако се најзад линија $\epsilon\beta$ у Гаврановом четворуглу продужи ка Истоку, то она погађа две звезде четврте величине, које леже у репу Смуковом.

Од значајнијих звезда у звезданом јату Девице имамо да поменемо ове:

Звезда γ , од које оба крака у V у Девици, полазе, двојна је звезда. Обадве су звезде готово подједнако светле треће величине и сијају жутом светлошћу.

Време оптицања једне звезде око друге опредељено је и износи: 169 година и 178 дана. У годинама 1835. и 1836. стајале су обе те звезде тако близо једно

до друго, да се и са највећим дурбинима, нису могле да раздвоје и сматране су као једна једита звезда.

У јату Девичином има 12 маглина и 5 звезданих гомила. Једна од тих маглина показује се са јасном црвеном атмосфером у чијој се средини налази једна звезда девете величине. Друга пак показује се као звезда девете величине са више мањих звезда, које су окружене врло слабом маглином.

Алиџман Змијоноше и Змије, Теразија, Скорпије и Стрелца.

Кад се сво јато Змијоноша са Змијом родило (над хоризонт испело), онда оно изгледа као какав велики звездани лук, у чијој се средини налази звездани трапез, који може лако да се нађе, помоћу звезданог јата Херкула. Ако погледамо звездану карту, онда видимо, да светлије звезде Херкулове, образују три четворугла, који се сучељавају, а осем тога видимо и то, да права линија, која спаја Гему у Круни са Вегом у Лири, пресеца онај средњи звездани четворугао.

Јужни четворугао, који се граничи са оним средњим четворуглом, образују звезде ϵ ξ δ β треће величине; ако продужимо источну страну δ тога четворугла ка хоризонту, то води она ка двома звездама α и β , које представљају источну страну трапеза, о коме смо горе поменули. Звезда α друге величине лежи на глави, а звезда β треће величине на рамену Змијоношином. Ова страна трапезова $\alpha\beta$, прелази звездани лук ове форме δ , кога образују 4 звезде четврте величине и који лежи већ у Млечном Путу. Западну страну трапезову, образује променљива звезда α у глави Херкуловој и једна звезда треће величине κ , на другом рамену Змијоношином. Ако продужимо ту страну α κ ка хоризонту, то иде она поред звезде λ , која је треће величине а

затим продужена и даље, погађа две звезде треће величине δ и ϵ , које су на руци Змијоношиној.

Звезде по глави и по горњем делу тела Змијиног, налазе се лако из већ поменутог јужног четворугла Херкуловог; западна страна $\xi\beta$ тога четворугла, прелази у звездани лук, кога образују звезде β и γ треће величине у Змији; овај лук прелази у звезди β у други један лук, кога образују три звезде пете и четврте величине и који са онима заједно, образује отвор писмена Υ , чији је доњи део нешто извијен, и које се налази од Круне јужно положено и кога образују светле звезде δ треће, α друге и ϵ опет треће величине. по горњем делу тела Змијиног.

Са тим звездама започиње велики звездани лук Змијин, који се у југоисточном правцу ка хоризонту савија, па затим опет се на више пење, при чему он горе описани звездани трапез источно ограничава и ка *Атајиру* (γ звез. јату Орла) иде. Две су најјужније звезде тога звезданог лука, звезда η друге и ξ четврте величине, које са звездом ϑ треће величине на ноzi Змијоношиној, образују готово са свим правилан равнокрак троугао.

Алијман Скорпијс и Теразија. Главне звезде Скорпијине леже јужно од звезда, које образују велики звездани лук Змијоношин и Змијин. Звезде у јату Теразија леже опет југо западно од тога лука.

Ако продужимо западну страну α и κ у трапезу Змијоношином ка звездама λ δ , и ϵ , у Змији, онда дели та линија две западно лежће светле главне звезде β и α у Теразијама, од светлих (главних) звезда у Скорпији, које југоисточно леже. Ако из звезде α у глави Змијоношиној а по средини између звезда η и ξ на звезданом Змијоношином луку, повучемо једну праву линију, онда погађа она једну звезду прве величине, која сија црвеном светлошћу и која је звезда *Антар*

у срцу Скорпијином. Антар је означен са α и стоји између двеју звезда σ и τ треће величине. Источно од Антара, налази се један леци звездани лук, кога образују две звезде друге величине β и δ и једна звезда треће величине на глави Скорпијиној, која је означена са π . Ако продужимо линију, која спаја звезде α и δ , онда иде ова довољно продужена између двеју звезда α и β у тасовима Теразија; обе су ове звезде друге величине.

Југоисточно од звезде β у глави Скорпијиној, виде се две звезде четврте величине, које близо једна до друге стоје. — Ако продужимо линију σ , Антар и τ ка Југо истоку, то води она поред звезде ϵ треће величине и двеју звезда λ и ν треће и четврте величине у репу Скорпијином. — Једна звезда γ треће величине у Скорпији и једна звезда η четврте величине у северноме тасу Теразија леже у линији, која је упоредна са линијом, на којој звезде α и β у јату Теразија леже. Иста та линија $\alpha\beta$ у Теразијама, навише продужена ка Змијоноши, иде поред блиских светлих звезда α друге и ϵ треће величине у срцу Змијином.

Алињман Стрелца. Ако у звезданом трапезу Змијонопином, источну страну $\alpha\beta$ ка хоризонту продужимо, онда та линија погађа понајпре једну звезду ν четврте величине на руци Змијоношиној а затим и даље продужена, погађа она и двојни лук образован од шест звезда треће и четврте величине, које образују стрелу Стрелчеву. Ове су звезде: μ четврте, λ треће, δ треће, десно од тих опет звезда γ треће величине, која се баш на врху стреле находи; осем ових налазе се јужно и звезде ϵ треће и η четврте величине. Источно од ових, находи се звездани четворугао, кога образује једна звезда σ друге величине са звездама: ζ треће и τ и φ четврте величине. Над овим четворуглом, нешто мало источно од њега, образују шест звезда, од којих је је-

дна треће а три четврте величине, један леп звездани лук, који се спушта ка четворуглу звезданом у Стрелцу.

Између звезда Стрелчевих и Скорпијиних протеже се Млечни Пут, који се на овоме месту веома светли и има највећу ширину.

Алиџман Собјејскова Штита.

Ако следујемо Млечноме Путу од хоризонта па на више, онда опажамо наскоро један повећи светао облачак, који је горе ограничен звезданим луком, чије две светлије и источније звезде припадају звезданом јату Антинуса, а остале мање светле опет леже у Собјејском Штиту. Испод тих звезда, опажа се без муке и један мали, мање светао звездани троугао, који припада такође Собјејском Штиту.

Ово мало звездано јато, може да се нађе на небу и на тај начин, да се дужа упоредна страна у Змијоношином трапезу продужи ка истоку; ова линија иде најпре изнад звезде η у великоме звезданом луку Змијоношином и пресеца затим звездано јато Собјејсков Штит.

У Змијоноши и Змији имамо да поменемо као интересантно још и ово:

Звезда λ треће је величине и двојна звезда; време за које се једна звезда око друге okreће, износи 89 година; осем тога је звезда τ двојна звезда са временом оптицања 87.04 година, а тако је исто и звезда ρ двојна звезда, са временом оптицања од 73,86 година.

У околини, која је карактерисана са $AR = 252^\circ$ и $D = 3^\circ 50'$, налази се округла звездана група од $10'$ у пречнику; на месту одређеном са $AR = 227^\circ, 45'$ и $D' = 2^\circ 40'$ на граници Теразија и Змије и то на небу, где нема појединих светлијих звезда, налази се веома лепа, збијена заокругљена гомила, чији преч-

ник има до $2\frac{1}{2}$ минуте; на крају ове гомиле, могу да се изброје до 300 расутих звезда.

У $AR = 271^\circ$ и $D = 6^\circ 49'$ налази се округла, веома светла и потпуно ограничена маглина, од 8 минута у пречнику.

У $AR = 267^\circ 3'$ и $D = -18^\circ 58'$, налази се једна велика, богата, али не веома збијена звездана група од 60 до 80 звезда девете до тринајесте величине, које као да леже, по правилним кривим линијама

У години 1604. појави се у $AR = 259^\circ 42'$ и $D = -21^\circ 15'$, на десној пози Змијоношиној, једна нова звезда, коју је астроном Бруновски, ученик Кеплеров, сматрао све дотле, докле она није и ишчезла. Ова је звезда надсветљавала све звезде прве величине, па чак и планету Јупитера и Сатурна, само не Венеру. У години 1605 била је та звезда светлија и од Антара и ишчезе у почетку месеца Марта 1606. године са свим. У звезданом јату Теразија, налази се тројна звезда ξ од 4,9^{те} 5,2^{те} и 7,2^{те} величине; Медлер је определио време оптицања ближе звезде око главне и нашао, да је оно 105 година и 191 дан; њено средње одстојање је 1.28 секунде.

У звезданом јату Стрелца има 9 звезданих гомила и 7 маглина :

У $AR = 268^\circ 18'$, $D = -23^\circ 1'$, налази се ра-кљаста, на троје раздељена маглина са једном двојном звездом, поред које се неправилан таман отвор види.

У $AR = 272^\circ 3'$ $D = -19^\circ 56'$, налази се светла елиптичка маглина; у свакој жижи елипсе, налази се по једна звездица; велика оса показује се под углом од 50 секунда.

У Штити Собјејсковом стоји у $AR = 280^\circ 46'$ $D = -6^\circ 27'$ лепа али неправилна звездана група од 10 до 12 минута у пречнику, која изгледа као да

је у 5 до 6 засебних група подељена. Звезде су махом 12-те величине, само је једна звезда 9-те величине.

У $AR = 273^{\circ} 0'$ и $D = -16^{\circ} 16'$, налази се велика маглина, која личи по облику своје на грчко писме Ω .

Алиџман Козорога, Водолије и јужне Рибе.

Ако продужимо праву линију по којој леже оне три звезде у Орлу, од којих је средња *Атаир*, ка хоризонту, онда иде та линија најпре поред звезде ϑ (треће величине) у Антинусу; а затим између двеју блиских звезда треће величине α и β на глави Козорога. Ако продужимо исту линију још и даље ка хоризонту, онда иде она десно поред двеју звезда 4-те величине ψ и ω , које су на (предњим) Козороговим ногама.

Осем тога, ако повучемо у великом Пегазовом четворуглу, од северо источне звезде δ ка југозападној звезди α дијагонали и продужимо је ка хоризонту, онда иде она испод звезде ξ (треће величине), која је у Пегазовом звезданом полигону, и затим између двеју звезда треће величине α и ξ на рамену и руци Водолијиној; звезда ξ стоји у средини једног малог звезданог троугла, кога образују 2 звезде 4-те и једна звезда 5-те величине. Ако горњу линију и даље продужимо, онда иде она близо испод звезде β (треће величине) и над двома звездама 4-те величине ϑ и ι у јату Водолије, па кроз средину звезданог јата Козоровог, при чему она готово праву линију сече, на којој се налази следећи 5 звезда: δ (треће величине) и γ (четврте величине) на репу; затим ι и ϑ (четврте величине) на леђима и β (треће величине) на глави Козорога.

Од звезде δ на репу, па ка звездама ω и ψ (четврте величине) на предњим ногама Козорога, протеже се искривљена линија, на којој леже: једна звезда ξ (четврте величине) и 4 звезда 5-те величине.

Осем овога важан је и овај други алињман:

а) Ако вежемо правом линијом, средњу звезду ξ (треће величине) у звезданом троуглу или у суду Водолијином са двама звездама (α и β) на глави Козороговој, онда пролази она близо поред двеју звезда 3-ће величине α и β у Водолији а затим и поред једне звезде ϵ (4-те величине) и образује подужну осу једнога великога крста; један правац тога крста иде кроз звезду β у Водолији и свршава се северно онде, где су оне четири звезде Ждребетове, а јужно опет онде, где су већ поменуте звезде δ и γ на репу Козорога.

б) Вежемо ли пак звездани пар $\alpha\beta$ на глави Козорога са паром $\delta\gamma$ на репу његовом, онда погађа продужена та линија звезду δ или Шеата (треће величине) на нози Водолијиној.

в) Од напред поменутога звезданог троугла у суду Водолијином, где се налази звезда ξ , пролази источно од Шеата ка хоризонту, звездани лук, по коме су звезде 4-те и 5-те величине, и који представља водени млаз из суда Водолијиног; затим скреће он опет на Југо-запад на звезду прве величине (α или Фомелхут) у звезданом јату Јужне Рибе, која са двама западно лежешћим звездама β и ϵ (четврте величине) у истом јату, образује звездани троугао.

д) Ако свежемо звезду ξ у суду Водолијином са звездом δ у репу Козорога, онда иде ова линија близо поред звезда δ и ι четврте величине.

е) Ако најзад свежемо Фомелхута са звездом ξ у Водолији, онда пролази та линија западно од трију звезда и то с (четврте), δ (треће) и τ (четврте величине) на нози Водолијиној.

Источно од λ налази се звездана гомила, коју образује звезда φ (четврте величине) и четири звезде 5-те величине.

Другу једну групу од повише звезда пресеца линија, коју би повукли од звезде β на глави, ка звезди δ на репу Козорога. Ова линија иде најпре кроз звезду δ у Водолији, па затим кроз звездану групу, где је једна звезда A (четврте) и 5 звезда пете величине.

Од звезданих гомила маглина и појединих звезда у напред описаним јатима, имамо да поменемо још ово.

1. У Козорогу и $AR = 311^{\circ} 18'$, $D = - 13^{\circ} 6'$ стоји округла, ка средини прилично светла звездана група од 2 минуте у пречнику.

2. У Водолији а у $AR = 321^{\circ} 26'$, $D = - 1^{\circ} 29'$, налази се велика округла звездана група, која може, на поједине звезде да се раздвоји; ка средини је та група веома светла и готово пламена, и ако овде звезде нису збијеније; пречник најсветлијега дела је = 1.5 минуту. По Хершелу изгледа ова звездана група као гомила златнога песка.

Хершел је оценио број звезда, које се могу да разазнају, у горњој гомили на неколико хиљада.

3. У Водолији у $AR = 313^{\circ} 59'$, $D = - 11^{\circ} 57'$ до звезде ν , налази се планетарна маглина, која је потпуно округла, плавенкаста и подједнако сјајна. Пречник јој је = 15 секунда.

4. Звезда ξ у Водолији двојна је звезда; њена сунца су 4 — 5 величине.

Алиџман Кита и Реке Еридана.

Звезде Китове леже нешто надалеко једна од друге, из тога је најбоље, ако их замислимо подељене у две групе.

а) Прву источну групу, која се састоји из звезда, које леже по глави Китовој налазимо, ако из звезде β (друге величине) у Андромеди, кроз звезду β на глави Овна, повучемо једну праву линију и продужимо је ка хоризонту. Ова линија пресеца у јату Кита најпре јед-

ну слабо искривљену линију, на којој су три звезде, μ , ξ_1 и ξ_2 четврте величине, и иде затим у један мали звездани троугао, који је образован од звезде α или Минкира (друге величине), звезде γ (треће) и звезде δ (четврте величине); све ове звезде леже по глави Китовој и образују прву или источну звездану групу овога јата. Ако овај алињман продужимо још и даље ка хоризонту, онда сече он низ звезда, које припадају северном краку Реке Еридана, кога образују звезде, δ , ϵ (треће величине), ξ (четврте величине) и η (треће величине), а затим сече и низ звезда, које припадају јужном краку Еридана, у коме се налазе 6 звезда τ четврте величине.

b) Ако спојимо звезду α или Минкира на глави Китовој са звездом δ , онда погађа та продужена права најпре звезду σ или *Миру*, која је значајна са своје променљиве светлости, а затим и ону другу звездану групу, која лежи западно и коју образују 6 звезда треће и четврте величине и 1 звезда (β) друге величине, које све оличавају велики, у дужину развучени неправилни звездани седмоугао, који може да се разложи на један петоугао и на један четворугао.

Петоугао састоји се из 4 звезде τ , ξ , θ и η треће величине и 1 звезде β (друге величине); четворугао опет састоји се из звезде β , η (друге и треће величине) и из двеју звезда 3—4-те величине.

Поједине звезде у Еридану налазимо овако. Права линија, коју можемо да повучемо од Рицела (β) у Оријону ка звезди Минкиру или α (друге величине) у Киту, пресеца најпре звездани троугао у Еридану, кога образују звезде: β (треће величине) и две звезде λ и ω (четврте величине), затим пресеца искривљену линију, по којој су звезде μ , ν и σ (четврте, треће и четврте величине). Западно од звезде σ лежи већ напред описана права звездана линија на северном краку Ери-

дана, где леже звезде δ , ϵ , ξ и η . Звезда γ (треће величине) лежи нешто на југоисток од δ и образује са δ основицу равнокракога троугла, у чијем врху стоји звезда σ .

Од звезде η налазе се две звезде 4-те величине (π и τ_1) ка југоистоку и у правцу ка звезданом троуглу, кога образују 2 звезде τ_2 и τ_4 (четврте величине) и једна звезда треће величине; затим следују у источном правцу најпре једна звезда τ_3 (четврте величине) и опет један звездани троугао, кога такође образују звезде 4-те величине; југо источно од тога троугла, лежи најпосле један звездани паралелограм, кога образују 4 звезде четврте величине.

У напред описаним јатима Киту и Еридану, имамо да поменемо као значајне ове звезде, звездане гомиле и маглине.

1. Променљива звезда σ или Мира у Киту, коју је Булиадус још у години 1638 па до године 1660. сматрао, појавила се у 1779. години као звезда 1-ве до 2-ге величине; по Хајсу има та звезда кад је најсветлија, средњу сјајност = 3, 3, ако сјајност звезде γ у Киту узмемо = 3, 1. По Хајсу износи средње трајање видљивости те звезде само 4 месеца; време за које ова звезда од момента кад постане за ненаоружано око видљива, па до момента кад она добије своју највећу сјајност, износи 42,7 дана, а средње трајање од максималне сјајности па до поновог ишчезавања 73,7 дана; најзад је време за које се та звезда никако не види 216,9 дана и према томе траје периода, у којој се светлост те звезде мења, 333, 3 дана.

2) Звезда τ у Киту за време од године дана мења своје место (креће се), и то у AR за 1,81 секунде а у D за 0,92 секунде.

3.) У Еридану налази се у $AR = 61^\circ 34'$ $D = —$

33° 16' елиптичка маглина, чији се унутрашњи део све више и више заокружује.

17.

Сви ови напред изложени алињмани (у делу Астрогнозија, довољни су, да се на небу нађу најважнија звездана јата или боље, она звездана јата над Београдским хоризонтом, у којима се светлије звезде у опште находе, и којих је (јата) на броју 55.

Ако се хоћеју да нађу на небу и она остала звездана јата, као што су: Шмрк, Компас, Печатња, Лађа Арго, Јелен, Пољак што чува поља, Бранденбуршки Скиптар, Длето, Хемијски апарат, Електричка Махина, Муха, Ликорезачка Радионица, Гуштер, Фридрихова част, Поњатовсков Бик, Дурбин, Угломер, Вучица и Квадранат, којих је на броју 19 и која су као јата над Београдским хоризонтом поменута (с погледом на Рајтерову карту), ми излажемо ниже и њихове Алињмане.

Издајући пак и те алињмане, морамо да напоменемо, да се горњих 19 јата на неким звезданим картама никако и не налазе и то с тога не, што су у њима махом слабије светле звезде и што их све, многи астрономи и не признају. Ми их дакле само тек потпуности ради наводимо и с тога, што је Рајтерова карта, која је посрбљења и на којој се та јата налазе, у нас публикована.

Алињман Шмрка. Ако повучемо праву линију од северњаче ка Регулу (α у Лаву), онда погађа она звездано јато Шмрка.

Алињман Компаса, Печатње, Лађе Арго. Спајајући Кастора и Полукса правом линијом и продужавајући ову праву ка хоризонту, наилазимо на сва три поменута звездана јата: она се сва три налазе одмах испод Инорога и великога Пса.

Алињман Јелена и Пољака што чува поља. Ова два звездана јата налазе се на средини праве, коју би између Северњаче и Касиопеје повукли. Јелен је ближе Северњачи а Пољак опет ближи Касиопеји.

Алињман Длета, Хемијског Апарата, Скиптра и Електричке машине. Скиптар и Длето налазе се између Оријона и Ериданових рукава, апарат Хемијски испод јужног рукава Еридановог, а Електричка Махина испод Кита.

Алињман Мухе. Муха се налази готово на леђима Овновим, али више у правцу ка Медузиној глави.

Алињман Ликорезачке Радионице. Ако од северњаче на преко Андромедине главе повучемо једну праву, онда ова проду-

жена ка хоризонту и испод рејона, где су Кит и Јужна Риба, иде посред Ликорезачке радионице.

Алињман Гуштера и Фридрихове части. Ако повучемо праву од Кефеа па поред предњих звезда Пегазовог великог четворугла, онда она прелази преко или боље између горњих јата. Гуштер је ближи Кефеу, а Фридрихова част опет ближа Пегазу.

Алињман Поњатовскова Бика. Везујући северњачу са средином између Веге и звезда на Змајевој глави, и продужавајући ту праву ка хоризонту, ми погађамо на Поњат. Бика, који се налази готово над раменом Змијоношницом а баш из над репа Змијиног.

Алињман Дурбина. Ово се јато налази баш испод Стрелчеве стреле.

Алињман Угломера и Вучице. Ова се два звездана јата налазе испод Скорпије.

Алињман Квадранта. Ако спојимо последњу звезду у репу великога Медведа (η) са звездом Вега (α) у Лири, онда иде она преко Квадранта. Квадранат лежи од прилике на трећини одстојања између звезде τ и Веге у Лири.

ДРУГИ ДЕО

III. Облик и величина наше земље.

Развој нашега сазнања о облику наше земље.

18.

Ми смо напред претпоставили, да је земља као лопта округла, а сад ћемо да видимо, да ли можемо ту нашу претпоставку и непобитним основама да оправдамо.

Но пре но што то учинимо, биће од интереса, да бацимо поглед на развој нашега сазнања о облику наше земље.

И ако ће нам, као што ћемо видети, бити са свим лако да појмамо истину, да је наша земља округла, опет не треба да мислимо, да је то тако и од вајкада било. Као и свака, тако и истина о округлини земљиној, морала је да се развија, док није постала непобитном. Историјска дата из културне историје о старом, средњем па и најновијем добу, казују нам: да је поглавито питање о облику земљином, претрпело многе и многе промене; да се озим баш питањем, развила воља за све већим напредовањем, развила узвишена жудња за сазнавањем, које је често пута, тек после највећих напора, — после очајне борбе са окорелим навикама и са силном затуцаношћу, из тешких и мутних слојева незнања, најзад избијало опет у највише слојеве видела и истине.

Мишлење старих народа о облику наше земље.

19.

У Грка најлазимо на најстарије мисли о овом нашем сунчаном систему, дакле и о нашој земљи па и њеном облику.

Вавилоњани, Кинези и Египћани бавили су се прикупљањем појединих искустава, постављањем извесних периода за поједина небеска тела и т. д. они су дакле прикупљали само грађу и код њих не беше ничега, што би и издалека на какав научан систем наличило. Грци међу тим, много предузимљивијега духа, пођоше са свим другим путем; они се задовољише на скоро и са најнезнатнијим податцима, које из ових огромних просторија прикупише и без дугог околишавања ви-

Како су стари на- роци мис- лили о об- лику наше земље. димо их, где они и од тих посве оскудних по- датака, дижу већ једну целину, која се наравно са њиним осталим назорима слагала; — види- мо их где дижу зграду без темеља, на којој се кроз толико векова непрестано ово или оно морало поправљати, те да се она колико толико, ако не потпуно, што и немогуће беше, оно бар привидно, доведе у склад са истинама у природи.

Како у мишлењу о сунчаном систему у опште, тако и у мишлењу о облику наше земље, видимо да Грци предњаче; али и ако су они први започели та важна питања о овом свету, опет не беше суђено, да они та питања успешно и реше. Много северније од Олимпа, у крилу умеренога појаса, тамо дакле, где су контрасти између топлоте и ладноће блажи, где су кретања усљед блажијих уплива елементарних сила истина мање бујна, али зато поступнија и одмеренија. — тамо се роди човек, који реши та питања и обелодани вечну истину и непобитну хармонију у свету.

Нема сумње, да би најлакше било, да се дозна облик наше земље, кад би могли некако да је посматрамо са каквог другог небеског тела, да рекнемо са месеца, који нам је најближи; — ми би са месеца могли видети како наша земља изгледа, као год што видимо, како изгледају сунце, месец и друга небеска тела, кад их са земље гледамо.

Али кад ово не можемо онда да, видимо како ће нам се показати земља, ако је посматрамо са разних узвишенијих тачака на њој самој.

Ако за ове тачке посматрања изберемо удесно положене више предмете као: тороне, високе брегове и то такве, који су већином окружени равницама, па са врхова тих предмета, посматрамо нашу земљу, онда опажамо, да је земљина површина, коју у опште према јачини нашега ока можемо да прегледамо, свакад ограничена кружном линијом или већ познатим догледним кругом. Са сваке тачке на земљи, догледамо ми свакад само извесни део земљине површине, и свакад нам се видљиви део површине показује у виду већег или мањег котура, који је то правилније округао, што се пад већим равницама налазимо; на мирноме мору видимо потпуно правилан котур у чијој средреди ми стојимо и над којим се, привидно додирајући га по његовој пограничној линији, издиже овај плави небески свод. Тек кад какви други предмети н. пр. на мору лађе, на суву висока дрва или торони искрсну у границама нашега догледа, онда тек опажамо да се поменути котураста, на први поглед пљошта равнина, показује у исто време и нешто сведена, и тиме нам оне поменуте предмете донекле заклања.

Необавештеном и простом уму човечијем чињаше се, да је горе поменути котураста а пљошта равнина у ствари баш и прави представник облика наше зе-

мље и зато су прве представе о облику наше земље и основане на оваквим опажањима.

Или као котурасто језеро, око кога тече велика река, или као плочу на стубовима и томе слично, замисљаху стари ову нашу земљу, и мишљење њихово сводило се свуда на једно те једно, на резултат првих и непосредних посматрања, без темељитијег искуства, без икаквог сумничења, без критике на једној, а са оном блаженом вером на другој страни, која је карактерна црта младога и наивнога доба старих народа.

Најстарији и најславнији грчки песник *Омир*, који је између 1000—900 год. пре Христа живео, овековечио је у својим спевовима овакву представу о нашој земљи. По њему је земља била велики котур, кога са свију страна опкољава велика река *Океан*. Источно море, које је тако богато са острвима, које се данас зове егејско море а које су Грци звали «*наше море*», заузима средину света. У овој средини као испупчени шиљак на каквоме штиту, издиже се високи Олимп; на десној су страни јонска острва и приморје, на левој грчка острва, горе Тракија а доле Либија. Од те средсреде, од Олимпа на све стране као зраци

Омирово
мишљење
о облику
наше зе-
мље. следоваху државе, све ка оном Океану протежући се, и што му се више приближавамо, све је познавање тих даљих и даљих предела нејасније и нејасније. Границе тадањег света беху, на истоку Кавказ и његове планине, на југу етиопски или средњи нилски предео, на северу доспеваху границе до Дунава и нешто мало више иза европске обале црнога мора, а на запад до Хераклових стубова, које ми данас у мореузу гиблартарском тражимо.

Река Океан извире (као и свака друга река) негде, и по ондашњем мишљењу у атласким планинама, и стоји у свези са морем, које је средину тога светскога

котура заузимало осем код Хераклових стубова, још и на најисточнијем уливу у црно море, тако званом Фазису (који се данас Рион зове). Оно море и дан дањи још носи име *средоземно море*, али сад само као траг некадањег мишлења о тадањем свету; јер одавна је већ средсреда напреднога рода људског, и у чисто умном, као и саобраћајном смислу, одмакла далеко са места, на коме беше за времена Грка и Римљана.

Као што Грци представљаху себи свој свет из познатих и полу непознатих предела, тако исто а у исто доба, радише и други народи. Сваки народ за се, ограничи свој свет и повуче границе у опсегу места, која му позната беху, па све до оних, која више никако непознаваше, и одкуд никаквих извешћа недобијаше. Тако сматраху за свој свет Инђијанци све пределе око Хималаја и северног инђијанског Океана; Асирјани и Вавилоњани опет за свој свет пределе око Еуфрата и Тигриса а оштроумни Египћани опет за египћански свет, предео, посред кога тече река Нил, која пре него свака друга могаше и с правом да се сматра, као *жила живота* и ако малог, то опет са свим особеначког, песком и стенама велике пустиње посве ограниченог, засебног света.

У истом односу, у коме стоје оцене и мишлења старијих времена, према оценама и мишлењима садањих времена, у том истом односу стоји и стари свет данас према овоме нашем садањем свету. Све су границе надалеко на све стране размакнуте, и сви су појмови о земљи у опште надалеко и тако потанко разгранати, да је знање наше о земљи према некадањем тако исто велико, као што је и ова наша земља од онога времена за нас, огромно велика постала.

Мишлење
Инђијана,
ца, Аси-
рјана, за-
вилоњана
и Егип-
ћана о о-
блику на-
ше земље.

Мишљење о облику наше земље од Питагоре до Птоломеа.

20.

За дуго се мислило, да је земља заиста пљошта равнина и тек Питагора мудрац 6. века пре Христа, као да је био први, који је почео да учи, да земља Питагори- није котураста површина, као што је Омир
но учење некад певао, већ да је округлог облика. Али
о облику земљином. како су сви мудраци старих времена били у
исто време и песници, то је било свагда људи, који
су веровали у њихова учења, а било је и таквих, који
нису веровали.

Питагора (520 пре Хри.) и његови ученици учили су да је земља округла, али не из свога властитог, на своје искуству основаног убеђења, већ само на основу добре вере, да земља мора да има најпотпунији облик, *„јер само круг и лопта беху довољно савршени, да се с њима вечност овога света оличи и звездана божанства задовоље“*. Они су на сву прилику добили прве основе о оваквом схваћању природних ствари од много напреднијих Арапа, и то ће и бити узрок, што они, немајући ни чим другим стварним да докажу коректност свога учења, тврдише, да је округао облик наше земље, нужна посљедица *опште хармоније* у свету, која по њима у овоме свету влада. Десет сфера, најсавршенији облици, окрећу се око праватре, и производе својим треперивим кретањима, хармоније сфера и то тако, да ове сфере врпе своја кретања опет по најсавршенијим међу свима линијама, по круговима. Једна од тих сфера беше наша земља.

Готово би човек рекао, да земља мораде да буде округла, јер како би иначе и она могла да уђе у овај красни систем, који је по мишљењу Грка носио у себи и сувише поуздања у своју савршеност, јер је он био најмилији и најсмелији покушај од свију оних, које је

напредан и дотада још непреварен ум Грка, предузео био за рад крајњег решења те светске загонетке, — за рад коректног тумачења свега до тада створенога.

Но и овај најпојетичкији систем од свију, које су филозофи тадањих времена поставили били, и у коме је први пут с пуним правом примењена на овај свет реч „*космос*“ што значи *ред*, *укирас*, опет је остао без веће важности и само идеја међу идејама.

Најстарији учитељ грчки *Талз*, *Анаксагора* велики мудрац 5. века са својим ученицима *Периклом* и *Тукидидом*, па и *Софокло* и *Сократ* сматраху Омирову представу о свету као најбољу; па чак и *Херодот* који је толико путовао и чији је догледни круг у опште био много већи, но у свију његових савременика — није могао да се ослободи Омирових предања.

Славни римски Историк *Тацит*, који је живео у првом веку по Христу, био је такође поборник Омирових предања, и у почетку средњег века (који се почиње са 476. по Христу и свршава са 15. веком) сматран је котурасти облик наше земље, као нешто непобитно, као догма; — и ако је и било одступања од Омирових предања, то је било само у томе, што се мислило, да је земља звонастог а не котурастог облика.

Аристотело (348 пре Хр.) је био први, који је тражио да изведе закључак о облику земљином, на основу опажања на звезданом небу, и да тако докаже оно Питагорејско учење и стварним опажањем. Видећи, да је сенка округла, коју земља на месец при помрачењима месечевим баца, он је тврдио, да и земља мора да је округла као лопта, *јер само лоптасто тело може у свима приликама, да баца од себе потпуно округлу сенку.* Осем тога, он је и мењање звезда над нашим теменом, ако ка северу или југу идемо, сматрао као нужну последицу од округлости земљине и подстицао и

Мишлење
Аристотела,
Архимеда и
Птолемеа
о облику
земљином

друге на стварна опажања говорећи: „*још нису појаве довољно испитане, али кад ово буде, онда ће се стварном опажању више вере поклањати, него ли спекулацији и овој само у толико, у колико се она са појавама сл-гала буде*”.

И *Архимед* (287. пре Хр.) беше мишлења, да је земља округла и покушаваше да докаже ово и хидро-статичким путем, а *Птоломео* (150 пре Хр.) александријски географ и астроном обрати први пажњу на појаву, која је данас свакоме позната а на име, да се од лађа, које се с мора ка обалама приближују, најпре виде највиши предмети на лађи (катарке), а доцније тек да се виде и нижи предмети на њој, па тек најпосле и лађа сама. Птоломео је први довео ову појаву у свезу, са кривином морскога огледала па и доказао: да земља није равна и да не може ни ваљкаст облик имати.

Па да су и за ову, истина скромну, али свакако веома цењену тековину, за времена дознали народи, што живљаху северније и западније од средсреде Омировог света, без сумње би данас са нашим сазнањем у опште још много боље стојали; — али на жалост у историји наука, као што је познато настала је и за дуго трајала страшна тама, која је овај свет прикрила тада, кад је грчка и римска незнабожачка образованост почела да опада, и која се тек тада дигла, пошто је после дугих и жестоких бораба, осигурана била владавина хришћанства.

Застој у напредовању нашега сазнања о облику наше земље; Астрологија.

21.

За сво време, које готово цео средњи век обухвата, беше сво знање и сва наука ограничена на само свештенство и нас би далеко одвело, кад би и лети-

мице ову тамну периоду само додирнули. Жудња за испитивањем природе и њених величанствених појава угаси се. У Риму, где су природне науке најгоре неговане, изроди се из Астрономије, *Астрологија*, јер са све горим и критичнијим временима, опадаше у људи енергија, да сами више и више својом властитом снагом упливишу и својој *судби* овакав или онакав правац дају — и ми видимо: да се људи у овоме времену све више и више освртаху на неке не природне силе видимо да свет верује: да судбама људским располажу Сунце, Месец а доцније и свака планета. Отуда је то, што се и данас у календарима помиње ова или она планета као владарка за ову или ону годину и то само још обичаја ради.

Но не само Сунце Месец и планете већ и саме звезде у Зодијаку, па најзад и сам положај сунчев месечев или какве друге планете, у времену кад се какво дете родило или кад се ма шта важније радити отпочело, по мишлењу у тадањем времену упливисао је увелико на судбу детињу и на срећан или несрећан исход предузећа.

У овој се периоди и оно мало стеченога знања поцепа призмом људских себичних интереса; свитање бољег и напреднијег времена, које није могло дуго изостати, би задржано и сметено мутним облацима назадњаштва, те да тек после толико стотина година засија опет, но много јача светлост, која је блеском својим и најцрње и најмоћније непријатеље просвете и напретка изненадила и у забуну довела, — да се најпосле непобитној истини поклонити морадоше.

У овој тамној периоди поче свет већ опет да мисли па и да верује: да земља није и не може бити округла, већ да је на *четири ћошке* и да над ћошкастом земљом, што је за ову периоду веома карактерно — све сами анђели звезде воде и руководе и да и о мењању дана

и ноћи бригу воде. Ово је наравно проповедано ономе броју радозналих, који хтедоше осем за се и за своје потребе, да разбирају и за оно, што се на први поглед не види и не схваћа; — а разуме се по себи, да су у извесном смислу најзаслужнији онога времена били они, који ни о чему до о себи и неразбијаху главу — *јер веома велика брига, о игањима природе и не беше Богу угодна.*

Прави облик наше земље и основи на којима се закључује да је земља округла.

22.

Под бројем 20 видели смо, да је и у старијим временима било људи, који су држали па и учили, да земља не може бити котурастог облика; али сви мудраци које смо напред поменули, немогоше то своје мишљење довољно да докажу и с тога стајаху они више или мање усамљени. Међу тим има доста појава и на земљи и на небу, на основу којих можемо не сумњиво да закључимо, да је земља округла.

Већ је речено, да кад земљу сматрамо са узвишенијих тачака на њој самој, да нам се свагда земљина површина, коју у опште можемо да прегледамо свуд наоколо, показује ограничена кружном линијом или већ познатим *догледним кругом*, у чијој средсреди свакад ми стојимо.

Но и да не сматрамо земљу са узвишенијих тачака, опет опажамо ми, да је наш доглед округао, само што је он у овоме случају много мањи; он има, ако на каквом широкој пољу стојимо, једва једну миљу у пречнику. Истина је, да на већим даљинама постаје ваздух услед испаравања све непровиднији али опет, кад би земља наша имала котураст облик, наш доглед не би услед саме густине ваздушне био тако мален

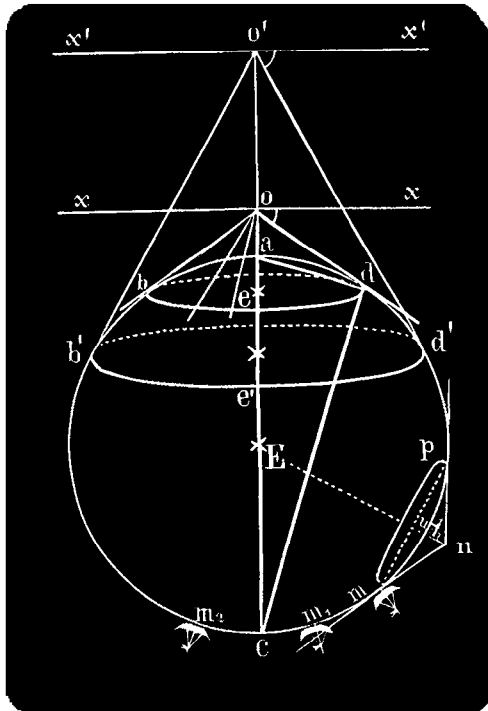
и ми би извесно, и ако не сав котур, то опет много и много пута већу површину могли да прегледамо, но што је то у ствари случај. Да атмосферски ваздух није на даљини од по миље сам по себи већ непровидан, о томе се уверавамо, ако са узвишенијих тачака, као што је поменуто. земљину површину прегледамо. Са тачака које више и више леже, прегледамо ми све веће и веће површине; што дакле, на широком пољу стојећи, видимо ми само онолики мали привидни хоризонт, томе ће бити узрок *кривина земљина*. Али са тих узвишенијих тачака видимо ми и све најудаљеније предмете у опсегу нашега догледнога круга и на једној и истој низини испод нас, што и тачна мерења са инструментима за то, у велико потврђују (а што нарочито на мору вреди потпуно и без икаквог приговора); услед тога дакле земља неће бити само кривом површином ограничена, она мора бити свуда и подједнако крива, исто тако крива на суву, као што је на мору.

Сматрањем земље са тачака на њој само сазнајемој да је она округла.

Да хоризонт или доглед мора да је кружан, ако је земља лоптастог облика, о томе се уверавамо и доњим посматрањем.

Нека на слици 10. представља круг $abcd$ нашу земљу, а сматраочево око нека се налази у o , дакле на извесној висини $h = oa$ над земљом. Очевидно је, да ће око моћи од земље да прегледа највише до тачака b и d , у којима зраци од ока идући или дирке, земљину површину додирују; а ако око свуд наоколо око места где стоји гледа, то ће сваком његовом положају одговарати по једна дирка, која земљу на једнаком удаљењу од ока додирује, и све те додирне тачке спојене једна с другом, дају најзад већ познати догледни круг, који је и на слици представљен са bed и у чијој се средреди, (над њом) само око налази.

Над би се око налазило у тачци o' дакле на висини $h' = o'a$ над земљом. онда би оно догледало



Сл. 10.

најдаље до тачака b' и d' , у којима дирке за тај очни положај земљу додирују; за тај очни положај био би догледни круг, круг $b' e' d'$, који је много већи од оног bed .

Ми смо узели, да је земља лоптастог облика, и видели смо, да на њој добијамо свагда кружан доглед; обрнуто, из кружног догледа, можемо несумњиво да закључимо на прави облик наше земље, јер кад нам се земља, са ма које тачке гледана, свагда показује ограничена кружним догледом, она мора да је као лопта округла.

Помоћу горње слике можемо лако да израчунамо и колико од земљине површине можемо са разних висина да прегледамо. Ако повучемо тетиву између d и c онда с тога, што су троугли:

$\triangle aod$ и $\triangle odc$ слични

јер је:

$$\begin{aligned} < a\hat{o}d &= < c\hat{o}d \\ < o\hat{a}d &= < c\hat{d}o \\ < a\hat{d}o &= < d\hat{c}o \end{aligned}$$

имамо $ao : od = od : oc$, или ако ставимо
 $ao = h$ висина над земљом,
 $od = k$ полупречник догледнога круга,
 $aE = cE = r$ полупречник наше земље то је:

$$\begin{aligned} h : k &= k : (h + 2r) \quad \text{јер је:} \\ oc &= oa + aE + cE = h + r + r = (h + 2r). \end{aligned}$$

Из горње сразмере сљедује за полупречник догледнога круга: Израчунавање Величин догледнога круга са разних висина.

$$k = \sqrt{h(h + 2r)},$$

и по овој једначини можемо свагда, кад је познат полупречник наше земље и свагдања висина над морем, да израчунамо полупречник догледнога круга. Доња је таблица по горњем обрасцу и израчуната.

| h у мет. | k у миљ. | h у мет. | k у миљ. | h у мет. | k у миљ. | h у мет. | k у миљ. |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 1,07 | 100 | 4,80 | 750 | 13,44 | 3500 | 28,37 |
| 10 | 1,52 | 125 | 5,36 | 1000 | 15,16 | 4000 | 30,33 |
| 20 | 2,14 | 150 | 5,87 | 1250 | 16,95 | 4500 | 32,17 |
| 30 | 2,63 | 175 | 6,34 | 1500 | 18,57 | 5000 | 33,91 |
| 40 | 3,03 | 200 | 6,78 | 2000 | 21,45 | 5500 | 35,57 |
| 50 | 3,39 | 250 | 7,58 | 2500 | 23,97 | 6500 | 38,67 |
| 70 | 4,15 | 500 | 10,72 | 3000 | 26,27 | 7500 | 41,54 |

Ако опет горњу сразмеру решимо по r , онда добијамо:

$$r = \frac{h^2 - h'^2}{2h}$$

и помоћу овога обрасца можемо, кад је h и h' познато, да изнађемо полупречник наше земље.

За $h = 7500$ метара или једна миља

и $h' = 41,54$ миље добијамо:

$$r = \frac{41,5^2 - 1^2}{2} = \frac{1721,25}{2} = \approx 860 \text{ миља.}$$

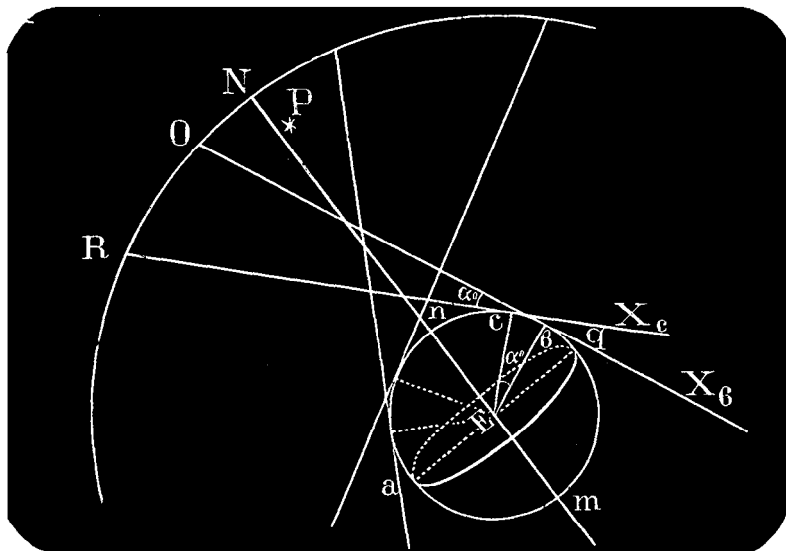
Најзад овде имамо да поменемо с обзиром на слику 10 још и ово. Равнина кроз тачку oa управно на вертикали у o , дакле равнина хох зове се, као што је познато, привидни хоризонат те тачке. Исто је тако $x'o'x'$ хоризонат за тачку o' . Свака од ових равнина заклапа, као што се и на слици види, са правцем дирке на земљиној површини извесни угао и то равнина хох заклапа угао $дох$, а равнина $x'o'x'$ опет угао $d'o'x'$. Ови углови зову се *депресија хоризонтова* (подина); што је год већа висина над земљом, у којој је хоризонатна равнина повучена, то је и депресиони угао већи.

Привидно пењање и спуштање звезда као основа, на којој се закључује, да је земља округла.

23.

Осем напред казанога, имамо за округлину земљину и ове основе. Ако по једном и истом подневку од југа ка северу идемо, онда примечавамо, да се по прелазу пута bc (Слика 11 на којој $R O H$ представља један део небеске сфере а мањи круг $apqt$ површје наше земље) северни обрт P издиже за извесни угао α над привидним хоризонтом места, од куд смо пошли. Противно овоме наступа ако од севера југу по једном и

истом подневку идемо и пут cb прелазимо ; тада се по прелазу пута cb северни обрт P за угао α спушта ка привидном хоризонту.



(с. 11.)

Уствари се не пење нити спушта северни обрт при нашем кретању, већ се само наш привидни хоризонат мења, као што ова слика 11. показује. Ако смо прешли пут bc , који централном углу α° одговара, и повучемо привидне хоризонте у тачкама b и c дакле додирне равнине X_b и X_c , то се лако увиђа, да и ови хоризонти заклапају исто толики угао α° . Даљина севернога обрта N (или ако место N уочимо северњачу P) над привидним хоризонтом X_b , или тако звана *обртна висина*, била је у почетку NO ; по прелазу пута bc је ова висина привидно порасла за лук RO , јер је у тачци c , равнина X_c наш привидни хоризонат. Овај прираштај RO очевидно је отуда дошао, што се наш привидни хоризо-

нат за толико из свог првашњег положаја искренуо и привидно од севера на ниже спустио.

Међу тим, нама се чини, да се северни обрт *H* све више и више издиже, што даље ка северу идемо, јер ми ценимо његову висину свакад по удаљењу његовом над нашим привидним хоризонтом. Ову поменућу појаву опажамо, па ма по коме подневку у поменућим правцима ишли; но ми све ово опажамо и тада, ако ма у коме правцу са каквог места пођемо и при томе ма коју од звезда уочимо и њене свагдање висине над нашим привидним хоризонтом ценимо.

Кад би се ми по каквој равнини кретали од југа
Земља је ка северу, па и у ма коме правцу, т. ј. кад би
у свима наша земља била пљошта, као какав котур,
правцима онда не би никад опазили ово привидно пе-
кривом по- онда не би никад опазили ово привидно пе-
вршином о- њање и спуштање севернога обрта или ма
граничене које друге звезде. Из овога следује, да земља
и лебди сло- није равнина, већ да мора да је у свима прав-
бодна у није равнина, већ да мора да је у свима прав-
ваздуху. *цима кривом површином ограничена; а како*
нема и једнога места на небу, које се не би са одгова-
јућег места на земљи видети могло, то следује, да земља
у овоме космичком простору и слободно у ваздуху лебди.

Материјална основа за округлину земљину.

24.

Досадање основе добивене су, као што видимо, сматрањем наше земље с поља, но ми имамо и других основа за округлину земљину, које се осн вају на унутарњој или боље, на самој материјалној природи наше земље, а на име на њеној привлаци. Привлака је општа особина тела, па и наше земље, и као што је кап воде у ваздуху свакад округла, тако мора и наша земља да је округла. По законима привлачним, морају сви делови

какве течности, остављени сами себи т. ј. остављени својој узајамној привлаци, тако да се поставе, да сви укупно заузму лоптаст облик, јер само у так-
вом стању може да буде равнотеже међу поје-
диним течним деловима, и ако је у опште мо-
гуће, да се докаже, да је и наша земља некад
била у течном стању, то је по себи јасно, да је и
њена маса још тада, према привлачним законима, мо-
рала да за узме лоптаст облик. Много што шта гово-
ри у прилог томе, да је земља била у течном стању
и по томе и на овој основи може да се закључи, да је
земља округла.

Земља мо-
ра да је
округла и
са при-
влаке која
јој је осо-
бина.

Још неколико основа за округлину земљину.

25.

Но осем напред добивених основа, имамо још и ове за округлину земљину.

Свако непрозрачно тело, баца од себе сенку ако је осветљено и то, као што је познато, свакад на противну страну од сунца. Ово чини и наша земља. Кад је месец пун, онда је он удаљен од сунца за 180' т. ј. он је тада са земље гледан, баш на противној страни од сунца. Ако се сад деси, да сунце, земља и месец леже у једној и истој правој линији и да земља стоји између сунца и месеца, онда земља за неко време заклања месец, те зраци сунчани не могу да га обасјавају, и у овом случају (дакле за време помрачења месечевог) баца земља своју сенку на месец.

Сматрањем
сенке при
помраче-
њима месе-
ца дознаје-
мо, да је зе-
мља окру-
гла.

При овим месечевим помрачењима свакад се виђа, да је земљина сенка округла, и одавде следује, да и земља, која ову сенку баца, мора такође округао облик имати.

Округао облик имају котур, ваљак и лопта, и из овога напред казанога, не би још могли да тврдимо, да

је земља округла, као лопта, јер и котурпа и ваљак, кад зраци падају у правцу њихових оса, бацају округлу сенку.

Међу тим, ми смо поменули већ напред, да се даљи основи да је земља округла и да је као лопта. Земља обрће око своје осе (о чему ћемо доцније још накнадно говорити) непрестано, па дакле и за време помрачења; — она окреће сунцу, све другу и другу своју површину; па кад су сенке од свију њених површина, које она сунцу у једно за друго следујућим временима окреће, све округле, онда следује, да је и земља у свима правцима округла и да ће бити као лопта.

Да је земља округла, следује и из тога: што се мора ка обалама идући, најпре виђају највише тачке од високих предмета, а што ближе обали, то се све ниже тачке ових предмета виђају и обрнуто, што је на слици 10 са црквом *ни* а и лађама *т*, *т*₁ и *т*₂ показано. Са торњеве највише тачке *п* видеће се лађа у *т* још сва, јер је она у томе положају, у домањају хоризонта за тачку *п*, који је за тај очни положај, представљен кругом *тп*. Што се лађа више удаљује из положаја *т* и што се више приближава положају *т*₁, то се она све мање и мање види, док најзад не доспе у положај *т*₂, у коме кад је, онда се из тачке *п* ништа више не види. Исто је тако и са црквом *ни*. Са лађе, која путује ка обали, где се црква налази, и то из лађиног положаја *т*₂, нећемо од цркве још ништа видети моћи; тек са приближавањем лађиним у положаје *т*₁ и *т* наступа могућност, да спазимо и цркву и то почев од њене највише тачке, крста, па све ниже и ниже, док се најзад лађа обали дотле не приближи, да сву цркву видимо.

Обе напред описане појаве, виђају се заиста, кад путујемо од обала, односно ка обалама и то на сваком месту на земљи, и на основу тога, можемо тако-

ће да тврдимо, да је земља у свима правцима кривом површином ограничена, дакле да је као *лопта*.

Ако је земља као *лопта*, онда мора да је могуће да се она са свим обиђе (оплови). Па и ово је досад већ толико пута учињено. Колумб несумњаше, да је то могуће, а Магелан још у XVI. веку предузе тај славни пут, и ако не би срећан, да се и сам опет у Европу врати. Његова лађа приспе у Европу и донесе вест, да је Магелан у Априлу 1521. на Филипинама у боју погинуо. Најпосле и сматрањем других тела на небу дознајемо, да су сва тела округла, јер *кад су сунце, месец и све веће планете округле, зашто да земља сама изузетак у овоме чини?!—* и на основу аналогije можемо дакле да тврдимо, да је земља *округла као лопта*.

Из свега напред изложенога следује дакле, да је непобитна истина, да је наша земља округла и задовољавајући се засад са овим добивеним резултатом, хоћемо само да погледамо још, на следи од овога сазнања.

Земља наша лебди округла и слободно у овоме светскоме простору, као и месец и сунце, које на небу виђамо. Сунце обасјава наше пределе, колико се год пута на нашем истоку појави од њега имамо *дан*. Кад сунце сврши свој пут на небу изнад нас, онда оно продужава привидно своју путању испод нас и осветљава својим зрацима, ону другу половину земљину или боље оне пределе, који су на противној страни од нас; сад је на овој другој половини земљиној *дан*, а код нас *ноћ* и то све док нас опет из дубокога сна, не пробуди зора својим руменилом и не сване други *дан*. Тако се мењају светлост и сенка на нашој округлој земљи из дана у дан; светлост и сенка одељују на земљи *дан* и *ноћ* једно од друго. Сунце свршавајући посевдневно своју путању око наше земље, обасјава

поступно све пределе на њој, оно све на земљи загрева, сав живот доноси и одржава .

Основа за мерење земљиних димензија.

26.

Кад је земља као лопта, онда је за изналажење величине њенога обима довољно, да се измери само дужина лука, што одговара сасредном (централном) углу од једнога ступња на ма коме највећем лоптином кругу, јер 360 оваквих ступања, дају цео лоптин обим.

Прво овакво мерење ступња, предузео је још у Ератостеново прво мерење земљиног обима. 276. години пре Христа *Ератостен*, оснивајући овај свој рад на научким основама. Он је употребио за ово своје мерење, вароши Александрију и Сијену. За одстојање између ових вароши узео је он по казивању караванских путника 5000 штадија (штадија то је дужина пута при олимписким тркама), а угао који овоме луку на земљи одговара, измерио је он овако. Он је узео лук Александрија — Сијена с тога, што он приближно лежи у једном *меридијану*, а при мерењу послужио се справом, која се *скафион* звала. Ова справа беше једна шупља полулопта, која у средини својој имађаше и једну танку шипчицу или *гномон*, и која је (полулопта) по својој унутрашњости била подељена на ступње. Кад је ова справа хоризонтално негде на пољу изложена сунчаним зрацима S , онда се с њоме (Сл. 12.) а помоћу сенке s , коју гномон на горе поменуту поделу баца, може да измери сунчева зенитна даљина z за извесно место и извесно време.

Ератостен је приметио, да сунчани зраци у време *сунчевог поврата* и око подне падаху у Сијени у један бунар управно, што је и могуће било, јер Сијена лежи готово тачно под сунчевим повратником. У исто време

опет у Александрији, сматрао је он са горе поменутом справом зенитну даљину сунчеву и нашао, да ова износи 7,2 ступња.

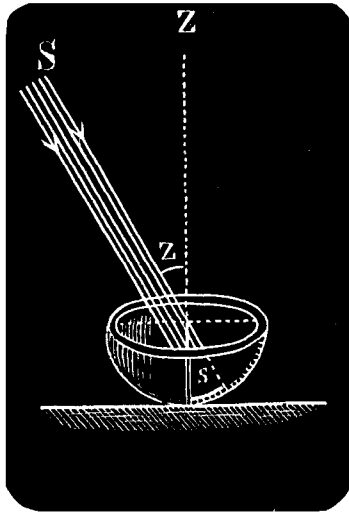
Сунце је према земљиним димензијама огромно далеко и ми можемо да узмемо, да су правци

Александрија — Сунце и Сијена — Сунце између себе

упоредни (види слику 13 на којој А представља Александрију, С Сијену, Z зенит, а стрелице правац сунчаних зракова, Е средишту земљину, отуд следује да је и централни угао α , који луку између), Александрије и Сијене, дакле луку од 5000 штадија одговара, такође 7,2°. Према овоме, кад углу од 7,2 ступња одговара дужина лука од 5000 штадија, онда је дужина лука, који углу од једнога ступња одговара: $5000 : 7,2 = 694,44$ штадија, и по томе је земљин обим:

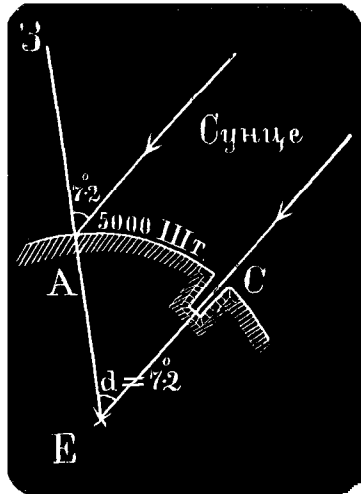
$$360 \times 694,44 = 250000 \text{ штадија.}$$

Ако сад узмемо, да једна штадија по Карстену има 185 метара (што је прилично неизвесно, јер немамо сигурних дата о томе колика је управо једна штадија била), онда би сле-



Справа Скафиоп.

Сл. 12.



Сл. 13

довало, да је Ератостен овим својим мерењем добио за земљин обим 46,250,000 метара.

Осем овог првог мерења, покушавао је у старом веку у 80. пре Христа по други и последњи пут и Мерење александријски филозоф *Посидоније*, да опре-
Посидони- дели земљине димензије. И он се служио на-
јево 80. пр. Хр. пред поменутом справом и узео даљину од
вароши Александрије до Родоса, по причању лађара за 5000 штадија и тако следоваше за обим земљин 240000 штадија или 44,400.000 метара.

Али оба ова мерења била су готово од ока, јер поред лоших начина за мерење углова, узете су и горе поменуте даљине по причању путника и према томе, Стара су добивени резултати могу пре да се сматрају, мерења као резултати од ока добивени. Да је ово у више ме-
рења од ствари овако увиђа се и из поступка Поси-
ока. донијевог, јер је он по некоме времену, узео за даљину између Александрије и Родоса, само 4000 штадија и отуд следоваше за земљин обим само 180000 штадија или само 33,300000 метара, који број и славни *Клаудије Птоломео* у своме делу „*Magna Constructio*” или тако званом „*Алмагест-у*” помиње.

Мерења земљиних димензија од IX-ог до XVII-ог века.

27.

Дуго времена после овога, није се нигде ништа предузимало, што би и налик на мерење ступња било Арапско и тек у години 827. после Христа, у равни-
мерење за пама Тадмора и Синчара по налогу Калифе
времена Ал-мамум-а мерише Арапи летвама за мерење ду
Калифе Алмаалум-а. жину ступња, и добише 56,75 арапских миља, одкуд се доби за обим земље око 38,000 000 метара.

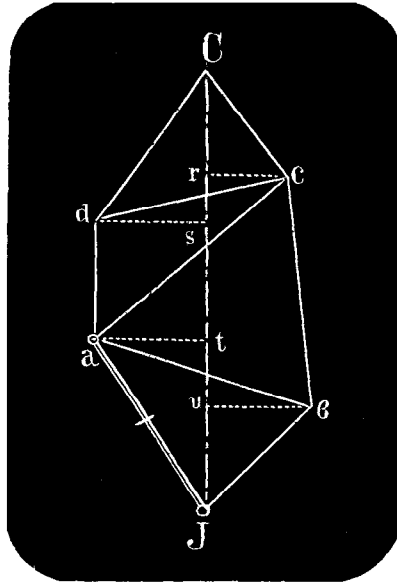
Од овога времена па до XVI. века, као да није нико ни мислио да изнађе земљине димензије — јер

у овој тамној периоди нашега сазнања проповедаше се: да брига о оваквим питањима у опште и није богу угодна; и тек кад се Коперниково славно дело *«De Revolutionibus orbium coelestium»* 1543. појави, тек онда изгледаше, да ће и питање о земљаним димензијама да се покрене поново.

И заиста године 1615. изнађе Вилеброрд Снелије *«Тријангулацију»* и замени трудна непосредна мерења са посредним, и заснова нову епоху за ово питање; он унапреди науку о премеаравању земље (геодезију) тако, да се геодетска мерења данас са таквом у савршеношћу и тачношћу врше, да потпуно задовољавају тежње нашега времена.

Нови принцип, којим су замењена пређашња за- метна и непосредна мерења, и који је и дан дањи ос- нова за сва геодетска мерења, састоји се у овоме:

дужина лука између две- ју тачака *C* и *J* на под- невку *CJ* мери се на тај начин, да се између крајњих тачака *C* и *J* тога лука (Слика 14.), умете систем троуглова а на име троугли: *a b J*, *a b c*, *a c d* и *d c C*, и од ових троуглова да се измери само једна страна н. пр. *a J* која се *«основица»* зове, и која тако лежи, да је мерење по њој удесно, и да може да се врши са тачношћу, која цељи



Сл. 14

премеаравања одговара. Осем тога по овом принципу мере се и сви углови у свима троуглима, и помоћу

већ измерене основице и измерених углова, све се остале стране троуглова рачунају. Мерењем углова у поменутиим троуглима, одређује се истина узајамни положај појединих тачака, али то није довољно и потребно је да знамо и то, колики су углови, што поједине стране са правцем подневка CJ захватају. Ови хоризонтални углови, зову се *азимут* и они се астрономским сматрањем опредељују. Кад су познати и азимут, онда може да се приступи и рачунању саме дужине лукове, јер из троугла $C r c$, кад је познат азимут, дакле угао $r C c$, може да се израчуна део лука на подневку, а на име дужина $r C$; исто тако могу да се израчунају и делови $r s$, $s t$, $t u$, па и $t J$ и да се најзад цела дужина лука $C J$ определи простим сабирањем ових делова.

На показани начин мерио је Снелије и сам, међу местима *Alkmaar* и *Bergenopzoom* преко *Leyden-a*, дужину ступња, и резултат свога мерења као и начин, саопштио у делу „*Eratostenes Batavis*” „*De terra ambitus vera quantitate*”.

Он је нашао за обим наше земље 38,000000 метара.

Овај се резултат истина не слаже са нашим најновијим резултатима, али неслагање има да се припише само неусавршаним справама, са којима је ово мерење вршено.

Мерења земљиних димензија и закон гравитације.

28.

У XVII. и XVIII. веку Французи и Енглези, поглавито први, утрошише много на решење овога питања, а са овим питањем у свези, унапредише и многа друга питања, која са обликом и земљиним димензијама у тесној вези стоје.

Тако астроном *Пикард*, доби налог од пари Мерење ске академије, да мери дужину ступња између Астронома Париза и Амијена и он нађе 1670. за ову Пикарда. дужину 57060 тоаза, одкуд следоваше за земљин полупречник 859 географских миља. Овај резултат доби веома велику важност, јер послужи славноме *Њутну* као основа, око изналаска *закна гравитације*, који може да се сматра као најскупоценија тековина природних наука и који гласи: *свака два тела привлаче се узајамном снагом, која је производу њихових маса управо, а квадрату њиховог удаљења, обрнуто сразмерена.* Енергичан рад и општије трагање у правцу каквог научног питања, дејствује свагда продуктивно и у разним другим правцима и тако видимо, да мерења ступња, која су најпре за цео имала само то, да се нађе обим округле земље (којој је облик лопте већ у опште признат био) — на једанпут ступају у везу са једним од најважнијих проналазака, који човечијем оштроумљу за руком испаде, са проналаском, који далеко од земље, одведе и ка упознавању кретања небеских тела, ка тако званој *Механици Неба* и који изненадно наведе, на један до тада непознати начин за изналагање облика наше земље, са клатном.

Закон гравитације имађаше много непријатеља, па и сам *Њутн* оклеваше подуже времена са публикацијом овога закона, јер на основу дужине ступња, коју је *Пикард* добио био, није се убрзање, које је *Њутн* по закону гравитације израчунао, слагало са *Галилеовим* бројем, по коме убрзање на земљи $g = 30$ стопа износаше. При свем том, важност *Пикирдовога* мерења веома је велика, јер баш на основу овога мерења отпочеше *Французи* она важна испитивања, услед којих облик наше земље од лопте ка елипсоиду коракну и ако истина тек после прилично жестоке и дуге препирке међу научњацима *Француским* и *енглеским*,

Пронала- Напредан прелаз из лопте у елипсоид
зак Јована беше проналаском *Јована Рише-а* 1672. пот-
Рише-а. помогнут, јер кад овога научњака посла па-
риска Академија у Кајену, да прудуме разна астро-
номска опажања, примети он, да његов часовник, к њи је
париско средње време показивао. сваки дан за 148
секунада изостајаше, и да у Кајени, испод $4^{\circ} 56'$ се-
верне полутарск даљине, секундно клатно, мора да је
за 1,25 париске линије или за 2,81 милиметра краће,
од секундног клатна у Паризу.

Рише је одмах закључио, да ће земља због сбртања
око своје осе, на екватору морат бити испупченија
но на обртима, а Хајенс и Њутн тумачише скраћење
секундног клатна, као след од центрифугалне силе, која
привлачној сили наше земље на супрот деј-
ствује и тврдише такође, да је земља на ек-
ватору испупченија, дакле да има облик по-
моранце.

Међу тим добише *Доминик Касини* и *Де-ла-хир*
налог, да продуже Пикардова мерења, која су пре-
дузета поради прављења тачније карте од тадање
целе Француске државе и они нађоше некако у вре-
мену од 1680. — 1683. да један ступањ од Париза
Јужно ка Колиуру има дужину од 57097 а од Париза

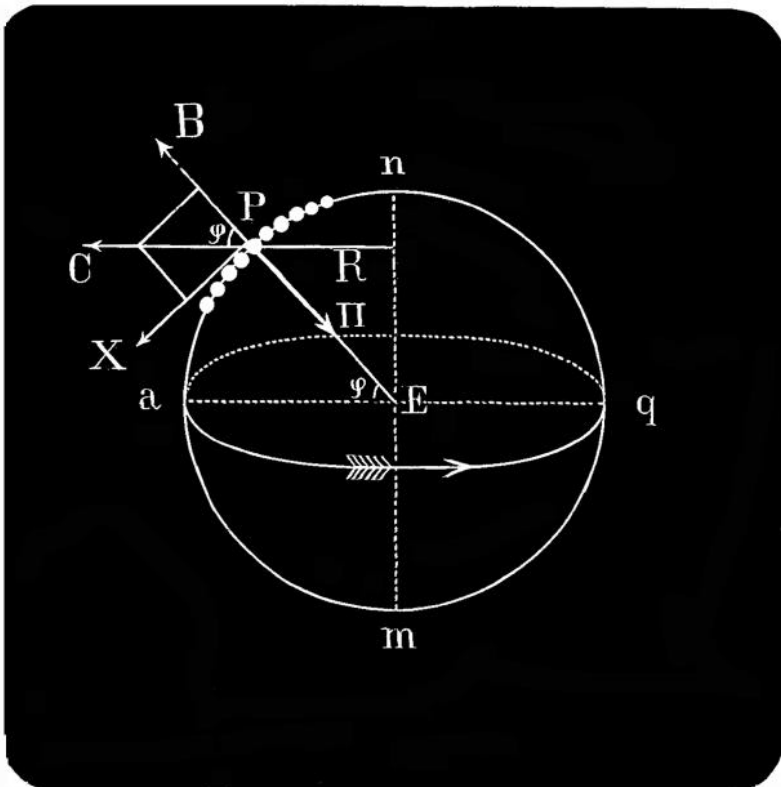
Касини северно ка Динекерку само 56960 тоаза. Услед
мисли да овога, поче Касини да тврди, да земља није
је земља испупченија на екватору, већ са свим против-
на полу-тару спљо. но Њутновом мишлењу, на обртима, и да према
штена. томе, има облик више налик на лимун.

Њутнов доказ да земља наша није као лопта, већ да је
као обртни елипсоид.

29.

Препирка о облику наше земље трајала је дуго и
узимала је на се, често пута, веома раздражен карактер;

она прелажаше чак и у веома страсну борбу, но све у корист нашега сазнања и напретка, јер и та моментана реакција, изазва исто толику акцију за крајње решење овога питања. Научари напрегнуше све своје силе, вештаци се утркиваше да и они својим радом ово питање колико више могу потпомогну. Усред ове борбе 1687. написа Њутн своје дело: „Philosophiæ naturalis principia mathematica” — у коме он помоћу центрифугалне силе и доказа, да земља није округла као лопта, већ да је на обртимма сљоштена, дакле да је елипсоид т. је тело, чије геометријско површије постаје, кад се елипса око своје мале осе обрће. Ова елипсина мала оса пада уједно са већ помињатом земљином осом.



Њутн доказиваше ово овако.

Он претпостави, да је густина течне земљине масе пре стинења, у свима правцима једнака била ; пре но што је земља почела да се обрће око своје осе (што ћемо доцније и доказати), морала је дакле она бити потпуно округла. Од како је обртање земље око њене осе отпочело, морала се показати тежња, по којој би се сваки делић ове течне масе у правцу, који је на осу обртања управан, од ове осе удалио. О овоме нас и искуство уверава, а како стоји са силама што дејствују у свакој појединој тачци, то видимо из следећег. Слика 15. служи за објашњење. У свакој тачци P течне земљине масе, која се око осе nm обрће, дејствују две силе а на име: *центрифугална сила* C , која је на оси обртања управна и која је по механици = $\frac{MV^2}{R}$ (ако са M означимо масу тачке P , са V брзину њену а са R њену даљину од осе) и *привлачна сила земљина* Π или тако звана тежа, која свакад ка земљином центру E дејствује.

Из Механике је познато, да ми можемо тако званим „паралелограмом сила да разложимо сваку силу на две саставнице (компоненте), па то можемо да учинимо и са силом C . Ми је разлажемо на једну саставницу, која пада у правац теже, дакле иде вертикално у вис, то нека је сила B ; и на другу, која на овој управно стоји, дакле је хоризонтално управљена, то нека је сила X . Из слике 15 добијамо да је:

$$B = C \cdot \cos \varphi \quad X = C \sin \varphi$$

ако са φ означимо полутарску даљину за тачку P . Вертикална саставница B пада у правац теже Π , но како она у противном правцу дејствује, то представља разлика:

$$(\Pi - B)$$

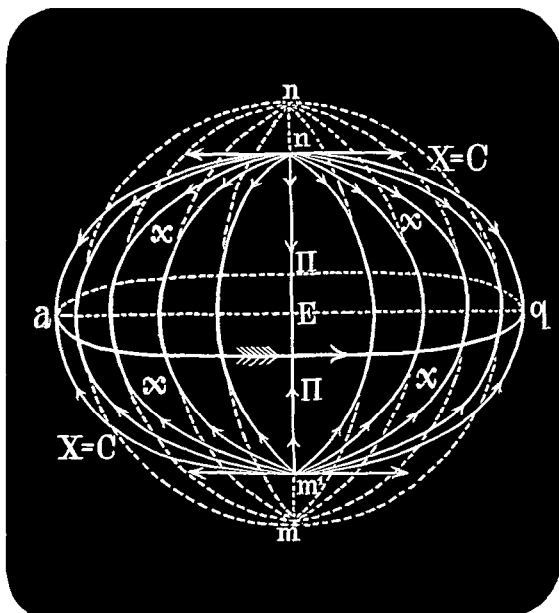
шти израз за привлаку бзиром и на центрифугу-

галну силу. За $\varphi = 0^\circ$ добијамо да је $\cos \varphi = 1$ и отуд следује $B = C$, дакле је на полутару $(\Pi - B) = (\Pi - C)$ привлака најмања, јер је C највећа могућа вредност од B . За $\varphi = 90^\circ$ следује $\cos \varphi = 0$ и зато је на обртима $B = 0$, па дакле тамо привлака највећа и равна Π . Што се хоризонталне саставнице X тиче, за њу добијамо за $\varphi = 0^\circ$ да је и $\sin \varphi = 0$ па и $X = 0$, дакле на полутару хоризонтална саставница равна нули; од полутара ка обртима идући све је већа ова саставница и то разуме се у сравнењу са оном вертикалном, и за $\varphi = 90^\circ$, добијамо $\sin \varphi = 1$ па и $X = C$, дакле на обртима је хоризонтална саставница највећа.

На полутару је земљина привлака најмања а на обртима највећа.

На обртима је хоризонтална саставница од центрифугалне силе највећа.

Из напред казаногa види се, да осем тога, што је на обртима земљина привлака највећа, да је и хоризонтална саставница на обртима највећа. Јасно је дакле, да ће земљина маса



Сл. 16.

око обрта, већ и због саме привлаке јаче тежити ка центру земљином. но што је ово на полутару случај. Осем овога и хоризонтална саставница дејствује од обрта ка полутару (слика 16. показује резултат овога посматрања), она тера дакле земљину масу, да се од обрта уплив центрифугалне удаљава и око полутара aq нагомила и да од лопте a n q t постане елипсоид a n^1 q t^1 ; силе на облику на овој основи могаде Њутн дакле и да тврде да је земља на обртима и после стинења њеног иљошгија, но на полутару и да се пона обртима сиљоштенна. вришје наше земље подудара са повришјем елипсоида, који постаје, кад се елипса a n^1 q t^1 око своје мале осе n^1 t^1 обрће.

Ово може да се докаже и покаже са тако званом центрифугалним апаратом и са два (упочетку) потпуно кружна метална обруча, који се у брзо окретање постављају; — од кружног облика добијају обручи (обично два) елиптичан облик.

Мерења земљиних димензија у XVIII-ом веку.

30.

Ако се ово Њутново доказивање слаже потпуно са природом ствари, онда мора и мерењем да се докаже: да је дужина једнога ступња у правцу подневка ка полутару идући мања, дакле да је тамо кривина већа, а ка обртима идући са овим обрнуто, дакле да је дужина једнога ступња већа, кривина мања, па дакле тамо земља пљоштија.

Перуанско У цели да се ово питање дефинитивно и латинско мерење ступња. Французи спремише читаве експедиције за ово; једна експедиција, у којој беху Кондамин, Буге, Годен, оде 1735. у Перу, где је у околини вароши Квита мерен лук од $3^{\circ} 7'$. Ово је мерење познато и под именом „перуанско” и од њега носи име тако звана „Тої-

se du Perou", дужина јединице мере при 13° R, са којом је мерено. Друга експедиција, у којој беху *Моертуи Ками*, *Лемоније* и *Утије*, и којој се у Шведској и *Целзије* придружи, оде 1736. у Лапланд, где је код Торнее премеран лук од само једнога ступња.

Буге је добио за дужину једнога ступња под полутаром 56755 тоаза; а *Моертуи* јави да је, Резултат француских мерења. на северу добио за дужину једнога ступња 57437 тоаза. После оваквих доказа, није се више могло сумњати, да је земља на обртима пљоштија но на полутару, и Француска мерења морадоше поново да послуже као доказ, да се проналасци и теорије великога Њутна са природом потпуно слажу.

Па скоро одпочеше мерења и по другим државама; на све стране разви се жудња за све већим сазнањем и тако постаде историја о мерењу ступња, најзнатнијим делом у културној историји. Нема научнога проблема, за који су просвећени и напредни владоци и владе више утрошили, и на коме су умне снаге већине народа више опробане; овај је проблем и заједнички рад више него и сваки други проблем захтевао, па и добре резултате оваквог удруженог рада најсјајније на видело изнео; — историја о мерењу ступња представља нам дакле у исто време и прво стање удруженог напредовања, најлепши и највеличанственију пример за једничких напора за постижење цели, која је данашњу науку о премеравању, Геодезију и створила, практичну Астрономију и Наутику до великог ступња савршенства подигла, и којој све науке, које се мерењем и опажањем баве, за своје нагло напредовање дуг дугују.

Француска револуција и велики политички потреси које она произведе, могоше само прелазна застајивања да произведу; па и за време ове револуције нареди опет париска академија те *Деламбр* и *Мешен* 1792.

Важност и уплив мерења ступња на егзактне науке.

деламбро- во и Мешеново мерење ступња. које потпомагаху *Борда* и *Лаилас*, премерише дужину ступња између *Динекерка* и *Барселоне*. Резултат овога мерења беше још 1799. поднешен комисији за мере и тежине „*Commission des Poids et mesures*” и он послужи као основа за увођење нове метарске мере.

Овим мерењем добило се за дужину земљинога обима 20,522.960 тоаза, а за четвртину или земљин квадранат 5,130.740 тоаза; а како је метар по заповести на- дужина роднога конвента, требао да буде десет милионти део овога квадранта, то се узело да је :
земљин квадранат = 5 130 740 тоаза = 10 000 000 метра, и према томе 1 метар = 0,513 074 тоаза или
1 метар = 443, 296^{'''} париских линија.

Димензије земљине елипсе по *Беселу*.

31.

С обзиром на све што смо напред казали а помоћу 10 разних мерења ступња, определио је *Бесел* земљине димензије и нашао, да *земљина елипса*, која се добија, кад се земља равнином кроз земљину осу у правцу макога подневка пресече, има ове димензије:

земљина мала полуоса $b = 3\ 261\ 139, 328$ тоаза или половина земне осе = $6\ 356\ 078, 963$ метара ;

земљина велика полуоса $a = 3\ 272\ 077, 140$ тоаза или половина полутарског пречника = $6\ 377\ 397, 156$ метара.

Разлика између велике и мале полуосе земљине елипсе, изражена у деловима велике полуосе, дакле

земљина спљоштеност износи $\frac{a - b}{a} = \frac{1}{299,1528}$ или у

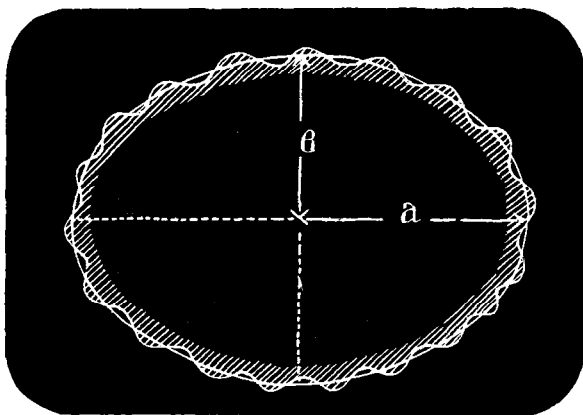
округлом броју $\frac{1}{300}$. Према овим податцима нашао је

Бесел да земљин квадранат има 10 000 855, 765 метара а
цео обим у правцу подневка 40 003 423, 060 метара.

Геоид или прави облик наше земље.

32.

Ово напред изложено, можемо да сматрамо, као
главни резултат досадањих радова, али су се опет у
најновије време показале неке разлике међу рачунима
и опажањем, које ће се на сваки начин морати при-
писати местимичној неправилности земљине кривине



Сл. 17.

Нашло се, да се геодетским путем (тријангулацијом и
рачуном) нађена полутарска даљина за какво место,
не слаже свагда потпуно са полутарском даљином, коју
смо за исто место астрономским сматрањем (поларне
звезде)нашли, т. је, показало се: да *вертикале* (тежни
правци) на та два поменута разна начина нађене *не*
падају свакад уједно, већ да мање или више једна од
друге *одступају*, што може да буде само тако, ако земља
није са свим правилан, већ већим или мањим *непра-*
вилностима подложен елипсоид.

Ове неправилности нису такве, да не би могли на-
пред поменуте димензије да задржимо, ал ако узмемо

и ове неправилности у рачун, онда слеђује: да земљино површје није правилан, ђакле математички обртни елипсоид, већ површје тако, које од правилног елипсоида час јаче а час опет слабије, овде у дужим а онде у краћим таласастим узвишењима и уђубљењима одступа. По речима Беселовим, стоји физичко површје наше земље, тако звани *геоид*, према математичком, као површје узрујане таласаве воде, према површју мирне, дакле од прилике као што слика 17 показује. На овој слици представља елипса са осамом *a* и *b* пресек математичког елипсоида, са којим се наша земља подударом, разуме се ако узмемо да је: $a = 6\ 377\ 397, 156$ а мала оса $b = 6\ 356\ 078, 963$ метара; она вијугава линија представља физичко површје наше земље или тако звани *Геоид*. Ово је наше данашње знање о облику и величини наше земље, које ће се у потоњем времену још боље утврђити удруженим снагама научењака разних држава и најтачнијим опажањима и мерењима, која руководе чланови „друштва за европско мерење ступња”. Кад се буде у што више тачака на земљи испитало одступање поменутих тежних праваца, па и тако званим „прецизионим нивелањем” определила валовитост земљине површине или боље, определиле висине над морем, за што (је могуће) већи број тачака на земљи, онда ћемо тек доћи до крајњег резултата у питању о облику наше земље.

За обим полутаров добија се по напред реченоме 40 070 368 метара или 5400 географских миља. Од ових географских миља иду 15 на један *полутарски* ступањ и према томе је једна географска миља = 4 Географска миља; лучне минуте и има 74 20, 439 метара. Осем на полупречник земљин. показани начин изражавају се земљине димензије још и у географским миљама и онда има полутарски полупречник 859, 44 а половина земљине осе 856, 56 географских миља. Површје наше земље има

9261238 квадратних географ. миља, а полупречник лопте, која би са земљиним елипсоидом једнако површје имала, има 858, 48 географских миља. Због незнатне разлике између полутарског полупречника и половине земљине осе, сматра се земља у многим случајевима као лопта са полупречником $r = 6366\ 675$ метара, што одговара меридијанском полупречнику кривине за полутарску даљину: $+ 45^\circ$.

ТРЕЋИ ДЕО.

Обртање земље око своје осе.

33.

Ми смо напред поменули, да су изрази наши: да се сунце и звезде рађају и залазе, да у подневак овога или онога места доспевају, основани само на привидноме опажању појава на звезданом небу.

Звезде и сунце не долазе у подневак, већ се по-дневак креће од запада ка истоку.

У ствари нити се рађају звезде нити сунце залази већ као што ћемо видети, за исте углове, за које мислимо да се звезде или сунце крећу у извесном времену, за те исте углове окреће се наш подневак, и пошто свакој тачци овде на нашој земљи одговара по једна тачка на небу, то нам ово небо изгледа као какво огледало, у коме се наша земља огледа. Много што шта чини нам се да бива на небу, а оно бива овде на земљи нашој. Истине, које се опажањем у нашој свести оличавају, преносимо ми по природи нашој на небо, и тек их доцније сводимо на њихове праве узроке.

Како су стари народи мислили о свету.

34.

Досад посматрано окретање небеске сфере, сматрано је кроз хиљаде година као истинито.

Први грчки учитељ *Тале* (610 пр. Хр.) мишљаше, да је земља наша као какав котур, да на води као оно лађа *олива*, и да је над њоме небо као звоно сведено и то тако, да оно својим најширим отвором воду

и додирује. Да би привидно окретање небеске сфере објаснио, он мораде с обзиром, на своје горње мишлење и то да тврди, да звезде при заходу у океан тону, у овоме преко ноћ пливају, док не доспу у тачке, из којих нам се опет на истоку рађају. Филозоф Анаксиманда промени облик земљин и приписиваше јој облик ваљка а уз то мишљаше, да овај ваљак лебди *непомичан* у овоме космичком простору, *јер по мишљењу Анаксимандовом нема основаног узрока, по коме би се тело, што се налази у центру какве празне сфере, ма у каквом правцу кретало.*

Питагора па и славни Платонов ученик Аристотело, сматраху истина земљу за округлу, али и они мишљашу да она *непомична* лебди у овоме космичком простору. Исто тако и Архимед па и александријски астроном *Клаудије Птолемео*, немогоше да дођу на ту мисао, да се земља обрће и Птолемео (150. после Христа) основа и свој властити систем света, по коме земља истина округла стајаше још једнако *непомична* и око ње се окретаху месец, све тада познате планете, сунце па и све звезде. Птолемеово дело „Алмагест“ вредило је скоро 15 векова као једина астрономска књига.

Да се оборе мишлења, која су се са нашим непосредним чуоним опажањем тако слагала; да се оборе кроз толике векове утврђаване предрасуде светске, и да се свет поред свега тога, бар у неколико увери, да је окретање небеске сфере тек само привидно, дакле да је на нашој обмани основано, а у ствари, да је оно след обртања земље око њене осе, стало је доста муке и борбе. Требало је прикупљати много материјала, те да се докаже недотупавност Птолемеовог система и заиста тек 1543. године испаде за руком *Копернику*, да сруши Птолемеов систем и да нам обелодани непобитну истину: да се земља Коперник. обрће око своје осе па и око сунца окреће; он би тако

срећан, да нас поведе истинитом сазнању природе и онога, што се пред нашим очима збива.

Исход и заход звезда објашњен на претпоставци, да се
небо око земље обрће.

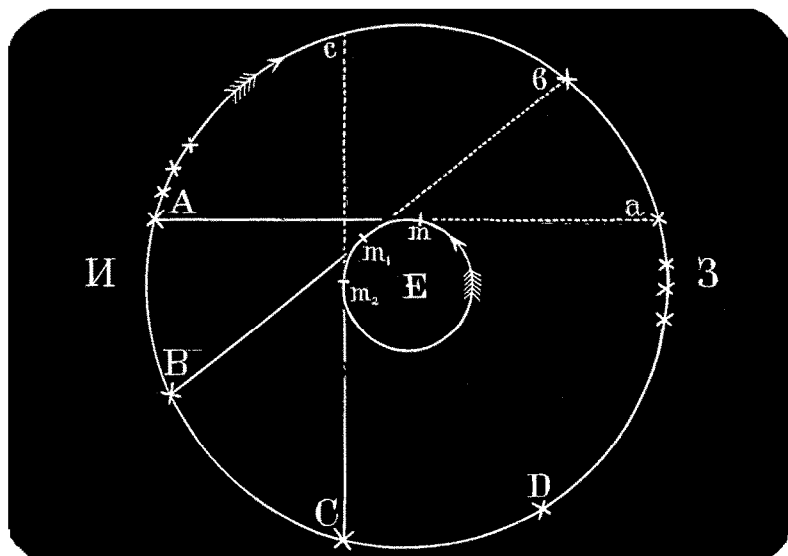
35.

Мишлење о окретању неба око наше земље, о коме смо напред говорили, тако је просто, тако одговара нашим опажањима и тако је спретно за објашњење свега, што је с тим окретањем у свези, да је са свим природно, што су људи у њ *тако чврсто* и *тако дуго* веровали. При свем том нашло се људи, који подвргав резултате својих опажања, критици свога ума, почеше да сумњају, да се небо око наше земље окреће и на томе путу дођоше до противнога закључка.

Па да видимо, да ли се окретање звезда даје објаснити и обртањем земље око своје осе?

И ако ово питање на први поглед нешто чудновато изгледа, опет ћемо се наскоро уверити, да се окретање звезда, може потпуно и обртањем земље око њене осе да објасни. Ми смо говорили, а тако нам се и чини, да се звездано небо окреће од истока ка западу, да се звезде рађају и залазе т. је, издижу и спуштају над нашим хоризонтом, који свагда као сталну равнину сматрасмо. Али до истих опажања доћићемо, ако претпоставимо, да све звезде на небу стоје, а место тога да се земља окреће, по само упротивном правцу (у коме се небо привидно окреће) дакле у правцу, од *запада ка истоку*. У овом случају јасно је, да ћемо се и ми (и ако своје место на земљи не мењамо) са земљом заједно окретати од запада ка истоку, па пошто хоризонат сматраочев иде свакад кроз подножје његово, то се лако увиђа, да ће се и хоризонат сад такође окретати и то у истом смислу, од запада ка истоку.

Нека на слици 18 као и досад, представља E сред-
среду наше земље, m , m_1 , m_2 , тачке на површју њеном,
а $CBAca$, нека нам представља небо, које нашу



Сл. 18.

земљу са свију страна окружава. Ако се небо окреће
од истока на западу у правцу стрелице, дакле у пра-
вцу $Acba$ око земље, коју замишљамо да мирује, онда опа-
жа сматралац који у тачци m на земљи стоји, да се над ње-
говим хоризонтом (који он за сталну равнину држи) A та
оне звезде рађају, које се у тачци A налазе, а да опет
оне звезде, које се у a налазе, испод његовог хоризонта
залазе. После некога времена, да рекнемо, окренуло се
небо с лева на десно за толико, да је сад, тачка B
дошла на место од A , а тачка b пала у a и сад опажа
сматралац у m , да се над његовим хоризонтом рађају
звезде, које се налазе у тачци B на небу, а да звезде
које досад беху у b , па дакле које беху на извесној
висини над хоризонтом, сад залазе испод његовог хо-
ризонта. Исто ће овако бити и са звездама у C затим
у D и т. д.

Исход и заход звезда објашњен на претпоставци да се земља око своје осе обрће.

36.

Но ако се земља обрће од запада ка истоку, дакле у правцу m m_1 m_2 , то се с њоме обрће и сматралац па и његов хоризонат. Ако замислимо да је овај хоризонат продужен до неба, то ће он, кад је сматралац у m , ићи кроз тачке A и a на небу и сматраоцу ће се чинити опет, да се звезде код A рађају а да код a залазе. После некога времена, да рекнемо, обрнула се земља а с њоме и сматралац, овај нека је дакле сад у m_1 па дакле и његов хоризонат $B b$. После овога времена дакле, прешао је хоризонат из положаја Aa у нови положај $B b$, и звезде, које се сматраоцу у A рађаху, стоје сад над источним делом хоризонта $B m_1$, прилично високо, док опет оне, које у тачци a залажаху, стоје сад испод западног дела хоризонта $B m_1$, прилично ниске и сад оне звезде у тачци b залазе. Исто ће овако бити и са звездама у C , затим у D и т. д. кад сматралац доспе у положај m_2 и т. д. — Као што се дакле тамо небо око сталног хоризонта од истока ка западу окретало, тако се овде (променљиви) хоризонат од запада ка истоку креће према сталном (непокретном) небу, и као што се тамо звезде од источног сталног хоризонта удаљаваху (или пењаху) а западном приближаваху, тако се овде од истих звезда удаљује источни (покретни) хоризонат, услед чега изгледа, да се на источној страни звезде пењу (рађају) а на западној страни спуштају, залазе.

И једном и другом претпоставком, можемо дакле подједнако и потпуно да објаснимо окретање звезда, и до ваше воље стоји, да једну или другу узмемо као вредећу.

Основе за обртање земље око своје осе.

37.

Размишљањем и самом логиком ствари, која се у природи тако очито обелодањује, ум људски одбаци претпоставку о окретању неба око наше земље а усвоји ону другу; и ма да је истина, да простирању мишлења о обртању земље око њене осе и окретању њеном око сунца, сметају много и наша уобичајена изражавања а на име: да се звезде и сунце рађају и залазе, да се сунце од истока ка западу креће и т. д. ми и мамо за то опет ове основе да наведемо.

Сплjoштeност наше земље на обртима, објашњена као след опадања земљине привлаке од обрта ка полутару, доказује нам, да се земља око своје осе обрће. Хумболт вели у своме космосу: «Облик земљин уједно је и њена историја.» И заиста, ако какву заокругљну мекшу масу узмемо и провучемо кроз њу један штап и око овога је брзо обрћемо, онда ћемо по неком времену видети, да се поједини делови те масе све више од осе (штапа) обртања удаљују, што су они даљи од обрта. Пошто је даљина од обрта (овде места на маси у којима штап пробија масу) највећа за оне тачке, што су на половини даљине између једнога обрта и другог, дакле на полутару ове масе, онда ће удаљавање на полутару уопште најјаче и бити. Механичан узрок овоме удаљавању је центрифугална сила, која се обртањем оне масе, производи. Из овога следује: да ће само мека тела при обртању постати спљoштeнија — чврста не. Ми са овим разлагањем истина долазимо до закључка (ако место горе поменуте масе за-замислимо земљину масу), да је земља била некад у течном стању, јер да је она на обртима спљoштeна, то су нам и сама најновија тачна геодетска мерења доказала. Али и обрнута, на основу

Доказ земљиног обртања помоћу спљoштeности обртима.

доказане спљоштености на обртима и јаче испупчености земљине на полутару, можемо да тврдимо: да се земља некад око осе своје обртала, па да се и данас обрће.

Сплљоштеност на обртима долази од окретања око осе; ово се види и на свима другим планетама о којима се зна, да се око своје осе обрћу, па тако је и код наше земље.

И привидно обртање небеске сфере доводи нас, ако дубље размислимо, такође на закључак, да се земља око своје осе обрће. Кад ово не би било, а ми видимо да се небо са свима звездама из дана у дан окреће, онда би све ове звезде, које су од нас билионима и Доказ по- билионима миља удаљене, морале за 24 часа моћу при- да пређу те своје огромне путање, те да нам видног о- се опет у извесно време на истоку укажу. Ова бртања небеске сфере и би тела морала имати огромно велику брзину, помоћу а- те да ова своја кретања за поменуто време налогије. сврше. Тако н. пр. месец, који је за више од 51.000 миља од земље удаљен, морао би у свакој секунди времена прелазити по 3,8 миље; а сунце на удаљењу од 20 милиона миља по 1500 миља. Али и са тим огромним брзинама, није достигнута граница највеће брзине, којом би се небеска тела морала кретати, кад би узели, да се звездано небо заиста око наше земље окреће; јер најближе звезде некретнице удаљене су од наше земље до 4 билиона миља, и оне би морале на таквој даљини од земље, у свакој секунди прелазити више од 250 милиона миља — оне би се дакле кретале брзином, коју наш ум неможе ни да појма. А са каквом би тек брзином морале да се крећу оне звезде, које су још даље од земље и чија даљина износи више стотина па и хиљада билиона миља! Но осем поменутих, готово без краја великих даљина, имају и сунце и звезде много веће масе но што наша земља има; сунце има од прилике триста хиљада пута

масу од земље, и сва та тако огромна тела, морала би да се окрећу око наше земље, која је према њима тако мајушина. Поред свега тога, ми немамо за окретање неба никаквих поузданих основа ни с обзиром на силу, која би то кретање условљавала.

Где год има дејства, ту мора да има и узрока или силе, која то дејство производи, и свакад стоји сила са дејством у извесном односу и то тако, да што је год веће дејство, то је јачи и моћнији узрок или сила; и обрнуто. Кад би претпоставили, да се небо заиста окреће око наше земље и да тела небеска имају онакве, напред изложене брзине, онда би логично морали да потражимо и узрока томе дејству; — морали би дакле да претпоставимо и то, да се у нашој земљи налази та ванредно моћна снага, која је у стању не само да произведе та заиста колосална витлања, већ да их и кроз толико времена одржава у непромењеном стању. У материјалном свету, опредељује се величина дејства поглавито према величини маса, и што је маса већа, то је и дејство веће, а што је маса мања, то је и дејство мање. разуме се, ако су остале прилике и у једном и у другом случају подједнаке. С обзиром дакле на горепоменућу сунчеву масу, кад је сравнимо са масом наше земље, невероватно је, да се толико хиљада пута већа сунчева маса, окреће око наше земље, — а то ли звезде.

Ал све кад би и дозволили, да се у земљи нашој налази та ванредно моћна снага, која подржава окретање неба, то опет ни начин дејствовања те силе, не може никако да се сложи са нашим, већ толико утврђеним знањем о дејствовању сличних сила између тела и тела. Посве би недотупавно било, кад би тој сили приписали моћ па и карактерну особину, да она дејствује на најудаљенија тела, да кажемо на звезде, много јаче, него ли на ближа тела месец и сунце, што

би из пређашњих напомена о брзинама светских тела морало да следује, разуме се, кад би се звездано неби заиста окретало.

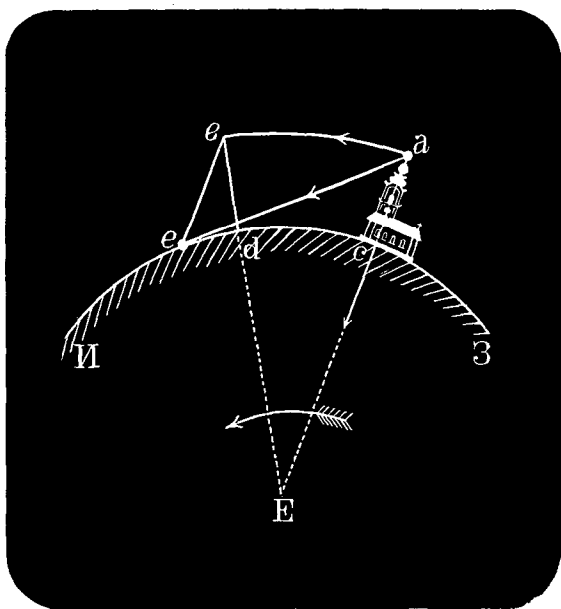
Као што видимо, ми немамо разложних основа на којима би нам било појамно, да се сва та тела око наше земље окрећу; на против, ако узмемо и размислимо, да се окретање неба може потпуно да сложи и са обртањем наше земље око исте осе, око које се привидно и небо окреће, (што смо напред под бројем 36 и показали) онда је нашем уму вероватније, да се земља око своје осе обрће. Осем овога, све планете па и сунце наше, обрћу се (ово је опажањем доказано, око својих оса, па зашто би земља, као члан овога нашега сунчаног система једина у овоме изузетак чинила? — И на овој основи а по аналогiji, можемо да тврдимо: да се и земља око своје осе обрће.

Источно скретање од вертикалног правца, као резултат од обртања земљиног око своје осе.

38.

Источно скретање од вертикалног правца, кад какво тело са веће висине пустимо да пада, доказује такође обртање наше земље око своје осе. Кад на тело дејствују две силе под извесним углом у исто време, онда се тело креће у правцу дијагонале онога «паралелограма», који може да се конструира помоћу поменутих сила и угла, који те силе заклапају. Ако се земља обрће од запада ка истоку око своје осе, онда се крећу и сва тела на њој, па и сви њени делови у истом правцу, и то је јасно, да ће се тела, која су од центра земљиног даља, брже кретати, но тела центру земљином ближа. Врх каквога торона има већу брзину, но ма каква тачка подножју његовом ближа. У моменту, кад пустимо какво тело н. пр. какво оловно ђуле, да пада са врха каквога торона и онда дејствују на њега две силе, једна је центрифугална сила а друга

привлака (тежа) наше земље. Слика 19. објашњава ово што смо напред рекли; E је центар земљин, d c један део њеног површја, са нека је какав торон, а земља



Сл. 19.

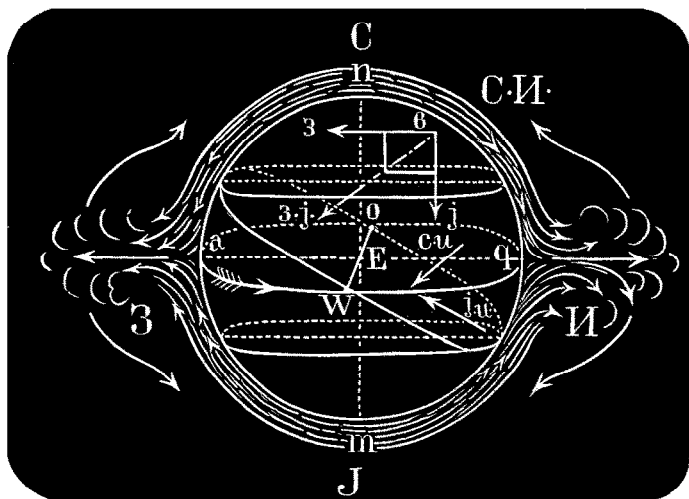
нека се обрће у правцу од запада ка истоку, у смислу стрелице, око њене осе, коју у E управно на хартију замишљамо. Из тачке a пустимо нека пада какво тело. Пошто је тачка a даља од центра земљиног или боље пошто a лежи више од тачке c , то ће при обртању земље, тачка a да опише већи круг, но тачка c за једно и исто време и биће ab веће од cd , т. је, свако тело у a , имаће већу брзину од тела, које би се у c налазило; а како центрифугална сила расти са квадратом брзине, то ће и свако тело у a , већу центрифугалну силу имати од тела у c . Док тело из a пуштено пада на земљу, прелази подножје торона пут cd , а тачка a пут ab ; за исто време прелази тело дијагоналу ae , која центрифугалној сили у тачци a и привлачној сили наше земље одговара и у „паралелограму“ $abec$ постаје. Тело пада исто толико далеко

од *c*, као што је *b* од *a* удаљено — дакле оно пада у *e*. Ова је тачка за *de* удаљенија у правцу обртања наше земље, од тачке *d*, у којој се сад подножје торона налази. Ако се земља у правцу од запада ка истоку обрће, онда мора дакле да се опази источно скретање од вертикалног правца. Ово се скретање опажа доиста и отуд следује: да се и земља око своје осе обрће. Њутн је 1679. године наговестио, да овога скретања мора бити, а доказао га покушајем *Raix* у Фрајбергу, где је за висину падања од 158, 5 метара и убрзање $g = 9,81$, на полутаркој даљини $50^{\circ} 57'$ добивено источно скретање од 28 милиметара.

Ваздушне струје у земљиној атмосфери, као резултат од обртања земљиног око своје осе.

39.

Осем поменутих основа имамо и ове. *Ваздушне струје у земљиној атмосфери* а особито тако звани *цасатски ветрови*, доказују, да се земља обрће. Земља и ваздух загревају се најјаче у топломе појасу (зона) или климату. За-



Сл. 20.

грејан и тиме разређен ваздух, постаје лакши од ладнога и пење се вертикално у вис. У топлим пределима на полутару и ближе око овога, пење се дакле топал ваздух у вис и разлива се к северу и југу. Слика 20 показује од прилике ово стање, где је земља са атмосфером представљена. Ладнији ваздух опет (као тежи) нагиње по површини наше земље, и струји ка полутару од севера ка југу, на северној половини наше земље; а од југа ка северу, на јужној половини њеној. На овај се начин изједначава температура на земљи. Због струјања ваздуха, порађа се на северној половини северни ветар, који од севера ка југу дува, као на слици 20. вј. Због о-

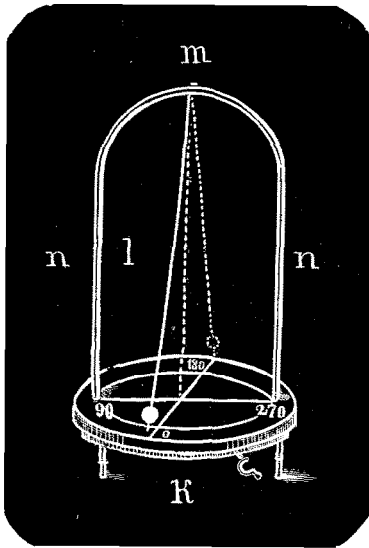
бртања земље око осе, има северни ветар као и предели из којих долази, мању брзину ка истоку, но што је то случај код јужнијих предела и на полутару, у које ветар доспева. Север. ветар неможе дакле да иде са јужнијим пределима упоредо, већ мора за нешто да изостаје, он ће дакле привидно дувати ка западу, као на слици 20. вз. Ми имамо и овде, да две силе дејствују на ваздух: једна на југ у правцу *вј.* а друга на запад у правцу *вз.*; ваздух мора да се креће дакле у правцу дијагонале *зј.*, дакле у правцу *југозападном* т. је, ветар тада дува на северној половини земљиној са *северо-истока* као *с.и.* На јужној половини земље из *истих* разлога, дува опет *југо-источан* ветар као *с.и.* Ови ветрови зову се *пасатски ветрови*. Ако се земља обрће од запада ка истоку, онда морају да дувају на обема странама од полутара у топлоне појасу пасатски ветрови. На северној страни од полутара на нашој земљи дува заиста свагда *североисточан* пасат, а на јужној страни опет свагда *југоисточан* пасат, и отуд следује, да се земља од запада ка истоку око своје осе обрће.

Доказ са пасатским ветровима у топлоне појасу.

Фуколтов доказ са клатном, да се земља обрће.

40.

И Фуколтов покушај доказује, да се земља обрће од запада ка истоку. По закону инерције (лењости) задржава заклаћено клатно своју равнину клатења, ако на њ не дејствује никаква друга сила, до само тежа или привлака наше земље и на овоме је Фуколт свој доказ основао.



Сл. 21.

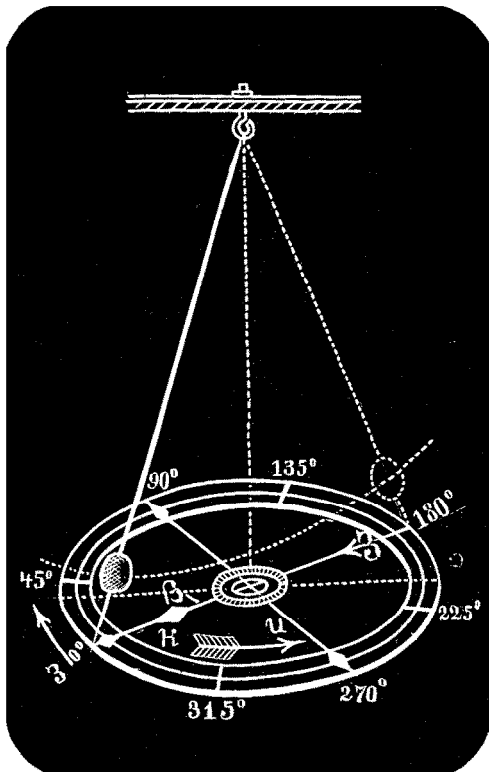
Да клатно задржава заиста своју равнину клатења о томе можемо да се уверимо простом справицом, коју нам слика 21. представља. На хоризонталном дрвеном колуту *k* утврђен је носач *nn*, о кога је обешено физичко клатно *l*. Дрвени колут може око своје вертикалне осе да се обрће, помоћу зупчаника, који су испод њега направљени. У стању мировања, пада правац поменутога физичкога клатна са вертикалном осом колу-

Оснивање Фуколтовог покушаја.

та уједно. Ако заклатимо клатно у правцу пречника, који је да кажемо обележен са 0° и 180° , то ће оно, ако га оставимо, клатити у равнини, која је утврђена линијом $0^\circ - 180^\circ$ и тачком *m*, о коју је клатно обешено. Ово ће све дотле бити, докле се год колут остави у положају, у коме је био, кад смо клатно заклатили. Но ако колут заједно са носачем обрћемо полагано око вертикалне колутове осе, онда ћемо опазити, ма да у ствари равнина клатења опет она пређашња равнина остаје, да испод клатна, све други и други пречници колутови долазе

и то брже или лаганије, како кад, колут брже или лаганије обрњемо. Ако обрњемо колут у смислу *с десна на лево* за угао 90° , приметимо, да клатно клати у правцу пречника $90^\circ - 270^\circ$ или да је равнина клатења за то време, прешла угао од 0° до 90° и то у противном смислу, дакле *с лева на десно*. Ми равнину клатења нисмо ничим изменили, већ смо само колут за исти угао обрнули у смислу *с десна на лево*; — *кретање равнине клатнове је дакле само привидно и неминовна последица онога колутовог обрња.*

Ако се земља у правцу од запада ка истоку обрње, онда то мора да се покаже и опази и на равнини



Сл. 22.

клатна; јер кад клатно своју равнину клатења задржава, а земља се ка истоку окреће, онда мора на равнини клатења да се примети, да се она привидно у противном правцу, дакле у правцу од истока ка западу мења или боље креће. Кад обесимо какво клатно негде на полутару, онда ће као и свуда, клатно задржати своју равнину клатења, али на њој неће се опазити никакво мењање. Обесимо ли клатно на неком месту између обрта и полутара, онда ћемо (Сл. 22.) опазити мењање клатнове равнине: јер ако заклатимо клатно и равнину клатења у почетку обележимо (негде на патосу) са 0° , дакле положај, који казаљка k показује, то ћемо по неком времену спазити, да клатно привидно клати у равнини која са оним првашњим положајем заклапа угао, да кажемо β .

Ми покушајима дознајемо, (пошто је клатно неко време клатило), да се равнина клатна привидно мења у правцу стрелице z ; дакле, да од истока ка западу све више расти угао β . Кад се земља не би обртала, не би се тачке на земљи (па и обележени правац на патосу) према равнини клатења измицале, па не би ни клатно привидно своју равнину мењало; — клатно мења равнину у правцу од истока ка западу и отуд следује :*да и земља мора да се обрће око своје осе и то у правцу противном од запада ка истоку, дакле у смислу стрелице и.*

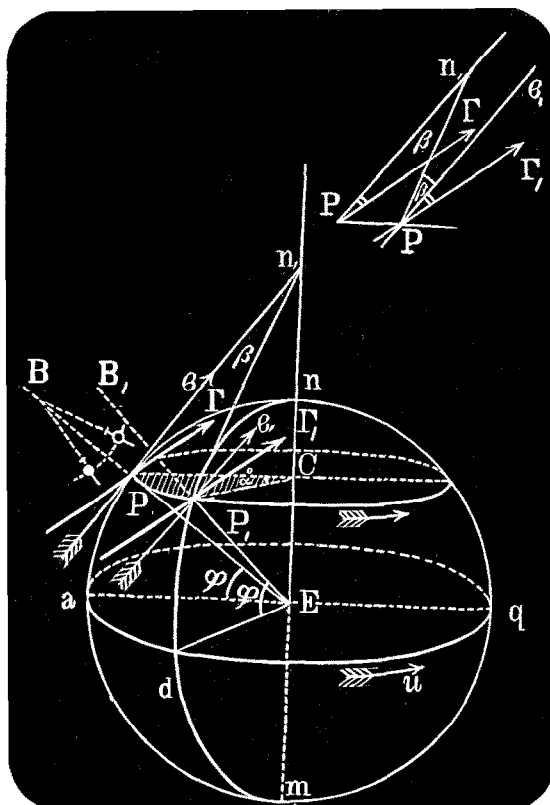
Овај се покушај најзгодније прави у каквој повисокој згради у којој се на патосу, а око вертикале за тачку, у којој је клатно обешено, описује и један повећи круг (Сл. 22.) и овај круг према почетном положају равнине клатења, која се обележава са 0° и 180° , подели на четири једнака дела, сваки по 90° па и на мање делове бар од 10° до 10° .

Фуколт је први дошао на ову мисао па и покушајем 1851. доказао, да се земља око своје осе обрће. Он је први покушај правио у једноме подруму, затим у париској обсерваторији па и у Пантеону.

Величина угла за који се клатнова равнина
на разним местима на земљи мења.

41.

Време за које равнина клатења привидно цео круг прелази, зависи од полутарске даљине места, у коме се покушај прави; на једном и другом обрту, прелази равнина цео круг или 360° , за један дан или 24 часа; на полутару је ово кретање равно нули т. ј, тамо неће равнина клатења никад описати круг или што је једно исто, за прелаз круга на полутару треба без краја дугачко време. Како се налази угао, за који се равнина клатења на буди коме месту на земљи за извесно време



Сл. 23.

окреће, видимо из следећега посматрања. Слика 23. (круг $a n q t$) представља земљу, на којој је један подневак $a P q$ кроз произвољно место P ; ако је угао: $\hat{a} \hat{E} P = \varphi$, полутарска даљина места, у коме смо обесили па и заклатили клатно, то ће оно почети да клати у равнини, која кроз вертикалу BP иде. Ми можемо у произвољној равнини клатно да заклатимо па дакле и у равнини подневка за место P . Ако ово учинимо, онда ће линија, коју клатно при клатењу описује, моћи да се сматра, као права линија (ако њену незнатну кривину занемаримо) која лежи у хоризонталној равнини за тачку P . Ова права линија, кад клатно у подневку клати биће очевидно представљена тангентом Pb у тачци P на подневак ове тачке. Ова тангента сече (продужена) осу земљину у тачци n_1 .

Услед обртања земље око осе доспева тачка P у P_1 и тангента на подневак у тачци P повучена, има сад правац $P_1 n_1$ а клатно међу тим задржава по закону инерције свој првашњи положај и клати опет у правцу $P_1 b_1$, који је са првашњим Pb упоредан. Ако узмемо да је PP_1 веома мали лук, онда можемо да га сматрамо као праву линију и према томе $P n_1 P_1$ као раван троугао, у коме стране $P n_1$ и $P_1 n_1$ (види на слици 23. ону мању слику над великом; $P n_1 P_1$ то је раван троугао) представљају правце подневака кроз P и P_1 . Равнина клатења не пада у тачци P_1 са подневком ове тачке уједно, већ заклапа с њиме угао $n_1 P_1 b_1$ који је исто толики, колики је и угао $P n_1 P_1$ и који ми означавамо са β .

Док се земља обрнула око своје осе за угао $\alpha^\circ = P C P_1$, променила је равнина клатења привидно свој положај према подневку и месту P_1 за угао β ; и овај се угао налази овако.

Познато је, да при истој величини лука а разним полупречницима, углови стоје у обрнутој сразмери са

полупречницима т. је, један пут, два пут већем полу-
пречнику, одговара исто толико пута мањи угао — и
на овој основи добијамо из слике 23. ако ставимо:

$$Pn_1 = P_1n_1 = R, \quad PC = P_1C = r; \quad \sphericalangle PCP_1 = \alpha^\circ;$$

$$Pn_1P_1 = \beta^\circ; \quad \alpha^\circ: \beta^\circ = R: r;$$

из троугла P_1n_1C следује:

$$\frac{r}{R} = \sin \varphi^\circ \quad \text{или} \quad r = R \sin \varphi^\circ$$

јер су углови $dEP_1 = aEP$ равни углу P_1n_1C као углови,
чији краци једно на друго управно стоје. Према овоме
је заменом:

$$\alpha^\circ: \beta^\circ = R: R \sin \varphi^\circ \quad \text{или} \quad \alpha^\circ: \beta = 1: \sin \varphi^\circ \quad \text{дакле:}$$

$$\beta^\circ = \alpha^\circ \sin \varphi^\circ.$$

Ми добијамо дакле угао, за који се мора
равнина клатења на буди коме месту на зем-
љи за извесно време (услед обртања земље)
да промени, ако угао, за који се клатнова
равнина на обрту за исто време мења, пом-
ножимо са синусом полутарске даљине. На
обртима прелази равнина клатења цео круг
или 360° за 24 часа, дакле у једном часу: $\alpha^\circ = 15^\circ$
и према томе је у опште:

Величина
угла за
који се
клатнова
равнина
на буди
коме ме-
сту мења.

$$\beta^\circ = 15^\circ \sin \varphi^\circ$$

онај угао, за који се равнина клатења за један час мења.

Види се: да β опада са опадањем полутарске да-
љине или што се више полутару приближавамо; кад је
 $\varphi = 0^\circ$, дакле на полутару, онда ће због $\sin \varphi = 0$, бити
и $\beta = 0^\circ$, т. ј. у једном часу прећиће равнина на по-
лутару угао $= 0^\circ$; за цео круг треба јој дакле без краја
велико време.

По горњој једначини израчуната је ова таблица.

Привидно окретање равнине клатења код Фуколтовог покушаја.

| Место | Полутарска даљина | Величина угла за 1 час | Време за које се цео круг описује |
|-----------|----------------------|---------------------------|---|
| Обрт | 90° 00' | 15° | за 24 ^h 0 ^m |
| Кенигсбер | 54° 42' | 12°, 83 | 28 ^h 3 ^m |
| Минхен | 48° 8' | 11°, 31 | 32 ^h 45 ^m |
| Београд | 44° 48' | 10°, 569 | 34 ^h 3, ^m 6 |
| Р и м | 41° 54' | 10°, 16 | 35 ^h 52 ^m |
| Мехико | 19° 25' | 5°, 04 | 71 ^h 26 ^m |
| Кајена | 4° 56' | 1°, 31 | 11 дана 11 ^h 35 ^m |
| Полутар | 0° 00' | ∞ мали | ∞ велико |

Ми смо узели, да је клатно заклаћено у равни подневка за место P , али то није нужно, ми смо могли да заклатимо клатно и у правцу PG ; у тачци P_1 клатило би оно у правцу P_1G_1 , $\perp PG$, оно би дакле опет променило своју равнину привидно за угао $n_1 P_1 b_1 = \beta$, јер је из слике 23 угао $n_1 P_1 b_1 = n_1 PG = \beta$. Фуколт је правио покушаје са клатном од 2^m и металном лоптом од 5 килограма; затим у царској обсерваторији (звездарници) са 11^m и најпосле 1852. у Пантеону у Паризу са 67^m дугачким клатном. Ма да је и пре овога времена већ доказано било да се земља око своје осе обрће опет, је овај Фуколтов покушај, навукао на се пажњу свију, који се физиком ба-

више, јер он на очиглед показује, како тачке хоризонта, сваког тренутка према клатновој равнини, свој положај мењају, — па да се дакле и земља око своје осе обрће.

Приговори против мишлења, да се земља око своје осе обрће.

42.

Са набрајањем основа за обртање земљино око осе, не би били још готови. Бабине (Babinet) наводи за то осамнајест основа. Но како би нас далеко одвело, кад би и ми све те основе па ма и у најкраћим потезима навели, то задовољавајући се са напред изложенима, хоћемо потпуности ради да видимо још, каквих има приговора, који би се могли да чују против мишлења да се земља око своје осе обрће.)¹

Пре свега могао би ко запитати: па како је то, да ми не осећамо од тога земљинога обртања баш ништа?

Ми и немамо од овога обртања шта да осетимо, јер се земљино обртање обавља у природи потпуно једнаком брзином и без икаквог потреса, и као што не осећамо, да се лађа (ма да је кретање ове, много јачим неправилностима и неједнакостима подложно но што је обртање наше земље) под нама креће, кад се на њој возимо, ма да знамо, да се она заиста креће, јер видимо да се предмети на обали дрва и т. д. привидно мичу — исто тако не можемо да осетимо, ни да се наша земља окреће при нашем вожењу кроз овај светски простор.

Као што нам се чини, да се све друго креће осем лађе на којој смо, ма да у ствари све друго стоји а

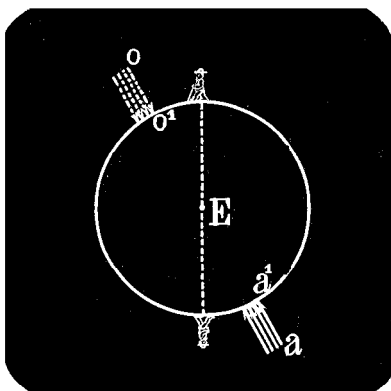
¹) Riccioli као највећи противник Коперниковог система, па и учења, да се земља окреће, наводи ни више ни мање но 77 доказа против тога система, али су сви веома слаби и без икакве критичке вредности.

ми се на лађи возимо, тако нам се исто чини, да наша земља непомична стоји, а сва друга светска тела, да се крећу. Све што се с нама заједно на земљи и са земљом окреће, сматрамо као непомично, и на земљи не можемо да дознамо за кретање њено, па чак ни по ваздуху који дишемо, јер се и атмосфера земљина са земљом заједно па и са истом брзином и у истом правцу окреће.

Осем тога, могао би когод да наведе: па кад се ми на нашој земљи, која је као лопта округла, сваки дан с њоме а око њене осе обрћемо, онда морамо ми, ако смо пре 12 часова стојали на земљи право (дакле главом горе к небу а ногама доле на земљи), сад стојати тако, да нам је глава доле, а ноге навише и како је то, да ми наше преокренуто стање неопажамо и да са земље негде не паднемо?

Путовањем (пловидбама) око света доказана је ствар да на противној страни, од места где ми живимо на нашој земљи, има такође људи и животиња, који исто

Зашто не опажамо наше преокренуто стање при обртању земљином и како то, да са земље негде не паднемо.



Сл. 24.

тако као и ми, ногама по земљи иду, и који заиста тако стају, да су им ноге окренуте к нама, дакле на први поглед окренуте на ону страну, куд наша глава т. је, горе к небу. Ове оби-

таваоце наше земље, који су од нас за 180° (по нашем меридијану мерећи) удаљени, зовемо нашим *антиподима* или *подножницима*) и они се свагда налазе, на про-

тивном крају оне линије, коју од нас а кроз средреду земљину Е, па ка њима, можемо да замислимо, (види Сл. 24.) и кад би се земља наша нешто непрестано смањавала, онда би наступио моменат, кад би се наши табани са табанима наших антипода најзад и дотакли. Према самом положају обитаваоца на земљи и њихових антипода а услед округлине земљине јасно је: да извесне звезде, које се налазе у зениту првих, они други никако и не виде, јер оне стоје за ове друге у подножју њиховом. После 12 часова наступа са свим противно стање ствари, и исте звезде, које су првима биле над теменом, стоје сад у подножју њиховом, а над теменом оних других обитаваоца (антипода), којима су пре 12 часова у подножју стајале. Једни и други обитаваоци и ако су дакле заиста у са свим противним положајима, при свем том иду и једни и други по земљи тако, да им је глава к небу (горе) а ноге (доле) на земљи — што и сви путници око света причају, који су и сами поменуле појаве опажали, кад су на своме путу у антиподне пределе доспевали.

И ако наши антиподи имају према нама са свим противан положај, опет и они стоје на земљи тако: да им је глава горе а ноге доле — дакле као год и ми. Но, шта је за нас горе а шта доле? За нас је *горе* све, што је од земље *даље*, а *доле* што је земљи *ближе* (или боље њеној средреди ближе) а исто тако разуму исте речи и наши антиподи, јер и они држе (без сумње) да им је глава над ногама, јер је и у њих глава од земље даља и небу окренута као и у нас. Киша пада за њих исто тако из *a* ка *a'* (Сл. 24) дакле с неба на земљу, као што она и код нас из *o* ка *o'* на земљу пада, и обадва правца *aa'* и *oo'* и ако су по себи заиста противни, опет с обзиром на обитаваоце на земљи нису противни, јер ови, односећи све на средреду земљину, виде и у падању кише исту појаву, коју сваки

дан и при падању сваког другог тела виђају, а на име: да сва тела у једном и истом тежном правцу, ка средсреди земље падају, дакле *одозго на ниже*.

Но тела не би ни могла у правцима $a' a$ или $o' o$ дакле од земље негде ма у коју страну да падају, јер их земља к себи, својој средсреди, привлаком својом вуче; у правцима a, a или o, o (дакле од земље) нема узрока ни једно тело да се удаљује, јер га у тим правцима ништа не привлачи. Исто је тако и са нама: ма где се на земљи налазили при обртању њеном, ми свуда стојимо главом горе а ногама доле, дакле (према средсреди наше земље) исправљени исто онако, као што смо поменули за наше антиподе; при непрестаном обртању земљином, остајемо опет непрестано у поменутом исправљеном положају, *ми никад дакле због обртања наше земље недолазимо према средсреди њеној у преокренут положај*, јер нас она (као и сва друга тела на њој) к својој средсреди и то у већ поменутом тежном правцу привлаком својом привлачи — *ми не можемо од ње дакле никако да се одвојимо*.

Земља се обрће око своје осе потпуно једнаком брзином из дана у дан.

43.

На основу напред изложених доказа следује: да се земља заиста око своје осе обрће, и да је привидно обртање неба са звездама неминовна последица обртања земљиног око осе, и ми имамо још да видимо, како се земља око своје осе обрће и са каквом брзином.

Сматрајући привидно кретање целог звезданог неба, ми видимо, да се сва тела мала и велика, ближа и даља *потпуно једнако* за 24. часа око нас okreћу, а пошто смо с тиме на чисто, да звездано небо стоји. то следује, да се за поменуто време из дана у дан

потпуно једнако од запада ка истоку наша земља око своје осе обрће. Ова оса земљина није ни положена ни усправљена, већ је према равнини, у којој се средсреда земљина креће око сунца, нагнута под извесним углом. Оса земљина остаје кроз целу годину подједнако нагнута према поменутој равнини, а правац њен остаје непрестано сталан и при кретању земљином сам себи упоредан. Северни крај осин управљен је увек ка једној и истој тачци на небу, ка тако званој северњачи и тек у току од 26000 година, описује ова оса мали круг на небу, услед чега нам се и северњача мења.

Време за које се земља око своје осе обрће.

Време, за које се земља око своје осе један пут обрне, зове се дан и има 24 часа звезданог или 23 часа, 56 минута, 4,09 секунде средњег времена и може да се сматра као непроменљиво. Лаплас је нашао да се ово време од Хипарховог доба, дакле од 2000 година па на овамо, није ни за стоти део једне секунде променило.

Кад се земља обрне за свака 24 часа по једанпут онда свака тачка на полутару, пошто овај има дужину од 5400 географ. миља, прелази :

$$\text{у једном часу (сату): } \frac{5400}{24^h} = 225 \text{ геогр. миља;}$$

$$\text{у једној минути: } \frac{225}{60^m} = 3,75 \quad \text{«} \quad \text{«}$$

$$\text{у једној секунди: } \frac{3,75}{60^s} = \frac{1}{16} \quad \text{«} \quad \text{«} ;$$

или 463,7 метра. Брзина сваке тачке на полутару већа је дакле и од брзине звука, јер овај прелази у секунди 332,2 метра.

Брзина са којом се тачка на полутару креће.

Из округлог облика наше земље и што су упоредници, што се више од полутара удаљујемо

(дакле обртима ближе идемо), све мањи и по дужини својој следује, да ће и брзина, са којом се каква тачка на дотичном упореднику креће, бити такође све мања, што је тачка обртима ближа, јер се дужине сваког појединог упоредника (који су сви од полутара мањи) све заједно и исто време од 24 часа прелазе. Према овоме дакле, брзине појединих тачака на земљи, које леже Брзине са између полутара и обрта (све једно лежала којима се неке тачке наше Србије крећу. тачка на јужној или на северној половини земљиној) леже између највеће брзине (са којом се тачка на полутару креће) 463.7 и брзине нула метра (са којом се обртне тачке крећу). Тако се у нашим крајевима крећу вароши: *Београд* са брзином од 329,2 метра у секунди времена, јер је његова полутарска даљина: $\pm 44^{\circ} 48'$; *Пожаревац* брзином од 330,^m 2; *Крагујевац* брзином 334^m; *Чачак* брзином 334,^m 7; *Крушевац* брзином 336,^m 4; *Ниш* брзином 337,^m 9. Најсевернија тачка наше Србије на Сави више Митровице, креће се брзином од 328 метара, јер је њена полутарска даљина: $\pm 44^{\circ} 59'$ а најјужнија тачка испод Врање брзином од 342,5 метра, ако узмемо, да јој је полутарска даљина приближно равна: $\pm 42^{\circ} 30'$.

Овде имамо да поменемо и ово. Земља се окреће, као што смо видели, за сваки 24 часа звезданог времена по једанпут око своје осе и у томе времену пролази дакле свака тачка на земљи, осем обртних тачака, цео круг или 360° и по томе у једноме часу:

$$\frac{360^{\circ}}{24} = 15^{\circ},$$

а за $\frac{1}{15}$ часа = $\frac{60}{15}$ минута, дакле за 4 минуте 1°.

V. Координатни системи у Астрономији.

44.

Сва опажања која на небу чинимо, бивају као што знамо у правцу светлих зракова, који од небеских тела па ка нашем оку долазе. Због преламања зракова у атмосферском ваздуху, нису светли зраци потпуно прави. већ су ка површини наше земље нешто мало извијени, и ми видимо н. пр. какву звезду свагда у правцу најближег елемента извијеног светлог зрака. Ми невидимо због (астрономског) преламања зракова ни једну светлу тачку на небу на ономе месту, где је она у Привидно ствари, већ за мање или више удаљену од место и удаљење небеских тела. тога места, ми дакле у опште при опажању, сматрамо само *привидна места небеских тела.*

Правац у коме светли зраци од каквога небескога тела у наше око доспевају, то је дакле *привидно место* тога тела. Удаљење два тела на небу, како га ми видимо, то је (према горњем) *привидно удаљење* тих тела.

Привидно се место каквога тела на небу најлакше опредељује мерењем два угла, од којих је један свакад угао, који прави светли зрак (од небескога тела), са каквом познатом равнином, да кажемо са равнином нашега хоризонта, а други опет угао, који у тој равнини прави пројекција светлог зрака са каквим утврђеним правцем, као н. пр. са подневном линијом за место, у коме опажамо. При овом опредељењу привидних места као што видимо, нужно је само да знамо колики су углови међу поменутиим линијама и равнинама, необзирући се на звездин или посматраочев апсолутан положај у овоме светском простору; ми можемо дакле да замислимо, да се налазимо у каквој лопти, коју смо са произвољним полупречником описали и ако повучемо по овој лопти највеће кругове, који иду упоредно са нашим хоризон-

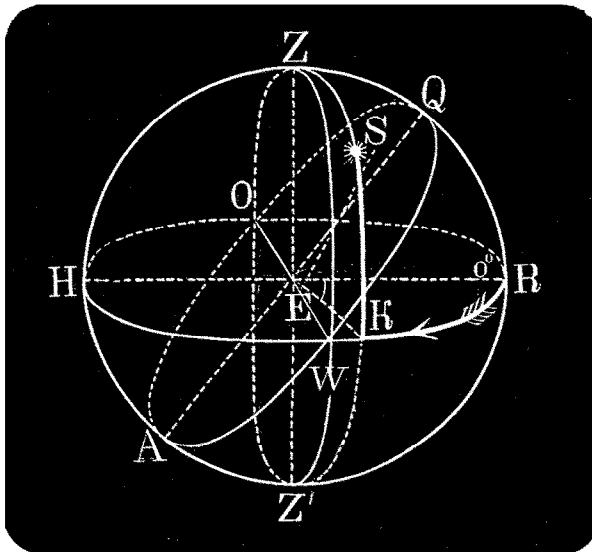
Шта је нужно за о
предељење
привидних
места не-
беских
тела.

том, подневком и т. д., а исто тако ако повучемо и полупречнике, који иду упоредно са светлим зраком, са земном осом, са вертикалом и т. д., онда је појамно, да ће ови кругови и полупречници лоптини заклапати исте оне углове, које и одговарајуће линије и равнине у простору захватају. Углове ће у овом случају представљати делови највећих кругова на површју описане лопте, и сва питања односно величина и изналажења појединих углова, могу услед тога да се решавају по правилима сферне тригонометрије. Средсреда ове лопте може такође да лежи произвољно у овоме светскоме простору; ми можемо да узмемо, да је ова средсреда у тачци где стојимо, или да она лежи у средреди наше земље, дакле онде, где земна оса полутарову равнину пробија и т. д. Ми осем свега тога, нисмо везани ни за величину полупречника, јер полупречник лоптин, при опредељавању привидних места, не долази ни уколико у обзир; ми можемо да га ставимо $= 1$, и у будуће ћемо краткоће ради, лопту са овим полупречником сматрати као *небеску сферу*. Овако дефинисана небеска сфера идентична је са оном под 1, јер и при оној није полупречник у рачун узет. Све што је досад речено да важи за ону, важи и за ову, а све што будемо казали о овој, вреди по себи и за ону.

Кад опажамо на небу, онда можемо све појаве у опште да односимо или на своје место на наш хоризонт, или на средиште наше земље, или најпосле на сунце (средсреду његову) као средиште. У свима овим случајевима опредељујемо положај звезда на небу исто онако, као што ово чинимо у равнини са пратни системи у Астрономији. Дакле три координатна система и то: хоризонтни, полутаран и еклиптичан систем.

Ако односимо све сматране појаве на своје место опажања, онда се при томе служимо са хоризонтом. Хоризонтат је основа, и зато се елементи, са којима се тачке на небу опредељују), зову *координате хоризонтатног си-*

Координате хоризонтатног Система ; Азимут и висина звезде.



Сл. 25

стема. Ове се координате зову једна *Азимут* а друга *висина звезде*. Слика 25, представља елементе овога система. *E* је средиште наше земље. *HR* то је хоризонтат и он одговара апсцисној оси, вертикалан круг *ZSK* управан је на хоризонту и одговара ординатној оси. У хоризонтатној равнини утврђујемо положај звезде према подневку, а у вертикалном кругу према самом хоризонту. Ако знамо колики угао заклапа равнина вертикалнога круга, који кроз звезду *S* полажемо, са равнином подневка *HZQR* дакле угао *REK*, а осем овога, ако знамо колики угао заклапа визура од места где стојимо, ка звезди повучена, са нашим хоризонтом, дакле угао *SÊK*, онда ја положај звезде *S* према хоризонту определен.

Угао $R\acute{E}K$ мери се од подневка или од јужне хоризонтоне тачке R , луком RK и зове се *Азимут*; угао $S\acute{E}K$ мери се од хоризонта пошав луком SK и зове се *висина* звезде. Азимут се број од јужне

Како се хоризонтоне тачке преко запада, севера и броји Ази- истока од 0° до 360° , дакле с лева на десно мут а како идући, и он показује, за колико је ступња, висина зве- минута и секунда ка западу каква звезда зде. из свог највишег положаја, дакле из подневка за извесно место удаљена. Место да се броји азимут овако као што смо поменули, броји се он често и од југа па преко истока или запада до 180° или од севера преко истока или запада опет до 180° .

Зенитна Висина звезда $SK = h$ броји се од хори- даљина и зонта почев од 0° до 90° . Даљина звезде од висина зенита Z , дакле $SZ = z$, зове се *зенитна да-* звезде до љина звезде. Зенитна даљина и висина допу- пуњују се њују се до 90° и према томе, кад је једна до 90° позната ми можемо другу да израчунамо јер је свагда:

$$h^\circ + z^\circ = 90^\circ \text{ а одавде следује:}$$

$$z^\circ = 90^\circ - h^\circ$$

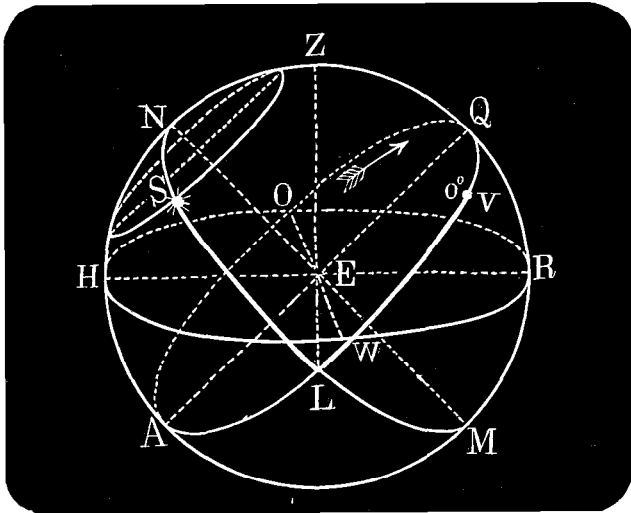
$$h^\circ = 90^\circ - z^\circ$$

Међу вертикалним круговима важан је и онај круг, који кроз источну и западну тачку хоризонта иде, дакле круг $ZWOZ'$; овај се круг зове *први вертикални круг* или *краће, први вертикал*. Кад је звезда у првом вертикалу, онда има она азимут или 90° или 270° . Звезде па и сунце нерађују се и незалазе у истим тачкама хоризонта, ове се тачке у извесним границама сваким даном мењају. Положај звезда при исходу или заходу опредељава се углом, који је између истока или запада и гледаоца. Овај се угао зове *даљина* и то *јутарња*, ако је при исходу, а *вечерња* ако је при заходу звезде или сани умерен.

Координате полутарског система.

45.

Ако односимо све сматране појаве на средиште наше земље, онда се при томе служимо са полутаром. Полутар је овде основа и зато се елементи, са којима се тачке на небу према полутару опредељују, зову *координате полутарског система*. Слика 26. представља елементе овога система. *E* је средиште наше земље. Овде одговара полутар *AQ* абсцисној оси а на полутару



Са 26.

управан круг *NSM*, дакле подневак кроз звезду, одговара опет ординатној оси. У полутаровој равнини утврђујемо положај звезде према једној тачци у њему, тако званој *прелећној тачци V*; а у подневкој равнини опет према самом полутару. Ако је *V* пролећна тачка (како се ова налази видећемо доцније), и ми повучемо кроз звезду, подневак *NSM*, онда можемо и са луцима *VL* (или *VQOAL*) и *SL* да одредимо положај звезде на небу. На кругу *NSM* можемо да меримо, колико који упоредник (или звезда) *скреће* у страну од полутара и можемо да га назовемо и *скре-*

Скретај и
Успон зве-
зде.

тајним (деклинационим) кругом. Ордината SL мерена на скретајном кругу, зове се *скретај* (*Declinatio*) звезде. Лук VL или $VQOAL$ мерен на полутару од пролећне тачке V зове се *успон* (*Ascensio Recta*) звезде. Овај успон показује нам колико се звезда каква успела за прелазак преко местног подневка над тачком V , или он показује, за колико је ступња удаљена звезда због привидног окретања неба од пролећне тачке V . Ако претворимо успон у часове, минуте и секунде што се обично и чини, онда он показује за колико ће времена извесна звезда доцније да кулминира од тачке V .

Скретај звезде броји се на скретајном кругу (на подневку) од полутара северно и јужно од 0° до 90° ; и северан скретај је положан, а јужан скретај је *одречан*; а успон се броји на полутару од запада преко југа ка истоку (дакле на супрот привидном окретању небеске сфере.) од пролећне тачке почев од 0° до 360° .

Ако деклинациони круг какве звезде сече небески полутар у тачци која од, пролећне одстоји за угао $25^\circ 15'$ то има та звезда успон (*Ascensio Recta*) од $25^\circ 15'$ и ово се у Астрономији означава са:

$$AR = 25^\circ 15'$$

Исто тако, ако је та иста звезда удаљена од полутара за угао: $60^\circ 45'$ онда је скретај те звезде или деклинација њена $60^\circ 45'$ и она се опет у астрономији бележи са:

$$D = 60^\circ 45'$$

Као што се положај звезда са AR и D несумњиво опредељује, тако и повеће партије на небу могу да се одреде са истим елементима, али се само тада они односе на средину дотичне небеске партије. Тако ако се хоће да одреди положај какве маглине, која повећи простор на небу захвата, онда се бројно опредељују AR и D за средину те маглине.

Лук NS зове се *обртна (полна) даљина* Обртна даљина и скретај допуњују се до 90° . Обртна даљина броји се од северног обр-та ка јужном од 0° до 180° .

Осем овога, онај угао, што је између скретајног (деклинационог) круга NSM , и подневка $NZQR$ за какво место, дакле лук QL , зове се *часован угао* и броји се у правцу, како се небо привидно окреће од 0° до 360° . Ми можемо према томе да зовемо скретајни круг и *часован круг*, а апсцису QL *часовницом*. Часовница се изражава или ступњима или часовима, минутима и секундама, а броји се свагда од тачке у којој подневак полутар сече, дакле од југа па ка западу по полутару. Ако изразимо часовницу која се свагда на један *извесни моменат* односи, временом, онда часовница показује, колико је часова минута и секунда (звезданог времена) протекло од последње звездине кулминације.

Јасно је, да се часовницом и скретајем, за извесни моменат времена може да определи положај какве звезде на небу, на са свим сличан начин, као и са азимутом и висином; али док се висина и азимут звезде у исто време мењају, остаје скретај сталан а само се часовница мења, јер у сваком моменту је друга тачка на полутару од које се часовница броји.

Подневак каквога места од кога бројимо часовницу може према напред изложеноме да се зове и *први часован круг*. Ако је звезда S коју сматрамо само сунце, онда зовемо часовницу његову дакле QL *право сунчано време* за место сматрања. Кад сунце кроз горњи део подневка $HNQR$ пролази или кад оно кулминира, онда је његова часовница или право сунчано време равно нули т. ј, онда је у месту сматрања *подне*. Кад сунце пролази кроз доњи део подневка, дакле кроз $RMAN$ или кад је оно у доњој

Право сунчано време; подне и поноћ.

кулминацији, онда је часовница сунчева или право сунчано време за место сматрања 12 часова т. ј, онда је у месту сматрања *поноћ*.

Зато, што се часовница непрестано мења, а и да би се независно од времена определила места звезда

Зашто се на небу, не мери се угао на полутару од про-
 Часовница менљиве тачке (у којој подневак полутар
 са скрета- менљиве тачке (у којој подневак полутар
 јем неупо- сече), већ од једне тачке, која на полутару
 требљава опредељен и сталан положај има, дакле која
 за опреде- се са целом небеском сфером сваки дан окре-
 лење поло- же. Ова тачка то је већ напред поменути про-
 жаја звез- ће. Ова тачка то је већ напред поменути про-
 даних. лећна тачка *V*, од које почев мери се успон
 звезде. Овај успон треба дакле добро разликовати, од
 часовнице какве звезде, јер часовница показује величину
 угла, за који се небеска сфера окренула или изражава
 време, које је протекло од звездине последње кулмина-
 ције. Часовница звездана расти са сваким часом за
 15°, а успон остаје непроменљив.

46.

Спајањем елемената од напред поменутих (хоризо-
 натног и полутарског) система, можемо да решимо више

Спајање питања а особито она, што се тичу опреде-
 елемената лења времена), о коме ћемо нешто још овде
 од напред да напоменемо. Слика 27. показује ова два
 сматраних да напоменемо. Слика 27. показује ова два
 система. система спојена. На њој представља: *HR* хо-
 ризонат за место сматрања;

Z зенит а *Z'* надир;

AQ небески полутар;

N северни обрт (који свагда видимо);

R, W, H, O, представљају четири стране света и
 то по реду: *Југ, Запад, Север, Исток*;

ZSKZ' је вертикалан круг кроз звезду и управан
 на хоризонат и према томе је:

$SK = h$, висина звездина;

$SZ = z$, зенитна даљина (комплеменат висине);

$RK = a$, азимут, a

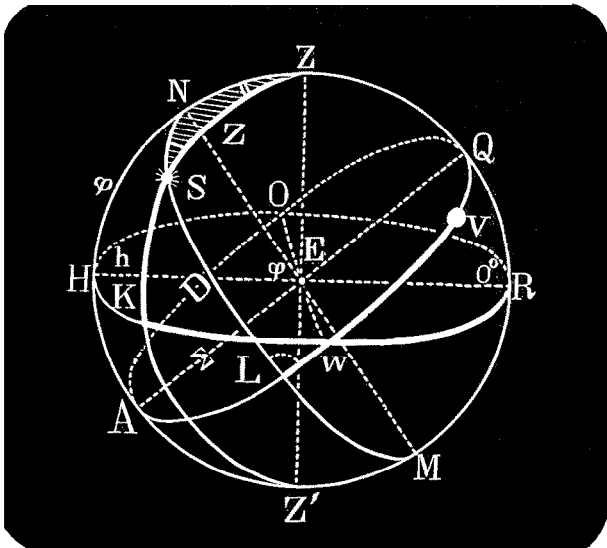
$NH = \varphi$, обртна висина над хоризонтом.

Ако осем овога повучемо кроз звезду S и небеску осу NM један подневак (или скретајни круг) дакле круг $NSLM$, који је на полутару управан, онда је:

$SL = + D$, скретај звезде и то северан;

$(VQOAL) = VL = AR$, *успон* (Ascensio Recta); а

угао $QNL = \tau = QL$, то је тако звани часован угао или часовница.



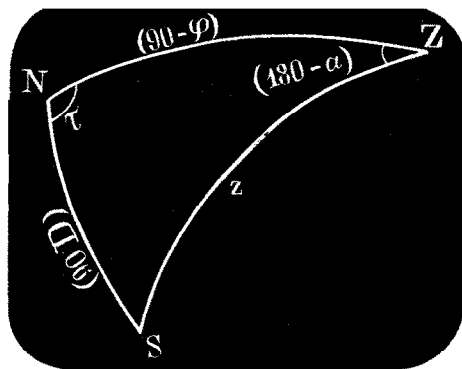
Троугао
Зенит-Обрт —
звезда.

Сл. 27

За однос међу поменутиим елементима веома је важан сферан троугао NSZ или тако звани троугао: *Зенит — Обрт — Звезда*, јер се његове стране и углови са једним и другим елементима допуњују и кад се неки елементи знају, лако можемо и оне друге наћи, које незнамо. Према горњем a и из слике 27. следује да је:

- 1) Зенитна даљина: $z = 90^\circ - h^\circ = SZ$;
 - 2) обртна даљина: $90^\circ - D^\circ = NS$;
 - 3) полугарна висина: $90^\circ - \varphi^\circ = ZN = QR$;
 - 4) Часовница : $\tau = \sphericalangle SNZ = QNL = QL$;
 - 5) Суплеменат азимута: $\sphericalangle NZS = 180^\circ - a$;
- осем овога зове се 6) угао ZSN паралактичан угао звездин.

Из свака три позната елемента, лако се она друга три рачунају. Ако је н. пр. позната обртна висина φ° и ми смо мерењем добили да азимут звезде има a° а висина звезде опет h° онда можемо лако да нађемо скретај звезде па и часовницу. Кад је φ , a и h позна-



Сл. 28

то, онда је познато и $NZ = (90^\circ - \varphi)^\circ$
 $\sphericalangle Z = (180 - a)^\circ$
 $SZ = z = (90 - h)^\circ$
 што и слика 28. показује, која сферни троугао: Зенит — Обрт — Звезда представља. Помоћу једначина из сферне тригонометрије и то за случај, кад су две стране са захваћеним углом познате, па да се нађе познатом углу насупрмна страна, дакле овде $NS = (90 - D)$ имамо:

$\cos NS = \cos NZ \cdot \cos SZ + \sin NZ \cdot \sin SZ \cdot \cos Z$;
 а ако заменимо напред добивене вредности, онда добијамо:

$$\cos(90^\circ + D) = \cos(90 - \varphi) \cos z + \sin(90 - \varphi) \sin z \cos(180^\circ - a)$$

или $\sin D = \sin \varphi \cdot \cos z + \cos \varphi \cdot \sin z \cdot \cos a$;

или $\sin D = \sin \varphi \cdot \sin h - \cos \varphi \cdot \cos h \cdot \cos a$.

Кад је познат синус, онда можемо лако да нађемо и сами угао, дакле скретај звездин.

Ако хоћемо из познате обртне висине φ за какво место, из скретаја D и висине звезде h да нађемо часовницу звезде, онда добијемо такође помоћу једначине из сферне тригонометрије, стављајући $s = \frac{\varphi + D + z}{2}$:

Изналажење скретаја Часовнице и правог сунчаног времена.

$$\operatorname{tg} \frac{\tau}{2} = \pm \sqrt{\frac{\sin (s - \varphi) \cdot \sin (s - D)}{\sin s \cdot \sin (s - z)}}$$

У овој једначини могу да важе обадва знака, јер се часовница τ од 0° па до 360° броји. Ако смо сунце сматрали, онда помоћу познате обртне висине φ , сунчеве висине h и скретаја D добијемо са горњом једначином часовницу за сунце τ . *ј право сунчано време.*

ЧЕТВРТИ ДЕО.

VI. Годишње сунчево кретање.

47.

Годишње привидно сунчево кретање. Ако за време од године дана пратимо с пажњом рађање и залажење сунчево над хоризонтом каквога места (одакле сунце сма-трамо) онда примечавамо, да се сунце непојављује кроз целу годину из дан у дан у једној и истој тачци поменутога хоризонта. Тачка рађања а и тачка залажења мењају се дакле и то, лети рађа се сунце северније и северније од тачке у којој се оно у почетку пролећа рађало, а зими се опет рађа оно све јужније и јужније. Осем овога ми знамо, да су дани у нашим Сунце се пределима лети дужи а зими краћи, исто креће привидно ка тако, да су ноћи лети краће, а зими опет полутару дуже. Кад доведемо у свезу ово наше знање а и од њега са окретањем земљиним око своје осе или са привидним окретањем звезданог неба и сетимо се, да ће дневни лук (дужина дана) сунчев, (дакле сунчева путања над нашим хоризонтом) бити тада све дужи и дужи, што се сунце више приближава нашем зениту, а на против да ће дневни лук бити све мањи и мањи што се сунце више од нашега зенита удаљује, онда из неједнакости данова (а ова вуче за собом као нужну след неједнакост ноћи) на једном и истом месту, већ по себи следује, да се сунце савиђено са нашим зенитом, не налази свагда (кроз целу годину) на једном и истом удаљењу од њега, дакле да се сунце нашем

зениту приближава а и од њега удаљује или што је све једно, да се сунце креће од полутара а и к њему. Ми смо на северној половини земље и пошто су у нашим пределима лети дани дужи, а зими краћи, то је јасно да сунце мора лети, да је нашем зениту ближе, дакле да стоји северније, а зими да је од нашег зенита даље, дакле да оно стоји јужније. Овим посматрањем дознајемо, да се сунце за време од године дана креће ка полутару но и од њега, али осем овога привиднога кретања има сунце још једно кретање и то у правцу, који је се полутаром упоредан. Ово се дознаје, ако се сматра из дана у дан, које звезде са сунцем у исто доба врхуне. Најлакше би дошли до резултата, кад би могли заиста да сматрамо, које су звезде са сунцем у исто доба у горњем врхунењу, те да према даљини сунчевој од извесних уочених звезда закључимо и на његов положај. Међу тим сунце својим зрацима надвлађује светлост звезда и ове се због тога дању на небу голим оком не виде.

Но место тога, ми можемо да сматрамо звезде око поноћи и знајући да су оне звезде, које око поноћи врхуне над нашим хоризонтом, од сунца удаљене за 180° (дакле за сталан угао) ми можемо опет да закључимо на положај сунчев, који оно из дана у дан на небу заузима. При овоме сматрању, особито ако уочавамо дообртне звезде, које се и при њихном горњем и доњем врхунењу виде, виђамо да се звезде н. пр. које су у извесно доба године око поноћи врхуниле, помичу мало по мало и то тако, да у течају од године дана сви делови звезданог неба доспу у своје доње и горње врхунење. Звезде са земље гледане крећу се привидно у правцу од истока ка западу а сунце изостаје при овоме кретању за звездама т. ј, оно се креће кроз

Сунце се креће привидно и у правцу који је са полутаром упоредан.

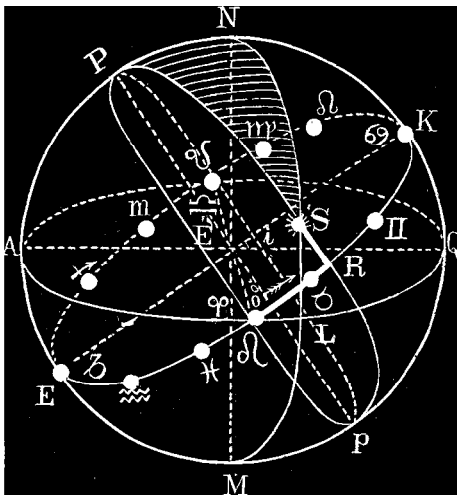
Сунце се креће привидно и у правцу који је са полутаром упоредан.

целу годину привидно у правцу од запада ка истоку, дакле баш на супрот напред објашњеном привидном кретању звезданог неба и оно прелази на томе своме путу сваки дан нешто мање од једнога ступња или тачније 0.985647 ступња. Јасно је, да се услед овога двојног сунчевог кретања морају из дана у дан да мењају сунчев угао висине над извесним хоризонтом а нарочито сунчева подневна висина заједно са тачкама рађања и захођења сунчевог, што смо напред већ поменули.

Бележећи из дана у дан разне положаје сунчеве, које оно заузима на небу т. ј, бележећи сунчев успон (*Ascensio Recta*) а и свагдањи скретај (*Declinatio*) сунчев (што је најзгодније чинити на каквој карти или глобу) ми узазнајемо да сунце (средсреда сунчева) за време од године дана списује на небу један највећи круг.

Ова привидна сунчева путања на небу зове се *еклиптика*, и нагнута је према небеском полутару за угао од $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Слика 26. представља нам еклиптику заједно са полутаром. Ако под E^1 разумемо средреду наше земље

Еклиптика;
Еклипти-
кина ко-
сина: екли-
птикин
обрт.



Сл. 29.

под AQ небески полутар, под NM небеску осу, онда је EK Еклиптика, а угао $i = 23\frac{1}{2}^{\circ}$ зове се *еклиптикална косина*. Тачке P и p зову се *еклиптикални обрти* и то је P северан, а R јужан еклиптикин обрт. При овоме своје привидном кретању пролази сунце два пут кроз највећи круг, који нам небески полутар представља, и кад је сунце у тачкама полутаровим (свега две) онда износи дневни лук сунчев а тако и ноћни лук његов потпуно 180° т. ј, онда су дан и ноћ на земљи једнако дугачки. Тачке у којима се еклиптика и полутар секу, зову се с тога и *равнодневичке тачке* и то тачка Q^p , у којој се еклиптика и полутар $9\frac{1}{21}$. Марта секу и у којој се у то време сунце налази, зове се *пролећна равнодневица*,

Пролећна и јесења равнодневица.

а тачка Q у којој се еклиптика и полутар $11\frac{1}{23}$. Септембра секу, зове се *јесења равнодневица*. Из напред казаногa следује, да сунце за време од пролећне равнодневице па до јесење равнодневице, дакле на путањи Q^pKQ може да се удали од полутара на север највише за угао $23\frac{1}{2}^{\circ}$ и овај највећи северни скретај достиже сунце у тачци K . За време од јесење равнодневице па до пролећне, дакле на путањи QEQ^p може сунце опет да се удали од полутара на југ такође највише за угао $23\frac{1}{2}^{\circ}$ и овај највећи јужни скретај достиже сунце у тачци E . Од тачке Q^p па до најсеверније тачке (привидне сунчеве путање) K пење се сунце и стиза у ову тачку $9\frac{1}{21}$. Јуна; од тачке K спушта се оно т. ј, повраћа се опет ка полутару. С тога што је нама тада лето, кад сунце достиза тачку K своје привидне путање, зовемо тачку K *летњи сунчев поврат* (Solstitium). Од тачке

Летњи и зимњи поврат сунчев.

Q па до E спушта се сунце и даље док не доспе у најјужнију тачку $E9\frac{1}{21}$. Децембра; од тачке E па до Q^p пење се оно поново т. ј, повраћа се и из овог свога положаја ка полутару, и с тога што је нама

тада зима, кад је сунце у тачци *E*, зовемо ову тачку *зимњи сунчев поврат* (види годишта).

Зодијак, Звездана јата у зодијаку или небески знаци.

48.

Од пролећне равнодневице као полазне тачке, прелази сунце (и месец и све планете) привидно у току времена од једне године дана редом ова звездана јата (види слику «полутарска зона, зодијак»):

| | | | | | |
|--------------|-----|----|------|----|-------|
| 1, Овна | (♈) | од | 0° | до | 30° |
| 2, Телца | (♉) | « | 30° | « | 60° |
| 3, Близанце | (♊) | « | 60° | « | 90° |
| 4, Рака | (♋) | « | 90° | « | 120° |
| 5, Лафа | (♌) | « | 120° | « | 150° |
| 6, Дјевицу | (♍) | « | 150° | « | 180° |
| 7, Теразије | (♎) | « | 180° | « | 210° |
| 8, Скорпију | (♏) | « | 210° | « | 240° |
| 9, Стрелца | (♐) | « | 240° | « | 270° |
| 10, Козорога | (♑) | « | 270° | « | 300° |
| 11, Водолију | (♒) | « | 300° | « | 330° |
| 12, Рибе | (♓) | « | 330° | « | 360°. |

Сва ова звездана јата зову се именом *зодијак* или *животињски круг*, јер звездана јата у њему, имају скоро сва имена животиња.

Што се имена ових зодијакових звезданих јата тиче и та су производ човекове фантазије. Већина од звезданих јата у опште, добила су своја имена од свештеника и само нека имена наговешћују промене и појаве у течају времена од једне године дана. У ова последња спадају готово поглавито зодијакова звезд. јата, и ова јата заједно представљују као неки светски часовник подељен на 12 годишњих одељења, годишњих часова. У времену кад часовника још не беше, служиле се стари народи звездама што се рађаху, као ме-

рилом за поделу рада, почињање разних послова и т. д. О овоме имамо доказа и дан дањи још и у нашем народу, у коме се зорњача, штапци, волујарка, влашићи и т. д. у обичном животу у истој цељи помињу.

Зодијакова су звездана јата добила имена у јужним пределима у Египту и Грчкој, дакле тамо, где се јасније и боље виде и тамо је рађање ових јата имало следеће значење.

Рађање звезданог јата *Овна* (Υ) одма по сунчевом заласку, значило је, да је време да се стада воде на пашу; рађање *Телца* (Θ) значило је време за почињање земљеделских послова, као орање и т. д. *Близанци* (Π) (с почетка пар јарића) означаваху време бацања код Грка. Грци променуше означење овога јата и узеше за то два дечка надевнувши једном горњем име Кастор а доњем Полукс. У Близанцима достиза сунце сад свој највиши положај (види слику полутарска зона; зодијак).

Осем ових значило је! рађање *Рака* (Σ) да се сунце повраћа из свог највишег положаја. Но овоме астрономском схватању морало је некад друго предходити, јер се на старим египћанским цртежима налази место рака бумбар, «свети Атајхус», који је важио као симбол плодности. Рађање *Лав* (Λ) наговешћаваше приближавање жешког лета, јер као што се глас лавов сравањавао са грмљавином, тако се исто сравањаваше морећа жега са појавом разјареног лава. Звездано јато *Дјев* (Ψ) (с почетка девојка као жетеоц) означаваше да је време жетви. Звездано јато *Теразије* (Υ) опомињаше на време, кад је дан раван ноћи. У почетка стајаше место теразија слика «Мохос» — ова као и зналазача теразија; затим се то исто јато означаваше са скорпијиним маказама, а најпосле дођоше у употребу тасови теразија, што је и до данас тако остало. Наш народ пре више стотина година називаше звездано

јато теразија именованом *Хомот* или *Јарам* што и горњи знак наговешћује, јер и личи више на јарам, него ли на теразије.

Рађање *Скорпије* (♏) значило је време болештина, која се довођаше у свезу са злим духом „Тифон” — ом, кога симболски у Египту сликом скорпијином означаваху. Исто тако наговешћаваше и звездано јато *Стрелац* (♐) пустошећу силу олујина. Ово звездано јато пада сад уједно са зодијаковим знаком (♐) и сунце је у стрелцу сад у своме најнижем положају према полутару. Пре две хиљаде и неколико стотина година, кад су сва зодијакова звездана јата и добила ова имена, било је сунце у свом најнижем положају према полутару у јату *Козорога* (♑) и некад означаваше тај ово јато положај. Слика овога јата сложена је из две поле; прва пола: глава и половина трупа, представља козу а друга представља рибу и према томе означавало је ово јато на сваки начин прелаз из сувог времена у мочарно.

Рађање јата *Водолије* (♒) означаваше растење (прилив) реке Нила, који је сву околину плавио. Ово звездано јато наговешћаваше у Египћана и прво годиште, јер они делише целу годину на три годишта, од којих је свако 4 месеца трајало и то по реду: водено годиште, годиште клијања и најпосле годиште рада и прибирања нужних ствари за живот. Поплава Нилова давала је повода обилатом риболову и рађање звезданог јата *Риба* (♓) наговешћаваше риболов.

Права дужина, коју поједина звездана јата на небу заузимају, веома је различна. Тако је дужина:

| | | | |
|--------------|------|--------------|------|
| 1, Овна | 23°; | 7, Теразија | 20°; |
| 2, Телца | 34°; | 8, Скорпије | 25°; |
| 3, Близанаца | 27°; | 9, Стрелца | 33°; |
| 4, Рака | 24°; | 10, Козорога | 25°; |
| 5, Лафа | 39°; | 11, Водолије | 27°; |
| 6, Дјевице | 40°; | 12, Риба | 43°; |

Рачунање са оваквим неједнаким дужинама, неударно је, и зато су још и стари поделили еклиптику на 12 једнаких делова и ове делове назвали знацима, давши им имена зодијакових звезданих јата. Ова је подела и дан дањи у употреби и ми говоримо о звезданом јату овна а и о знаку овна, о звезданом јату стрелца а и о знаку стрелца и т. д. и треба да имамо на уму, да небеске знаке никако не сматрамо за сама звездана јата, од којих су они знаци само имена добили; небески знаци имају сви само дужину и то једнаку

Зодијакова звездана јата и небески знаци истога имена непадају уједно.

$$= \frac{360^\circ}{12} = 30^\circ, \text{ а звездана јата дужину и ширину; ова}$$

представљају дакле веће или мање површине на небу. Но и због помицања равнодневица (Praecessio) о коме ћемо доцније говорити, непадају звездана јата са одговарајућим небеским знацима уједно, већ одстоје од њих за скоро 30°.

Небески су знаци још од вајкада означавани са знацима, које смо поред одговарајућих звезданих јата означили. и налазе се у сваком календару мање или више налик на те знаке. Као почетна тачка еклиптике сматра се свакад већ позната пролећна тачка, или почетна тачка знака овна, и од ове се броји од запада ка истоку од 0° до 360°, као што смо напред поред одговарајућих небеских знакова и припадајући им простор на небу и прибележили.

Положај појединих небеских знакова, може лако да се упамти. У пролећној тачци почиње знак овна и заузима на небу као што је речено 30°; из познатих дужина за сваки небески знак, може да се определи положај и свакога сљедећег знака. Између пролећне тачке и летњег сунчевог поврата леже небески знаци: Ован, Телац, Близанци. У тачци летњег поврата

у којој се сунце налази $9\frac{1}{21}$. Јуна, почиње знак рака, и зато се дневни круг, који сунце тога дана привидно прелази, зове *поврат Рака*. Између летњег сунчевог поврата и јесење равнодневице леже небески знаци; *Рак, Лаф, Девица*; у самој јесењој равнодневичкој тачци, почиње знак теразија, и између ње и зимњег поврата леже небески знаци: *Теразије, Скорпија, Стрелац*. У тачци зимњега поврата, у којој се сунце налази $9\frac{1}{21}$. Децембра, почиње знак козорога, и зато се дневни круг који сунце тога дана привидно прелази, зове *поврат Козорога*. Између поврата козорога и пролећне тачке леже небески знаци: *Козорег, Водолија, Рибе* и са крајем овога последњега знака, долазимо опет у почетну тачку еклиптикину.

Нагиб између полутара и еклиптике (еклиптикина косина) није свакад једнак.

49.

Еклиптикина косина, није свакад једнака, она се мења у перијодама, које више хиљада година обухватају. Ова је косина била 1874. године $23^{\circ} 27' 20''$ а од тога времена опада сваке године за нешто више од половине секунде. Лагранж се бавио испитивањем ове косине и нашао, да је она у години 29400. пре Христа, била у Максимуму и износила $27^{\circ} 31'$; у половини овога времена од прилике 14400. пре Христа, била је она у Минимуму и износила само $21^{\circ} 20'$ па је опет у години 2000. пре Христа била у Максимуму и имала вредност од $23^{\circ} 53'$. У години 6600. после Христа наступиће опет нов минимум од $22^{\circ} 54'$. Из ових Лагранжових података види се, да опадање па и растење овога еклиптикиног нагиба није стално и с тога неће никад наступити то стање, да полутар и еклиптика у једну и исту равнину падну. Механика неба обја-

шњава нам ово опадање и растење поменутога нагиба као след од укупног узајамног дејства свију планета нашега сунчаног система на земљину путању. Као што је ово дејство узрок са- дањем опадању овога нагиба, тако ће после година, због нешто променутих положаја планетарних путања према земљиној путањи, исто ово дејство про- узроковати незнатно растење поменутог нагиба. Гра- нице, међу којима ће се у опште овај нагиб мењати, нашао је Лагранж и то за доњу границу $22^{\circ} 54'$, а за горњу границу свега $25^{\circ} 21'$.

Ово ма и незнатно мењање еклиптиканог нагиба упливише у неколико и на дужину дана па и на дужину годишта. Опадање овога нагиба смањава, а растење његово повећава разлику међу температурама у зимњем и летњем годишту. После 10000 го- дина пашће најдужи дан на северној земној поли са сунчевом близином уједно и дужина годишта измениће се тако, да ће јесен и зима имати по 63,5 дана, пролеће 90 а лето 89 дана и услед тога ће летња топлота постати јачом а тако исто и зимња ће се ладноћа повећати. Ако доведемо овај уплив од мењања еклиптиканог нагиба у свезу са оним, што Геолози на основу ератских стена, (које су у немачким и пољским долинама налажене) о тако званом «леденом времену» говоре, да је бар на северној поли наше земље владало, онда је вероватно, да је то ледено време било тада, кад је еклиптика кона била у Минимуму.

Полутар и
еклиптика
неће пасти
уједно

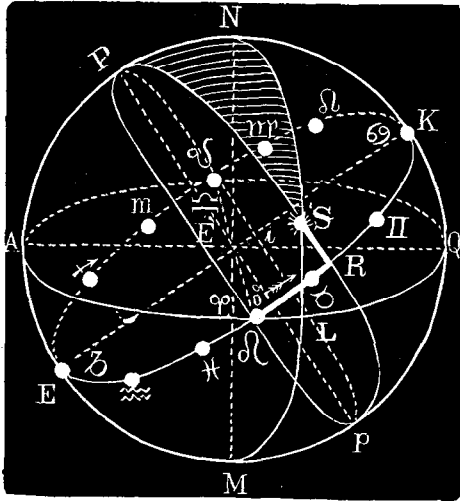
Уплив ме-
њања е-
клиптикиног
нагиба на
годишта.

Елементи еклиптиканог Система; дужина и ширина.

50.

Осем већ напред поменутих система, служимо се и са еклиптиканим системом за одређивање места разних тачака на небу, особито при испитивањима пла-

нетарних путања. Слика 30. представља нам овај систем заједно са његовим елементима. Тачка E' представља нам опет земљину средреду, AQ небески полутар а EK сунчеву еклиптику; тачке P и p у којима у E' на



Сл. 30.

рав. еклиптикину повучена управна небеску сферу погађа, зову се као што смо већ поменули, еклиптикини обрти. Северни еклиптикини обрт P лежи сад у звезданом ја ту змаја (види слику која представља северну Хемисферу неба).

Ако сматрамо звезду S , онда је удаљење звездино од еклиптике, дакле лук SR

ширина звездина, удаљење круга PSp (који на еклиптици а кроз звезду S управно стоји) од јесење равнодневичке тачке Ω мерено по еклиптици, дакле лук ΩR , то је дужина звездина. Ширина звездина мери се од еклиптике на север и југ од 0° до 90° и може да буде северна и јужна, дакле као и скретај положна и одречна. Дужина звездина мери се као и успонт. ј, од равнодневице па на исток (од запада преко југа) од 0° па до 360° . Осем овога је лук PS , даљина еклиптикиног обрта и броји се од северног обрта P па до јужног од 0° до 180° .

Из напред казаногa следује, да је сунчева ширина кроз целу годину равна нули, међутим се сунчева дужина мења и то је она у Априлу између 10° и 40° , у Мају

између 40° и 70° и т. д; и најпосле у месецу Марту између 340° и 10° .

Ми смо напред видели, да се тачке. у којима се еклиптика и полутар секу, зову ревнодневичке, јер кад је сунце у тим тачкама, онда је на земљи дан раван ноћи. Осем овога имамо овде да поменемо и ово. Тачке *K* и *E*. као најудаљеније од полутара. зову се *дугодневичке тачке*, због тога, што је дан најдужи за ону половину земље на којој је та тачка. Но ове две тачке стоје и у таквој свези, да кад је на једној поли земље дан најдужи, онда је на другој он најкраћи и с тога се на тој поли зове једна од поменутих тачака и *краткодневица*. Према овоме зовемо онај круг, који од обрта еклиптикиних иде преко тачака, које су обележене са \approx или ϱ и γ или Ω , дакле круг $P \varrho p \Omega$ *равнодневичко коло* (колур), а онај круг, који од обрта еклиптикиних иде преко најдаљих тачака *K* и *E* зовемо *дугодневичко коло*; то је дакле круг $P \ominus p \text{З}$.

Дугодневичке, краткодневичке и равнодневичке тачке.

На слици 30. представљени су елементи од оба система, еклиптикиног и полутарског и на њој представља:

- $\angle SR = \beta$, *ширину* (северну) *звездину*;
- $\angle \Omega R = \lambda$, *дужину* *звездину*;
- $\angle SL = D$, *скратај* *звездин* ;
- $\angle \Omega L = AR$, *успон* *звездин*.

Да би елементе од сва три позната система могли да упоредимо, а и да би их могли што боље разликовати па и по потреби и у свезу доводити, представља нам слика 31. сва три позната система заједно. Напред већ помињате равнине и то: хоризонтова равнина, полутарова и еклиптикина равнина, зову се *три основне равни у астрономији*, јер помоћу њих (т. ј, односећи положаје разних тачака на небу, према тим равнинама) ми можемо да опредељавамо положаје разних тачака на небу

Три основне равни у Астрономији.

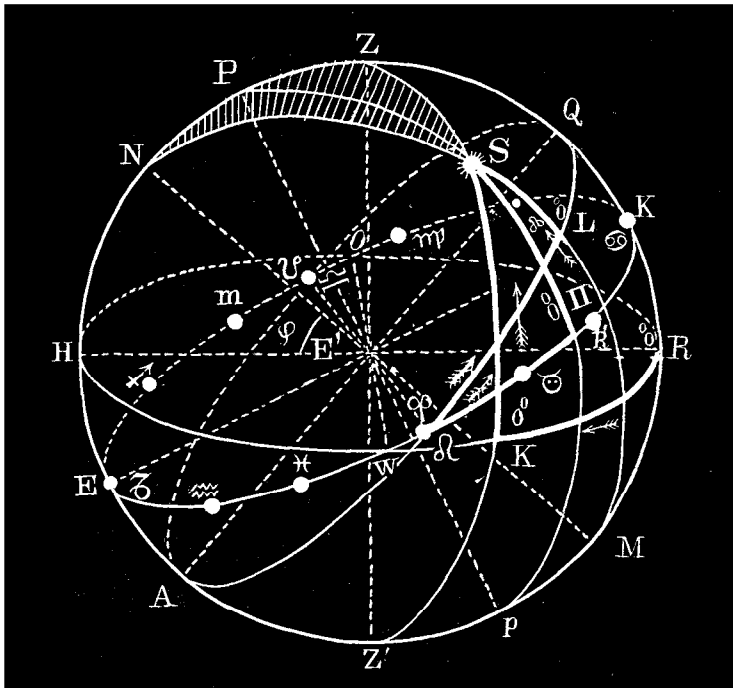
Ако обратимо нашу пажњу на звезду S , онда је с тога, што је: HR хоризонат, AQ полутар, EK еклиптика и:

Z и Z' зенит и надир;

N и M , северан и јужан обрт света;

P и p , северан и јужан обрт еклиптике;

$NH = \varphi$, обртна висина или полутарска даљина;



Сл. 31.

- | | | |
|------------------------------|---|---|
| I. Хоризонтан систем. | $\left\{ \begin{array}{l} RK = a, \\ SK = h, \end{array} \right.$ | Азимут звездин, а њен угао висине; |
| II. Полутарски систем. | $\left\{ \begin{array}{l} QL = AR, \\ SL = + D \end{array} \right.$ | Успон звездин а њен северни скретај; |
| III. Еклиптикин систем | $\left\{ \begin{array}{l} QR' = \lambda, \\ SR' = \beta, \end{array} \right.$ | дужина звезда, а њена ширина |

VII. Годишње окретање земље око сунца.

51.

Као што је дневно окретање небеске кугле само привидно, исто је тако привидно и напред описано годишње кретање сунчево по еклиптици, земља се осем око своје осе (о чему смо напред говорили), окреће и око сунца, као централно-га тела, по путањи, која много на круг наличи, и то у правцу од запада преко југа ка истоку. Истина је да посматраоц, који се налази на земљи и сунце преко целе године сматра (овакво сматрање зове се *геоцентарско* за разлику од *хелиоцентарскога* сматрања т. ј, кад би се нешто са сунца сматрало или боље из центра сунчевог) мисли, да види свакад сунце на ономе месту еклиптике, које лежи у правцу одговарајућег пречника сунчеве привидне путање (еклиптике) и то на противној страни од места, где он стоји — и на овоме је било основано мишлење, да земља стоји а сунце да се креће.

Окретање
земље око
сунца.

Међу тим, све оно, што смо поменули о кретању сунчевом, претпостављајући да се сунце по еклиптици креће, може да се објасни и на тај начин, ако претпоставимо, да сунце стоји а наша земља да се окреће око сунца.

На слици 32. представљено је ово земљино окретање око сунца. Да би ово кретање боље схватили, ми ћемо да пропратимо земљу на њеној путањи око сунца.

Мало доцније видећемо, да земљина путања није потпуни круг, али за посматрање земљинога окретања не смета ништа, ако је ми као круг претпоставимо. Нека дакле на слици 32. представља унутарњи круг *ABCD* земљину путању, коју земља у ствари у течају од године дана око сунца прелази. *S* у средини слике нека је сунчево место, а спољни круг нека представ-

ља путању, коју сунце привидно за време од једне године дана прелази т. ј, то нека је напред описана еклиптика, која је и подељена на већ познатих 12 небеских знакова: Υ , Θ , Π , \ominus , Ω , Υ , Υ ; \mathcal{M} , Υ , \mathcal{Z} , Υ , \mathcal{H} .

Да узмемо, да се земља налази у A и ми се на њој крећемо у правцу од запада ка истоку око сунца. Кад је земља у A и ми повучемо са ње ка сунцу једну праву линију (правац у коме сунце видимо), па продужимо је у памети и преко сунца, до звезда некретница, онда ова линија погађа еклиптику у тачци $0^\circ \Upsilon$, и A је дакле оно место, где се земља налази у време пролећне равнодневице. Док земља у правцу стрелице од A до B напредује, изглед нам са земље гледајући, да сунце прелази небеске знаке: Овна, Телца и Бли-
 ње приви- занце, и кад је земља прispела у B , онда стоји
 дног сун- сунце управо пред небеским знаком Рака, дак-
 чевог кре- тана као ле се од свог првашњег положаја привидно
 тања као ле се од свог првашњег положаја привидно
 след зем- удалило за 90° . За време док земља прелази
 њиног окре- удалило за 90° . За време док земља прелази
 тања око други квадранат своје путање, дакле од B до
 сунца. C , креће се сунце привидно по реду испред
 небеских знакова: Рака, Лава, Дјевице, и најпосле Те-
 разија, а исто тако при кретању земље из положаја C
 до D и најпосле од D до A , креће се сунце испред
 осталих знакова еклиптикиних, дакле: Скорпије; Стрел-
 ца, Козорога, Водолије и Риба.

Сунце дакле са земље гледано прелази од запада ка истоку, и по овој другој претпоставци, у истом реду иста она звездана јата, која смо већ напред побројали и опет је уму човечијем остављено, да једну или другу претпоставку као истиниту призна. Међу тим и сами однос између величина ових светских тела земље и сунца, наводи нас, да одбацимо ону прву претпоставку, јер је неприродно: да се сунце, које је од земље милион и по пута веће, око наше земље окреће, а земља наша да стоји: осем овога, у природи има

све свога узрока, па такав би морали да пађемо и за сунце, кад би претпоставили, да се оно око наше земље окреће, а и што је свакоме кретању узрок дејство макакве силе, то би дакле сила, која би сунце на даљини од 20 милиона миља на путањи његовој око земље руководила, морала лежати у овој нашој мајушној земљи. Из искуства знамо, да кад два тела разне тежине, везана каквом узицом завитламо у ваздуху, па их пустимо да се крећу, онда се та тела свакад по законима механичким крећу око заједничког тежишта, које је већем телу све ближе и ближе, што је веће тело од онога другог, веће и веће; примењујући ово на земљу и на сунце, које је милион и по пута од земље веће, јасно је, да ће због тако огромне разлике у величини а и по тежини, заједничко тежиште лежати тако близо тежишту сунчевом, да ће мање тело, дакле наша земља, морати да се окреће око сунца, и да би сунце при томе окретању неприметно своје место мењало, јер и сунце па и земља, лебде слободно у ваздуху, као и напред поменута два тела.

Слободно кретање два тела око заједничког тежишта

Ми смо напред већ помињали, да наша земља није једина и за се у овоме светскоме простору, већ да је и она члан овога нашега сунчаног система; па да и за њу мора да вреди оно, што вреди и за остале планете. Тако и за нашу земљу мора вредети Кеплеров закон (о коме ћемо доцније подробије говорити) који гласи: да су квадрати времена оптицања, управо сразмерени кубовима полупречника планетарних путања. Ако са T и T^1 означимо времена оптицања за две разне планете, а полупречнике њихових путања око сунца са R и R_1 , то постоји сразмера:

Кеплеров закон вреди и за нашу земљу.

$$T^2 : T_1^2 = R^3 : R_1^3$$

и ако у њој три члана знамо, можемо да нађемо четврти непознати. Да узмемо, да треба да нађемо време оптицања T за нашу земљу — ми претпостављамо дакле да се и она око сунца окреће. Полупречник земљине путање износи у средњу руку: $R = 20\ 036\ 000$ миља; ако при томе узмемо у обзир Јупитерово време оптицања, које износи скоро 12 наших година, дакле $T_1 = 4332\cdot6$ наших дана а полупречник јупитерове путање око сунца у средњу руку $R_1 = 104\ 200\ 000$ миља, то имамо:

$$T^2 : (4332\cdot6)^2 = (20\ 036\ 000)^3 = (104\ 200\ 000)^3$$

и одавде:

$$T = 4332\cdot6 \sqrt{0\cdot007} = 4332\cdot6 \times 0\cdot084 = 365 \text{ дана,}$$

дакле ми добијамо за земљино време оптицања, познату дужину наше године.

Кеплерови закони вреде за све планете, које се око сунца окрећу, па кад смо добили по истом закону, да се земљино време оптицања слаже са нашом годином, онда је и наша земља планета — и она се дакле заиста око сунца окреће.

Земља мора око сунца да се окреће и због (доказаног) обртања око своје осе.

52.

И само већ напред доказано обртање наше земље око њене осе, довољно би било, па да закључимо, да се земља наша око сунца окреће, јер узев ово обртање као факт (а ово можемо да чинимо), ми морамо и њему као и свакој другој појави, да потражимо узрока и ми га и налазимо. Обртање земљино око њене осе неможемо да објаснимо другаче, већ ако предпоставимо да је земља, у моменту кад је постала, изведена из њезинога првобитног положаја, упливом какве силе

ван ње, да кажемо привлачном силом каквога другог већег тела, и ако дејство од ове силе није извршено у правцу ка средреди наше земље, већ на неком удалењу од те средреди, то је појамно, да је услед силнога подстака, морало одпочети обртање земљино, као оно што се вртешка обрће кад је пустимо, и ово је обртање све брже, што је првобитни подстак извршен од средреди даље. Но подстак, који је био у стању да произведе обртање земљино, морао је произвести у исто време и прогресивно кретање земљине средреди, јер и из искуства знамо, да је веома тешко, да се и сами обрнемо, а да се у исто време и у напред некрнемо; осем овога обртање без прогресивног кретања готово је немогуће, ако тело ма на који начин каква спољна сила у извесном положају чврсто не држи. Како са земљом нашом ово није случај или ми бар незнамо да је, то већ и само обртање земљино говори за то, да се земља и прогресивно у овоме светском простору креће.

Земља се око сунца окреће и због доказаног обртања око своје осе.

Као што видимо, сви докази за годишње окретање наше земље око сунца, поред све њихове разложности, опет су изведени сви поглавито на основу сматрања сунчевог привидног кретања, на основу аналогije, са осталим планетама, јер кад и за земљу вреди поменути кеплеров закон, онда закључисмо, да је и она планета и да мора и она као и остале планете, у којих је кретање око сунца доказана ствар, око сунца да се окреће; и најзад на основу тога, што је по механичким законима нужно, да уз обртање иде свагда и прогресивно кретање, кад се тело слободно креће; — накратко, ми видимо, да сви ови докази нису тако убедљиве природе, као што беху докази, за обртање земљино око њене осе, па зато морамо да видимо, е да ли се окретање земље око сунца даје доказати другаче и боље.

Досадањи докази за окретање земље око сунца нису довољни.

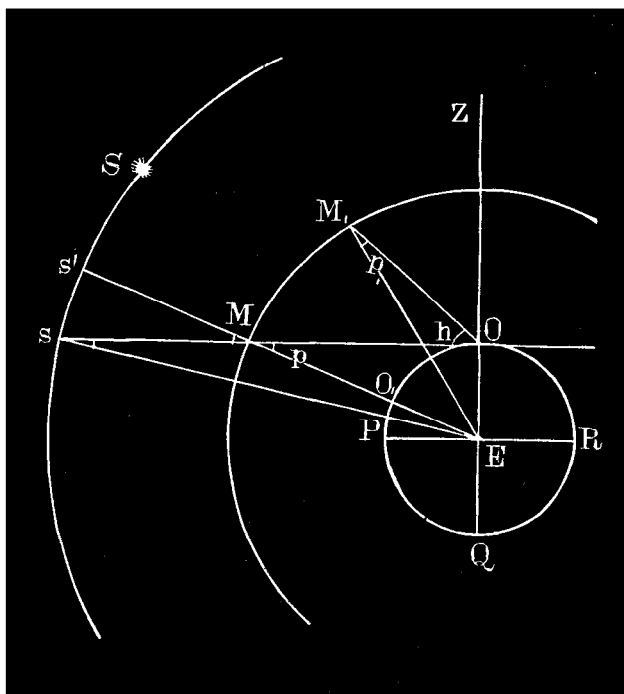
Доказивање паралактиком небеских тела, да се земља око сунца окреће.

53.

Најбоље може да се докаже окретање наше земље око сунца, са тако званом годишњом паралактиком небеских тела; јер ако се и земља окреће заиста око сунца, као и друге планете, и ако је сунчево кретање од запада ка истоку заиста привидно, онда треба и у звезда да опазимо привиднога кретања, па и мењање њихових положаја на небу.

Да би овај доказ разумели, ми ћемо да видимо шта је то *паралактика* у опште.

Нека је E средсреда наше земље (сл 33.) од које нека нам представља $OPQR$ један пресек, а O нека



Сл. 33.

је место одакле сматрамо какво небеско тело M . Кружни део $ss'S$ нека нам представља део небеске сфере.

Кад тело доспе у наш привидни хоризонат, дакле у M , онда кажемо, да се оно рађа за место O и из O гледајући, мислимо, да се M налази код звезде s . Кад би опет из земљине средсреде гледали у истом моменту исто тело, нама би се чинило да га видимо код звезде s_1 , јер би га гледали у правцу зрака EM .

Угао кога правци OM и EM у средсредној тачци небескога тела M заклапају, дакле угао:

$$OME = sMs_1 = p,$$

зове се *паралактика* тела M . Ако је тело у хоризонту сматрачевом, онда се тај угао зове *хоризонатна паралактика*, као што је угао p ; а ако је тело на извесној висини над хоризонтом, онда је тај угао *висна паралактика* тела, као што је угао: OM_1E . Према телу чија је паралактика, зове се она месечева, сунчева паралактика или звездана паралактика, како је кад сматран месец, сунце или каква звезда. Због огромно велике даљине звезда некретница (о чему ћемо још говорити) од месеца па и наше земље, ми можемо средсреду лука ss_1 да узмемо где нам је воља, дакле или у тачци M или у E , или најзад у тачци O и тако лук ss_1 можемо да сматрамо као меру угла sMs_1 . Паралактика небеских тела. $= OME$, дакле као меру месечеве хоризонатне паралактике, ако узмемо да је M месец. Но ако на слику погледамо, онда видимо, да је паралактика небескога тела и угао, под којим се полупречник наше земље, гледан из средсреде небескога тела показује. Ова се паралактика зове још и *дневна паралактика*.

Паралактика има у хоризонту највећу вредност, и што се небеско тело више над хоризонтом пење, то је паралактика све мања. Кад је тело у зениту, онда му је паралактика нула.

Ако означимо полупречник земљин OE са r , а даљину тела M од средине земљине, дакле ME са D , онда добијамо из троугла OME хоризонталну паралактику једначином:

$$\sin p = \frac{r}{D}.$$

Висну паралактику, дакле паралактику за ма коју привидну висину h небескога тела над хоризонтом, налазимо по једначини:

$$\sin p_1 = \frac{r}{D} \cos h = \sin p \cdot \cos h;$$

јер из троугла OM_1E следуј :

$$\frac{r}{D} = \frac{\sin p_1}{\sin (90 + h)} = \frac{\sin p_1}{\cos h}, \text{ па дакле и}$$

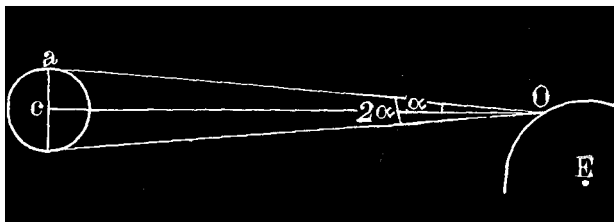
$$\sin p_1 = \frac{r}{D} \cos h.$$

Кад знамо паралактику каквог небескога тела, онда лако налазимо његову даљину од нас или од средине земљине, а тако исто и величину његову. Из троугла OME имамо:

$$D = \frac{r}{\sin p}$$

Изналаже као даљину небескога тела од средине даљине де земљине; а кад ову даљину знамо, онда мо- и апсолутне величине небеских тела. жемо да нађемо праву величину т. ј, прави полупречник небескога тела (сматрајући ово разуме се као лопту), ако само на неки начин измеримо привидни полупречник тога тела. Овај привидни полупречник свакад је половина угла, под којим се ма који пречник небескога тела види, и може лако

да се добије са каквим угломором. Ако узмемо, да се пречник небескога тела види под углом 2α , онда је привидни полупречник истога тела α , а *прави* полупреч-



Сл. 34

чник његов $ac = d$ (Сли. 34.) добија се (ако задржи-
мо D за даљину тела од средсреде земљине E , а r
за полупречник земљин) из једначине:

$d = D \cdot \sin \alpha$, или ако заменимо D са његовом
горњом вредности: $d = \frac{r \cdot \sin \alpha}{\sin p}$.

Опредељење даљина и апсолутних величина небе-
ских тела као што видимо, оснива се на знању хори-
зонатне (или висне) паралактике и привидног полу-
пречника небескога тела, а разуме се по себи, да ће
резултати рачуном добивени бити то тачнији, што су
углови ови што тачније опредељени.

Паралактику небеских тела можемо да определи-
мо на више начина, од којих ћемо овде у кратко да
поменемо само два. Тако ми можемо њу да Методе за
определимо сматрањем на два разна места опредељење
паралак-
тике небе-
ских тела
на земљи, која су једно од другога прилично
удаљена, а леже у једном и истом подневку
(или бар приближно у једном и истом подневку) и при
томе меримо зенитне даљине у једном и истом момен-
ту, за време кулминације извеснога небескога тела;
из зенитних даљина и познатих полутарских даљина

оних места (која се узимљу на обема странама од полутара) лако се налази тражена паралактика простим тригонометријским рачуном.

Ова хоризонатна паралактика налази се за сваки дан израчуната у астрономским ефемеридама као у: *Almanac nautical*, *Nautisches Jahrbuch* и т. д.

Други је начин за изналажење паралактике тај, да се послужимо обрасцем:

$$\sin p = \frac{r}{D}$$

и да по њему хоризонатну паралактику рачунамо. По овоме обрасцу налазимо паралактике за поједине планете, за које вреде Кеплерови закони, јер даљину њихову D можемо по трећем Кеплеровом закону из времена оптицања да израчунамо; али овај образац недаје нам могућност да њиме рачунамо и паралактике звезда некретница, јер за њих не вреде Кеплерови закони, па с тога даљину звезда некретница неможемо ни приближно да одредимо на други начин, већ кад би њихову хоризонатну паралактику знали, т. ј, кад би је по првом начину сматрањем одредили.

54.

Кад се сматрањем изналази паралактика небеских тела, онда је нужно, да је даљина оних двају места на земљи или тако звана основица што дужа, јер ће само тако резултати сматрањем и рачуном добивени, шта је довољно тачни бити. На земљи је највећа могућа основица полупречник, или ако хоћемо да се паралактика удвојену паралактику, онда пречник наше земље, дакле права линија од 1719 миља. Али сва сматрања звезда некретница употребом прве па и друге основице, осташе без резултата, јер

су углови и при првој и при другој основици тако мали, да се нису могли ни са најсавршенијим инструментима измерити. Вредност њихова беше свагда равна нули.

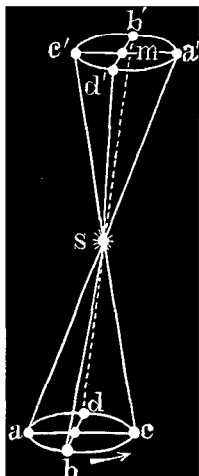
Према оваквом стању ствари, остао би нам само још један: пут, а на име, да узмемо окретање земље око сунца као доказану ствар (што смо напред у неколико и доказали), па да видимо, да ли би са много дужом основицом, са пречником земљине путање око сунца, дошли до звездане паралактике; јер ако се земља заиста у овоме светском простору око сунца окреће, то је увиђавно: да се она мора у овоме простору после године дана налазити на месту, које је од места, где је земља наша сад, удаљено за два пута 20 милиона, дакле за 40 милиона миља. Ова за нас несхватно велика дужина већа је од земљинога пречника готово 24000 пута пе и паралактике звездане. које при горњим основицама изчезаваху за наша опажања, биће сад такође 24000 пута веће, па ће се зар и одредити моћи. Требало би исчекивати: да звезде, које видимо да су сад ближе једна другој због њихове огромне даљине, кад буде мо дошли у други крај дужине од 40 милиона миља, изгледају много даље једна од друге; обрнуто, пре по године удаље. није звезде, треба сад да су много ближе; звезде које нам сад велике изгледају, требају готово да се невиде после по године, и најзад сва звездана јата па и сво звездано небо, треба после по године да се покажу са свим изменути.

Промена на звезданом небу, које би дошле због окретања земље око сунца.

Све ове укратко наговештене промене, морале би се опазити, јер ако на сли 35, сле. стр. на којој нам представља *abcd* земљину путању, *s* ма какву звезду, посматрамо како упливише кретање земљино на привидно место поменути звезде, онда видимо, да кад је земља у *a*, да звезда стоји привидно у *a'* пошто је ми у правцу *as* гледамо.

Привидно кретање звезда које долази од окретања земље око сунца.

Због кретања земљиног по $abcd$, креће се и звезда привидно из $a'ub'$, из b' у c' , из c' у d' и најзад приспева опет у a' кад и земља у тачку a своје путање



Сл. 35

Звезда описује дакле привидно на небу елипсу $a'b'c'd'$, која је са земљиним путањом (како ова са звезде гледана изгледа) потпуно једнака. Звезда достиже најсевернију тачку на својој путањи у Јуну, најужнију у Децембру; у Марту је удаљена највише на исток а у Септембру највише на запад од средсредног места m , где би се звезда са сунца гледана показивала.

Са звезде гледана земљина путања показује се свакад као елипса, која се то више од круга разликује, што је мањи угао, који правац: звезда — сунце са еклиптиком прави. Ако је овај угао раван 90° , онда бива звездано привидно кретање по кружној линији, и ово је само тада случај, кад је звезда у једном од еклиптикиних обрта. Свака друга звезда креће се за време од године дана привидно по елипси и велика оса ове елипсе упоредна је са еклиптиком и има непроменљиву дужину за једну и исту звезду. Мала оса ове елипсе опада са опадањем угла који правац звезда — сунца са еклиптиком прави; ова је оса равна нули за звезде које су у еклиптикиној равнини.

Годишња паралактика некретница звезда, Велика оса те звездане елиптичне привидне путање или боље угао, под којим се та велика оса (ac или $a'c'$, јер је $ac = a'c'$ па и $asc = a'sc'$) види, зове се звездина годишња паралактика. По себи се разуме, да и ова паралактика зависи од даљине звездине, и да је она за ближе звезде већа, а за даље звезде мања. Ако је паралактика какве звезде:

1°, онда је њена даљина = 57·296 полупречника, земљине путање; но ако звезда паралактика износи 1 онда је њена даљина = 3437·747 полупречник а ако је 1", онда је њена даљина = 206264·800 полупречника.

Звезда чија је годишња паралактика само 1 секунда била би дакле од нас удаљена за:

$$206264 \cdot 8 \times 20\,000\,000 = 4,125\,396,000\,000 \text{ Миља.}$$

Од Коперника па на овамо, дакле од времена, одкад је кретање земљино око сунца познато, трудили су се астрономи да констатују оне напред наговештене промене звезданог неба, те да тако дођу и до годишње паралактике звезда некретница, али им ово до пре две три деценије, неиспаде за руком ни са најбољим дурбинима и најсавршенијим инструментима, или не бар тако, да су резултати били научки сигурни; — звездано небо изгледа нам потпуно једнако дакле, па била наша земља на једном или на другом крају оне огромно велике дужине од 40 милиона миља.

Из напред казаногa следује ово двоје: или се земља не окреће око сунца и оне исчекиване промене на звезданом небу биле су само уображене, или су звезде тако далеко од нас, да и дужина од 40 милиона миља изчезава према звезданим даљинама тако, да се годишња паралактика не може ни са нај-

Ма да су звездане паралактике изчезливо мале, опет су за неке звезде одређене.

шим најсавршенијим инструментима да измери. Прво тврђење неможе да опстане никако, па све да и најмању вредност припишемо доказима, који су напред под бројевима 51. и 52. за окретање земље око сунца изведени. Но прво тврђење неможе да се одржи и с тога, што је у последњим деценијама за неке најближе звезде (за њих двајестину) годишња паралактика нађена и ако истина тако мала, да се вредност њена налази међу границама 0·09 и 0·98 секунде. Ове су звезде нама најближе, па је опет најближа од њих

α у Кентавору, (чија је паралактика 0'98 секунде) преко 4·1 билиона миља од нас удаљена; најдаља од њих α у маломе Медведу (чија је паралактика 0'09 секунде) удаљена је од нас преко 41·25 билиона миља.

За нас је и ова наша земља огромно велика, а кад узмемо па је упоредимо са даљином земље од сунца, а затим и са даљином најближе звезде, и да непомињемо звезду α у маломе Медведу, онда је увиђавно, да оно друго тврђење, као на фактима основано стоји, јер даљине, које горе наведосмо, такве су, да их ми неможемо ни да појмимо. Што се досад нису могле да одреде паралактике за много већи број звезда, томе је једини узрок, што наши инструменти нису још у тој мери усавршани, да с њима можемо таква диференцијална опажања да чинимо, као што то природа звезданих паралактика захтева. Али ако оштроумље и труд посматрача, као и усавршавање прецизионих инструмената и даље расту у овој мери, у којој је ово од почетка овога века било, онда је несумњиво: да ћемо у потоњем добу доћи и у овом питању до много сигурнијих резултата.

Осем звезданих паралактика одређене су годишње паралактике и за планете нашега сунчаног система и тако је годишња паралактика планете Нептуна 1°54', планете Марса 41° 49' и т. д. и тиме је окретање земљино око сунца потпуно доказано; а пошто су све паралактичне путање елиптичне, то одавде следује и то: да је и *путања наше земље око сунца елиптична.*

Кад су годишње паралактике небеских тела одређене; кад дакле оне у ствари постоје, онда се земља око сунца окреће.

Доказивање аберацијом светлости да се земља око сунца окреће.

55.

Осем многих других научњака, бавио се са зналежењем годишње паралактике небеских тела још од

1725. године Брадле (James Bradley). Он је чинио опажања у друштву са Молинеом (Molyneux) и тражећи паралактику за звезду γ у глави змаја, они констатоваше још и једну другу појаву, која такође несумњиво доказује окретање земље око сунца. Ова појава позната је под именом *Аберација* (скретање) светлости.

Они одпочеше сматрања у време зимње краткодневице (дакле Децембра месеца) кад је поменута звезда требала да доспе у најјужнију тачку своје годишње паралактичне путање. Но место да опазе да звезда застане, па да своје привидно кретање настави ка северу, она се још и даље ка Југу кретала и тек је после три месеца (Марта) доспела у најјужнију тачку своје путање и ту стајаше за $20''{,}45$ јужније но у почетку сматрања. Три месеца доцније, дакле у Јуну, беше јој зенитна даљина иста онолика као и у Децембру, а у Септембру стајаше та звезда за $40''{,}9$ северније од места, где је Марта месеца опажена била.

Са овим резултатима беше истина знатно мењање звездиног места потврђено, које је такође за периоду од године дана везано било, али то не беше тражена паралактика, већ напред поменута аберација светлости. Са аберацијом, као што ћемо видети, доказује се непобитно окретање земље око сунца, али без паралактике, не би се ни приближно могле одредити даљине небеских тела. Изналазак аберације мораде да предходи, изналаску годишње паралактике, јер се ова добија тек, пошто се аберациони уплив од дата, која су опажањем добивена, одбије.

Слично привидно кретање опажено је и код свију других сматраних звезда. За све се звезде нађе, да оне описују на небу у току од године дана мале елипсе. Све су ове елипсе упоредне са еклиптиком и њихова велика оса има за све звезде једну и исту величину

Бредлеова
и Молине-
ова опажа-
ња; прона-
лазак абе-
рације.

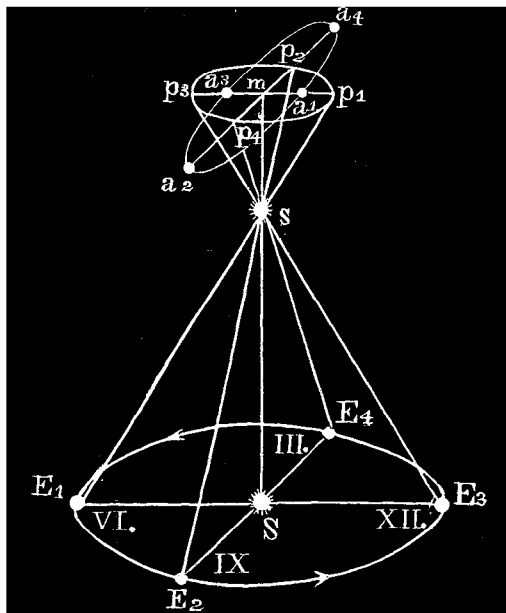
Код свију од $40''{,}9$ секунда. Ова је велика оса такође је звезда за све звезде угоредна са еклиптиком; звезде опажено око еклиптикиних обрта, крећу се привидно аберационо кретање. готово по кружној линији и што се звезде више приближавају еклиптикиној равнини,

све је елипса ужа, њена мала оса опада и најзад постаје равна нули за звезде у самој еклиптикиној равнини. Ове звезде дакле крећу се у еклиптикиној равнини по правој линији ка Југу и ка Северу за $40''{,}9$.

Ако ово напред речено доведемо у сvezу са оним што знамо о паралактици и узмемо на ум прво: да велика оса паралактичне звездине елипсе одговара великој оси земљине путање, дакле правој линији, која спаја тачке у којима се земља налази у месецима Децембру и Јуну; и друго: да опет по добивеним аберационим датама, велика оса звездине аберационе елипсе одговара правој линији, која спаја тачке у којима се земља налази у месецима Марту и Септембру, онда видимо, да велике осе ових двеју елипса заклапају међу собом прав угао т. ј, велика оса једне елипсе, пада са малом осом друге елипсе уједно од прилике, као што слика 36. показује. На овој нам представља: S сунце, s звезду, m тачку, у којој би се звезда са сунца гледана показ вала, $E_1E_2E_3E_4$ путању, коју земља око сунца описује; $p_1p_2p_3p_4$ паралактичну звездину елипсу, а $a_1a_2a_3a_4$ аберациону звездину елипсу. Римски бројеви III VI. IX. XII. значе по реду месеце: Март, Јуни. Септембар и Децембар. На овој је слици аберациона елипса $a_1a_2a_3a_4$ као у ствари већа, већа и нацртана.

Бредле је за кључио, да привидно кретање звезда по елипси $a_1a_2a_3a_4$ не долази од паралактике земљине путање, но од узајамног дејства двеју брзина и то: од брзине, са којом се земља око сунца креће и брзине са којом се светлост креће. Он је ову појаву објаснио

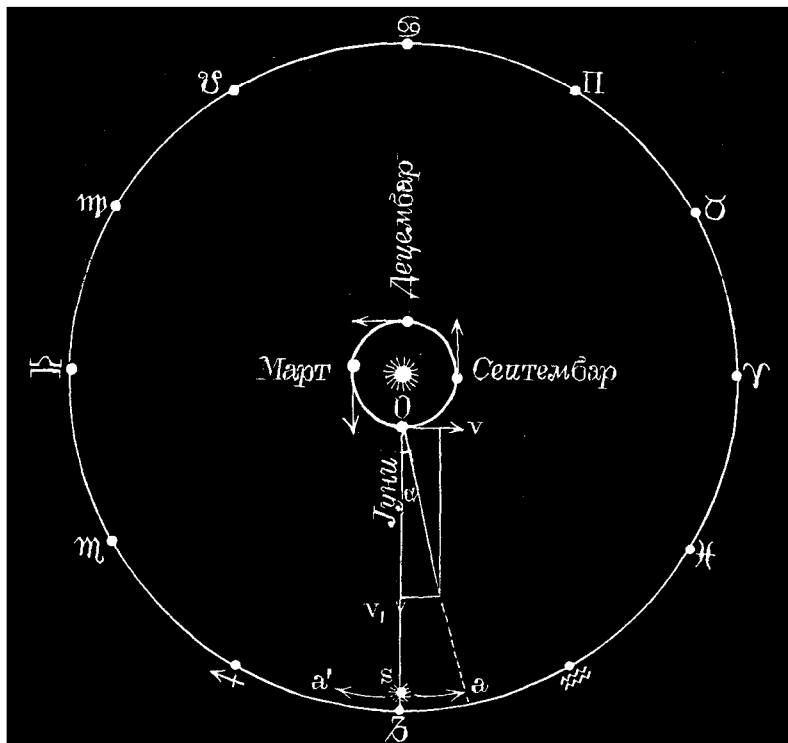
тако званим паралелограмом брзина и назвао је, као што смо поменули, *аберација светлости*. Да би ову аберацију боље разумели, да узмемо и да сматрамо једну звезду, која лежи у Еклиптици, дакле од прилике у



Сл. 36.

s. На слици 37. нека нам представља мањи круг путању земљину око сунца, а већи круг сами зодијак. Ако пратимо земљу при њеном кретању око сунца од пролећне равнодневице, дакле из положаја у Марту месецу, онда видимо, да се она у то време креће у правцу ка звезди s, а у Септембру од ње, али и у једном и у другом случају по правој линији, која због огромно велике даљине звезде s, пада готово са правом линијом ка звезди s уједно. У Марту и Септембру, види се дакле звезда на њеном правом месту. У Јуну и Децембру заклапа земљина путања са зрацима од звезде s

Објашнење **прав угао**. Ако нам на слици 37. представља аберације v брзину, са којом се земља креће око сунца, паралелограмом br а v , брзину, са којом се светлост креће, то је по паралелограму брзина уплив од поме-



Сл. 37.

кључак, да се и због аберације светлости, мора земља да окреће око сунца. **нутих брзина у томе:** да се гледаоцу у θ чини, да светли зраци долазе на некретну земљу у правцу ao , т. ј; гледаоц види у Јуну мсецу звезду s у a , а у Децембру из истог узрока за толико исто на противној страни у a' . Аберациони угао добија се по обрасцу:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{v_s}.$$

Кад је једна и друга брзина позната, онда се добија аберациони угао делењем земљине брзине са брзином светлости; а кад је аберациони угао и једна брзина позната, онда се може лако и друга брзина да нађе. Аберациони угао нађен је сматрањем и износи $20,49''$; брзина земљина је у секунди скоро $v = 4,7$ миље, и заменом у горњи образац добијамо за брзину светлости приближно $v_1 = 42000$ миља, што је и из Физике познато. Кад се помоћу аберационе једначине нађена брзина светлости, слаже са вредности, која је прецизионим физичким опитима опредељења, онда је увиђавно: да је и поставка на којој дођосмо до израза за аберациони угао, на истинској природи ствари потпуно основана т. ј, онда је *несумњиво*, да се и земља око сунца окреће, и да је напред описана еклиптика, на небу пројцирана земљина путања.

Положај земљине осе према еклиптици; земљина оса није на еклиптици управна.

56

Из напред наведенога следује дакле, да се земља заиста окреће око сунца, и нама остаје да видимо, како стоји у овом случају са еклиптикином косином.

Речено је, да је еклиптика према полутару нагнута под извесним углом, који се зове еклиптикина косина и ми ћемо да видимо, да ли је то у ствари тако. Еклиптика је, као што смо видели, на небо однешена или пројцирана земљина путања, а како према пређашњем, светска оса пада уједно са земљином осом, па и земски полутар са небеским, то еклиптикина косина или угао између небескога полутара и еклиптике, мора у неком односу да стоји са углом, који земљина оса са равнином еклиптике у овоме светском простору заклапа.

Земљина оса може према еклиптици у опште да има ова три разна положаја; она може да је:

1, управна на еклиптици;

2, да лежи у еклиптици или

3, да је према еклиптици под извесним углом нагнута.

Да би могли све, што се на ово питање односи, како ваља да разумемо, ми ћемо најпре да поменемо ово

Сунце и земљу треба тако да замислимо, да њихова средишта леже у равнини земљине путање или еклиптике, тако дакле, да их еклиптикина раван подели.

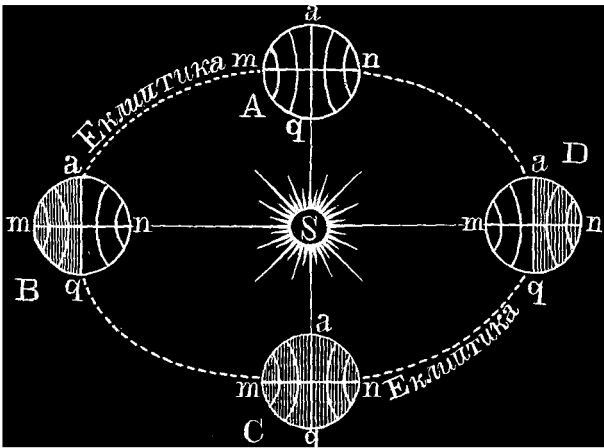
Од сунца иду светли зраци на све стране, и они се, идући из једне и исте средсреде, крече на све стране. Због превелике даљине сунчеве у сравнењу са нашом земљом, ми можемо да сматрамо све зраке, који до наше земље доспевају, као међу собом упоредне, сви они дакле идући упоредно, погађају свагда само једну земљину половину и ова је половина осветљена; она друга земљина половина није осветљена, она је мрачна, и онај круг на нашој земљи, кога још светли зраци додирују зове се *граница осветљења*.

Од свију тачака на земљи, само је једна тачка, до које у сваком моменту или боље у сваком моментаном земљином положају, доспева по један *управан* сунчани зрак; та тачка је у исто доба и средсредна тачка осветљене земљине полутине и њу погађа свакад тако звани *средсредан сунчев зрак*, а то је онај, који иде у правцу, који се добија, кад се земљино и сунчево средиште правом линијом споји. Од средсреде тачке па ка граници осветљења на све стране опада угао, под којим сунчеви зраци погађају све удаљеније и удаљеније тачке, и то опада он од 90° па до 0° , и најдаље тачке, до којих сунчани зраци због округлог земљиног облика могу да доспу, удаљене су од те средсреде за 90° ; ове тачке све спојене представљају онај круг који смо ми назвали *границом осветљења*, и отуд следује да и граница осветљења одстоји за 90° од оне средсреде тачке.

Очевидна је ствар, да положај границе осветљења зависи од положаја земљине осе према еклиптици:

та граница може да пада северније или јужније по нашој земљи, и од интереса је да видимо, како зависи граница осветлења од положаја земљине осе.

Кад би претпоставили, да је земљина оса управна на еклиптици, онда би опазили ово. Равнина полутарова aq пала би тада очевидно са еклиптикином равнином уједно, као што је то на овој слици 38. представљено,



Сл. 38

где S представља сунце, а $anqt$ земљу на којој је aq полутар, nt земљина оса. Положај земљиног полутара меродаван је за положај небескога полутара, а пошто земљин полутар пада са еклиптиком у једно, то и небески полутар мора да пада са еклиптикином равнином у једно; — у том случају дакле не би ни било еклиптикине косине или би она била равна нули.

Средсредан сунчев зрак погађао би тада управно само оне тачке, што леже на земљином полутару и обитаваоци на полутару имали би кроз целу годину на изменце свакад сунце уподне у зениту или над својим теменом. Што се границе осветлења тиче, она би ишла непрестано кроз обадва земљина обрта n и t , она би дакле као највећи круг a идући кроз обадва обрта, била свакад један подневак и половила би по

томе све упореднике; а пошто се земља као што знамо обрће подједнаком брзином, то би тада свако место на земљи имало дан раван ноћи; — на целој земљи била би дакле кроз сву годину равнодневица и обитаваоци на полутару виђали би непрестано сунце у подне у зениту, а обитаваоци на обртима (кад би их у опште и било) виђали би га опет како оно непрестано из дана у дана њихов хоризонт привидно обилази. Ми између обрта и полутару, виђали би сунце над нашим хоризонтом кроз сву годину на једној и стоји висини.

У свима положајима наше земље А, В, С, Д.

а усљед таквог сталног и једнаког осветљења па и загревања наше земље из дана у дан за свака 24 часа, појамно је, да не би ни могло бити говора о каквој промени годишта, т. ј, у таквом би случају, на једном и истом месту на земљи, (између полутара и обрта било *вечно пролеће или вечна јесен*.

Свуда на земљи разликују се годишта у велико температурама својим и нигде на земљи нема места где би дан кроз целу годину био једнаке дужине и потоме је, с обзиром на горње, несумњиво, да *земљина оса није на еклиптици управна*.

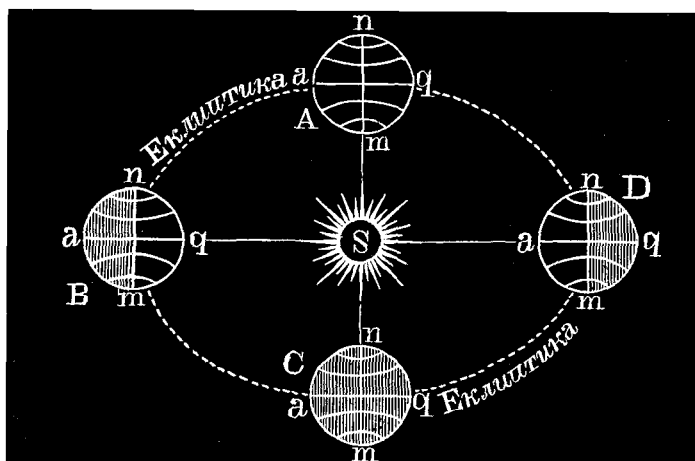
Земљина оса не пада са еклиптикином равнином у једно.

57.

Кад би претпоставили, да земљина оса лежи у еклиптици, онда би опазили ово.

Равнина полутарова место што је мало пре била у еклиптикиној равнини, стајала би сад управно на њој, као што показује слика 39. на којој су полутар и оса означени исто онако као и на пређашњој слици. Садања еклиптикина косна или угао, који би земни полутар aq , па и небески полутар са еклиптиком заклапао, био би тачно 90° , и небески обрти, лежали би

у еклиптици а тако исто и земљина оса лежала би непрестано у еклиптици и ми би морали да замислимо,



Сл. 39.

да се она сама себи упоредно и непрестано у еклиптикиној равнини креће.

У земљином положају А, падали би сунчеви зраци на полутар управно и граница осветлења ишла би опет кроз обадва обрта *n* и *m*. Обитаваоци на полутару виђали би опет сунце у подне у зениту, а обитаваоци на обртима, виђали би га опет како оно њихов хоризонат привидно обилази и опет би на свој земљи био дан раван ноћи, као год што је код нас у пролеће или у јесен. На полутару била би велика врућина, на обртима велика зима.

За време док би се земља из положаја А ка положају В приближавала, све би се граница осветлења више и више мењала и кад земља приспе у положај В према сунцу, онда би граница осветлења са својим положајем у А заклапала угао од 90° ; она би место да иде као мало пре кроз обадва обрта, стајала сад управно на земљиној оси, т. ј. граница осветлења била би представљена сад самим полутаром *aq*. Средсредан

сунчани зрак погађао би сад управно северни обрт наше земље n , а гранични светли зраци додиривали би полутар. На северном обрту виђали би обитаваоци сунце у зениту, а у исто време и на месту, где је северни обрт света, осем тога виђали би, да се сунце од времена, кад је земља у A била, па док није у B приспела, све више и више над њиховим хоризонтом издиже и тежи да дође најзад у зенит њихов, где привидно за неко време застаје и тиме проузрокује веома велику врућину. Обитаваоци на полутару имајући непрестано равнодневицу, виђали би, да им сунце пада све ниже и ниже ка хоризонту, и најпослед, кад је земља у B , видели би они да сунце стоји привидно непомично у северној тачци њиховога хоризонта, где им за неко време непрестано сија и они би имали дан без ноћи. Нама опет, који смо између северног обрта и полутара, не би сунце за неко време никако залазило, ми не би имали ноћи; а оним обитаваоцима између јужног обрта и полутара, не би се опет сунце за неко време рађало никако, и они не би имали дана. На северном обрту била би велика врућина, на полутару велика зима, а на јужној полутини земље дуга ноћ и зима.

При кретању земљином из положаја B до у C , виђали би обитаваоци северног обрта, да сунце привидно од зенита ка њиховом хоризонту пада, а обитаваоци на полутару опет, при непрестаној равнодневици, опазили би, да им се сунце све више и више над хоризонтом пење, док најзад не би доспело опет у њихов зенит, као што је у A стајало, и граница осветлења не би постала опет један подневак.

У овом положају у C наступиле би исте прилике које су биле и у положају A . На полутару била би велика врућина, а на обртима велика зима. У положају земљином у D наступило би све онако за јужну земљину полутину, као што је било у земљином положају B за

северну; — на јужној би полутини, пошто сад сред-средан сунчев зрак погађа јужан обрт земљин био дуг дан, и велика врућина; на полутару велика зима. Ми на северној половини земље имали би сад дугу ноћ и велику зиму.

Оваквим једнаким наизменичним осветљавањем и загревањем час јодне час друге земљине стране, имали би обитаваоци на земљи по реду један пут несносну врућину, за тим опет несносно велику зиму — температура би се мењала у таквим границама, да је садањи органски свет не би могао никако ни сносити. Међу тим, такво наизменично а једнако осветлење и загревање, до кога нас је ова друга претпоставка о положају земљине осе довела и непостоји. Сунце се ни за које место на земљи не креће привидно над хоризонтом од 0° па до 90° , нити опет пада од 90° до 0° ; ми на северној полутини земљиној нисмо још никад опазили, да нам се сунце у течеју нашег обичног дана никако не роди или не зађе и по томе је несумњиво, да земљина оса не лежи у равнини еклиптикиној.

Прави положај земљине осе према еклиптици.

58.

Кад оса земљина није на еклиптици управна и кад не лежи ни у еклиптикиној равнини, онда она мора да је према еклиптици косо положена, т. ј, она мора да је према еклиптици нагнута, као што је напред и речено, и да заклапа са еклиптикином равнином извесни угао, који је мањи од 90° а већи од 0° . С обзиром на оно, што је речено о привидном годишњем сунчевом кретању, ми можемо лако и да одредимо тај угао.

Објашњење еклиптикине косине као сљед од нагнутости земљине осе.

Еклиптикина косина износи, као што је речено $23\frac{1}{2}^{\circ}$, па с тога мора и земљин полутар, који је за положај небеснога полутара меродаван, да заклапа исто толики

угао са еклиптиком, што опет само тако може да буде, ако оса земљина не стоји на еклиптици управно, већ ако и она одступа од тога управног положаја за $23\frac{1}{2}^{\circ}$.

Одавде следује, да је земљина оса према еклиптици нагнута за угао: $90^{\circ} - 23\frac{1}{2}^{\circ} = 66\frac{1}{2}^{\circ}$. Промене годишта па и промене дужине дана и ноћи на разним местима на земљи дају се само овом претпоставком потпуно и објаснити.

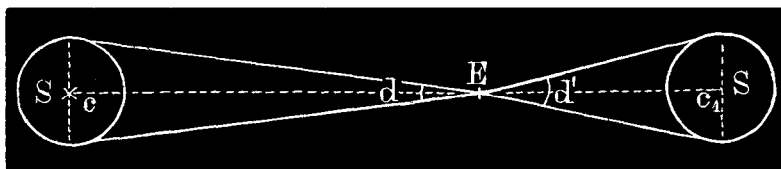
Слика 40. представља нам земљину путању у перспективи и показује разне положаје земљине према сунцу S за време четири годишта, а и положај земљине осе nt па и полутара aq према земљиној путањи (еклиптици) за време од године дана. У положајима, који су означени са A и C (и који одговарају положајима на слици 32. који су са истим писменима означени) дакле за време равнодневица стоји земља тако, да сунчани зраци падају на тачке полутарове управно. У положајима B и D опет, дакле за време сунчевих поврата, стоји земља тако, да сунчани зраци падају на једну и на другу страну од полутара, и то у положају B падају сунчани зраци северно од полутара управно, а у положају D опет јужно од полутара. У каквој вези стоје годишта као и дужине дана и ноћи на земљи са овим променљивим положајима према сунцу, видећемо доцније. За сада помињемо само још то, да на слици 40. римски бројеви представљају месеце, а арапски бројеви поред њих, показују дане по нашем и новом календару.

Облик земљине путање око сунца.

59.

Земљина је путања око сунца елипса. Земљина путања, коју земља за време од године дана око сунца прелази није тачно кружна, већ је елиптична. Сунце се налази у једној елипсиној жижги.

Пажљивијим посматрањем сунца у разво доба године уверавамо се лако, да нам сунце у разво доба године и разне величине изгледа. Кад би се земља налазила свагда на једној и истој даљини од сунца, т. ј, кад



Сл. 41.

би на слици 41. на којој представља S сунце а E земљу, било удаљење cE кроз сву годину равно c_1E (што је удаљење земљино кад је да кажемо земља сунцу најближа) онда би и угао виђења d или тако звана привидна величина сунчевог пречника, морала би бити равна привидној величини d' .

Основ за то, да је земља у разво доба године на развој даљини од сунца.

Из неједнакости ових привидних величина сунчевог пречника закључујемо на различна удаљења наше земље од сунца а у разво доба године.

Доња таблица показује величину сунчевог полупречника у разво доба године.

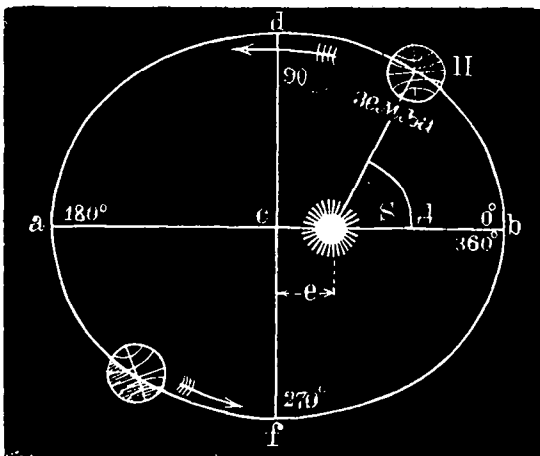
Сунчев полупречник у разво доба године.

| | | | |
|---------------------|-----------|--------------------|-----------|
| Јануар 1 | 16' 17,8" | Април 25 | 15' 55,1" |
| 10 | 16' 17,6" | Мај 5 | 15' 52,7" |
| 20 | 16' 16,9" | 15 | 15' 50,6" |
| 30 | 16' 15,7" | 25 | 15' 48,8" |
| Фебруар 4 | 16' 14,9" | Јуни 4 | 15' 47,4" |
| 14 | 16' 13,1" | 14 | 15' 46,3" |
| 24 | 16' 11,0" | 24 | 15' 45,7" |
| Март 6 | 16' 8,6" | Јули 4 | 15' 45,6" |
| 16 | 16' 5,9" | 14 | 15' 45,8" |
| 26 | 16' 3,2" | 24 | 15' 46,6" |
| Април 5 | 16' 0,4" | Август 3 | 15' 47,7" |
| 15 | 15' 57,7" | 13 | 15' 49,2" |

| | | | |
|-------------------|-----------|------------------|-----------|
| Август . . . 23 | 15' 51,1" | Новембар . . . 1 | 16' 9,2" |
| Септембар . . . 2 | 15' 53,3" | 11 | 16' 11,6" |
| 12 | 15' 55,8" | 21 | 16' 13,7" |
| 22 | 15' 58,4" | Децембар . . . 1 | 16' 15,6" |
| Октомбар . . . 2 | 16' 1,1" | 11 | 16' 16,6" |
| 12 | 16' 3,9" | 21 | 16' 17,5" |
| 22 | 16' 6,6" | 31 | 16' 17,8" |

Из горње таблице видимо, да је привидни пречник сунчев у месецу Децембру највећи и износи $32' 35'',6$ а у месецу Јулу најмањи и износи $30' 31'',2$, дакле је земља сунцу зими најближа, а лети је од њега најдаља. Кеплер је из опажања планете Марса, која је *Тихо-де-Брахе* чинио још године 1619. нашао, да све планете па и наша земља описују око сунца елиптичке путање и ми ћемо се доцније упознати са законима елиптичкога кретања, а за сад имамо само да поменемо о путањи земљиној још ово.

Ако узмемо да нам $a f b d$ (слика 42.) представља елипсу, коју земља око сунца описује, то се *велика оса*



Сл 42.

ове елипсе дакле ab зове *апсидна линија*. Линија df зове се *мала елипсина оса*, а удалење геометријске

средсреде ове елипсо од правог сунчевог по-
 ложаја (удалење од сунчеве средсреде) зове
 се *ексцентричност* земљине путање. Ова
 ексцентричност износи од прилике $\frac{1}{60}$ део од
 велике елипсине полуосе a . У слици 42. нацртана је
 ексцентричност e много већа, но што је у ствари. Осем
 горепоменутих назива имамо још и ове. Кад се земља
 налази у b онда кажемо да је она у *сунчевој близини*
 (Perihelium); а кад је у a онда опет кажемо да је зе-
 мља у *сунчевој даљини* (Aphelium). У овој је тачци a
 земља и најдаља од сунца за време целог ње-
 ног годишњег кретања око сунца. У месецу
 Децембру и то 20. налази се земља у сунчевој
 близини, а у месецу Јулу и то 20. налази се она у сун-
 чевој даљини. У сунчевој близини удаљена је земља од
 сунца за 19,704.000 а у сунчевој даљини за 20,372.000
 миља. Према овоме може да се узме, да је средње уда-
 лење земљино од сунца 20,036.000 миља, а за полупреч-
 ник земљине путање у средњу руку у округлом броју
 20,000,000 миља. Дужина целе земљине годишње путање
 око сунца, такође у округлом броју, износи 126 мили-
 јона миља.

Елиптична зе-
 мљина пута-
 ња; сунчева
 близина и да-
 љина.

Димензије
 земљине
 путање.

Са овим неједнаким удаљењем земље од сунца стоји
 у вези и неједнакост у трајању наших годишта. Јер с
 тога, што земља није свагда једнако удаљена од сунца,
 не креће се она по својој путањи свагда ни са једнаком
 брзином. Што год је земља ближа и ближа сунцу, креће
 се она све брже. У тачци b , дакле у сунчевој близини,
 креће се она најбрже, а у тачци a или у сун-
 чевој даљини, креће се она опет најлаганије. Разлика у брзинама у тим поменутих земљи-
 ним положајима није истина велика, али опет
 ова неједнакост чини, да земља једну поло-
 вину свога пута и то лук $f b d$ прелази за
 краће време, но што она другу половину $d a f$ прелази.

Неједнака бр-
 зина земљина
 и уплив елип-
 тичне земљи-
 не путање на
 трајање годи-
 шта.

Разлика међу временима прелажења износи од прилике 7 дана; па како *с₁* летња половина године на нашој северној половини земље пада у време, кад земља да *а*-и део путање, дакле *d a f* прелази, то траје летња половина године за једну недељу дана више но зимња половина године. Но о овоме ћемо још и доцније говорити. Највећа брзина какве планете *II* (види слику 42.) то је она брзина, коју она има у сунчевој близини. На против најмања је њена брзина она, коју планета има у сунчевој даљини. Средња планетина брзина то је количник из дужине путање планетине и времена једнога целог општирања, које је изражено секундама. Наша земља има средњу брзину 4,7 миље у секунди (од прилике 35 кило-

метара) на путањи својој око сунца у правцу од запада ка истоку. (Свака тачка на земљи при земљином обртању око своје осе креће се за сваке 4 времене минуте за 1° или 15

географ. миља такође у правцу од запада ка истоку и ово даје за 24 часа 360°, дакле цео круг). Угао који полупречник путање *SII*, какве планете (вођ, radius vector) у извесном моменту времена са апсидном линијом те планетине тање заклапа, дакле угао *d* зове се *аномалија* планетина и броји се обично, ако другачије није уговорено, од сунчеве близине почев од 0° па до 360°.

Ми смо видели, да оса земљина *n t* заклапа са равнином земљине путање (еклиптиком) угао од 66½° и да еклиптикина косина износи 23½°. Но из пређашњег

знамо да се еклиптикина косина и незнатно мења па усљед тога мења се у незнатним границама и сам нагиб земљине осе. Ово мењање осинога нагиба можемо као сасма незнатно да занемаримо и према томе можемо да сматрамо, да је *нагиб земљине осе сталан*. Осем овога, земљина оса остаје при годишњем окретању земље око сунца непрестано

Нагиб земљине осе може да се узме као сталан; земљина оса остаје сама себи упоредна при земљином окретању око сунца.

сама себи *успоредна*. Земља се као што смо већ напред видели налази, кад је у сунчевој близини, у једном крају апсидне линије, а у сунчевој даљини опет у другом крају њеном, а ми са земље из дана у дан гледајући на звездано небо, ма да са земљом заједно мењамо непрестано положај у овом космичком простору, видимо, да је земљина оса при свем том управљена све једнако ка једној и истој тачци на небу, ка северњачи; ми дакле ни за највеће удалење два земљина положаја (а ово је од прилике 40 милиона миља) не опажамо никакву промену у положају земљине осе. Но ми не опажамо за време окретања земљиног никакву промену ни у констелацијама на звезданом небу, и одавде сљедује: да је и напред поменута огромно велика даљина (с обзиром на даљине које наш ум може да схвати а поглавито с обзиром на димензије наше земље која је према нама тако огромно велика) још сувише малена, да приметну промену проузрокује; она је дакле према удалењу звезда *некретница ишчезљиво мала*, као што се обично изражавамо (види о овоме и бројеве: 53, 54, 55.).

У звезданим констелацијама не опажа се никаква промена у сљед земљиног окретања око сунца.

Да ово није, не би могла земљина оса у свима положајима земље, на њеној годишњој путањи, непрестано да показује на једну и исту тачку на небу и усљед овога сљедује да су удалења звезда некретница изванредно велика или као што кажемо *безкраја велика*, а тим пре, да су и димензије наше васионе *безкраја велике*.

Димензије су наше васионе безкраја велике.

VIII. Математичко-географске напомене.

60.

Као што замишљамо по небу разне кругове, чији је положај према светској оси и према полутару небеском познат, исто тако можемо да замислимо и по земљи

такве кругове, којих је опет положај према земљиној оси и њеном полутару опредељен.

Ако замислимо, да стојимо на северном обрту наше земље, онда земљина оса у мисли довољно продужена иде кроз северни обрт земљин па и кроз северни обрт на небу и наша би зенитна тачка тада пала са северним обртом у једно. Исто би тако било, ако би замислили да стојимо на јужном обрту наше земље; сад би зенитна наша тачка падала опет уједно са јужним обртом на небу. Претпостављајући небо и земљу као две лопте са једном и истом средсредом (као две концентричне лопте), средсредом наше земље, ми смо још под бр. 7. дошли до закључка, да свакој тачци на небу одговара по једна тачка на земљи а сваком кругу на небу опет извесни круг на земљи.

Кад се удалимо на земљи од севернога обрта за 1° , онда ће се и наш зенит удалити од севернога обрта на небу такође за 1° ; а ако ми на том удаљењу по земљи идући опишемо око обрта круг, то ће са сваким нашим новим положајем према обрту на земљи, очевидно мењати и наш зенит свој положај према северном обрту на небу, и то опет на истом удаљењу и тако, да докле ми описујемо круг на земљи, да дотле зенитна тачка описује круг на небу.

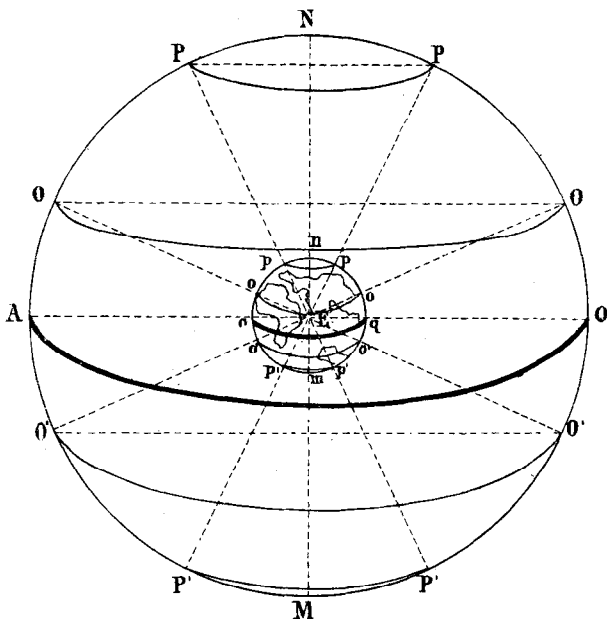
Исто то би било, да стојимо непомицни на земљи, а земља да се окреће око своје већ познате осе. Пошто при обртању земљином свака тачка на њој мора око осе да опише по један круг, то и зенит оне тачке на земљи, описује такође већи или мањи круг на небу, како је кад удаљење оне тачке на земљи од северног земљиног обрта веће или мање.

Ми у Београду, удаљени смо од северног обрта наше земље за $45^{\circ} 12'$, а за толико је исто удаљен и зенит наш од северног обрта на небу, и круг на небеској сфери, на том удаљењу од северног обрта на небу, од-

говара ономе кругу, који Београд из дана у дан због обртања земљиног описује. Исто тако описују сви зенити свију тачака на земљи одговарајуће кругове по небу, и то све услед обртања земљиног око своје осе. При обртању земљиним остаје свака тачка на земљи на истом удаљењу од земљиног полутара, а исто тако остају и зенити тих тачака на истом удаљењу од небеског полутара, па пошто све тачке описују због обртања земљиног кругове, који су са полутаром упоредни, то су ти кругови а и они на небу (као што је под бр. 7. казато) названи *упоредницима*. Сваком упореднику на небу одговара дакле по један упоредник на земљи и обрнуто.

Свакоме кругу на небу одговара по један круг на земљи.

На слици 43. представљени су најважнији кругови на земљи који одговарају извесним круговима на небу.



Сл. 43.

Мали круг у средини слике представља нашу земљу, велики небеску сферу а њихову заједничку средсреду (сред-

среду наше земље) тачка E . NM представља светску осу са којом земљина оса nt уједно пада; N је северни обрт, M јужни обрт неба; n северни обрт а t јужни обрт наше земље. AQ је небески, aq земски полутар.

У тачкама p и p' које су за $23\frac{1}{2}^{\circ}$ удаљене од северног односно јужног обрта на земљи, описују вертикале pP и $p'P'$ при обртању земљином површине двеју купа PEP и $P'EP'$, чији врхови леже у заједничкој средреди E и чије основице леже у круговима PP и $P'P'$ који су од северног, односно јужног обрта на небу такође за $23\frac{1}{2}^{\circ}$ удаљени. Упоредници PP и $P'P'$ на небу одговарају дакле упоредницима pp и $p'p'$ на земљи.

Исто тако и вертикале oO и $o'O'$ које су повучене у тачкама o и O' и које су удаљене од полутара земљиног за $23\frac{1}{2}^{\circ}$ (тачке сунчевог поврата) описују при сваком земљином обртању опет површине купа OEO и $O'E'O'$ чије су основице сад много већи кругови OO и $O'O'$ и који на небу одстоје за $23\frac{1}{2}^{\circ}$ од небеског полутара; ови упоредници на небу одговарају онима oo и $o'o'$ на земљи. Највећи упоредник на земљи a и на небу то је полутар или круг кога описује вертикала aA или ma која вертикала, коју би у ma којој тачци на земљинем полутару повукли. Вертикале на земљином полутару неписују површине купа већ равнине највећих кругова и тако, да равнина небеског полутара пада уједно са равнином земљиног полутара. Само земљин и небески полутар, као највећи упоредници леже у једној и истој равнини, сви остали упоредници на небу и на земљи и ако један другом одговарају не леже никако у једној и истој равнини, већ су само свагда упоредни.

Географска ширина и географска дужина.

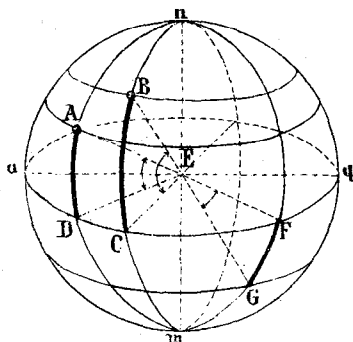
61.

И за географско одређење места на нашој земљи служимо се већ поменутиим упоредницима које по земљи

замишљамо, а осем тих кругова још и са круговима, који су познати под именом подневака.

Познато је, да полутар као највећи упоредник дели нашу земљу на две једнаке полутине, и то на једну северну и другу јужну полутину, и сасвим је појамно, да ми, пошто је полутаров положај познат, можемо положај других тачака на земљи према њему да опредељујемо. Од полутара може да је каква произвољна тачка на земљи удаљена или ка северу или ка југу и ми, ако замислимо кроз ту тачку и земљину осу nt (слика 44.) положену равнину, онда ова равнина сече земљу нашу

по подневку, и удалсње извесне тачке од полутара aq мерено по подневку, зове се *географска ширина* или *полутарска даљина* тога места. Полутарска даљина може према горњем бити северна и јужна, а како се ова даљина може да броји највише до северног, односно јужног земљиног обрта, то може она да буде највише



Сл. 44

90°. Све тачке на земљи, које леже на једном и истом упореднику, имају једнаку полутарску даљину, и с тога, што су упоредници меродавни за полутарску даљину појединих места на земљи, зову се они још и *кругови даљина*.

Географска ширина или полутарска даљина; кругови даљина.

На слици 44. представљају луци AD , BC северне полутарске даљине, тачака A и B , а лук FG јужну полутарску даљину за тачку G .

Полутарска даљина одговара деклинацији или скретају о коме смо при полутарском систему говорили и с тога се и она, пошто се на северну и јужну разли-

кује, означава са знацима (+) и (—), у коме случају вреди први знак за северну, а други знак за јужну полутарску даљину.

Само са полутарском даљином није још положај каквога места несумњиво опредељен, јер је њоме опредељен само круг даљине, али не и тачка на томе кругу, у којој то место лежи. За потпуно одређење положаја места, потребан је још један систем кругова и то систем подневака. Пошто ми можемо кроз сваку тачку на земљи да замислимо повучен по један подневак, то је број подневака у опште неодређен, као што је и број упоредника у опште неодређен. Но ако замислимо на удаљењу од једног до једног ступња повучене подневке, онда их има 360 на броју.

Подневци су сви приближно једнаке величине и с тога не можемо ни да тражимо, да један од њих као највећи узмемо као први или почетни. Произвољно је дакле, који ћемо подневак сматрати као први и од кога ћемо све остале подневке бројати, и с тога се у раз-

них народа сматрају разни подневци као почетни меридијан. Французи узимају први или почетни меридијан кроз њихову звездарницу у *Паризу*; Енглези опет кроз своју звездарницу у *Гриничу*. У Немачкој узима се за први подневак онај, који иде кроз канарско острво *Феро* и корист од овога (последњега) подневка, кад се он сматра као први, састоји се у томе, што се тада могу сви делови света на планиглобима да представе у цело, а не раздвојени, као што је то случај са подневком кроз *Париз* па и *Гринич*. Међу тим, положај овога подневка кроз *Феро* изменут је у неколико у течају времена, и то с тога, што се, од како се уобичајило да се подневци броје и од *Париза*, ради простијег рачунања узима, да подневак кроз *Феро* иде за тачно 20° западно од *Париза*, тако дакле, да тај подневак не иде и сад кроз

острво Фѣро, већ нешто источно поред најисточнијега краја тога острва.

Што се најудеснијега положаја тога првога подневка тиче, кад је он већ произвољан, нема сумње да би најбоље било, да се узме да он иде кроз оно место, које је већини познато. Тако н. пр. за нас Србе понајбоље би било, кад би први подневак узели да иде или кроз Београд или ма коју нашу познату варош, јер би почетницима било много лакше да сазнају географски положај каквога места, кад би им казали ово и ово место н. пр. Смедерево, Пожаревац, Неготина лежи од Београда за толико и толико ступња источно; напротив Ваљево, Шабац, Лозница леже за толико и толико ступња западно од Београда, него ли, кад би положај наших места односили на подневке кроз места, која они никако и непознају.

У осталом, пошто астрономи односе своја сматрања обично на подневке оних места где сматрања и чине и пошто је у опште свођење сматрања и на подневак кроз друго (произвољно) место лака ствар, то нема озбиљних тешкоћа, све да први подневак иде и кроз место, које ми и непознајемо, само ако знамо за колико ступања или на исток или на запад дотична места отстоје.

Ако замислимо, да је земља подневком кроз Фѣро (строго поред Фѣра) подељена, онда тиме добијамо две полутине једну источну а другу западну. Удаљење каквог места од почетног подневка зове се *географска дужина* или *подневица* и броји се или по полутару или по ма ком упореднику од 0° до 360° на запад или на исток. Но има астронома и географа који подневицу од почетног подневка броје на исток и на запад од 0° до 180° и сматрају, ону на исток као положну (од 0° до $+180^\circ$) а ону на запад као одречну (од 0° до -180°). На слици 44. представљају луци aD , aC , aF , подне-

Географска
дужина или
подневица;
подневички
кругови.

вице за места *A, B, G*, ако узмемо да је почетни подневак представљен кругом *apqt*. С тога, што су подневици меродавни за подневице појединих места на земљи, зову се још и *подневички кругови*.

62.

Имена: географска ширина и географска дужина, постала су још у оно доба, кад се држало, да је земља пљошта равнина. За времена Птолемеовог у другом веку после Христа, знало се само за површину земну између канарских острва као најзападнијих тачака на земљи, и приморских кинеских обала као најисточнијих; на север и југ простирало се познавање земље опет само до Исланда и до средње Африке. Према овоме изгледало је, да је земља у правцу од запада ка истоку дужа, а у правцу од југа ка северу краћа, и на сваки начин

ово ће и бити узрок, што је Птолемео александријски астроном и географ земљине димензије у поменутих правцима назвао ширином и дужином. Од времена, од кад је округао облик земљин доказана ствар, нису горњи називи понајзгоднији, али опет имају они унеколико и смисла, јер с обзиром баш

Постанак назива географ. ширина и дужина. Употребљивост ових назива; географске координате.

на наше садање знање о облику земљином и с обзиром на спљоштеност земљину ти називи ширина и дужина потсећају нас на фактичко стање ствари т. ј. да је земља, и ако је округла, опет у правцу од запада ка истоку нешто већа но што је у правцу подневака од севера ка југу. Горњи називи употребљавају се још свуда у литератури па и код нас; но како се код нас употребљавају и називи даљина и подневица место ширине и дужине, то смо ми и ове називе поред оних поменули, те да се не мисли, да су то различне ствари. Међу тим, ти се елементи зову и *географске координате*.

63.

Како се налазе географске ширине и дужине појединих места на земљи, о томе ћемо говорити доцније, а засад ћемо да видимо још те елементе у примени за сазнавање географских положаја појединих места на земљи.

На слици „*плани глоб*“ (који се у свакој школи налази) представља десна половина источну, а лева половина западну половину наше земље. На поменутој су слици повучени упоредници све на удаљењу од 10° до 10° северне и јужне ширине, а тако исто и подневци такође на удаљењу све по 10° и то почев од подневка кроз Феро, који је као почетни узет.

Места, која леже тако, да их пресецају упоредници означени са 30° , 40° и 60° а подневци означени са 30° , 120° и 160° опредељена су географски; положај првог места опредељен је са 30° северне ширине и 30° источне дужине; положај другог места опет са 40° северне ширине и 120° источне дужине и т. д.; исто је тако опредељен географски положај са ширинама северним: 30° , 40° и западним дужинама: 30° , 100° и 160° .

Употреба географских координата за сазнавање географ. положаја на картама у опште.

Опредељењем тих двеју географских координата као што видимо, можемо потпуно да одредимо географски положај појединих тачака на земљи, а тако исто и географски положај читаве једне државе. У овоме последњем случају опредељују се географске ширине оних упоредника, који иду кроз најсевернију и најјужнију тачку извесне државе; а тако исто опредељују се и географске дужине оних подневака, који иду кроз најзападнију и најисточнију тачку исте државе. Ти упоредници и подневци захватају између себе дотичну државу и њен је географски положај опредељен, кад поменуте

географске ширине и дужине оних упоредника односно подневака бројевима изразимо.

При употреби карата (мапа) треба свакад да будемо на чисто, који је подневак узет на карти као почетни, и знајући ово, ми можемо тада све податке дужинске на тој карти, лако да сведемо на други какав почетни подневак, ако само знамо за колико су та два почетна подневка један од другог удаљени. Тако н. пр. ако је

Важност пр- каква карта цртана са почетним подневком
вог меридија- кроз *Феро*, онда на тој карти има *Гринич*
на при упо- источну дужину од $17^{\circ} 39' 36''$; *Париз* исто-
треби карата; чну дужину од 20° ; *Београд* источну дужину
свођење гео- $38^{\circ} 39' 14''$. Са овим знањем можемо ми да
графских ко- сведемо дужине свију места на тој карти на
ордината на произвољан ма који други од поменутих подневака. Тако
произвољан меридијан.

да узмемо н. пр. да одределимо дужине појединих места на тој карти за случај, кад би први подневак ишао кроз Београд. Пошто дужина Београда износи $38^{\circ} 39' 14''$ од *Фера*, то ће, кад први подневак иде кроз Београд и *Феро* имати од Београда $38^{\circ} 39' 14''$ дужине, али разуме се према Београду има *Феро* толику западну дужину. За свако друго место, добићемо дужину према Београду, ако од дужине дотичнога места према *Феру* одузмемо горњи број. Тако н. пр. места, чија је дужина од *Фера*:

$17^{\circ} 39' 36''$; 20° ; $38^{\circ} 39' 14''$; 40° ; 60° ;

и т. д. имаће сад према подневку кроз Београд ове дужине :

$$17^{\circ} 39' 36'' - 38^{\circ} 39' 14'' = - 21^{\circ} 59' 38''$$

$$20^{\circ} - 38^{\circ} 39' 14'' = - 18 59' 14''$$

$$38^{\circ} 39' 14'' - 38^{\circ} 39' 14'' = 0^{\circ} 00' 00''$$

$$40^{\circ} - 38^{\circ} 39' 14'' = + 1^{\circ} 20' 46''$$

$$60^{\circ} - 38^{\circ} 39' 14'' = + 21^{\circ} 20' 46'' \text{ и т. д.}$$

и према томе прва два места *Гринич* и *Париз* имају западне дужине; варош Београд има тада дужину 0° а

места са пређе већом дужином од Београда, имају према Београду источне дужине од:

$$+ 1^{\circ} 20' 46''; + 21^{\circ} 20' 46'' \text{ и т. д.}$$

64.

Географска ширина и дужина могу да се објасне и као углови, које замишљамо образоване од вертикала дотичних места, са равнином полутарском, односно са равнином првога подневка. Географска ширина, то је и угао, који заклапа вертикала каквога места са полутаровом равнином, и који се мери луком између тога места и полутара а на подневку кроз то место; географска дужина опет, то је угао, који заклапа подневак извеснога места са равнином првога подневка и који се мери луком међу тим подневцима, и то или на полутару или на упореднику, који замишљамо кроз дотично место повучен.

Идентичност између географ. дужине и времене разлике на разним местима на земљи.

Астрономи изражавају овај последњи лук, дакле географску дужину временом и то опет по познатом односу, по коме је:

$$\begin{aligned} 360^{\circ} &= 24^{\text{h}} \\ 15^{\circ} &= 1^{\text{h}} = 60^{\text{m}} \\ 1^{\circ} &= \frac{1^{\text{h}}}{15} = 4^{\text{m}} \\ 1' &= \frac{240^{\text{s}}}{60} = 4^{\text{s}}. \end{aligned}$$

Дужинска разлика дакле између Фера, Гринича, Париза и Београда износи по томе временом изражена:

| | | | |
|-------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| од Фера до Гринича: | 1 ^h | 10 ^m | 38 ^s ,4 |
| од Фера до Париза: | 1 ^h | 20 ^m | — |
| од Фера до Београда: | 2 ^h | 34 ^m | 37 ^s |
| од Гринича до Париза: | — | 9 ^m | 21 ^s ,5 |
| од Гринича до Београда: | 1 ^h | 23 ^m | 58 ^s ,0 |
| од Париза до Београда: | 1 ^h | 14 ^m | 37 ^s и т. д. |

На горњи начин изражена дужинска разлика међу извесним местима, показује у исто време и разлику у времену међу поменутиим местима.

Из поменутога је јасно, да ми можемо, ако знамо дужинску разлику међу дотичним местима, лако да нађемо и времену разлику њихову и обрнуто, ако можемо да одредимо времену разлику међу дотичним местима, да ми одмах тиме знамо и разлику географских дужина истих места.

Часовницима пак можемо ми да одредимо времену разлику веома лако и на овој основи постају часовници, као што видимо, веома подесно сретство за одређење географских дужина.

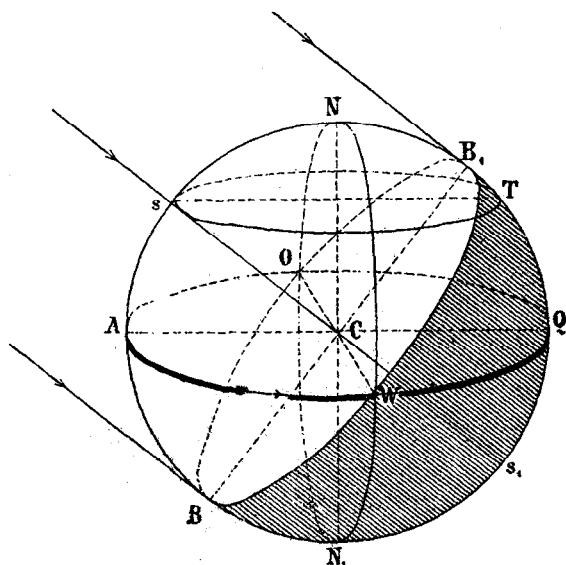
Осветљење земљино; дан и ноћ; јутро и вече.

65.

Уплив сунчевих светлих зракова на земљу, дели се особитим начином по свој површини земној а помоћу она два позната земљина кретања: око њене осе и око сунца.

Сунчеви зраци, који се због великог удаљења земљиног од сунца, могу да сматрају као упоредни, осветљавају свакад само једну половину земљину, а друга половина њена остаје неосветљена (мрачна) и то је свакад она страна неосветљена, која је према сунцу дијаметрално положена. По овоме је свакад на једној половини земље *ноћ*, кад је на другој *дан* и обрнуто. При овоме осветљењу појављује се као средсреда осветљене површине тачка *s* (слика 45, на којој представља AQ полутар, NN_1 земљину осу, *s* средсреду осветљене површине) која на земљи одговара средреди сунчевој. За тачку *s* стоји сунце моментано у зениту. У тој тачци *s* и свима другим тачкама једног и истог меридијана $NA N_1$ наступила је тачно половина дана, дакле *подне meridies*, отуда име

подневак = меридијан), јер за све те тачке, налази се сунце у меридијану и то у својој горњој кулминацији.



Сл. 45.

На исти начин сљедује, да је у другој тачки s' , која лежи дијаметрално од s на земљи и у свима Подне и тачкама, које меридијану NQN_1 припадају, у поноћ. исто доба *поноћ*; јер се за све те тачке сунце налази у својој доњој кулминацији. Обитаваоци земље у s зову се према онима, који дијаметрално леже дакле у s' (но и обрнуто) *Антиподима*. Дакле, кад је код нас подне, онда је код наших антипода (који су ако од Фера пођемо удаљени од прилике $141^{\circ} \frac{1}{2}$, западно од Фера) *поноћ*.

За тачке BOB_1 , које се налазе на граници сенке BOB_1W према положају сунчевом у s , *рађа се* *Исход и сунце*, тамо је *исход*; за тачке пак BWB_1 , *за-* *заход.* *лази* сунце, тамо је *заход*.

У тачкама B и B_1 , које леже у меридијану, што иде кроз s и s' и које су на граници осветљења, опажа се необична појава, да се сунце у B око подне, у B_1 око

Положи се поноћно сунце. поноћ у хоризонту налази; оно стоји дакле за тачку B у своме највишем, за тачку B_1 у своме најнижем положају. У B_1 наступио је дакле феномен (појава) *поноћно сунце*.

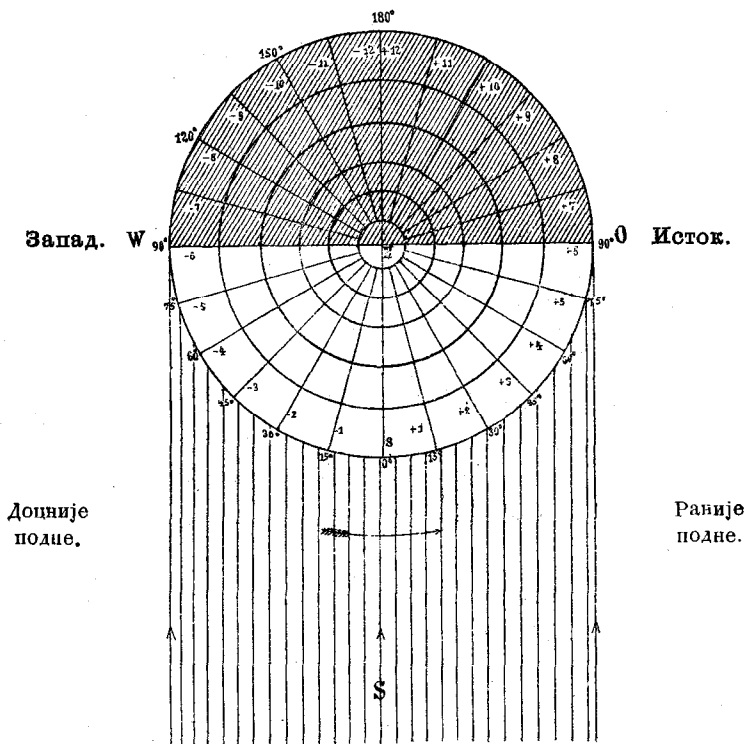
Земља се окреће око своје осе NN_1 , но при томе и у правцу од запада ка истоку, дакле у смислу $AWQO$, (што је на слици 45. и стрелицом показано) међу тим нама се чини, да се сунце у противном правцу, у правцу AOQ креће и то по једном упоредном кругу (сунчевом дневном луку) који са полутаром упоредно иде и коме на земљи одговара круг sT . Све тачке овога круга, т. ј.

Времена раз- све тачке једне и исте географске ширине
лика објаш- као и тачка s , имају по томе за време од 24
њена као след часа редом сунце у зениту и то разуме се
обртања зе- часа редом сунце у зениту и то разуме се
мље око њене по истеку свакога часа и по прелазу од 15° .
осе.

Ако замислимо дакле од меридијана $Ns AN_1$ почев ка истоку и западу повучене меридијане, који су сваки један од другог (слика 46.) за 15° удаљени, онда ти меридијани повучени ка западу, пролазе кроз такве тачке на земљи у којима је подне по реду *доцније* за 1, 2, 3, ... 10, 11, 12, часова од места у самој меридијану NsN_1 ; на против, они меридијани повучени ка истоку иду кроз такве тачке, које по реду имају подне за 1, 2, 3, ... 11, 12, часова *раније* но тачке у меридијану NsN_1 . На слици 46. западни су меридијани означени са одречним бројевима, који у исто време показују дотичну одречну времену разлику а источни меридијани опет означени су положним бројевима, који у исто време показују и дотичну положну времену разлику.

Ако се ово сад речено доведе у сvezу са оним, што је напред о временој разлици казано, онда је потпуно разумљиво, зашто на разним местима на земљи не пада подне за сва места у исто доба, но очевидно јасно је и то, како зависи подне од географске дужине дотичнога места на земљи.

Ако погледемо још један пут на слику 45. онда видимо ово: sC је управно на равнини BOB_1W , која пред-



Сл. 46.

ставља границу осветлења, а NC је управно на равнини полутара $AOQW$, па је услед тога и пресек тих равнина или линија OW управна на равнини меридијана sCN . Из овога следује дакле, да је за тачке меридијана, који иде кроз W (види слику 46.) наступило 6 часова пре подне, дакле *јутро*; а за тачке меридијана, који иде кроз тачку O (који је идентичан са оним кроз W , само што је на противној страни земље) наступило је 6 часова после подне, тамо је дакле *вече*.

Јутро и вече

Овде нам треба да напоменемо још и то, да се у опште исход па и заход разликује на:

1) *Хелијакички исход*, под којим се разуме прво излажење какве звезде из сунчаних зракова. Ишчезавање или боље губљење звезде у сунчаним зрацима, зове се *хелијакички заход*.

2) *Космички исход*, под којим се разуме моменат времена, у коме се каква звезда са сунцем у исти мах рађа (исходи). Заједничко захођење је према томе *космички заход*.

3) *Акрониктички исход* (и заход) то је стање, кад се са звездом и сунцем баш противно догађа, т. ј. кад се звезда рађа, сунце залази или обрнуто.

Зора и сутон.

66.

Ми смо напред видели, како стоји са осветљењем земљиним, али осем тога имамо да поменемо још једну појаву на земљи, која је у вези са сунчевим осветљењем. Свакоме је познато, да ми пре, но што нам се сунце на истоку роди, опажамо на источној страни неба понајпре веома слабу светлост, која је све јача и јача, што се сунце више и више нашем хоризонту приближава, док нам се оно у хоризонту па и над њим најзад не укаже. Ово стање полу осветлења, које претходи дану, зовемо *зором*. Исто се овако полу осветлење опажа и после захода сунчевог, и тада се оно зове *сутон*. И зора и сутон чешће су праћени и јутарњим, односно вечерњим црвенилом, које нас својом красотом очарава. Ове појаве не би било, да наша земља није ат-

Атмосфера је земљина узрок зори и сутону. атмосфером окружена. Јер, кад је сунце испод нашега хоризонта, онда светли зраци, које сунце на све стране и у томе своје положају шаље, доспевају к нама још само као одбијени зраци и то одбијени од ваздушних слојева, који нашу земљу окружавају. Кад би се атмосфера протезала безкраја далеко од наше земље, онда би зора у

сутон прелазила без прекида. Из искуства пак знамо, да зора и сутон трају само неко време и према томе мора и атмосфера наше земље имати извесну своју горњу границу. Из времена за које зора или сутон трају, може да се определи висина, коју атмосфера наше земље бар од прилике мора имати. Познато је, да густина ваздушна опада са висином или боље удаљењем од наше земље.

Атмосфера има своју горњу границу; висина атмосфере.

Што год је сунце ближе хоризонту, то светли зраци пролазе кроз ниже па и гушће ваздушне слојеве и дејство је њихово на сунчану светлост јаче. Што је пак сунце даље од хоризонта, т. је, што оно даље испод њега силази, то светли зраци погађају све удаљеније ваздушне слојеве, па дакле и много ређе ваздушне слојеве и дејство је њихово слабије, а услед овога је и светлост сутонска све слабија и слабија, док је најзад са свим и нестане.

Опажањем је нађено, да сутон са свим престаје, ако је сунце за $18^{\circ} \frac{1}{2}$ испод нашег хоризонта сишло и висина (удалење) оних слојева, које сунчани зраци још у опште и у томе положају сунчевом погађају, износи од прилике нешто више од 9 географ. миља или 67 километара, што ће на сваки начин бити и висина атмосфера. На овој висини од земље или престаје атмосфера са свим или је она, што је много вероватније, на тој висини тако разређена, да ми оне светле зраке, што се од тих удаљенијих слојева одбијају никако и непримечавамо.

Онај круг, који можемо да замислимо на $18^{\circ} \frac{1}{2}$ ниже испод нашег хоризонта описан, а који са нашим хоризонтом упоредно тече, зове се: *сутонски круг*, а зона, која лежи између хоризонта и сутонског круга, дакле зона, у којој сунце може напред описано полу осветљење још да произведе, зове се *сутонска зона*.

Сутонски круг; сутонска зона.

У опште се разликује сутон (односно зора) на астрономски и грађански сутон. Докле је год сунце у сутонској зони, производи оно астрономски сутон, који би, кад би се сунце свакад управно на хоризонат рађало или залазило као на полутару, трајао с погледом на пре-

ђашње: $18.5^\circ \times 4 = 1 \text{ час и } 14^m$; али с тога, астрономски и грађански што се сунце рађа и залази косо према на- сутон и трајање сутона. шем хоризонту, испада време трајања много дуже и ако је оно у развоју доба године, а усљед положаја земљинога према сунцу па и њенога бржег или лаганијег кретања различно. Од астрономскога сутона (односно зоре) разликује се грађански сутон, под којим се разуме обично време после заласка (односно пре рађања) сунчевог, у коме се још може у каквој соби без свеће читати. Трајање овога грађанскога сутона (односно зоре) веома је неодређено, али је оно много краће од астрономскога. Узима се, да грађански сутон (односно зора) почиње или престаје, кад је сунце од прилике за 6—7 ступања испод хоризонта, и према томе може да траје највише 24 до 28 минута.

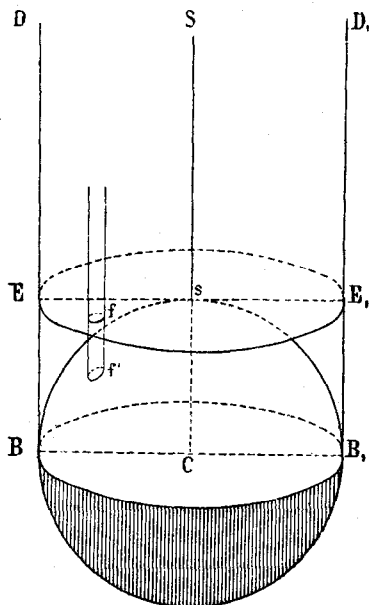
Топлотно дејство сунчево на земљу; годишња времена (годишта).

67.

Загревање је земље готово само резултат зрачне топлоте сунчеве, и по томе траје оно и бива само дотле, докле се сунце над хоризонтом налази, дакле само дању. Загревање зависи од сунчеве висине над хоризонтом и оно је најјаче у подне, кад сунце своју највећу висину достиже, а најслабије, за време сунчевог исхода и захода.

Ноћу, осем тога, што земља недобија топлоту, губи она од своје добивене топлоте зрачењем у светски простор, и отуда је много ладније ноћу, но иначе.

Земљу осветљава свакад један цео прамен упоредних зракова DBB_1D_1 . Ако замислимо (слика 47.) у тачки s положену једну тангенцијалну равнину на земљиној површини, онда видимо, да на равнини EE_1 једнаки делови површине добијају и једнако осветлење, па по томе и једнаку топлоту. Ако узмемо, да се у равнини EE_1 налазе означени делови површине, који су сви једнаки и по величини $= f$ и замислимо, да свака површиница пропушта једнак број светлих зракова, онда добијају очевидно и пројекције f' на земној површини опет, ма да су оне различне, величинама својим (због разне кривине земљине) исто онолико светлих зракова па и топлоте колико и површина f . Нека су сад површинице f тако мале, да можемо да сматрамо и њихове пројекције f' као равнинице, онда по закону о јачини (интензивности) светлости знамо да:



Са. 47.

Јачина светлости, што пада управно на извесну површину, обрнуто је сразмерна квадрату одстојања ове површине од светлнога извора, и

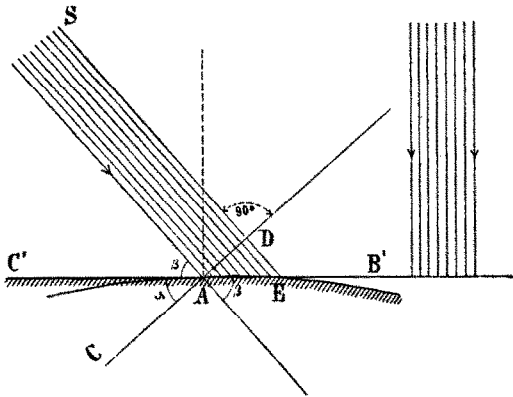
Јачина светлости, што пада косо на какву површину, сразмерна је косинусу угла, који праве светли зраци са нормалом осветљене површине; што је идентично са изразом: јачина светлости, мења се са синусом угла под којим светлост површину погађа.

Овај други закон, који је за топлотно дејство веома важан, може лако да се изведе и из слике 48. на којој S представља светле зраке, тачкаста линија у A

нормалу површине. Ми имамо да је (из правоуглог троугла ADE):

$$\frac{DA}{AE} = \sin \beta = \cos \alpha; \quad DA = AE \cdot \sin \beta;$$

ако са β означимо угао, под којим пада светлост на површину $C'AB$. Ако осем овога, са J означимо ин-



Сл. 48.

тензивност (количина зракова на јединицу површине) светлости, која на равнину CAD управно пада, а са y опет интензивност светлости, која на површину $CAEB'$ дакле косо пада, то је очевидно:

$$\frac{y}{J} = \frac{DA}{AE} \quad \text{или} \quad y : J = DA : AE;$$

$$y : J = AE \cdot \sin \beta : AE; \quad y : J = \sin \beta \quad (\text{или} = \cos \alpha) : 1$$

и отуда: $y = J \cdot \sin \beta$

или $y = J \cdot \cos \alpha$.

Ако сматране површине имају f јединица површина, онда је, ако са M означимо количину светлости (или топлоте) што пада нормално на ову површину и то у једној секунди, онда је:

$$M = f \cdot J.$$

Одавде добијамо за M' или количину светлости (и топлоте) што пада на f' очевидно :

$$M' = f. y,$$

или заменом :

$$M' = f. J. \sin \beta = f. J. \cos \alpha$$

па дакле :

$$M' = M. \sin \beta. = M. \cos \alpha.$$

Из овога следује: да су при разним упадним угловима, количине светлости и топлота, које су једнаким површинама на земљи саопштене, сразмерне синусу сунчевог угла висине или косинусу допуне његове до 90° , — дакле, да је светлосно па и топлотно дејство слабије, што год зраци косије падају.

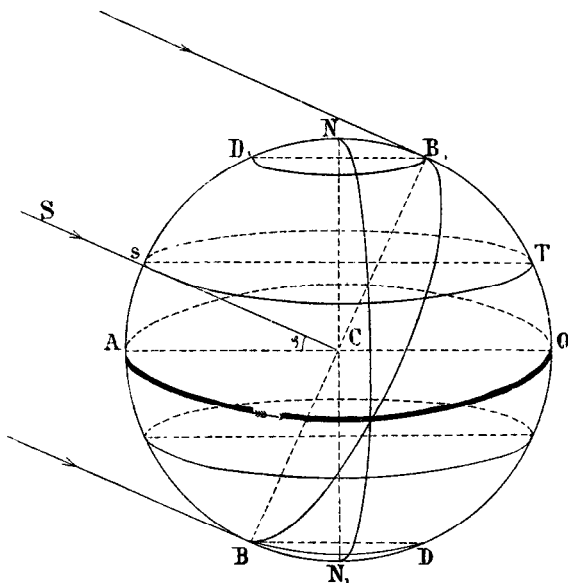
68.

За време, док се земља (слика 49.) око своје осе NN_1 окреће, т. ј. за време једнога дана, описује тачка s , за коју се сунце у зениту налази (и чија је рецимо географска ширина φ) упоредан круг sT , и отуда следује, да ће све тачке тога упоредника (са ширином φ) у подне имати најјаче загревање. По овоме ће дакле северна половина земље, на којој упоредни круг sT лежи, за време од 24 часа примити од сунца више светлости и топлоте, но јужна половина

Неједнако осветљење земљиних половина.

земље, јер је ова половина за већи угао но што је φ , од зенитног сунчевог положаја удаљена. Тачка B_1 , за коју није око поноћи сунце никако ни залазило, описује при окретању земљином упоредан круг B_1D_1 , за који важи оно исто, што смо напред и за круг sT казали. За целу зону B_1ND_1 несилази сунце испод хоризонта; на против за целу зону BN_1D а за време од 24 часа непрестаје ноћ. Ово стање и овакви односи трају дотле, докле се год сунце налази северно од полутара. У опште за то време, добија северна половина више

светлости и топлоте од сунца, но јужна половина и зато је северно од полутара, где дневни лук износи више од



Сл. 49.

Последице неједнаког осветљења и загревања земљиних половина; лето и зима. 180° топло годишње време: *лето*. На против, јужно од полутара, где су дани краћи, а ноћи дуже, тамо је ладно годишње време: *зима*. Са свим противно, од овога што смо горе поменули, бива са упливом сунчевим на земљу, кад се сунце налази јужно од полутара; тада је на северној страни *зима*, а на јужној *лето*. Само при прелазу сунчевом од севернога неба ка јужnome и обрнуто, т. ј. кад се сунце у полутару налази, дакле за време равнодневица, подељују се и светлост и топлота подједнако на северну и јужну половину земље, и тада наступа са пролећем за једну половину и тада настаје са јесени за другу половину. Пролеће и јесен. топло, а за другу половину са јесени ладно годишње време.

Сунце пролази $\frac{9}{21}$. Марта и $\frac{11}{28}$. Септембра кроз полутар; $\frac{9}{21}$. Јуна и $\frac{9}{21}$. Децембра налази се оно најдаље од

полутара, и то Јуна северно, Децембра јужно од полутара (разуме се по себи, да се ово односи све на оне пределе, који леже северно од полутара) и у оба случаја највеће је удаљење сунчево $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Од пролећне равнодневице расте дан на северу непрестано, док $\frac{9}{21}$. Јуна недостигне своју највећу дужину. Од овога часа повраћа се сунце ка полутару — отуда назив *сунчев поворот*; ноћи расту све више и више, док за време јесење равнодневице не добије северна половина земљина дуже ноћи, а јужна половина дуже дане. Од $\frac{9}{21}$. Децембра креће се опет сунце ка полутару, дани почињу поступно да се изједначавају са ноћима; на северној половини земљиној после најкраћег дана почиње дан да дужа, а на јужној половини после најдужега дана, почиње дан да опада, док се опет $\frac{9}{21}$. Марта, дакле за време пролећне равнодневице неизравнају дан и ноћ. На северној половини земље траје сад пролеће 92 дана $21^h 16^m$; лето 93 дана $13^h 52^m$; јесен 89 дана $17^h 8^m$; зима 89 дана $1^h 32^m$; и ово даје укупно:

Мењање дужине дана и ноћи за време окретања земље око сунца.

| | | | |
|--|---|-----------------------|---|
| $\begin{matrix} \text{д} & & \text{ч} & & \text{м} \\ 92 & + & 21 & + & 16 \\ 93 & + & 13 & + & 52 \\ 89 & + & 17 & + & 8 \\ 89 & + & 1 & + & 32 \end{matrix}$ | } | 365 дана $5^h 48^m$. | Трајање годишта на северној половини земље. |
|--|---|-----------------------|---|

Као узрок овој неједнакости је неједнако кретање земљино по њеној путањи око сунца о чему је под бр. 26. већ казато што је потребно. Разлика између летње половине године (пролеће и лето) и зимње (јесен и зима) износи 7 дана 16 час. 28 мин.

69.

Да би се све ово још боље појмило, и да би се добивени резултати боље уочили, служи нам слика 40. која представља у перспективи земљу при њеном го-

дишњем окретању око сунца, и на којој су и поједини месеци за време од године дана означени са римским бројевима.

A, B, C, D, су она 4 позната земљина положаја у почетку појединих годишњих времена, *NM* је непроменљив положај земљине осе, око које бива свакодање обртање наше земље. Ми ћемо да пропратимо земљу при њеном окретању око сунца и то од онога тренутка, кад је сунце у знаку *теразија*, т. ј. почев од $\frac{11}{23}$. Септембра. Слика 40. пажљивије посматрана показује, да наспрам земљине кугле стоји у томе времену противан знак и то знак *овна*, што мора тако и да буде, јер само са земље гледано (дакле геоцентрично), ступа сунце $\frac{11}{23}$. Септембра у знак *теразија*; на против са сунца гледајући (дакле хелиоцентрично) стоји земља $\frac{11}{23}$. Септембра у знаку *овна*. Са овим тренутком очевидно започиње земља своје прво годишње окретање, и пошто је усљед њенога положаја према еклиптици при овоме све више и више њена јужна половина осветљена, то се све до $\frac{9}{21}$. Децембра помрчава северна половина више и више, и ноћ све јаче и јаче дужа на северној половини. $\frac{11}{23}$. Октобра ступа сунце у знак *скорпије* (а земља ступа са сунца гледана у знак *телца*); $\frac{10}{22}$. Новембра ступа сунце у знак *стрелца* (земља у знак *близанаца*); а $\frac{9}{21}$. Децембра ступа сунце у знак *козорога* (земља пак у знак *рака*); $\frac{9}{21}$. Јануара ступа сунце у знак *водолије* (земља у знак *лафа*); $\frac{6}{18}$. Фебруара ступа сунце у знак *риба* (земља у знак *дјевице*); и $\frac{9}{21}$. Марта ступа сунце у знак *овна* (а земља у знак *теразија*). Од овога тренутка почиње земља своје друго годишње окретање око сунца. Сад сунце све више и више осветљава земљину северну половину и дан на њој све јаче и јаче дужа. $\frac{9}{21}$. Априла ступа сунце у знак *стрелца* (земља у знак *скорпије*); $\frac{9}{21}$. Маја ступа сунце у знак *близанаца* (земља у знак *стрелца*), и најпосле $\frac{9}{21}$. Јуна ступа сунце

Положај сунчев и земљин за сваки месец у години.

у знак *рака* (земља у знак *козорога*). $\frac{9}{21}$. Јула ступа сунце у знак *лафа* (земља у знак *водолије*); $\frac{10}{23}$. Августа ступа сунце у знак *дјевице* (земља у знак *риба*), док $\frac{11}{23}$. Септембра неступи сунце опет у знак *теразија* (а земља са сунца гледана у знак *овна*). Са овим се свршава друго годишње но и годишње окретање земље око сунца.

Ово описано стварно окретање земље и привидно окретање сунца представљено је и на слици: полутарова зона и еклиптика. На тој је слици све што је нужно и назначено, и то тако, да је свако даље објашњење са свим излишно, ако се она доведе у свезу са напред казаним.

Сунчеви поврати и поларни кругови.

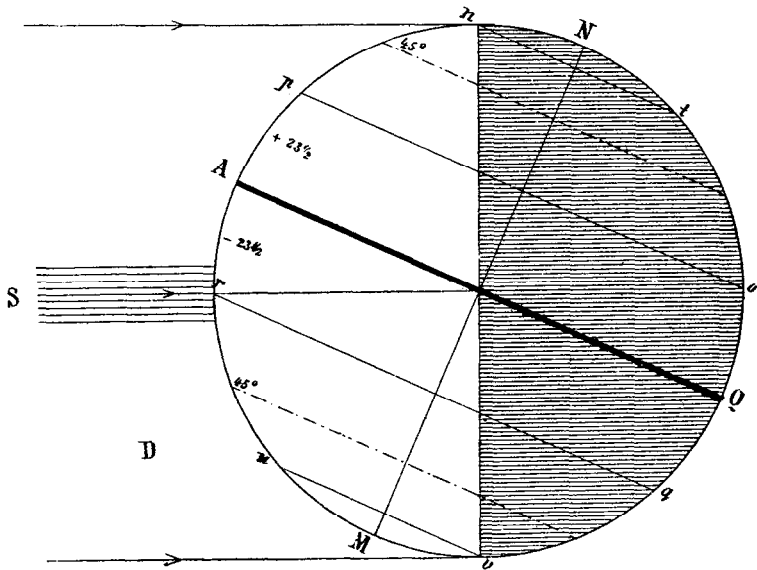
70.

Још један поглед на слику 40. показује нам да у положају земљином код *B* падају зраци управно на једну тачку северно од полутара за $23\frac{1}{2}^{\circ}$; а у положају у *D*, на против, падају они управно на једну тачку јужно од полутара, но која је омет за $23\frac{1}{2}^{\circ}$ од полутара удаљена. Кругове, који кроз ове тачке а упоредно са Сунчеви по-полутаром иду зовемо *сунчевим повратима* врати (солстиције). (Solstitium).

Слика 50. представља земљу у њеном положају у *D* на сликама 32. и 40. дакле за време *зимњег поврата* сунчевог $\frac{9}{21}$. Децембра (време зимње *краткодневице* за северну половину земљину).

Упоредни круг *rq*, који лежи за $23\frac{1}{2}$ (тачно за $23^{\circ} 28'$) јужно од полутара, представља очевидно најјужнију границу, за коју сунце може још у опште да стоји у зениту. Зато, што сунце, кад се земља у *D* налази, ступа у знак *козорога*, зато се зове *rq поврат ко-* Поврат (сол-
зороба. Кад сунце ступи у знак *козорога* (да- стиција) козо-
кле кад је земља у *D*) онда додирују сунчани рога.
зраци северну земљину половину у тачци *n*, јужну пак

у тачци v . Тачке, што леже иза n имају ноћ, тачке што леже испред v имају дан. Ове су тачке, као што видимо



Сл. 50.

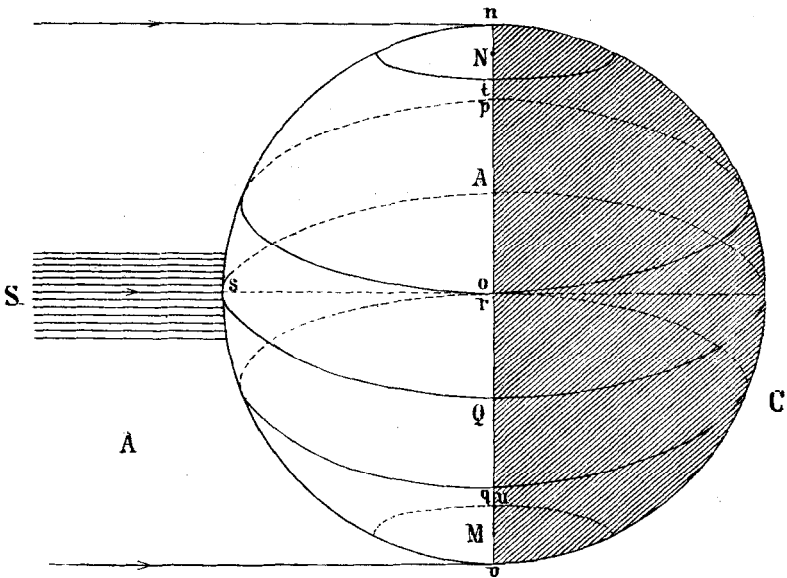
За време зимњег сунчевог поврата.
(Краткоднаница).

границе до којих може осветлење за јужну и северну половину земљину још и да доспе, и кругови, који кроз Поларни те тачке n и v иду, зову се *поларни кругови*. и то је: nt северни поларни, vu јужни поларни круг.

Јужни поларни круг vu представља границу оних места на земљи, за које се у време зимњег сунчевог поврата, услед обртања земљиног око своје осе, још у опште сунце може у течају од 24 часа да рађа и залази. За сва места која леже на самоме јужном поларном кругу, најдужи је дан = 24 часа, а за сва места, која су у запади јужнога поларнога круга, која дакле леже (ближе ка полу M) незалази сунце за време зимњег поврата никако.

Од целе површине, коју обухвата северни поларни круг nt , нема ни једне тачке на коју би падали сунчани зраци за време зимњег поврата. Ово је дакле време, кад је најдужа ноћ за северну хемисферу, и она траје на северном поларном кругу пуних 24 часа.

Из положаја D долази сунце у течају од три месеца у положај A и сад ступа сунце у знак овна $\frac{9}{21}$ Марта (време пролећне равнодневице за северну половину земљину). Сунчани зраци погађају сад управно тачку полутареву s (види слику 51.) и додирују оба пола N и M . Највећи круг земљине кугле, који је граница осветљене

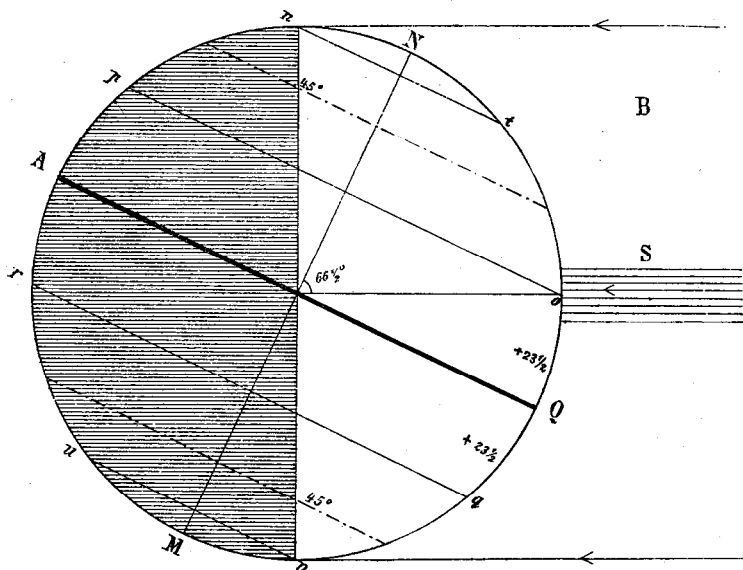


Сл. 51.

За време пролећне и јесење равнодневице.

и неосветљене половине земљине, иде сад кроз оба пола, и дели дакле све упоредне кругове, на две једнаке половине и отуда долази, да је у то време свуда на земљи, *раван дан ноћи*. Кад је земља приспела у B (види слику 52.), кад је дакле сунце ушло у знак *рака*, онда падају сунчани зраци управно на тачку o и то сада се-

верно од полутара. Круг op представља дакле крајњу границу, до које може сунце да стоји у зениту, и с тога се зове круг op поврат рака. Ово је време летњег по-



Сл. 52.

За време летњег сунчевог поврата.
(Дугодневица).

врата или летње дугодневице (за северну половину зем- Поврат (сол- мљину) и за то време незалази сунце при стиција) рака. обртању земљином, за све оне тачке, које леже у унутрашњости севернога поларнога круга nt , но и нераћа се, за све оне тачке, које леже у унутрашњости јужнога поларнога круга uv . Северни поларни круг има сад најдужи дан од 24 часа, јужни поларни круг опет најдужу ноћ, такође од 24 часа.

Кад је земља дошла у C (види слику 51. А односно C) $\frac{11}{23}$ Септембра, онда су за њу исте оне сунчане прилике, које су и за време пролећне равнодневице биле и ово је време јесење равнодневице за северну половину земљину. И из самога узајамног положаја и онога што смо о косини еклиптикиној већ казали, увиђавно је, да

сунчеви поврати одстоје од полутара за $23\frac{1}{2}^{\circ}$; а поларни кругови за $66\frac{1}{2}^{\circ}$, т. ј. географска је ширина сунчевих поврата: $+ 23\frac{1}{2}^{\circ}$ и $- 23\frac{1}{2}^{\circ}$ (за северни и јужни), а географска ширина поларних кругова: $+ 66\frac{1}{2}^{\circ}$ и $- 66\frac{1}{2}^{\circ}$ (за северни и јужни).

Дужина дана на разним местима на земљи а у разна годишња времена.

71.

Дужина дана може да се определи и помоћу Глоба, но и простом геометријском конструкцијом. Тако ако хоћемо н. пр. да определимо дужине дана за време зимњег поврата, онда цртамо земљу онако, како је она у томе времену према еклиптици положена. За време зимњег поврата, као што је већ поменуто, наводи се цео поларни северни круг у сенци, за њега је дакле дужина најдуже ноћи 24 часа; дужина најкраћег дана дакле = 0.

Од упоредног круга, чија је географ. ширина $+ 45^{\circ}$ дакле северна, осветљени су за време зимњег поврата од прилике само 128° . Пошто 15 лучних ступања одговарају једноме часу, то је: $\frac{128}{15} = 8.5$ часова, дужина најкраћег дана за 45° ступања северне ширине. Исто се тако налази, северна дужина најкраћег дана за сваку произвољну тачку на земљи, односно за сваки произвољни упоредник, чија је географска ширина позната, а по себи је разумљиво, да на исти начин можемо, да нађемо и дужине како најдужих тако и најкраћих дана и за све остале положаје или бар још за она три положаја земљина, који су карактерисани на сликама 32. и 40. писменима А, В и С дакле за остала три годишња времена.

Доња таблица показује дужину најдужега и најкраћег дана за разне географске ширине.

Таблица најдужега и најкраћега дана за равне географске ширине.

| ГЕОГРАФСКА ШИРИНА | ДУЖИНА НАЈДУЖЕГА ДАНА | ДУЖИНА НАЈКРАЋЕГА ДАНА | ГЕОГРАФСКА ШИРИНА | ДУЖИНА НАЈДУЖЕГА ДАНА | ДУЖИНА НАЈКРАЋЕГА ДАНА |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 0° | 12 ^h 0 ^m | 12 ^h 0 ^m | 40° | 14 ^h 51 ^m | 9 ^h 9 ^m |
| 5° | 12 17 | 11 43 | 45° | 15 26 | 8 34 |
| 10° | 12 35 | 11 25 | 50° | 16 9 | 7 51 |
| 15° | 12 53 | 11 7 | 55° | 17 7 | 6 53 |
| 20° | 13 13 | 10 47 | 60° | 18 30 | 5 30 |
| 25° | 13 34 | 10 26 | 65° | 21 9 | 2 51 |
| 30° | 13 56 | 10 4 | 66° 32' | 24 0 | 0 0 |
| 35° | 14 26 | 9 38 | | | |

За места, која у самом поларном кругу леже, мења се дужина дана од 0 до 24 часа и то разуме се у ономе делу године, у коме се сунце за ту земљину површину још рађа и залази. Број дана, у које сунце непрестано остаје над хоризонтом, дакле никако и не залази, и број дана, у које сунце никако изнад хоризонта не излази, мења се као што се лако схваћа са географском ширином и следећа таблица даје нам податке за ово, почев од 66° 32' па до 90° географске ширине.

Таблица дана у којима сунце не залази или се не рађа.

| ЗА СЕВЕРНУ ГЕОГРАФСКУ ШИРИНУ: | СУНЦЕ НЕЗАЛАЗИ ОД ПРИЛИКЕ ЗА: | СУНЦЕ СЕ НЕ РАЂА ОД ПРИЛИКЕ ЗА: |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 66° 32' | 1 дан | 1 дан |
| 70° | 65 дана | 60 дана |
| 75° | 103 « | 97 « |
| 80° | 134 « | 127 « |
| 85° | 161 « | 153 « |
| 90° | 186 « | 179 « |

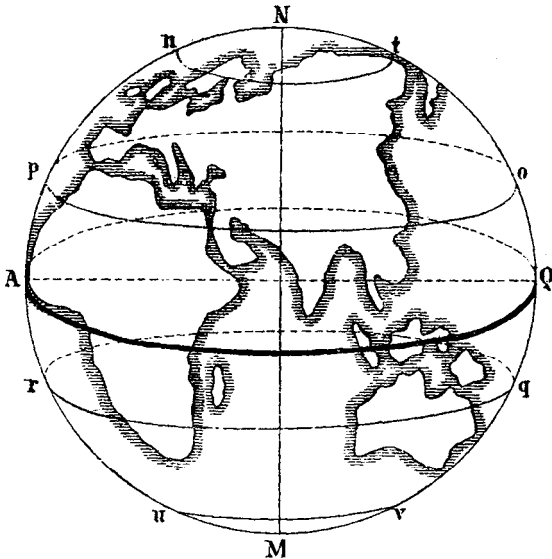
Узрок неједнакости бројева дана у којима сунце не залази, од да- То што је за северну половину број дана у које сунце не залази, већи од броја дана у којима сунце не рађа, долази отуда, што се сунце на северној хемисфери неба дуже за-

држава но на јужној, што бива усљед већ на, у које се напред објашњенога лаганијег кретања наше оно не рађа. земље а у одговарајуће доба године (види бр. 59).

Подела земљине површине на 5 зона (појасева).

72.

По различном загревању сунчевом разликујемо на земљи пет зона (појасева), које су упоредним круговима једна од друге одељене. Најјаче загревање у течају једне године, као што смо видели, бива између сунчевих поврата, где сунце најмање *бар један пут* у години дана стоји у зениту, и где сунчева висина на полутару несилази испод $66\frac{1}{2}^{\circ}$, а на повратима не силази испод 43° . Зато се полутарски појас, између сунчевих поврата, који обухвата дакле на нашој земљи ($23\frac{1}{2}^{\circ} + 23\frac{1}{2}^{\circ}$) 47° ступања, зове *топла зона*, но и *троиски* (жарки) *појас*. На слици 53. представљена је топла зона



Сл 53.

од поврата рака *po*, до поврата козорога *rq*. У овој је зони дан готово раван ноћи, што са свим тачно вреди

само за тачке полутареве. На границама ове зоне, дакле на повратима рака и козорога траје *најдужи дан* 13 час. 28 минута; *најкраћи* 10 час. 32 минуте, тако дакле, да Дужина најдужега дана у топлој зони; обитаваоци без сенке и са две сенке; суво и влажно време; појас калма. је разлика између њих 2 часа 56 минута. Сви обитаваоци ове зоне виде сунце *два пут у години* у своме зениту, и тада су *без сенке* што ово бива свакад у ономе месту, чија је географска ширина равна сунчевој деклинацији. У осталим деловима године имају обитаваоци ове зоне *две сенке*, јер сенка пада наизменце ка северу и ка југу. Промена годишњих времена у овој зони, много је мање приметна, но у осталим зонама и може да се подели цела година на *суво* и *влажно* годишње време. Пошто кишно време иде са *сунцем*, то пада кишно време на северној поли ове зоне уједно са нашим летом, а на јужној поли са нашом зимом. У близини око полутара, наступају по два кишна времена. Подједнако удаљене пределе од полутара, у којима ова два кишна времена наступају дели тако звани *појас калма*, у коме обично пада киша сваки дан. Површине од полова па до поларних кругова (дакле до $66\frac{1}{2}$) т. ј. од *N* до *nt* или од *M* до *uv*, у којима сунце у години најмање један пут никако незалази (лети) и један пут се никако нерађа (зими), а осем тога у којима и при најдужем дану непрелази сунце висину над хоризонтом у подне од 47° (на половима само $23\frac{1}{2}^{\circ}$), зову се *ладне зоне* или *северна поларна* и *јужна поларна зона*. Сунце истина не залази у појединим пределима ладне зоне у доцноме лету по неколико дана, по неколико недеља или месеци, али сунчеви зраци погађају земљу под веома оштрим углом тако дакле, да они земљу врло слабо загревају; осем тога, за време дугачких ноћи, које такође трају по неколико недеља или месеци испушта земља зрачењем у светски простор, врло много топлоте и отуда

сљедује, да је у овим зонама велика ладноћа. Ове зоне имају само два годишња времена, и то кратко, често пута прилично топло *лето* и веома дугачку и јаку *зиму*, и ова годишња времена прелазе тако нагло једно у друго, да се прелазна времена немогу више годишњим временима ни назвати и с тога тамо нема *пролећа* и *јесени*.

Између ладне и топле зоне, дакле између $+ 66\frac{1}{2}^{\circ}$ и $+ 23\frac{1}{2}^{\circ}$ или $- 66\frac{1}{2}^{\circ}$ и $- 23\frac{1}{2}^{\circ}$ географске ширине леже на обема половинама земљиним *умерене зоне*. У овим зонама ни у само подне, не доспева сунце никад у зенит посматраочев; сваких 24 часа мењају се дан и ноћ, и то са већим или мањим прираштајима своје дужине. Дужине дана дакле у умереним зонама већ су много различније, но што је то био случај у топлој зони. На повратима је најдужи дан 13 час. 28 минута, а на поларним круговима 24 часа. Трајање најкраћега дана креће се између 10 час. 32 мин. и 0.

Умерене зоне; дужина дана у овим зонама; обитаваоци са једном сенком.

Пошто обитаваоци ових зона никад не виде сунце у своје зениту, већ га свакад они са северне половине виде на југу, а они на јужној половини (виде га) опет на северу, то они имају свакад и само *једну сенку*. *Лето* и *зиму* у овим умереним зонама, деле једно од друго подужа прелазна годишња времена, *пролеће* и *јесен*.

Са обзиром на математичку поделу земље на зоне, заузима од целокупне земљине површине, (која износи 9,261238 географских квадратних миља):

| | | |
|-------------------------------|----------|-----------------|
| Површина топле зоне | 3,761238 | геог. кв. миља. |
| Површина сваке умерене зоне | 2,400990 | « « « |
| Површина сваке ладне зоне . | 350000 | « « « |

Кад би температура, коју ми уопште на земљи у разно доба године осећамо, зависила само од сунчаних зракова, који као што смо видели падају час управније, а час опет косије, на нашу земљу, то би опадање тем-

пературе од полутара ка половима са свим правилно било, и свако би место, које на једном и истом ступњу ширине лежи, имало једну исту климу, коју Математичка клима разликује се од физичке климе. би могли да назовемо *математичком климом*. Ово би пак било могућно само тада, кад земља не би имала планина, брегова и других мањих узвишења, него би била равна, т. ј. свуда подједнако савијена, и без икаквих неправилности тачно подједнако заокругљена. Тада би атмосфера земљина била непомична (мирна) и сува земља (континент) и воде биле би на нашој земљи подједнако подељене. Температура би ка половима поступно и правилно опадала. Али у ствари површје наше земље није тако, и од *математичке климе*, одступа у многоме права *физичка клима*, која је предмет физичке географије.

IX. О времену у опште.

73.

Време за које земља врши једно своје потпуно оптицање око сунца, зове се *година*; али како ми за оптицање наше земље сазнајемо тек посматрањем привиднога сунчевога кретања то ми под годином у опште разумемо и оно време, које је сунцу потребно, да оно *привидно* изврши једно потпуно оптицање у еклиптици.

Сунчево привидно оптицање у еклиптици може да се одређује према разним тачкама еклиптикиним. Тако н. пр. може оно да се одређује према познатој пролећној тачци, према каквој звезди некретници или најзад према перихелу, и с тога разликујемо разне године.

Најважније је одређење сунчевога времена оптицања у односу према пролећној тачци. У нашем веку свршава сунце привидно једно потпуно оптицање за 365 дана 5 час. 48 минута

48 секунada или за 365·2422 дана и ово време зове се *тропска сунчева година* и она је основа за наше грађанско рачунање времена. И по себи је јасно, да ова година представља и време, за које и наша земља једно потпуно своје оптицање око сунца свршава те да узме према сунцу исти онај положај, који је и пре године дана заузимала. Међу тим, пролећна тачка на небу није са свим стална и она се услед *помицања* (*Präcessio*) равнодневица, креће годишње по 50"·21 или за 0°·013947, а за време од сто година за 1°·3947 и то у правцу, који је противан реду знакова по еклиптици, дакле *у назад*, и пролећна се тачка према томе из године у годину креће сунцу *на сусрет*, па с тога долази сунце при крају године на спрам пролећне тачке *пре*, но на спрам ма које једне и исте звезде некретнице. Да би сунце доспело и на спрам једне и исте звезде некретнице, од које је своје привидно кретање и започело, мора оно очевидно на крају године да пређе *још и онај пут*, за који се пролећна тачка за годину дана покренула (а у правцу, који је противан правцу кретања звезда некретница) дакле 0°·013947. За прелаз и овога пута треба сунцу очевидно :

$$\frac{0\cdot013947 \times 365\cdot2422}{360} = 0\cdot01415 \text{ дана,}$$

и према томе треба сунцу свега :

$$365\ 2422 \div 0\cdot01415 = 365\cdot25635 \text{ дана,}$$

или 365 дана 6 часова 9 мин. 10·7496 секунada, те да оно доспе на спрам једне и исте звезде некретнице од које је своје привидно кретање и започело. Ово време зове се *звездана сунчева година* и оно ће по досадањим испитивањима остати непроменљиво на сва времена. Звездана сунчева година представља према казаноме дакле време,

Звездана сунчева година непроменљива је и већа од тропске.

за које сунце привидно обиђе сву еклиптику или са свим тачно 360° .

Осем тропске и звездане године имамо да поменемо и *аномалистичку годину*, која је време, за које сунце привидно долази у *перихел* (или *афел*) наше земље. Но и перихел и афел нису сталне већ покретне тачке, и оне се крећу у години дана у односу према пролећној тачци за $0\cdot0172$, али не против, већ баш у правцу и реду небеских знакова. С тога је време, које је сунцу потребно, да оно од перихела опет у перихел аномалистич- дође, (као што је и по себи јасно) баш то- ка година. лико веће од тропске године, колико је сунцу потребно да пређе и пут $0^\circ\cdot0172$. Овај вишак времена износи :

$$\frac{0^\circ\cdot0172 \times 365\cdot2422}{360^\circ} = 0\cdot01745$$

дана и према томе је дужина аномалистичке године :

$$365\cdot2422 + 0\cdot01745 = 365\cdot25965 \text{ дана.}$$

Звездано и сунчано време.

74.

Под бројевима 2., 9., 43., 45., и 46. поменуто је у опште нешто о времену. На основу напомена у претходноме броју 73. ми смо у стању да се упознамо како са звезданим тако и са сунчаним временом подробније.

На страни 129. поменуто је, да се време, за које се земља око своје осе један пут обрне, зове у опште *дан*. Пошто ми опажамо да се звезде привидно око нас окрећу, то можемо очевидно под тим истим временом да разумемо и време, које је потребно, да једна и иста звезда дође на исто место, одакле је своје привидно кретање и отпочела, да кажемо у меридијан места опажања. Овако одређено време зове се с тога, што је на

кретању звезде основано, *звездано време* или *Звездани звездани дан*. Под *звезданим даном* разумемо *дан*. оно време, које протиче између два једно за друго следећа пролаза какве звезде кроз горњи део меридијана, дакле време, између двеју горњих кулминација једне и исте звезде.

Место ма какве звезде, обично се узима пролећна тачка за одређење звезданог дана и звездани је дан према томе време, које протиче између двеју горњих кулминација пролећне тачке. Истина је, да пролећна тачка није са свим стална тачка, али опет њено мењање места за време једнога дана, тако је незнатно, да може потпуно да се занемари.

Сви су звездани дани потпуно једнаки и деле се на 24 дела или часа, сваки час на 60 минута а свака минута на 60 секунада.

Међу тим, нису звезде, према којима се ми у грађанскоме животу у опште са нашим радовима управљамо, већ сунце, које осветлењем својим и производећи дан на земљи служи као покретач радовима људским и зато је одавна и сунце узето као основа за одређење *Прави сунвремена*. С погледом на привидно кретање *сунчани дан*. чехо сматра се време, које протиче између двеју горњих сунчевих кулминација, као *прави сунчани дан*.

Усљед већ поменутога неједнакога кретања земљинога на елиптичкој путањи око сунца, па дакле и усљед неједнакога удаљења земљинога од сунца, *нису сви прави сунчани дани и једнаке дужине* и с тога *прави сунчани дан* није подесан за бројање и рачунање времена. Наши часовници, од којих се као битна особина мора да захтева, да им је ход што је могућно боље равномеран, не би могли са сунцем упоредно да иду *Неподесност правога сунчаног дана за бројање времена*. и показали би се као неупотребљиви и из овога је јасно, да је од вајкада помишљано на то, како ће се неједнакости у привидноме

кретању сунчевом изравнати, а да се опет од правога сунчаног времена, које нам добри сунчаници показују, много не одступа.

Неправилности, које долазе од неједнакога привиднога сунчевога кретања отклањају се потпуно, ако ми поред правога сунца замислимо друго сунце, које место по еклиптици, свршава своје привидно кретање са свим подједнако у *полутарској равни* и то тако, да оно обилази цео полутар за исто оно време, за које и право сунце целу еклиптику обиђе, дакле за време од једне тропске године. Ово сунце које ми *замисљамо*, да се у полутарској равни подједнако креће, зове се *средње сунце*, а време по њему рачунато *средње сунчано време* и према пређашњем је дакле: *средњи дан* оно време, које протиче између двеју једно за друго следећућих горњих кулминација овога средњег сунца.

И по себи је јасно, да се кретање средњег сунца неможе да посматра у природи (пошто оно у ствари и не постоји), али простим рачуном може да се определи положај средњег сунца на полутару у свако произвољно доба године. Ово средње сунце прелази за време једне тропске године тачно 360° , и према томе прелази оно очевидно свакога дана:

$$\frac{360^\circ}{365,2422^\circ} = 0,9856472,$$

што је у исто време и *дневна измена на ректасцензији* овога средњег сунца. Знајући ову дневну измену, а осем тога знајући још и моменат, кад је средње сунце било у пролећној тачци, ми можемо очевидно, простим множењем горње измене са бројем дана, који су протекли од момента, кад је сунце у пролећној тачци било, лако да нађемо и ректасцензију сунчеву или боље тачку полутареву, у

којој се средње сунце налази. Из овога следује, да ми можемо лако да одредимо и положај средњег сунца према меридијану или боље часован угао средњег сунца, па да најзад из часовнога угла лако одредимо и само време на познати начин.

Време, које добијамо рачуном на основу кретања средњег сунца, зове се *средње сунчано време* и оно се употребљава у грађанскоме животу за бројање и рачунање времена и сви наши часовници, са којима се у обичном животу служимо показују нам ово средње време. У неким већим варошима у Европи, даје се и нарочити *знак* у ономе моменту, кад наступи *средње подне*, те да се по њему часовници регулисати могу.

Објављивање
средњег по-
дна.

Средњи сунчани дан дели се, као и звездани на 24 часа, сваки час на 60 минута а свака минута на 60 секунда.

Равнање времена.

75.

Из напред поменутога јасно је, да право сунце неће моћи свакад у истоме моменту да кулминира са средњим сунцем и да према томе неће ни право подне падати у исто време са средњим. Право сунце, које се по еклиптици привидно креће, иде некад испред средњег а некад заостаје за средњим сунцем; но оно у извесним моментима времена долази и са средњим сунцем заједно у горњи део меридијана, и само у томе случају кулминира право сунце са средњим у исто време и само се тада, као што се и по себи разуме, средње сунчано време подудара са правим сунчаним временом. У временима, кад то слагање не постоји, разликује се средње време од правога сунчаног времена и разлика између једнога и другога зове се: *равнање времена*. Према ономе што

Одступање
правога подна
од средњег.

Равнање
времена.

је о средњем сунчаном дану речено јасно је, да под равнањем времена има да се разуме разлика између кулминационога времена средњег сунца и кулминационога времена правога сунца. Ова разлика може да буде положна и одречна.

Таблица на стр. 225. показује нам равнање времена за целу годину и то од 5 до 5 дана. У овој табlici назначене минуте, које су до на десетине заокругљене па и до на десетине минута тачне, представљају оно време, које треба право ме подну или тачно 12 часова (што нам сунчаници дају), додати, или од 12 часова одузети, па да добијемо средње време а у моменту правога подна. У табlici су они бројеви, које треба додавати, означени са +, а они, које треба одузети са —

Пажљивијим посматрањем података у поменутој табlici сазнајемо, да је равнање времена од половине Децембра па до краја месеца Марта *положно*, од почетка Априла до прве четвртине месеца Јуна *одречно*, од овога времена до треће четвртине месеца Августа опет *положно*, па најзад од краја Августа до половине

Децембра опет *одречно*, дакле да је равнање
 Мењање зна- у два времена у години *положно*, а тако исто
 ка за равнање у два времена *одречно*. Осем овога, четири
 времена. Заједничко кул- и у два времена *одречно*.
 једничко кул- пута у години кулминира средње сунце са
 минирање правим сунцем у истоме моменту и у томе
 средњег и је случају равнање времена *очевидно = 0*.
 правога сунца. Ово заједничко кулминирање бива само:

- 3. Априла,
- 3. Јуна,
- 20. Августа,
- 13. Децембра.

Најзад четири пута у години достига равнање времена своје највеће вредности и то су ове највећа вредности два пут *положне*, а два пут *одречне*. Прву *највећу* по-

Таблица равнања времена (по нашем календару).

| | | | | | |
|-----------------|----|---------------------|---------------|----|--------------------|
| Јануар . . . | 4 | + ^m 10·0 | Јул | 8 | + ^m 5·9 |
| « | 9 | + 11·6 | « | 13 | + 6·1 |
| « | 14 | + 12·8 | « | 18 | + 6·1 |
| « | 19 | + 13·7 | « | 23 | + 5·8 |
| « | 24 | + 14·3 | « | 28 | + 5·2 |
| « | 29 | + 14·6 | Август . . . | 2 | + 4·5 |
| Фебруар . . . | 3 | + 14·5 | « | 7 | + 3·4 |
| « | 8 | + 14·0 | « | 12 | + 2·2 |
| « | 13 | + 13·4 | « | 17 | + 0·8 |
| « | 18 | + 12·4 | « | 22 | — 0·7 |
| « | 23 | + 11·3 | « | 27 | — 2·3 |
| « | 28 | + 10·0 | Септембар . . | 1 | — 4·0 |
| Март | 5 | + 8·6 | « | 6 | — 5·8 |
| « | 10 | + 7·1 | « | 11 | — 7·6 |
| « | 15 | + 5·6 | « | 16 | — 9·3 |
| « | 20 | + 4·0 | « | 21 | — 10·9 |
| « | 25 | + 2·5 | « | 26 | — 12·6 |
| « | 30 | + 1·1 | Октобар . . . | 1 | — 13·3 |
| Април | 4 | — 0·2 | « | 6 | — 14·7 |
| « | 9 | — 1·3 | « | 11 | — 15·5 |
| « | 14 | — 2·3 | « | 16 | — 16·1 |
| « | 19 | — 3·1 | « | 21 | — 16·2 |
| « | 24 | — 3·6 | « | 26 | — 16·2 |
| « | 29 | — 3·9 | « | 31 | — 15·7 |
| Мај | 4 | — 3·9 | Новембар . . | 5 | — 14·9 |
| « | 9 | — 3·8 | « | 10 | — 13·7 |
| « | 14 | — 3·4 | « | 15 | — 12·2 |
| « | 19 | — 2·8 | « | 20 | — 10·4 |
| « | 24 | — 2·0 | « | 25 | — 8·4 |
| « | 29 | — 1·1 | « | 30 | — 6·1 |
| Јун | 3 | 0·0 | Децембар . . | 5 | — 3·7 |
| « | 8 | + 1·0 | « | 10 | — 1·2 |
| « | 13 | + 2·1 | « | 15 | + 1·2 |
| « | 18 | + 3·1 | « | 20 | + 3·7 |
| « | 23 | + 4·1 | « | 25 | + 6·1 |
| « | 28 | + 4·9 | « | 30 | + 8·2 |
| Јул | 3 | + 5·5 | | | |

Највеће вредности равнања времена. ложну вредност достига равнање времена 30. Јануара, када оно износи 14·6 минута, дакле готово четвртину часа; другу *највећу* положну вредност достига равнање времена у половини месеца Јула и износи 6·1 минута. Прва *највећа* одречна вредност пада у другу половину месеца Октобра, када износи 16·2 минуте, а друга одречна највећа вредност пада у почетку Маја, када износи само 3·9 минута.

Према пређашњем дакле, кад би хтели да наместимо наш часовник да он показује исто оно време, које и сунчаник показује, онда би у моменту правога подна (које наступа кад је сунце тачно у мердијану, *регулисана* што сунчаници показују) имали да наместимо *наша* наш часовник:

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| 30. Јануара на | 12 часова и 14 6 минута, а |
| у половини Јула на. | 12 часова 6·1 мин., |
| у другој половини Окто- | |
| бра на | 12 часова — 16·2 минута |
| или на | 11 часова 43 8 минута; |
| а у почетку Маја на. | 12 часова — 3·9 минута, |
| дакле на | 11 часова 56·1 минута. |

За практичну потребу могу податци из таблице за равнање времена, да се представе и граfiјски, те да се од 5 до 5 дана изузимљу и часовници регулишу. За дане, који нису у табели назначени, добијају се податци равнања сразмерним уметањем.

Одно између средњег сунчаног времена и звезданог времена.

76.

Ми смо видели, да је време, које је потребно правоме сунцу, те да оно сврши своје једно привидно а потпуно оптицање по еклиптици, равно времену, које је

потребно средњем сунцу, те да ово сврши своје потпуно оптицање по полутару и да износи једну тропску годину, дакле 365·2422 дана средњег времена. За ово време мења средње сунце своју ректасцензију за пуних 360° и према томе, као што је и напред већ поменуто, износи дневна измена ректасцензије 0°·9856472, т. ј.

средње се сунце удаљује сваким даном за 0°·9856472 више од пролећне тачке, што износи изражено временом: 0·0657 часова = 3 минуте 56·55 секунда или = 0·0027379 дана звезданог времена. За оволико се времена задоцњава дакле средње сунце из дана у дан према звездама некретницама или према пролећној тачци и средњи је сунчани дан за 0·0027379 звезданог дана дужи од једног звезданог дана, дакле је:

$$\text{средњи сунчани дан} = 1·0027379 \text{ звездан. дана}$$

$$\text{или } 24 \text{ часа } 3 \text{ минуте } 56·55 \text{ секунда.}$$

Одавде следује, да један звездани дан, изражен средњим сунчевим даном има:

$$\frac{1}{1·0027379} = 0·9972669 \text{ средњих сунчев. дана или}$$

$$\text{један звездани дан} = 23 \text{ часа } 56 \text{ минута и } 4·09 \text{ средњег сунчевог времена.}$$

Из напред казаног сљедује, да је једна тропска година или:

$$365·2422 \text{ средњих сунчевих дана} = 366·2422 \text{ звезданих дана.}$$

На основу односа између средњег сунчаног и звезданог дана, можемо сад лако да нађемо и однос између једног часа средњег сунчаног времена и једног часа звезданог времена и то овако. Средњи је

сунчани дан за 3 минуте 56·55 секунда звездан. времена дужи од звезданог дана, то је и један час средњег времена очевидно за :

$$\frac{3 \text{ минуте } 56\cdot55 \text{ секунад.}}{24} = 0\cdot856481 \text{ секун. звездан.}$$

времена дужи од 1 часа звезданог времена. Звездани

Претварање звезданог времена у средње сунчано и обрнуто. је дан за 3 минуте 55·91 секунда средњег времена краћи од средњег сунчаног дана, па дакле један час звезданог времена за :

$$\frac{3 \text{ минуте } 55\cdot91 \text{ секун.}}{24} = 9\cdot829439 \text{ секунда}$$

средњег времена краћи од 1 часа средњег времена. И по себи је јасно, да помоћу горњих бројева можемо звездано време лако да претварамо у средње сунчано време и обрнуто, при чему греба при претварању звезданог времена у средње време од свакога часа 9·829439 секунда одузети, а у противном случају треба свакоме часу 9·856481 секунда додати, па да добијемо из средњег времена звездано време.

Х. О бројању, подели времена и календару.

77.

У свију се народа од вајкада морала осетити потреба, да се време на веће или мање одељке разликује, и да се на тај начин стекне основа за управљање и споразумевање у обичноме животу и при људским радостима. Да су при томе појаве на звезданоме небу дакле посматрање сунца, месеца и звезда а нарочито сунца и Посматрања месеца била први повод томе, то је и по појава на небу повод подели времена. себи лако увиђавно, и с тога ми налазимо и код старих народа тежњу, да с погледом Календар. на поменута посматрања дођу до основе за бројање, поделу и рачунање времена, дакле да саставе

тако звани календар. Код старијих и необразованијих је народа знање календарско у своме примитивном облику предањем прелазило с колена на колена; код образованијих је пак народа оно више или мање у потпунијем облику систематисано и уређено и нарочитим списом осигуравано. Било би од интереса да ма и у најкраћим потезима прегледамо развиће питања о подели времена и календара у разних народа, али то би нас далеко одвело и ми ћемо да се ограничимо само на то, да се у главноме упознамо са *хришћанском поделом* и *хришћанским календаром*, дотичући се поделе и календара осталих народа само у толико, у колико су они били основа за састављање поменутих.

Назив *календар* долази од латинске речи *Calendae*, са којом су стари Римљани означавали први дан свакога месеца; сама пак реч *Calendae* долази опет од грчкога *καλεο* што значи «извикујем», јер римским свештеницима беше дужност, да пред светом објављују («извикују») дан, кад је нов месец започињао. С тога Име календар и видимо још од вајкада свештенике у послу да се око састављања календара, што је у извесном смислу и дан дањи још случај и ако се они данас махом брину само за онај део календара, који се тиче празника и црквених светковања у опште.

Сваки календар има двојакe податке и то једне астрономске и друге црквене и с тога може календар да се разликује на *астрономски* и *црквени календар*. Они су у новије доба *заједнички* и у вези, а ако се календар саставља за потребе чисто грађанскога живота, онда се онима астрономском и црквеном додаје још и *календар времена*, у коме се налазе и напомене о времену, које, и ако нису са свим поуздане, опет могу бар колико толико да буде интерес за метеоролошке појаве и опажања у опште.

Астрономски календар. Грађански и астрономски дан.

78.

У астрономском су календару поједини дани у години и то или 365 или 366 дана по реду са припадајућим бројевима или датумима по старом и по новом календару побележени, па и на недеље и месеце подељени.

Поред свакога дана налази се осем празника и по једно име из православне цркве назначено, које потсећа на по каквога свеца или иначе заслужнијега човека за хришћанску веру, а у новије се доба у нарочите рубрике уносе и небески знаци, који се односе на положаје месечеве а у дотичне дане. Најзад у астрономском се календару још и важније појаве небеских тела, а за време једне године помињу и то појаве како месечеве, тако и

Садржина астрономскога календара. сунчеве, планетарне и томе слично, при чему се, разуме се и све ово излаже с погледом на месечну поделу једне тропске сунчеве године.

Тако се у астрономском календару у најновије доба назначују помрачења сунца и месеца, исход и заход сунчев и месечев, почетак годишњих времена, а у неким се још и позната таблица равнања времена нахођи, с којом се часовници регулисати могу, па се налазе у њима још и дужине дана и ноћи за сваки месец назначене.

Што се тиче поделе времена, оно се обично дели на: *дане, месеце дана* (или просто месеце), који се деле на по четири *седмице* (недеље дана) и *годину дана*.

Дан разликујемо на *грађански дан* и *астрономски дан*. Под *грађанским* даном разумемо трајање једнога средњега сунчаног дана. Грађански дан почиње у моменту поноћи а његово трајање од 24 часа делимо на двоје, т. ј. броемо часове од 1 до 12 часова, па онда

Грађански дан. Почетак грађ. дана и броење часова. Прави дан и ноћ.

још један пут од 1 до 12 часова и разликујемо часове тих обеју половина тиме, што оне прве називамо часовима *пре подне*, а оне друге часовима *после подне*. Према овоме грађански дан дели се на две половине на *прави дан*, т. ј. на дан у правом смислу те речи (кад је сунце над нашим хоризонтом) и на *ноћ*, дакле кад је сунце испод нашега хоризонта. Прави дан почиње исходом сунчевим и траје до сунчевога захода; ноћ пак почиње са сунчевим заходом и траје до следећега исхода.

Астрономски је дан, по трајању своје опет један средњи сунчани дан, само што се при овоме почетак узима другаче. Астрономски се дан почиње са моментом средњега подна, дакле од горње кулминације сунчеве или тачно 12 часова средњега времена, па траје до следећега средњега подна, али се код њега не рачунају часови као код грађанскога, већ од 0 часа па до 24 часа. Астрономско после подне подудар се са грађанским у бројевима часова и датума, али од поноћи, дакле од 12 часова грађанскога бројања настаје одступање, пошто се, место да се означају часови са 1, 2, 3, и пре подне као код грађанскога дана, они броје са 13, 14, и т. д. до 24 часа астрономскога дана (што је 12 часова грађанскога дана, дакле средње подне). Услед овога јасно је, да астрономски дан носи датум претходећега грађанскога дана све до 24 часа астрономскога или до 12 часова (подна) грађанскога следећега дана, и према томе је н. пр. 25. Март грађанскога бројања, све до средњега подна 24. Март астрономскога бројања.

Астрономски дан и његов почетак. Бројање астрономских часова. Неслагање датума.

Најзад и звездани се дан зове чешће астрономски дан. Он почиње са горњом кулминацијом какве звезде некретнице и траје до њене следеће кулминације, а броји се од 0 часа до 24 као у горњем смислу.

И ако би удесније било да се и грађански дан броји од 0 до 24, опет је горе поменуто бројање до 12 часова остало у употреби и то код оних народа, који почињу прави дан са исходом сунчевим. Но има народа, који не почињу дан са исходом, већ **заходом** сунчевим и то је био случај код Грка и Евреја, а и данас је код Арапа и Турака, који (Арапи и Турци) деле време по месецу, па су и почетак дана узели тада, кад се *младина* види а то је с *вечера*.

Почетак дана у православ-ној цркви. И наша православна црква почиње дан с вечера и то само још за прославу празника и светаца, а за постове рачуна и она дан од поноћи, као што се и у грађанскоме животу чини.

Месец дана (месец).

79.

Осем дана и ноћи морале су и мене месечеве на скоро пасти у очи старим народима па их и својим редовним понављањем навести, да месец узму као меру за време. У стара времена сматрало се време, које протиче од једне младине до друге као *месец дана* и пошто су месеци (дана) неједнаке дужине, то је аритметијска средина из свију тих месеца узета као месец дана и износи приближно 29·531 дана и ово је *синодан* месец дана. Пошто је овај број неударан, то се при рачунању времена узимао месец час 29 а час 30 дана, те да сваки месец

Месец дана и месечева година. започне са почетком дана или пуним даном. Дванајест оваквих месеца дана називаху *месечевом годином*, и узимаху је погрешно у округлом броју као равну 354 дана.

На овој месечевој години основали су Арапи и Турци своје рачунање времена а нарочито ови последњи и дан дањи рачунају још по месечевој години, шта више као што је познато, они међу чак и полумесец на своје за-

ставе и цамије. Но у најновије доба као да су у Турака учињени покушаји, да се Јулијански календар уведе за грађански живот.

Остављајући да доцније, кад буде речи о месецу поменемо и о другим месецима што је потребно, ми ћемо за сада још само да се дотакнемо имена за месеце у години.

Што се имена месеца тиче покушавано је у разних народа, па и у нас, да се они именују према временима и пословима, махом пољопривредним, или да им се даду имена с погледом на важније празнике у дотичном месецу и усљед таквих покушаја налазе се и у нашим календарима називи: Сечен, Вељача, Ожујак, Травањ, Цветан, Липањ, Српањ, Коловоз, Рујан, Листопад, Студен, Просинац или Богојављенски, Сретенски, Благовештенски, Бурђевски и т. д. Но осем тога, обележавани су месеци краткоће ради и римским бројевима I, II, III, и т. д. до XII, који се веома често употребљују.

Међу тим, готово у опште употребљавају се имена месеца, која су нам од Римљана заостала и то:

- I., *Јануар*, по *Јанус*-у богу времена;
- II., *Фебруар*, од речи *februaire*, *februalia*, празника римскога у томе месецу;
- III., *Март*, од ратнога бога, *Mars*-а;
- IV., *Април*, од речи *aperire* отварање цветова;
- V., *Мај*, од богиње, која се звала *Маја*;
- VI., *Јун*, од *Јунијус*-а;
- VII., *Јул*, од *Јулија Цезара*;
- VIII., *Август*, од цара *Августа*;
- IX., *Септембар*, седми месец од *Марта* почињући;
- X., *Октобар*, осми месец од *Марта* почињући;
- XI., *Новембар*, девети месец од *Марта* почињући;
- XII., *Децембар*, десети месец од *Марта* почињући.

Као што се из последњих четири назива види, они не одговарају више појму, које имају да представе, јер од тада, од како су хришћански народи почели да рачунају своју годину од Божића и од како је Јануар постао *први* месец у години, постао је Септембар девети, Октобар десети месец и т. д. Но то у главном ништа не чини, пошто су поменути називи постали проста имена, са којима се поменути месеци означавају, и да не помињемо, да су се и наши месеци (дана) од првога месечевога оптицања знатно удалили тиме, што их ми као што ћемо још видети, узимамо час 30, час 31, па најзад 28 и 29 дана.

Седмица (недеља дана).

80.

Осем подене на дане и месеце, као да је и подела на седмице од вајкада уведена и то као средина између дана и прилично дугачкога месеца дана. Овој подели времена на седам дана, као да је био повод, месец са својим менама, које после сваких седам дана редовно наступају јер су сви народи седмицу од вајкада имали па је и дан дањи имају.

Време од седам дана зове се *седмица* или *недеља дана*, а почињала се у разних народа са разним даном. Јевреји почињу седмицу са *суботом* и то од захода сунчевог, Турци са *петком* и опет од захода сунчевог и доводе једни у везу са створењем човека, а други са бегством Мухамедовим у Меку.

Што се имена дана у седмици тиче и она су код разних народа била различна а и данас су.

Јегипћани су именовали седмичне дане по планетама и из давнога астролошкога времена прешла су та имена дана и у Римљане, па се у Француза, Немаца и т. д. и дан дањи употребљују Стари Калдејци и Јегип-

ћани мишљаху, да се око земље окрећу планете: *Сатурн*, *Јупитер*, *Марс*, *Сунце*, (но ово је у питању), *Венера*, *Меркур* и *Месец* и да оне једна за другом владају над појединим часовима дана (астролошко учење) и по оној планети, која владаше *првим* часом кога дана и називали су тај дан.

Код Јегипћана била је наша *субота први дан* у седмици. Првим часом овога дана владао је Сатурн, за то је тај дан и назват по Сатурну, *Сатурнов дан* или *субота*. Ако оним истим редом, како смо горе поменуте планете изложили, бројимо на сваки час дана по једну планету и то чинимо за часове од 1 па до 24, то онда налазимо да је: Сатурн 1, Јупитер 2, Марс 3, Сунце 4, Венера 5, Меркур 6, Месец 7; за тим даље: Сатурн 8, Јупитер 9, Марс 10, Сунце 11, Венера 12, Меркур 13, Месец 14, и најзад опет Сатурн 15, Јупитер 16, Марс 17, Сунце 18, Венера 19, Меркур 20, Месец 21, Сатурн 22, Јупитер 23, Марс 24, Сунце 25, — дакле 25-тим часом или првим часом следећега дана владаше сунце и по њему је први дан после суботе и назват: *Сунчев дан*.

Наименовање дана по астролошкој основи.

Продужавањем бројања и то почињући сада са сунцем добијамо, да 25-тим часом следећега дана влада Месец, па је с тога други дан после суботе и назват: *Месечев дан* и т. д. Истим оваквим начином продужавајући бројање часова за сву годину, ону планету, која је падала на *први час првога дана нове године* узимали су астролози као планету *владарицу* за ту годину, која се и у неким нашим календарима на жалост још само обичаја ради помиње, ма да је крајње време, да последњи астролошки трагови већ једном са свим нестану.

Словенска имена дана у седмици.

Најзад, што се нас Словена тиче ми имамо своја имена и изражавамо их бројевима. Тако и у времену не хришћанском беху у Словена називи:

Понедеоник, први дан по Недељи,
Вторник (*Уторак*, *Уторник*) други дан у седмици,
Среда, средина седмице,
Четвртак, четврти дан рада у седмици,
Петак, пети дан рада у седмици,
Недеља, нерадан дан.

Све док Словени нису примили веру хришћанску изгледа, као да су имали само шест дана као средњу поделу између дана и месеца, дакле да су имали у месецу *пет* недеља а, у свакој по *пет* радних дана, а *ше* стога су се дана одмарали. Тек примањем *увођење* хришћанске вере примили су од Грка и један *суботе* у седмицу. дан више и тако увели и они седмицу, додајући својим данима и јеврејску *Суботу*, која је у Грка већ уведена била.

Хришћани су у први мах светковали суботу, а доцније су узели недељу да светкују и то у спомен Христовога васкрснућа. Хришћански календари *Светковање* у опште почињу сви седмицу са Недељом, *недеље*. Подсе- ма да би ваљало строго узев седмицу *завр-* ла на *Nundinæ* ма да би ваљало строго узев седмицу *завр-* и *декаде*. *шивати са недељом*, јер дан одмора имао би да дође после радних дана у седмици.

Осем поделе на седмице беху још две поделе у употреби. Римљани су радили седам дана а осми празноваху, и то зваху *Nundinæ*. Французи на крају XVIII. века уведоше девет дана рада, а десети дан за празновање и то зваху *декада*. Ни *Nundinæ* ни *декаде* непостоје данас више и само је седмичка подела у употреби.

Година дана (година).

81.

Тропска сунчева година, која има 365·2422 дана и која је као што смо и напред поменули основа нашем грађанскоме рачунању времена, нема цео број дана, да-

кле нема ону особину, која је за грађански живот потребна. Услед овога је рачунање времена по годинама од вајкада мењано и поправљано. Но осем тога у разних народа било је и различно рачунање времена и по самој својој основи.

Тропска сунчева година нема цео број дана.
Месечева година.

Многи су народи оснивали своје рачунање по годинама на кретању месечевом и пошто месец после 29·531 дана показује исте мене, а после 12 оваквих времених одељака, дакле после 12 месеци, све се у природи од прилике повраћа и понавља, то је 12 месеци узето као једна *месечева година*. Ова месечева година има 354·3670 дана, дакле је од сунчеве тропске године краћа за:

$$365·2422 — 354·3720 = 10·8702$$

или скоро 11 дана.

Месечева година могла је да послужи као основа за рачунање времена само старим сточарским народима. Са престанком овога искључивог занимања, још од вајкада се морала осетити потреба за тачнијом и поузданијом годином. Ову су потребу осетили стари Јегипћани први, и они су још одавна рачунали по *сунчевој години*, која је започињала хелијакичким исходом *Сиријуса* и имала погрешно 360 дана. Тек године 1872. пре Христа, завели су и они годину од 365 дана, која је тек на 1500 година пре Христа узета од $365\frac{1}{4}$ дана, дакле била приближно равна тропској сунчевој години. Јегипћани су изравнавали своје рачунање додавањем *преступнога* дана.

Рачунање времена у разних народа бива и дан дањи на основу месечеве или сунчане године или на основу обеју у исто време, дакле на основу *месечеве-сунчане* године, и ми ћемо да се упознамо са овом последњом основом подробније.

Грци су у почетку имали веома погрешну
 Година дана у Јегипћана и годину, јер су и они као и стари Јегипћани
 Грка. па и сви стари народи узели били месец као
 основу за грађење календара, а пошто су њихови неки
 празници били везани за мене месечеве, а неки за годи-
 шња времена, то су они морали да споје своју месечеву
 годину са сунчевом. У њих је сунчева година у први мах
 погрешно имала само 360 дана а сваки месец по 30
 дана, што је по дужем времену произвело знатно не-
 слагање са фактичким стањем ствари. С тога су још и
 Тале па и Солон покушавали да поправе дотадашње
 рачунање времена, но тек је Метону на 432 године пре
 Христа испало за руком, да ту поправку и изврши, што
 је он и учинио проналаском својим, да 253
 Метонова и Калипова по- месеца дана чине приближно 19 сунчевих го-
 правка. дина или 6940 дана, које је он тако поде-
 лио на месеце, да се они по истеку 19 година дана
 опет у менама подудараху.

И ако за траћански живот још једнако незгодан,
 употребљаван је Метонов календар скоро два века. У те-
 чају овога дугачкога времена опазиле се опет знатније
 грешке и Калип предузе да поправи Метонов календар
 узимљући место Метонових 19 година, четири пута већи
 број, дакле време од 76 година, те тиме доведе до бо-
 љега слагања рачунање како са кретањем месечевим
 тако и са сунчевим. Калип је нашао био, да је Метонова
 сунчана година била за $\frac{1}{70}$ део дана већа и с тога је
 при узимању 4 пута 19 година један дан мање увео те
 је Калипов круг трајао 27759 дана. Па и ова поправка
 није могла потпуно задовољити и опет на
 Хипархова поправка ка- два века после Калипа астроном Хипарх
 лендара. поправи годину узимљући место Калиповог
 круга опет 4 пута 76, дакле 304 године или периоду
 од 111035 дана са 3760 месечевих мена.

Последње поправке календара.

82.

Римљани су примили годину од Јегипћана и увели је са њеном грешком у своје рачунање времена. Но место да поправе грешку у јегипћанском рачунању, они као да су и са свим заборавили, да су Јегипћани додавањем преступних дана у неколико исправљали своје рачунање времена и тако је до године 708. од подизања Рима грешка нарасла до на 67 дана, т. ј. за оволико се римска година била удалила од тропске сунчане године.

Сосиген и
Флавије по-
прављају ка-
лендар.

С тога наложи *Јулије Цезар* (око 50. год. пре Христа) да *Сосиген*, александринац и римљанин *Флавије* поправе ово погрешно рачунање времена и ови нађоше, да 46-ој години пре Христа треба додати два *преступна* месеца од 67 дана, те да се рачунање времена изравна са положајем сунчевим и да падне 1. Јануар опет у зиму и то у време најкраћега дана, а у исто време и са младином уједно.

Са првим Јануаром 45. године до Христа, почиње бројање по Јулијанској години, коју је Јулије Цезар по савету Сосигена и Флавија узео, да је:

Јулијанска
година.

$365\frac{1}{4}$ или 365 дана и 6 часова.

Осем тога, што је ова дужина за годину уведена утврђено је, да се *три узастопне* године рачунају по 365 целих дана, и то су *просте*, а свака следећа *четверта* година као *преступна*, рачуна са 366 дана, како би се на тај начин уметањем једнога преступнога дана, разлика од $4 \times 6 = 24$ часа, која сваке четврте године наступа сасвим исправила. Као што је и по себи јасно, све оне године по Христу, које су са 4 без остатка дељиве, бијаху и по Јулијевом календару *преступне* године.

При овоме су грађански месеци по реду добили по 31 или 30, а Фебруар 28 кад је проста, а 29 дана, кад је година преступна.

Но и ако је привидно ствар о времену решена била, Грешка Ју- опет с погледом на познату дужину тропске
лијанске сунчеве године и Јулијанска је година у себи
године. садржала грешку, која се тада тек у току по-
дужега низа година опазити могла.

Разлика између тропске сунчане године и Јулијанове је : $365.25 - 365.2422 = 0.0078$ дана или 11 минута 10.46 секун. средњег сунчаног времена. После 129 година порасте она и постаје таман један дан и према томе, после сваких 129 година изостаје Јулијанска година од положаја сунчевога за по један.

И ако је основа јулијанскога календара била у главном добра и требало је тек 129. године за један дан поправљати, опет су римске навике за кратко време исквариле јулијански календар тако, да су понове поправке неизоставно потребне биле. Римски свештеници старајући се, да им се недеља (осам дана) заврши у исто доба са годином, додавали су по један дан и оној години, која по јулијанској основи није била преступна. Они су ово чинили сваке треће године и то с тога, што је :

$$\frac{3 \times 365}{8} = 136 \text{ римских недеља и } 7 \text{ дана,}$$

и тек додавањем једнога дана, могле су Nundinæ да падну на последњи Децембар сваке треће године.

Да би се ова произвољност у додавању отклонила Августова а и погрешка учињена исправила, наложи Аепоправка. *густ*, да од 9. година до Христа почев, прођу 12 година без додавања преступнога дана, те да се три дана више, које није требало ни уметати, на тај начин потру. Према овоме је време од девет године до Хри-

ста па до четврте после Христа било као нека *ирелазна периода*, у којој није било преступних година и тек је четврта година после Христа била преступна година, а после овога времена *сљедовале* су и преступне и просте године онако, као што је Јулије Цезар наложио био. У ово доба пада и називање једнога месеца по Јулију а другога по Августу, који су називи и данас у употреби. Но поправка Августова и ако је у велико поправила дотадање календарско стање, опет није обухватила и ону грешку, која је јулијанском годином у рачунање времена унесена, а на име, она није се дотакла оних 11 минута 10·46 секунда, који су из године у годину све већу и већу разлику производили. Године 325. после Христа, кад је држат први васионски никејски сабор, порасла је била ова разлика до на 2·86 дана, дакле скоро до на три дана, те је и бројање по јулијанској години изостало за толико од сунчане године па и равнодневица са 24. Марта како је пређе била, прешла на 21. Март, што је и поменути сабор утврдио. И по себи је разумљиво, да је овакво изостајање године морало бити и у напред све дотле, докле се год није приступило крајњем уређењу календара, које је истина на разним саборима као преко потребно изношено и доказивано, но које је свакад због верских обзира и тешкоћа одлагано за доцнија времена. Најзад године 1582. на писмени предлог тридентинскога сабора (држан од 1545. до 1563.) и пошто је нарочити одбор учених људи израдио нацрт за поправку календара, приступи *папа Григорије XIII.* поправци, која је нарочитом *булом* обзнањена и рачунање времена у ред довела.

Први никејски сабор и равнодневица.

У овој години (1582) била је пролећна равнодневица са 21. Марта (како је никејски сабор утврдио) прешла већ на 11. Март и требало је пре свега 10 сувишних дана избацити, те да тако пролећна равнодневица

за 1583. годину падне опет на дан 21. Марта. Да би се

Поправка ово постигло, нареди папа Григорије, да се
папе Григорија XIII. 1582. год. после 4. Октобра одмах сутра дан
броји 15. Октобар; а да се не би у будуће

опет оваква разлика појавила би и то утврђено, да се
од *стотих* година (које су по Јулијевом календару биле
по правилу преступне) узму само оне као *цреступне*,
које су са 400 дељиве, и то разуме се без остатка. Према
овоме, у сваких четири стотине година отпадају по 3 пре-
ступна дана и поправљена година износи по Григорију:

$$\frac{(365 \cdot 25 \times 400) - 3}{400} = 365 \cdot 2425 \text{ дана,}$$

што је опет више од тропске сунчеве године и то за
0·0003 дана или нешто више од 24 секунде. Ова раз-
лика и ако веома незнатна, после 3570 година проуз-
роковаће опет читав дан и мораће се сваких 3570 (или
можда 3600) година у рачун узимати.

Увођење новог календара; почетак године.

83.

Ову григоријанску годину нису одмах сви народи
примили па ни *григоријански календар* или *нови кален-*
дар, како се ово (по григоријанској поправци) рачунање
времена називало, за разлику од онога јулијанскога, које

се назива још и старим рачунањем или и
Увођење ка- старим календаром. У Шпанији, Португал-
лендара у ра- ској, већем делу Италије, примљена је по-
зним држа- прављена година одмах; два месеца доцније
вама. у Француској, за тим и у Холандији, Данској и Немачкој.

Енглеска је примила нови календар тек 1752. а Швед-
ска тек 1753. године.

Хришћани источне цркве, куда спадамо и ми, нису
ни до данас примили поправљену годину и то само са
верских обзира, који се погрешно доводе у везу са по-

прављеним рачунањем времена. Код хришћана источне цркве па дакле и у нас, као што је познато, пада пролећна равнодневица 9. Марта а не 21. Марта, као што је први васионски сабор утврдио био, и ми изостајемо с тога у овоме веку са 12 дана. Од 1900. па до 2099. године изостајаћемо са 13 дана, од 2100. па до 2199. године изостајаћемо за пуних 14 дана, и тако ће ићи све даље, докле се год не увведе рачунање времена по новом календару, које по себи, апсолутно нема ама баш никакве везе са нашом вером. И ако ово ни до данас није учињено сва је прилика, да ће већи саобраћај и чешћи додир па и тешкоће двогубога рачунања најзад одвести решењу и овога питања и то тим пре, што је увођење једне и исте јединице дужине за мере и тежине, увођење једне и исте новчане јединице и многих других сличних установа показало непобитну корист и олакшицу у грађанскоме животу.

Хришћани источне цркве нису ни до данас примили поправљену годину.

Хришћани источне цркве изостају са свака два века за по један дан.

Најзад да поменемо неколико речи и о почетку године.

И почетак године био је код разних народа веома различан. Источни народи, почињали су нову годину са пролећном равнодневицом. Римљани до Нуме Помпилија почињаху такође са пролећном равнодневицом а после Нуме са краткодневицом и тек Јулије Цезар узе за почетак нове године *прву младину по краткодневици*, а пошто је овај први Јануар падао са обрезањем Христовим уједно, то је с тога овај почетак са јулијанским календаром унесен и у црквени календар.

Почетак нове године у разних народа.

У средњем веку, осем овога почетка године беше и других. Тако су неки почињали годину рођењем Христовим или 25. Децембра, други опет 25. Марта о Благовестима, а у Француској од Ускрса.

Руси су до XI. века почињали нову годину с пролећем, а кад су примили веру хришћанску, они су од Грка примили и почетак године 1. Септембра, што је трајало до Петра Великога. Петар Велики увео је 1. Јануар као почетак нове године.

Ми смо, исто тако као и сви словенски народи, почињали нову годину заједно са природом, дакле са пролећном равнодневицом. Но црква наша примила је од Грка 1. Септембар као почетак, што је и до данас остало. Међу тим, наша грађанска година почиње са 1. Јануаром и ако није нови календар уведен.

Црквени календар.

84.

И ако смо напред поменули да се астрономски календар са црквеним заједнички састављају, то опет је потребно, бар са неколико речи, да се дотакнемо садржине самога црквенога календара.

Црквени календар обухвата недељу као седмични дан за празновање, *непокретне празнике* и најзад *покретне празнике* преко целе године.

Што се *недеље* тиче, већ је напред поменуто да је она уведена у част васкрснућа Христовог. Недеље имају разне називе и не падају сваке године истога датума и имају да се сматрају као покретни празници, који се поглавито управљају према Ускрсу.

Непокретни празници не стоје у вези са Ускрсом и у нашој православној цркви следују по реду овако:

Мали Божић (нова година, ново лето) 1. Јануара; *Богојављење* 6. Јануара; *Св. Јован* 7. Јануара; *Св. Сава* 14. Јануара; *Часне вериге* 16. Јануара; *Сретење* 2. Фебруара; *Мученици (Младенци)* 9. Марта; *Благовести* 25.

Непокретни празници. Марта; *Ђурђев дан* 23. Априла; *Марков дан* 25. Априла; *Летњи св. Никола* 9. Маја; *Ви-*

дов дан 15. Јуна; *Петров дан* 29. Јуна; *Врачеви* 1. Јула и 1. Новембра; *Летњи св. Аранђео* 13. Јула; *Огњена Марија* 17. Јула; *Св. Пантелија* 27. Јула; *Маковеј* 1. Августа; *Летњи св. Стеван* 2. Августа; *Велика Госпођа* (Госпојина) 15. Августа; *Мала Госпођа* 8. Септембра; *Михољ дан* 29. Септембра; *Св. Лука* 18. Октобра; *Св. Мрата* (српски краљ Милутин) 30. Октобра; *Ђурђиц* 3. Новембра; *Св. Аранђео* 8. Новембра; *Св. Андреја Првозвани* 30. Новембра; *Св. Никола* 6. Децембра; *Велики Божић* 25. Децембра.

Ускрс је покретан празник и према њему се одређују и други празници, који се зову *покретни празници* као: *Цвети*, *Ускрс*, *Спасов дан*, *Духови* и т. д.

Правила по којима се израчунава *Ускрс* Покретни
за сваку годину, позната су под именом *Паскалија* празници
Паскалија.



¹⁾ Који жели да се упозна изближе и са овом партијом црквенога календара, томе се препоручује *Кронографија*, коју је израдио г. Драгашевић и која је штампана у државној штампарији 1874.

ПЕТИ ДЕО.

XI. Звезде некретнице.

Звезде су сунца, и сијају својом сопственом светлошћу.

85.

Под звездама некретницама разумемо ноћна светлила (светла сунца) на небу, која због своје необично велике даљине од нас, изгледају нашем оку, као светле тачке, са немерљивим пречником. Да су звезде некретнице сунца, која сијају својом сопственом светлошћу и да их наше сунце неосветљава, то следује већ и из самог њиховога превеликога удаљења, како од нас тако

Основа на којој може да се закључи да су звезде сунца и да сијају својом сопственом светлошћу.

и од сунца. Но ово се увиђа и на основу разних оптичких испитивања, која ћемо овде укратко само да напоменемо.

Као што је познато, има извесних кристала, кроз које ако предмете гледамо, ми их свакад видимо у дубликату. Ово су кристали са двогубим преламањем. Сва светлост, која пада непосредно на овакав кристал, и која се кроз кристал гледа, даје два лика са једнаким интензитетом; на против она светлост, која је рефлектована, она даје два лика са неједнаким интензитетом. Године 1811. нашао је Араго (Arago), да кад се употреби плочица од горског кристала, да тада разлика у интензитету светлости, може поларисање да се претвори у разлику боја. И на овој и поларископ. основи можемо са свим сигурно наша сматрања да чинимо. Ако са оваквом справом, која се зове *Поларископ*, гледамо непосредно у сунце, онда виђамо

два лика са једнаком светлошћу и са једнаком бојом и то два бела лика. Ако пак гледамо кроз горепоменућу справу, и то онај сунчани лик, који одсјајује од какве стаклене површине или од мирног воденог нивоа, дакле посматрамо рефлектовану светлост, онда се виђају оба два лика у најживљим бојама. И то кад је један лик *зелен*, онда је онај други *црвен*, другим речима, извесном положају поменутога горскога кристала, одговарају свакад две разне боје, добивених ликова. Ове су боје свакад противне и заједно производе белу светлост, дакле су *комплементарне боје*. Са поларископом дакле можемо да сматрамо ми непосредну, но и позајмљену светлост како сунца тако и других звезда. Кад је Араго са поларископом у вече 3. Јула 1819. г. сматрао светлост тадање велике комете и светлост некретнице звезде Капеле, он је опазио, да комета сија добивеном, на против Капела својом сопственом светлошћу. За све остале некретнице звезде, које су на овај начин испитиване, нађен је тај исти резултат.

Арагово упо-
ређење Капе-
лине светло-
сти и светло-
сти комете од
1819. године.

Осем овога, у новије је време и спектрална анализа постала поуздано сретство за посматрања овакове природе. На основу спектралне анализе изилази: да су сви спектри светских тела (која наше сунце обасјава) *уопште узев једнаки, и да се и у одбијеној светлости опет сунчева светлост распознаје; на против да је светлост некретница звезда квалитативно потпуно различна од сунчеве светлости*. Secchi је у Риму, где је на спектралним испитивањима звезда некретница много радио, нашао: да у превеликом броју звезда у опште има четири различна типа, на које се све звезде некретнице могу да поделе. Ми ћемо се доцније, кад будемо говорили о спектру звезда некретница, упознати са овим типовима.

И на основу
спектралних
испитивања
следе да су
звезде сунца.

Secchi - јева
испитивања
и типови зве-
зда некрет-
ница.

Из досад казанога, сљедује дакле: да су звезде некретнице тела, која сијају својом сопственом светлошћу, т. ј. да и оне заузимају у васиони исти онакав положај (ранг), који ми и сунцу приписујемо и дајемо.

Привидна светлост, коју нам звезде шаљу, надаје нам поуздан критеријум да можемо овакав талост није до- или онакав закључак о њиховој моћи освет- вољна. лења да донесемо, пошто на ову моћ утиче поглавито превелико удаљење звезда у великој мери.

Број и подела звезда некретница по њиховој светлости.

86.

Још из ранијих времена деле се звезде поред оне познате поделе на звездана јата, још и по њиховом сјају.

Но пре, но што пређемо на ову поделу, ми ћемо да напоменемо ово што сљедује о броју звезда некретница у опште.

Број звезда што се виђају на небу неможе тачно да се одреди. Са голим оком виђа се према јачини ока од прилике 5 до 6000 звезда. Међу тим, са свим другаче стоји са звездама, које се телескопима сматрају. Хершел је рачунао да се телескопима до 32,000.000 звезда у опште могу да виде, од којих највише, скоро по Хершелу. 20 милијона, пада на млечни пут, а осталих 12 милијона украшавају остатак звезданог неба; међу тим, као што ћемо видети и за овај случај важе други бројеви. Број звезда, што се виде голим оком у средњој Европи, износи од прилике до 3500.

Под светлошћу звезда, (моћ светлења) разумемо ми привидну величину звезда и према ступњу те светлости, делимо звезде на шест класа, величина. Најсветлије спадају у прву класу (величину); слабије светле у другу и т. д. до шесте класе, у коју спадају све оне звезде, које се у опште голим добрим оком још видети могу.

Код нас се од прилике виде :

| | | | |
|--------|--------|---------|-----------|
| 15 | звезда | прве | величине, |
| 51 | « | друге | величине, |
| 153 | « | треће | величине, |
| 325 | « | четврте | величине, |
| 810 | « | пете | величине, |
| и 1871 | « | шесте | величине. |

Ка овима имају да се додају тако зване телескопске звезде, које се тек добрим дурбинима видети могу.

Као што је и напред под бр. 15. поменуто, при означавању звезда у појединим јатима давата су у почетку звездама особита имена, као н. пр. *Сиријус*, *Регул*, *Кацела* и т. д. Нека имена добиле су звезде још од Арапа, као *Ценеб*, *Алдебаран*, *Рићел*, и т. д. Временом се увидело, да је број звезда тако велики, да се оне не могу све са особитим именима означавати и од извесног времена, почеле се звезде сваког појединог јата од најсветлије почев обележавати грчким или латинским словима и тако представља α најсветлију звезду једнога јата, β мање светлу звезду истога јата, γ још слабије светлу и т. д.

У новије доба прибегло се означавању звезда и самим бројевима (види звездано небо Сл. 9.).

Код нас су видљиве :

Звезде прве величине:

Северно од полутара.

- 1) *Вега* или α у Лири,
- 2) *Кацела* или α у Возару,
- 3) *Арктур* или α у Ловцу,
- 4) *Алдебаран* или α у Телцу,
- 5) *Регул* или α у Великом Лафу,
- 6) *Алтаир* или α у Орлу,
- 7) *Полукс* или β у Близанцима,

Код нас видљиве звезде разних величина.

- 8) *Прокијон* или α у Маломе псу,
- 9) *Ибт-ел-ђауза* или α у Оријону,
- 10) *Ценеб* или α у Лабуду.

Јужно од полутара.

- 11) *Рицел* или β у Ориону.
- 12) *Сиријус* или α у Велик. псу (најсветлија звезда).
- 13) *Фомалхут* или α у Јужној риби.
- 14) *Антар* или α у Скорпији.
- 15) *Влат* или α у Дјевници.

По Argelander-у има 20 звезда прве величине и по њему би овамо спадале осем поменутих 15 још и звезде из Реке Еридана, Лађе Арга, и још неке друге.

Звезде друге величине.

1) *Поларна звезда* или α у Малом медведу. Ова се звезда зове још и *Кикосура*.

2) *Алђениб* или α у Перзеу.

3) *Алгол* или β у Перзеу.

4) *Ценебола* или β у вел. Лафу, осем ове има у њему још 2 звезде друге величине.

5) Звезде Вел. медведа све су друге величине а има их 7 на броју.

Звезде δ , ϵ , ζ и η представљају реп великога медведа.

6) *Кастор* или α у Близанцима.

Осем ових главнијих, има још повећи број звезда друге величине, које се голим оком виде, али би нас далеко одвело, кад би их све набрајали и ми се задовољавамо са овима већ поменутим.

Најзад треба да поменемо још две гомиле звезда, које су у звезданом јату Телца а на име *Хијаде* и *Хијаде* и Пле- *Плејаде*. Прве зове наш народ *штапцима*, *јаде*. друге *Влашићима*. У групи Плејада замишља чувени астроном Медлер ону тачку, око које се

на сваки начин ceo небески звездани свет okreће (види мишлење о централном сунцу).

Већ поменуто поделу звезда на класе, не смемо тако себи да представимо, као да су све звезде прве величине, заиста и свакад подједнако светле; за тим да су и све звезде друге величине за се опет све подједнако светле и т. д. Звезде прве величине између себе различне су по сјају своме а тако и звезде дуге величине међу собом и прелаз од звезда прве величине ка звездама друге величине и т. д. са свим је поступан. Ако би дакле разне астрономе запитали о броју звезда прве, друге, треће и т. д. величине и то о тачном броју њиховом, то не би добили један и исти одговор. Но опет су се астрономи у томе унесколико сложили и са особитим инструментима, тако званим *Фотометрима* определили однос звезда прве величине, према звездама друге, ових према звездама треће величине и т. д. Уопште се узима, да звезда прве величине има $2\frac{1}{2}$ пута више светлости од звезде друге величине; ова опет да има $2\frac{1}{2}$ пута јачу светлост од звезде треће величине, и тако редом до шесте величине, тако дакле, да је светлост звезде шесте величине 100 пута слабија од светлости звезде прве величине. Овај се број знатно мења, ако однос између класе и класе за врло мало изменимо. Тако н. пр. ако узмемо место 2·5 само 2·8, то се добија место броја 100 број 172. Овај се број више слаже са бројем 182, који је *Steinheil* нашао за однос између звезда прве и шесте величине, и с тога може број 2·8 са већом сигурношћу да се усвоји, као највероватнији однос између класе и класе.

Звезде појединих класа нису свакад подједнако светле.

Фотометријска основа за разликовање класа.

Ма да ћемо о сунцу доцније особено још говорити, опет помињемо овде, да по најновијем мерењу има сунце (као најближа некретница звезда) од прилике 56,000.000 пута

Сунчана светлост унорешена са светлосту Канеле.

више светлости од једне звезде прве величине, која је светла, као Капела у Возару.

Ми смо поменули већ нешто о броју звезда које се голим оком видети могу. Овај број расти нагло, кад се при сматрању служимо каквим дурбином. Већ и обичан доглед довољан је, да се звезде седме величине виде,

којих ће бити на броју до 13000; мало већи путнички дурбин показује већ звезде 8. величине, којих ће бити од прилике до 40000 на броју. Ако овако даље све са бољим и бољим дурбинима сматрамо онда расте број звезда врло нагло.

По искуству се узима, да се са дурбином:

| | | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|----------------|-------------|--------|
| од 10 ^{mm} | отвора, и најмање | 2 | губим увећањем | виде звезде | 7 вел. |
| » 17 | » » » | 4 | » » » | » » | 8 |
| » 27 | » » » | 7 | » » » | » » | 9 |
| » 45 | » » » | 11 | » » » | » » | 10 |
| » 76 | » » » | 19 | » » » | » » | 11 |
| » 130 | » » » | 32 | » » » | » » | 12 |
| » 220 | » » » | 55 | » » » | » » | 13 |
| » 370 | » » » | 90 | » » » | » » | 14 |
| » 630 | » » » | 160 | » » » | » » | 15 |

За дурбин са последњим увећањем (160) и димензијама нарастао би број видљивих звезда већ од прилике до: 150,000.000.

Подела звезда на небу; млечни пут.

87.

Звезде прве, друге, треће до четврте величине подељене су по небу прилично *подједнако*; ситније се звезде све више гомилају, што се више тако званом *млечном путу* приближавамо. Да би увидели, како је мален цео наш сунчани систем у сравнењу са звезданим небом, ми ћемо да поменемо нешто и о тако званом *млечном путу*. Млечни пут (у нашем народу познат под

Млечни пут (куко-ва слама). именован *кумова слама*) то је она беличаста неправилна бразда, што на небу у грдној даљини

једва светлуцава изгледа, и која се готово преко целог привиднога небескога свода, као највећи круг показује. Млечни пут прелази преко звезданих јата: *Касиопеје*, *Перзеа*, *Оријона*, *Близанаца*, *лађе Арга* (где је бразда најсветлија али и најузанија), даље преко *Кентавора*, *Скорпије*, *Стрелца*, (одавде се бразда раздваја у два дела) за тим иде преко *Орла* и *Лабуда* и завршава се опет у *Касиопеји*. Још у старо време, било је појединих мислилаца, који су светлост млечнога пута приписивали сједињеном сијању великога броја звезда, које су према грдној даљини и сувише мале, те да би се голим оком у опште и видети могле. Ово се мишљење проналаском дурбина потпуно и оправдало. Особито је стари Хершел са својим великим телескопом а посматрањем млечнога пута много што шта открио, што је многе изненадило. Он је нашао, да пред његовим телескопом на један квадрант ступањ, а на извесним местима млечнога пута долази до 5000 звезда. Хершел је држао, да на млечан пут долази највише до 20,000.000 звезда, но у новије се време оцењује, да ће их у њему бити близу и до 80 милиона. Осем поменутога, Хершел је и први наговестио (1784.) да звезде у млечноме путу нису случајно разбацане по небу, већ на против, да се распознаје, да звезде некретнице образују за се један систем, коме не припадају само звезде некретнице, већ и само наше сунце, са свима својим планетама.

Звездана јата преко којих иде млечни пут.

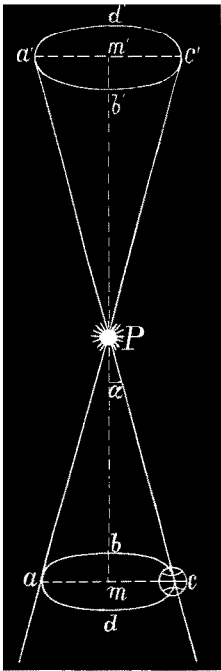
Овај систем управо као да представљају баш звезде млечнога пута, који је, као какав највећи круг нагнут према полутару под углом од 63°. Подела звезда по самоме млечноме путу врло је различна, како по величини тако и по броју звезда, дакле по њиховом нагомилвању. Ако смемо тако да се изразимо, у млечном путу има и са свим празних простора где дакле изгледа као да нема никаквих звезда, друга пак места, која изгле-

дају оку светлуцава, показују при јачем увећавању миријадама већих и мањих звезда.

Удалење звезда некретница.

88.

Ми смо под бројевима 53. и 54. поменули шта је паралактика у опште и видели смо, шта се разуме под дневном но и годишњом паралактиком каквога тела. Поменуто је, да под годишњом паралактиком разумемо привидно мењање места какве звезде на небу усљед различног земљиног положаја према сунцу. И слика 54.



Сл. 54.

показује нам земљу при њеном кретању по елиптичкој путањи $abcd$, коме одговара привидно елиптичко кретање $a'b'c'd'$ ма какве звезде P . Половина велике осе елипсине дакле $m'a'$ изражена ступњима, минутама и секундама, зове се годишња паралактика звезде P .

При дневној паралактици узима се земљин пречник као највећа могућна основица, из чијих се крајева баца визиура на извесну звезду. При годишњој паралактици пак, узима се за основицу много дужа линија, већ помињати пречник замљине путање или 40,000.000

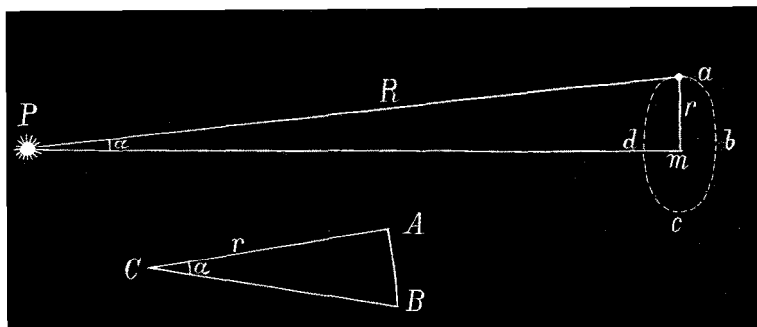
Годишња паралактика као основа за одредење удалења звезда.

миља. Годишња паралактика је угао, под којим би се, са звезде (сидероцентрично) гледан, полупречник земљине путање пока-

зао, и употребљава се за одредење удалења звезда.

Ако узмемо, да је α годишња паралактика какве звезде (слика 55.) некретнице, R њено удалење од земље, r полупречник земљине путање, коју сматрамо (приближно) као круг, онда је:

$$\sin \alpha = \frac{r}{R} \quad \text{или} \quad R = \frac{r}{\sin \alpha}$$



Сл. 55.

Докле год је угао α врло мали и износи само неколико секунда, можемо ми без знатне грешке, да заменимо синус са луком, те да тако из сразмере:

$$\alpha^\circ : 360^\circ = AB : 2r\pi$$

добијемо :

$$\alpha^\circ = 360^\circ \cdot \frac{AB}{2r\pi}$$

Образак за
удалење
звезда.

Пошто је пак α у секундама, то следује:

$$\alpha'' = \frac{360 \cdot 60 \cdot 60''}{2r\pi} \cdot AB = 206264'',8 \frac{AB}{r}$$

или заокружено :

$$\alpha'' = 206265'' \frac{AB}{r}$$

Ако узмемо, да је полупречник земљине путање r раван јединици ($r = 1$), онда је свакад:

$$\alpha'' = 206265'' \cdot AB; \quad \text{па и} \quad AB = \frac{206265''}{\alpha''}$$

Према овоме је дакле заменом :

$$R = \frac{r}{\sin \alpha}; \quad R = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{AB} = \frac{1}{\alpha'' : 206265}$$

или најпосле, удаљење звездино од земље у опште:

$$R = \frac{206265''}{\alpha''}.$$

По овоме обрасцу израчуната је ова таблица, која показује, како зависи удаљење од угла α а према разним величинама овога.

Удаљење за разне паралактике у полупречницима земљине путање.

| за $\alpha =$ | R је = | $\alpha =$ | R је = |
|---------------|---------------------------------|------------|------------------------------------|
| 10'' | $20626 = \frac{206265''}{10''}$ | 1·0'' | $206265 = \frac{206265''}{1·0''}$ |
| 9'' | $22918 = \frac{206265''}{9''}$ | 0·9'' | $229180 = \frac{206265''}{0·9''}$ |
| 8'' | $25783 = \frac{206265''}{8''}$ | 0·8'' | $257830 = \frac{206265''}{0·8''}$ |
| 7'' | $29466 = \frac{206265''}{7''}$ | 0·7'' | $294660 = \frac{206265''}{0·7''}$ |
| 6'' | $34377 = \frac{206265''}{6''}$ | 0·6'' | $343770 = \frac{206265''}{0·6''}$ |
| 5'' | $41253 = \frac{206265''}{5''}$ | 0·5'' | $412530 = \frac{206265''}{0·5''}$ |
| 4'' | $51566 = \frac{206265''}{4''}$ | 0·4'' | $515660 = \frac{206265''}{0·4''}$ |
| 3'' | $68755 = \frac{206265''}{3''}$ | 0·3'' | $687550 = \frac{206265''}{0·3''}$ |
| 2'' | $103130 = \frac{206265''}{2''}$ | 0·2'' | $1031896 = \frac{206265''}{0·2''}$ |
| 1'' | $206265 = \frac{206265''}{1''}$ | 0·1'' | $2062650 = \frac{206265''}{0·1''}$ |

Према ономе, што смо поменули, да узимамо $r = 1$, сљедује, да је овде R нађено у полупречницима земљине путање, т. ј. за произвољан угао, да кажемо, за годишњу паралактику $\alpha'' = 1''$ износи удаљење звезде од земље:

Удаљење
звезде у
миљама.

$R = 206265$ полупречника земљине путање.

Ако дакле хоћемо, да добијемо R у миљама, онда је, пошто је полупречник земљине путање $r = 20,000000$ миља:

$$R = 206265 \times 20,000.000 \text{ миља или}$$

$$R = 4,125.300,000.000 \text{ миља,}$$

или речима: 4 билиона и 125 миљарди миља у округлом броју.

Тек у новије време, око половине овога века а и нешто пре (1832) нађена је прва паралактика од 1" што је *Henderson*-у за руком испало на предгорју добре наде за звезду α у Кентавору, која је, као што знамо звезда прве величине. 1860. до 1864. свео је *Maclear* ову вредност на 0.88".

Удаљење неких звезда показује ова таблица.

Удаљење неких звезда од сунца.

| ИМЕ ЗВЕЗДЕ | УДАЉЕЊЕ ОД СУНЦА |
|--------------------------------|-------------------------|
| α у Кентавору | 4,500.000 милијона миља |
| Поларне звезде | 54,300.000 " " |
| α у Лири | 20,600.000 " " |
| α у Возару | 80,000.000 " " |
| Сиријус | 18,500.000 " " |
| α у Ловцу | 33,600.000 " " |

На основу измерених удаљења појединих звезда по *Peters*-у и *Struve*-у, нађена су и средња удаљења појединих звезданих класа од нас и она су у доњој табlici означена.

Удаљење разних звезданих класа од сунца.

| ПРИВИДНА ВЕЛИЧИНА ЗВЕЗДА | УДАЉЕЊЕ ОД СУНЦА У ПОЛУПРЕЧНИЦИМА ЗЕМЉИНЕ ПУТАЊЕ ($r = 20,000.000$ МИЉА) | ВРЕМЕ, КОЈЕ ПОТРЕБУЈЕ СВЕЛОСТ ДА ОД ЗВЕЗДЕ ДО НАШЕ ЗЕМЉЕ ДОСНЕ ИЗРАЖЕНО У ГОДИНАМА |
|--------------------------|---|--|
| <i>По Argelander-у</i> | | |
| 1 величине | 986.000 | 15.5 |
| 1 — 2 " | 1,246.000 | 19.6 |
| 2 " | 1,778.000 | 28.0 |
| 2 — 3 " | 2,111.000 | 33.0 |
| 3 " | 2,725.000 | 43.0 |
| 3 — 4 " | 3,151.000 | 49.7 |
| 4 " | 3,850.000 | 60.7 |
| 4 — 5 " | 4,375.000 | 69.0 |

| ПРИВИДНА ВЕЛИЧИНА ЗВЕЗДА | УДАЛЕЊЕ ОД СУНЦА У ПО- ЛУПРЕЧНИЦИМА ЗЕМЉИНЕ ПУТАЊЕ ($r = 20,000.000$ МИЉА) | ВРЕМЕ, КОЈЕ ПОТРЕБУЈЕ СВЕТЛОСТ ДА ОД ЗВЕЗДЕ ДО НАШЕ ЗЕМЉЕ ДОСПЕ ИЗРАЖЕНО У ГОДИНАМА |
|---|--|--|
| <i>По Argelander-у</i> | | |
| 5 величине . . . | 5,378.000 | 84·8 |
| 5 — 6 « . . . | 6,121.000 | 96·6 |
| 6 « . . . | 7,616.000 | 120·1 |
| 6 — 7 « . . . | 8,746.000 | 137·9 |
| <i>По Bessel-у</i> | | |
| 7 — 8 величине . . . | 14,230.000 | 224·5 |
| 8 — 9 « . . . | 24,490.000 | 386·3 |
| 9—10 « . . . | 37,200.000 | 586·7 |
| <i>Хершелова најдаља звезда</i> | 224,500.000 | 3541·0 |

Из горње таблице видимо, да светлост потребује 3541 годину, те да од најудаљеније звезде, (коју је Хершел са својим телескопом уопште још могао да види) до нас дође. Добро око и без наоружања може да разликује још највише звезде 6—7 величине. Но и од ових звезда треба светао зрак да путује до нас од прилике 137 година, пролазећи у свакој секунди до звезду у ономе стању у коме нам светлост од ње у она у моменту нашега гледања налази, већ видимо прошлост од више векова. Звезде, које нам данас сијају можда су се већ одавна угасиле, нове се звезде појављују, али ми тек после дужег времена дознајемо нешто о њима пошто светао зрак од њих у наше око доспе. Ми смо видели, како је удаљење звезде од сунца (а и од нас) огромно велико и зато се оно осем на показани начин, изражава и тако званом светлосном годином. Под овом се разуме пут, који светлост прелази у једној години дана. Како пак светлост у секунди прелази око 42000 миља, то прелази она за једну

годину скоро 1·4 билиона миља и ово је *светлосна тлосна година*. Тако се на основу овога каже, *година*. да је α у Кентавору (која је звезда од досад сматраних најближа) удаљена за 3·5; поларна звезда за 43 светлосних година.

Величина звезда некретница.

89.

Кад се говори о величини звезда некретница, онда се тиме означава само њихов различан ступањ сјаја. Фотометријским путем одређиван је сјај разних звезда и нађено је, да α у Кентавору даје до 27000 пута мање светлости од пуног месеца. По *Wollaston*-у је сјај сунчане светлости 800.000 пута јачи од светлости пунога месеца. Сунчана је светлост по Хершелу и Воластону јача од светлости звезде α у Кентавору 16000 милиона пута, од светлости Сиријусове до 20000 милиона, од Јуштерове 5000 милиона и најпосле од Нептунове 80 билиона пута.

У опште може да се каже, да је у средњу руку сјај звезда друге, треће n те величине 4 пута, 9 пута n^2 пута слабији од сјаја звезда прве величине.

У години 1846. упоређивањем дошао је *Seidel* до овога резултата, односно сјаја разних звезда некретница. Он је нашао, да ако се узме Вегина светлост за јединицу, онда је светлост:

| | | | |
|-----------------------|--------|------------------------|--------|
| Сиријусова | = 5·13 | Влата | = 0·49 |
| Рицелова | = 1·30 | Алтајирова | = 0·40 |
| Вегина | = 1·00 | Алдебаранова | = 0·36 |
| Арктурова | = 0·84 | Ценебова | = 03·5 |
| Капелина | = 0·83 | Регулова | = 0·34 |
| Прокијонова | = 0·71 | Полуксова | = 0·30 |

Ибт-ел-џаузова светлост није наведена, јер је ова звезда променљива.

Упоређењем Веге са Јупитером и Марсом нашао је опет *Seidel*, да је за време *опозиције* светлост прве планете за 8·5, а друге планете 6·8 јача од Вегине светлости.

Спектар звезда некретница.

90.

Познато је из физике, да се светлост сунчева са призмом од флинтскога стакла цепа на познате дугине Сунчев боје: *црвену, поморанцасту, жућу, зелену, плаветну, угасито плаветну (индиго) и љубичасту* (види спектралну таблицу слика 56.). Строго узев има у спектру небројено много боја, јер боје прелазе поступно једна у другу, али око може да разликује у опште само 7 разних нианса. Осем тога, познато је, да све ове боје заједно спојене дају или ужижу белу сунчану светлост, што се заиста и виђа свакад, кад год се поцепани сунчани зрак са каквим сочивом опет у једно споји. Оне боје, које дају белу боју, зову се комплементарне боје.

Ма да је *Wollaston* први године 1802. пронашао спектралне линије, опет их је *Фраунхофер* чувени минхенски оптичар први пажљиво изучио тек године 1815. и потанко описао додавши опису и црвене линије у теж, као што показује спектрална таблица спектру. (слика 56.). На овој је табlici *Фраунхофер* означаио важније линије са словима и то по реду са *A, a, B, C, D, E, b, F, G, H*. Ове су линије у част његову назвате по његовом имену. Линија *A* налази се на крају црвене светлости, *B* на средини. *C* лежи на граници између црвене и поморанцасте, *D* се налази у жутоме, *E* у зеленоме, *F* у плавоме, *G* у угасито-плаветноме, *H* у љубичастоме делу спектра. Осем ових поменутих од важности су и линије *a* и *b*, прва у црвеноме а друга у зеленоме делу спектра. Ове *Фраунхоферове* линије имају

сталан положај у сунчаном спектру и с њима може да се испитује природа светских тела и то УПОРЕЂУЈУЋИ герепоменуте линије са линијама, које се добијају или вештачком или правом звезданом светлосћу. Осем поменутих сталних Фраунхоферових линија, указују се многе линије у спектру, које долазе од разнога положаја сунчевога изнад хоризонта, а и према стању атмосфере.

Са спектралним линијама може да се испитује природа светских тела.

Сталне линије зависе само од сунца, а променљиве од апсорпције ваздуха и зато се и зову ове променљиве линије још и *атмосферске* или *телурне* линије.

Сталне и променљиве линије у спектру.

Употребом спектроскопа, којим су се служили *Бунзен* и *Кирхов* за изучавање спектра и метањем разних елемената у пламен, дошло се до ових резултата.

Спектар од Калијума карактерисан је двема сјајним линијама; једна је у црвеноме делу спектра и одговара Фраунхоферовој линији *A* а друга је на крају љубичастога дела, и пада на лево од линије *H* (види спектр. таблицу № 1).

Спектар од Натријума карактерисан је тиме, што он нема ни црвене, ни помаранџасте, ни зелене, ни плаве, ни љубичасте боје, већ има жуту врло сјајну линију, која се слаже са Фраунхоферовом линијом *D*. Натријум је метал, који се у врло малој количини може спектром да дозна.

Спектрална карактеристика некојих металних елемената.

Спектар од Цезијума карактерисан је двема *плавим* линијама. *Спектар од Рубидијума* двема сјајним *црвеним* и двема љубичастим линијама, које су мање интензивне. Даљим упоређењем нашло се, да је *спектар Литијума* карактерисан сјајном *црвеном* линијом, која се слаже са Фраунхоферовом линијом *B*. *Спектар од Талијума* са *зеленом* линијом, која пада десно а близу поред Фраунхоферове линије *E*. Најзад *спектар од Ин-*

дијума карактерисан је *угасито плаветном* линијом, која пада у средину између *F* и *G*.

На основу резултата, који су спектралном анализом постигнути а у односу на природу звезда може у главном ово да се каже:

Резултати
које нам спек-
трална анали-
за даје у од-
носу на при-
роду звезда
некретница.

1., Звезде некретнице, ма да су даље од месеца и планета, дају опет *погауније* податке о својој унутрашњој природи, јер су оне тела, која својом сопственом светлошћу сијају, и

2., Упоређењем звезданих спектара, са спектрима разних металних елемената, можемо да знађемо, какве се материје у ваздушастом или парном стању у њиховим атмосферама налазе.

Тако се у спектру Алдебарановом налазе угасите Спектар Ал-
дебарана. линије *C*, *F* и *D*. Онима двема првим карактерисан је Водоник, а линијом *D* Натријум. Осем тога обелодањено је, да у Алдебарану има и Магнезије, Калције, Гвожђа, Визмута, Телура, Антимона и Живе; на против у његовом спектру нема оних мрачних линија, које карактеришу Азот, Кобалт, Олово, Калај и т. д.

У спектру звезда *a* у Оријону (Ибт-ел-џаузе) има мрачних линија, које карактеришу Натријум, Магнезијум, Спектар Ибт-
ел-џаузе. Калцијум, Гвожђе и Визмут (види спектр. таблицу № 8). На против нема линија од Водоника као и линија које карактеришу Азот, Калај, Баријум, Сребро, Кадмијум и т. д. Та околност, што у овоме спектру нема водоничних линија *C* и *F* доказује, да ове линије у опште немогу да долазе од водене паре у нашој атмосфери, већ ако се кад год и појаве, онда оне долазе баш од природе оних небеских тела, чији спектар и посматрамо.

На показани начин испитали су Хајенс и Милер спектралним посматрањем још 60 звезда и нашли: да

све звезде садрже у главноме оне исте елементе, који се и на земљи и у сунцу налазе, и то ако не баш свакад све, оно свака звезда има свакад бар по неколико. Тако у β у *Пегазу* има Натријума, Магнезије и по свој прилици Баријума. *Сиријус* има Натријума, Магнезије, Гвожђа и Водоника (види спектр. таблицу № 4). *Вега* и *Полукс* (β у *Бливанцима*) садрже Натријума, Магнезије и Гвожђа и т. д.

У свима спектрима или боље небеским телима обележен је Натријум, Магнезија и т. д. Основа о једнакости материјалних честица у целом свету и у целој васиони у истини и прави природни принцип.

Као што се из напред казаног види, ми смо свуда досад нашли Натријума и Магнезије и у опште већином сва она проста тела, која се и на нашој земљи налазе, и отуда сљедује: да је општи принцип, који нас обавештава о једнакости материјалних честица у целом свету и у целој васиони у истини и прави природни принцип.

Secchi је распростро своја испитивања на неколико стотина звезда и нашао, да се све звезде могу да поделе у главноме у четири типа и да се често у истој небеској одељку налазе звезде једнога и истог типа. О овим типовима имамо да кажемо ово:

Први је тип карактерисан тиме, што има у свима спектралним бојама врло танке, прилично подједнако по свој дужини спектра подељене угасите линије, а осем овога и тиме, што има четири широке угасите бразде које су битне у спектру Водониковом. Овакав је *Први тип* спектар *белих* и *плаветних* звезда. Звезде овога типа имају у својим атмосферама већином водоника (*H*) и оне су на сву прилику највећа и најтежа сунца, т. ј. са највећом привлачном силом, која све теже и гушће елементе (од Водоника) држе око своје средине у згуснутом стању. У овај тип спадају све већином *беле* звезде: као *Сиријус*, *Вега* и т. д. (види спектрал. таблицу № 4).

Спектар *другог типа* слаже се са спектром сунчевим и карактерисан је тиме, што има много *дебљих*

и угаситих линија у црвеноме и плаветноме делу спектра, на против мало линија у жутоме. Овакав спектар имају *жуте* звезде, у које спадају Сунце, Алдебаран, Арктур, Полукс, и т. д. У спектру ових звезда (сунаца) уочљиве су линије од Водоника и Гвожђа, а нарочито пак у Алдебарановом спектру још и линије од Живе, други Антимона, Телура и Визмута и по томе изилази, тип. да су ове звезде уопште мање и са слабијом привлачном силом, јер у атмосфере њихове, која је већином састављена из Водоника и паре Гвожђа, могу да продиру и теже паре (види теорију о сунчаним пегамма и спектр. таблицу № 1).

У *трећи тип* спадају већином *црвеникасте* звезде и звезде помаранцасте боје, као што су Ибт-ел-џауза, α у Херкулу, Антар и т. д. — но и безбојне па и променљиве звезде. Спектар овога типа карактерише се тиме, што има широке, угасите бразде, које су (по Argest-y) из многих, угаситих, збијених линија састављене трећи и које су ка плаветноме делу спектра све дебље тип. и дебље, чиме бразде, у правцу ка плаветноме делу добијају оштра ограничења а у правцу ка црвеноме делу изгледају оне услед поступног нестајања као испране. Звезде овога типа биће на сваки начин већ на *нижем ступњу усијаности*, јер имају у својим атмосферама веома много паре па и облака (види спектр. таблицу № 5 и 8).

Четврти тип обухвата са свим *црвене* и променљиве звезде испод шесте величине. Спектар ових звезда четврти има једну црвену, једну зелену и једну плаветну тип. зону, које су угаситим браздама једна од друге одвојене (види спектр. таблицу № 9). Најсветлија је зелена зона, слабије светла плаветна а најслабије светла она црвена. Звезде овога типа на сваки начин неће ни имати усијанога језгра и светлост, коју нам оне шиљу, долазиће од гасовите усијане атмосфере, пошто горе по-

менује светле линије у колико се за данас зна и долазе само од гасова, који су у усијаноме стању.

Све ово поменуто о природи тих тако удаљених сунаца на нашем небеском своду дознало се у најновијем добу. — Нема сумње, да ће се из године у годину тачнијим радом, распрострањенијим испитивањем све ка бољим и бољим резултатима доспевати, и природне ће науке (у друштву са механиком) у потоњем добу, које *ваљда неће бити далеко*, славити потпуни тријумф, над свима оним тенденцијама, које су управљене против просвете и тако спојити на једном вечном основу сва за сада противна учења, која су данас још знатно поцепана призмом људских себичних интереса, — спојити их у једну белу светлост, — у увиђавност: *да је само једина природа са својом силом и материјом, која све ствара и све живо оживљава.*

Променљиве (перијодске, повремене) и нове звезде.

91.

Извесне звезде карактеришу се већим или мањим периодским прираштајем или опадањем своје сјајности, и с тога се зову *периодске звезде*. На неким се звездама примећује, да се са свим угасе, па онда на ново засветле. Још у години 1639. посматрао је *Фабриције* овакво мењање сјајности на једној звезди у јату Кита. Ова је звезда означена у астрогнозији са *o* и назвата је осем тога *Mira* што значи чудновата (види стр. 67 *b*). Она се појављује 12 пута за време од 11 година или боље у периоду од 331 дан 15 сати и 7 минута по један пут и сија 14 дана тако, као да је звезда друге величине; за тим опада њена светлост у течају од три месеца непрестано и невиди се голим оком око пет месеци, па најзад у остатку времена до горе поменуте перијоде, расте опет њена сјајност.

Периодске
звезде и ме-
њање њихове
сјајности.

Највеће и најмање сјајности нису свакад једнаке. Од Октобра 1672. па до Децембра 1676. као да је била ова звезда сасвим невидљива, а 5 Октобра 1839. била је она веома сјајна.

Периодска звезда Алгол. Друга веома чудновата, периодска звезда Алгол. Ова је звезда обично друге величине и то за време од 2 дана и $13\frac{1}{2}$ часова, за тим опада сјајност њена веома нагло и то, у времену од $3\frac{1}{2}$ часа опада она до сјајности звезда четврте величине, и као таква сија за неколико (15) минута. За овим расти сјајност њена у течају од $3\frac{1}{2}$ часа и доспева опет до онога ступња, у коме се пре опадања налазила.

Цела периода ове звезде траје 2 дана 20 часова и 49 минута. Вероватно је, да се око ове звезде окреће какво тамно тело и тако се поставља између нас и звезде, да је ми за неко време неможемо видети.

У периодске звезде спадају још и δ у Кефеу, β у Лири, η у Орлу и т. д. У опште има до сада посматраних око 36 звезда, од којих имају по неке периоде и од 18 година.

Узрок променљивости ових звезда, који причињава да оне своју сјајност мењају није још познат. Могућно је, да су код разних звезда и разни узроци, који горњу промену производе. У главном имају три претпоставке, на којима се објашњава променљивост звезданог сјаја.

Мопертуи (Maupertius) узимаше да те звезде имају спљоштен облик, и да нам час једну, час другу страну (један пут ширу један пут ужу) показују, те ово наизменично окретање и производи променљиву сјајност. Но овако тумачење противно је законима механике и не може да опстане. Друга претпоставка, да променљивост настаје, усљед заклањања какве велике планете, да дакле бивају повремена помрачења дотичне звезде, може само за мали број звезда да врди, као н. пр. за звезду

β у *Перзеу*. Много је вероватније, да су те Претпоставке
звезде, на којима се променљивост опажа, о узроку за
као оно сунце покривене многим тамним пе- променљивост
гама и да се ове неге по величини и честини звездапога
сјаја.
својој у извесним периодама повраћају, те се нама чини,
да оне светлост своју мењају. Но осем овога, код не-
ких звезда мења се јачина светлости и *услед мењања*
боје, које се такође по кад кад примећава и при чему
звезда постаје угаситије боје но што је била, што се не-
наоружаном оку чини, као да се сјајност звездина мења
и то или расти или опада. У опште са правим узро-
ком ове појаве још нисмо према данашњем ступњу на-
уке на чисто.

Повремене звезде зову се оне, које на један пут
на небу искрсну а затим их по дужем или краћем вре-
мену нестане. Код ових звезда незна се још ништа о
периоду њиховом а може бити да су свега само по један
пут и виђене. Још у години 125. пре Христа помиње *Хи-*
царх овакву једну појаву. — Друга оваква повремена
звезда појавила се 389. после Христа, и то близо до зве-
зде α у Орлу. Ова је звезда три недеље била сјајна као
и планета *Венус*, а за тим је са свим нестало. Исто тако
показивале су се повремене звезде и у годи- Повремене
нама 945, 1264, 1572, између *Кефеа* и *Касио- звезде.*
цеје, а можда је ово била једна и иста звезда са пе-
риодом од прилике 312 година. Повремених звезда има
око 20 на броју и све су или у млечноме путу или око
и близу до њега посматране.

Како периодске тако и повремене звезде спадају
у променљиве и биће их за сада свега до 130 које су
у опште као променљиве посматране. Са овим промен-
љивим звездама, сличне су звезде које се зову Нове зве-
нове звезде. (Ово су звезде, које су се појав- зде.
љивале у разним временима, па за тим нестајале на зве-
зданоме небу. И ове се звезде опажају као и оне досад

описане близо до млечнога пута или и у самоме њему и то између звезданих јата Орла и Скорпије, дакле у правцу, у коме се и наш сунчани систем у овоме светскоме простору креће. И ове звезде мењају по кад кад такође и своју боју.

У старим кроникама, особито у кинеским, помињу се често овакве нове звезде, но опис њихов тако је непотпун, да се управо незна на чисто, да ли се напомена односи баш на звезде или је у томе времену какав метеор опажен, који се нагло и на један пут појавио, па га је за тим нестало.

И по себи се разуме, да су и ове веома интересантне појаве морале обратити на се пажњу научника још од вајкада. Тако осем бележака кинеских имамо података о новим звездама и од Тихо де Браха, Кеплера и других.

И у најновијем времену имамо један пример о томе да се нове звезде примећавају. Тако 1. Маја 1866. нашли су Courbebaisse у Рошефору и Schmidt у Атини у јату северне круне једну звезду 2.—3. величине, која крајем Априла исте године није још никако видљива била.

О природи ових нових звезда незна се још ништа поуздано и зар ће спектрална анализа у потоњем добу колико толико расветлити и ово питање.

Двојне звезде.

92.

Овако се зову они звездани *парови* (често пута пак и више од две звезде), који привидно изгледају као да су једна звезда, међу тим се са дурбином показује, да на извесном месту није у ствари једна, већ да тамо има *по две па и више* звезде. О овима се звездама тек про-

Двојне наласком дурбина нешто више сазнало, и још
звезде. и Галилеј помиње, да су ове двојне звезде уде-
сне за посматрање звезданих паралактика у опште.

Број свију досад познатих двојних звезда износи у округлом броју до 600. и за већину њих може да се каже, да су, осем тога, што су оптички у свези, везане и физички или својим кружним кретањем, или својим заједничким напредовањем у простору. Више двојних звезда свршило је од времена од како су пронађене по једно цело оптицање, код других је опет, из њихових опажаних елемената, време оптицања израчунато, а са многима ће се на сваки начин још до краја овога века, ово тек моћи учинити.

Двојне су звезде осем оптички везане и физички.

Између звезданих парова, које је Struve испитивао, нашло се 113 звезда, где су по три, 9 звезда где су по 4, 2 звезде где су по 5 и 1 звезда где су 7 звезда у дурбину виђене.

Обично се виђа, да су у паровима звезде неједнаке величине и тако, да је једна од обеју звезда много мања од друге, као што је код поларне звезде (северњаче) где је једна звезда друге, а друга звезда 11-те величине.

Састав двојних звезда с погледом на величину.

При другим двојним звездама на против виђа се, да су обе звезде по величини приближно једнаке, као: γ у *Овну*, где су обе звезде пете величине. Кастор се састоји из једне звезде треће и једне звезде четврте величине; γ у *Дјевизи* састоји се из две звезде треће величине; β у *Лабуду* такође из две, једне жуто црвене и једне плаветне звезде.

Двојну звезду Мизара, (види астрогнозију стр 27.) у репу великога Медведа, може оштро око при чистом ваздуху без дурбина лепо да распозна, јер близу до Мизара види се једна мања звезда *Алкор*. Са каквим обичним догледом опажају се Мизар и Алкор већ прилично раздвојени. За распознавање других двојних звезда нужни су дурбини који 50—70 пута увећавају. Дурбин са увећањем од 100—120

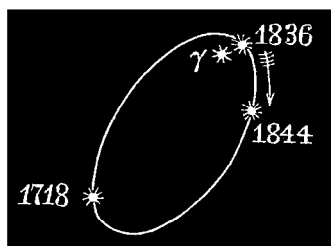
Раздвајање двојних звезда.

пута раздваја и Кастора па и поларну звезду на по две звезде. Да би пак раздвојили двојне звезде γ у Дјевници и β у Ориону требају нам много јачи дурбини.

Ако су двојне звезде заиста и физички узете двојне звезде, онда морају оне једна на другу да утичу и да образују један систем, који се око какве заједничке тачке као тежне тачке окреће. Оваквом кретању мора да сљеде је промена њиховога привиднога удаљења, што је заиста код многих двојних звезда са већ и доказано.

Тако Кастор је 1729. посматран као двојна звезда и од оног времена је пратиоц његов већ више од 100° , на своје привидном путу око главне звезде (Кастора) прешао.

Брадле је још 1718. године нашао, да је γ у Дјевници двојна звезда и тада је било удаљење обеју звезда само $7''$. У почетку 1836. било је удаљење њихово тако мало, да су се оне показивале као једна једита звезда, а од тога је доба почело њихово удаљење да расте. Слика 57. показује приближно верно путању звездину, ако при томе звезду γ узмемо као главну или као полазну тачку.



Сл. 57.

Сљедећа таблица показује нам за неке двојне звезде израчуната времена оптицања:

| ИМЕ ГЛАВНЕ ЗВЕЗДЕ | ВРЕМЕ ОПТИЦАЊА |
|----------------------------------|--------------------|
| За ζ у Херкулу | 36 година 130 дана |
| « ξ у великом Медведу . . | 61 « 109 дана |
| « α у Кентавору | 77 « 0 дана |
| « γ у Дјевници | 169 « 178 дана |

Број двојних звезда, чије су путање испитане износи до 20. Код многих других звезда није опажено, да

места своја мењају и ове ће бити на сваки начин само оптичке а не и физичке двојне звезде. Оптички везане двојне звезде.

Бољим испитивањем путања, које двојне звезде на небескоме своду описују, показује се, да и оне подлеже Кеплеровим законима, т. ј. да и у тима тако удаљеним небеским просторијама, до којих ми са најбољим дурбинима једва још догледати можемо, владају исти они закони, који владају и нашим сунчаним системом, да дакле и тамо Двојне звезде подлеже Кеплеровим законима.
просто привлачење маса на истоветан начин као и овде, кретања производи и руководи.

Најпосле, треба да поменемо још и то, да нема сумње, да су све звезде некретнице, као што смо већ напред казали, светска тела што сијају својом сопственом светлошћу и да се око њих на сваки начин окрећу планете, које од звезда (њихових сунаца) светлост и живот добијају, као што и ми од нашег сунца ово двоје примамо. Да ли ће се пак кад-год и о овима тамним звезданим планетама моћи што поузданије да каже, то остаје потоњим нараштајима да реше. Звездане планете.

Кретање звезда некретница и мишљење о централном сунцу.

93.

Звезде некретнице не мењају само своју сјајност и боју, већ се опажа, да оне и своје место на небу мењају, и према овоме уобичајен назив *звезде некретнице* не слаже се потпуно са природом ствари.

Стари сматрачи звезданог неба нису знали за кретање звезда некретница. Халеј (Halley од 1656—1724) је први, упоређујући своја посматрања са податцима Птоломеовим, нашао, да су се светлије звезде као што

И звезде се некретнице крећу у овоме светскоме простору. су: Сиријус, Арктур и Алделбаран у течају хиљада година кретале. Доцније су: Маселуне, Ронд, Пирази и други тачније испитали ова звездана кретања и данас можемо поуздано да кажемо: да све звезде некретнице без изузетка, мењају своја места на небескоме своду, т. ј. да се у течају векова и хиљада година и оне крећу у овоме светскоме простору

Ово је мењање места у свима случајевима за наше око веома незнатно и неприметно, јер се незна ниједна звезда, за коју би годишње кретање износило више од 10 лучних секунда; али у течају хиљада година расту ова кретања поступно тако, да је једна звезда у Лабуду у течају последњих 2000 година у тој мери место променила, да између положаја пре 2000 година и садањег, постоји разлика од шест ширина пунога месеца.

Ово укупно кретање звезда некретница мора добро

Укупна кретања звезда некретница различна су од кретања двојних звезда. да се разликује од онога и онаквога кретања, како се код двојних звезда опажа. Кретања двојних звезда бивају као што смо видели око заједничких тежних тачака; а ова укупна кретања (особита кретања звезда) звезда некретница бивају на против сва-

кад у једном и истом смислу и ми незнамо из наших досадањих посматрања још ништа о томе, како је ово кретање у појединим његовим деловима, т. ј. да ли су ови делови елиптични или кружни. Но осем овога, ми незнамо ни о узроку овога кретања, и ако природу кретања звезда некретница као и узрок овог кретања непознати су. нас посматрања упућују на закључак, да ово укупно кретање звезда некретница бар у извесном погледу и неким делом зависи (бар привидно) и од кретања нашега сунца у овом светскоме простору.

Ми држимо, да се наше сунце исто тако као и остале звезде, креће у овоме светскоме простору и према

томе дакле укупно кретање звезда не представља нам се чисто онако, како је оно у ствари, већ је оно од че-сти, ако можемо тако да се изразимо, само тек рефлек-товано кретање нашега Сунца.

Посматрања на звезданоме небу истичу нам једну тачку на небеском своду, око које се наше сунце на сваки начин креће заједно са свима осталим звездама.

Превост (Prevost) и *Хершел* (Herschel) трудили су се да нађу и да одреде ову тачку и овај последњи нађе, да она пада готово уједно са звездом λ у Херкулу. Тачнија испитивања по овој ствари предузимао је и *Аргеландер* (1837.), и нашао (за 1800. годину) да тачка на зве-зданом небу са:

Тачка око
које се и на-
ше Сунце
креће.

Ректасцензијом од $260^{\circ} 51'$

и северн. Деклинацијом « $58^{\circ} 43'$,

одговара тачци, ка којој се наше Сунце креће. Ова тачка не лежи далеко од λ у Херкулу. Доцније се бавио и *Медлер* (Mädler) са овим питањем. Он је нашао из 2163 звезда, да је положај поменуте тачке (такође за годину 1800.) одређен са:

Ректасцензијом: $261^{\circ} 39'$

и северном Деклинацијом: $50^{\circ} 6'$

и да ова тачка лежи код μ у Херкулу.

Доба испитивања, које је за Хершелом сљедовало, доказало је његов нађени резултат, као што се то и очекивати могло, и *кретање Сунца као и одређење правца овога кретања, сада у најлепшу тековину мо-дерне Астрономије.*

Укупно кретање звезда мора да има и ма какав узрок, који га производи. Ми дакле можемо себи да поставимо питање: да ли у систему некретница звезда (у које и наше Сунце спада) нема каквога централнога тела,

Ламбертово
мишљење о
централноме
телу или цен-
тралноме
Сунцу.

које је, аналого са Сунцем у нашем сунчаном систему. Ламберт (Lambert) мишљаше да овакво централно тело или тако названо «Централно Сунце» постоји, и да оно мора да има због гднога броја звезда неизмерно велику масу, те да би са овом цео систем некретница звезда са-владати и управљати могло. Међу тим, посматрања не-

показују ништа, што би и издалека могло да наговести, да такво огромно велико тело у овом светскоме простору игде и постоји. Зато одбацује професор Медлер с правом горњу претпоставку о централном телу и до-лази у току својих испитивања до закључка, да кретање целог звезданог комплекса (у којој и наше Сунце спада) бива истина око једне једине тежне тачке, но да место те тачке никако не мора да заузима каква звезда са својом масом, која би превазилазила по величини све остале. Тежну тачку овога колосалнога кретања замишља Медлер у богатој звезданој гомили Плејада (Влашића).

За сад још није наука у стању, да реши поуздано ово питање, али опет се може толико рећи, да Медлерово мишлење има више основа за се него ли против себе и као да ће се његова претпоставка одржати према свима осталима.



Плејаде (Влашићи).

Сл. 58.

По проф. Медлеру представљају (Влашићи) Плејаде централну групу целог звезданог система (слика 58) у којој спада и млечни пут заједно са свима светлим и светлијим звездама, али без удаљенијих маглина. У Плејадама налази се једна звезда,

која је светлија од свију осталих и то је звезда Алкиона и

ова звезда стоји по мишлењу Медлеровом у оној тачци, око које се цео звездани систем окреће. Плејаде са поменутом уображеном тачком леже у врло богатој звезданој околини, око ове се налази један круг са извесном ширином, који нема много звезда, за тим долази око овога опет један круг са много више звезда, и тако се продужава последовање богатијих и сиромашнијих звезданих кругова наизменце, док најпосле млечни пут, као *последњи круг* незаврши ову Медлерову представу целога звезданог система.

Медлерова
представка
звезданог си-
стема.

У колико ће и ова претпоставка у потоњим нараштајима сазрети и да ли ће уродити плодом непобитне истине, остаје далекој будућности да реши.

Звездане гомиле и Маглине.

94.

Одмах после проналаска дурбина примећено је, да на неким местима на звезданоме небу има повећи број звезда, од којих се неке једна од друге донекле разликују, а друге се не могу да разликују и показују се само као светлуцава шира и ужа места на небескоме своду, што је највише опажено у близини око млечнога пута или у њему.

Ово су *звездане гомиле и Маглине*. Тако једна од Маглина примећена је у Андромеди још 1612. год. Ову је маглину први видео *Симон Марије* (Simon Marius). Неке од ових, које се и голим оком боље виде, биле су познате још одавна. Ако узмемо назив звездане гомиле у најширем смислу, онда овамо спадају и Плејаде (Влашићи) у Телцу (слика 58.) па и тако зване јасле у Раку; даље на јужној хемисфери две светле маглине, које су назване *Магеланови облаци* (или облаци предгорја добре наде) и биле познате још пре проналаска Америке лажарима, који су из Баб-ел-Манџеба путовали за Индију.

Но опет је тек *Месије* (Messier) први ове Маглине и звездане гомиле побележио, да би их могао да разликује при своме испитивању *Комета*, са којима се бавио.

Вилијам Хершел нађе са својим добрим телескопом више од 3000 Маглина, којима је његов славни син млађи *Хершел* додао још неколико хиљада, јер се и он на предгорју добре наде особито бавио са испитивањем Маглина.

Стари *Хершел* поделио је Маглине на осам класа, узимљући у обзир час њиов облик, а час сјајност њихову; други пут опет служила му је (привидна) поцепаност њиховога облика, као основа за поделу.

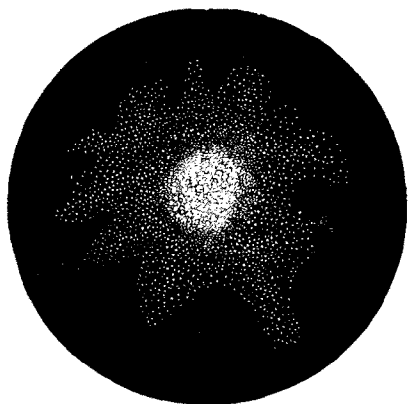
Ми смо већ поменули, да се ове Маглине и звездане гомиле налазе или у млечноме путу или близо око њега. Оне се виђају поглавито у *Ориону*, у *Лађи Арго*, у *Стрелцу* и *Лабуду*. Особито су пак у небеској зони што иде преко јата: *Лафа*, вел. *Медведа*, *Ртова*, *Вереничине косе*, *Ловца* и *Дјевице* ове Маглине као нагомилане. На јужној су хемисфери оне више подједнако подељене, но што је то случај на северној хемисфери, са изузетком, што су у Магелановим облацима са свим концентрисане. Магеланови облаци то су управо две одељене Маглине, или два светлуцава облака. Један је већи, и покрива од прилике 42 квад. ступња на звезданом небу и види се и при јасној месечини, а у њему је избројено до 290 гомила и Маглина; други је мањи и у њему има 37 мањих маглина и гомила.

Маглинске масе заузимају на небу велики простор, који *В. Хершел* цени до на 200 квадратних ступања.

Слика 59. показује звездану гомилу у *Херкулу*, која је ка средини врло збијена, тако, да се поједине звезде једва могу да разликују; — ка крајевима пак распознаје се природа њена са свим јасно.

Слика 60. показује интересантну Маглину, која има облик спирале. Ова маглина налази се у јату *Ртова*. Она

је око средине збијена. Близо до ове маглине налазе се и неколико прилично светлих звезда.



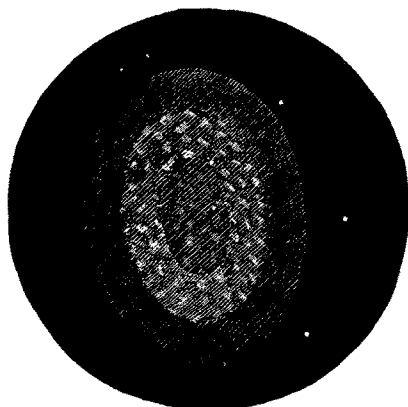
Звездана гомила у Херкулу.
Сл. 59.



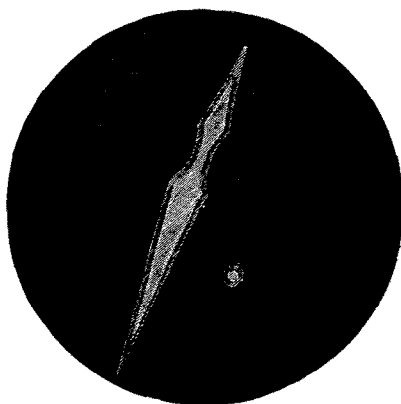
Маглина у Ртовима.
Сл. 60.

Слика 61. показује прстенасту Маглину у јату Лире, између звезда β и γ . Близо до ове Маглине стоје две звезде врло слабо светле.

Слика 62. показује Маглину у Еридану, која се састоји из једне подуже маглине, која је у средини и ка



Маглина у Лире.
Сл. 61.



Маглина у Еридану.
Сл. 62.

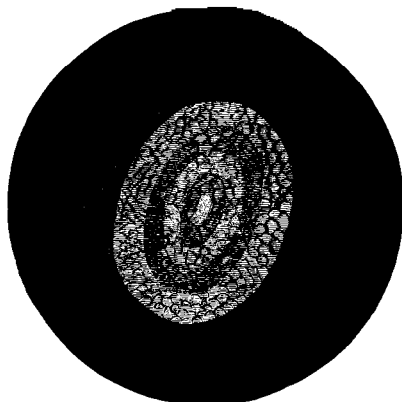
крајевима прилично збијена, а осем тога има поред себе и једну малу округлу маглину.

Слика 63. показује нам Маглину у Ориону, коју је још Хајенс нацртао по цртежу, као што ју је лорд Рос (Rosse) у своме великом телескопу (са огледалом) у Parsonstown-у видео. Близо до средњег најсветлијег дела Маглининога, распознају се четири врло блиске звезде од којих је једна четврте, друга шесте, трећа седме, а четврта осме величине. Ове се звезде зову још и *трапезом*.



Велика Маглина у Ориону.

Сл. 63.

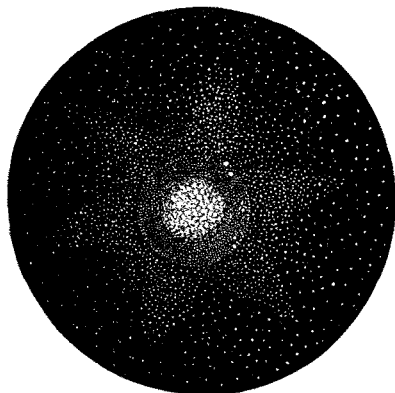


Маглина у Змији.

Сл. 64.

Слика 64. показује Маглину са особитим обликом, која се виђа у јату Змије. Ова се Маглина састоји из два

елиптична а концентрична прстена, који се добро распознају. Језгро или центар представља много интензивније светла Маглина, но што су поменути прстенови.



Звездана гомила у Тукану.

Сл. 65.

Најпосле слика 65. показује лепу звездану гомилу у Тукану, звезданоме јату, које је па јужној хемисфери неба. И ако се

ово јато над нашим хоризонтом никад не види, опет потпуности ради помињемо и ову звездану гомилу.

Да ли маглине мењају своје место у овоме светскоме простору, о томе неможемо још ништа поуздано да кажемо, ма да изгледа, као да су неке Маглине у неколико своје удаљење бар узајамно једна на спрам друге промениле. Међу тим, доказано је, да Маглине мењају своју сјајност.

О кретању
Маглина не
зна се још ни-
шта поуздано.
Маглине ме-
њају своју
сјајност.

Ово доказује и та околност, што је у Телцу 1859. виђана извесна Маглина дурбином, а доцније 1862. године са дурбином, коме је објектив три пута већи био, једва се видети могла. Исто се тако једва виђа сада и извесна Маглина у Плејадама, која је године 1859. са врло малим дурбином посматрана и лепо виђана.

О природи ових Маглина има разних мишљења. Још пре од Хершела, Халеј и Лакаљ (Lacaille) мишљаху, да ове Маглине, које нам се показују без звезда, нису ништа друго, до велике звездане гомиле, које ми само због њиховога великога удаљења и са најбољим телескопима неможемо у поједине звезде да раздвојимо. Овако мишљаше у почетку и Хершел, али доцнија испитивања његова са великим телескопима променише то његово мишљење и он закључи, да се у тим далеким Маглинама налази права гасовита материја. Лорд Рос, који је са својим рефлектором (од 50 стопа) посматрања чинио и многе Хершелове Маглине у звездане гомиле раздвојио, држао је, да Маглине нису ништа друго, до удаљене звездане гомиле.

Мишљење
Хершела Ха-
леја, Лакаља
и лорда Роса
о природи Ма-
глина.

Спектрална анализа, која нам је већ много што шта поуздано објаснила, постигла је и код овога питања (види спектралну таблицу слика 56. — Спектар Маглине у јату Змији № 10.) цењен резултат, ставивши позитивне по-

датке на место напред поменутих закључака и мишлења, која су и била само на аналогји основана.

Спектралном се анализом дознало, да у овоме свет-
 Природа Ма-скоме простору заиста има магла, које са
 глина на осно- својом сопственом светлошћу сијају и да те
 ву резултата добивених магле нису ништа друго, до гасовите масе у
 добивених спектралном усвијаном стању. Хајенс је први у Августу
 спектралном анализом. 1864. сматрао спектар Маглина и распознао,
 да у њему имају 3 јасне линије, између *E* и *F* тако да-
 кле, да се магла показала као права гасовита маса са
 својом сопственом светлошћу. Најсветлија линија овога
 спектра (*N*) налази се близо најсветлије линије у спектру
 Азота, а најслабија (*H*) пада уједно са Фраунхоферовом
 линијом *F* у сунчаном спектру, за коју знамо, да је водо-
 нична линија. Остале линије Азотове и Водоникове нису
 видљиве, али ми знамо, да се оне невиде у сунчаном
 спектру баш онда, када се гас или боље рећи његов
 спектар под slabим притиском, а при ниској темпера-
 Особина тури сматра. Из овога сљедује, да ми можемо
 спектара ма- поуздано да кажемо, да је температура у Ма-
 глина и разли- глинама врло много нижа но што је у на-
 ка од спектра шега Сунца и да Маглине у опште имају врло
 некретница звезду. Осем свега овога потврђено је,
 звезда. малу густину. Осем свега овога потврђено је,
 да спектар Маглина није непрекидан, као код звезда не-
 кретница, (код којих је он правилан и само угаситим
 линијама испресецан), већ да је испрекидан и са више
 светлих линија подељен, као што се обично то код га-
 сова виђа (види спектр. таблицу слика 56. и спектре:
 Водоника № 11., Азота № 12. и Угљеника № 13).

Маглине су Из свега досад казаногa сљедује, да ће
 гасовите маглине бити заиста гасовите масе, но само
 масе. под врло малим притиском и ниском тем-
 пературом.

Мерење брзина спектралном анализом.

95.

На завршетку говора о звездама некретницама, имамо да поменемо, да је у новије време спектрална анализа постала и сретство за оцену брзина, са којима се звезде некретнице нашој Земљи или приближују или од ње удаљују. Како се кад каква светла тачка нама приближује или удаљује, долазе од ње у истом времену к нама више или мање светлих зракова, а усљед овога се помичу спектралне линије у спектру њеном или ка љубичастоме или ка црвеноме крају. Обрнуто пак, ако каква карактерна линија (или и више линија) у спектру какве звезде не заузима тачно оно место, које према сунчевом спектру треба да заузима, онда је ово неминовна последица кретања звездинога, ка земљи или од ње. И заиста 1868. нашао је Хајенс, да линија F у спектру Сиријусовом, стоји нешто мало ближе ка црвеноме крају од одговарајуће линије у водоничном спектру, но што то треба да буде и закључио је да ово одговара удаљавању Сиријуса од Земље. Ово удаљавање износи по тачном мерењу до 66 километара у секунди. — Кад узмемо у рачун и кретање Земљино око Сунца, онда се Сиријус удаљава од Земље од прилике за 33 километра у секунди. Међу тим се нашло, да се Сиријус у страну (релативно) од Земље креће, и према томе је закључено, да се Сиријус у опредељеном правцу креће брзином од 53 километ. у секунди.

Са кретањем звездиним стоји у свези мењање места дотичних линија у спектру.

Кретање Сиријусово и његово удаљавање од земље.

Исто је тако нашао Хајенс, да се од Сунца крећу : Ибт-ел-џауза (α у Оријону) са брзином од 35; Ридел са 48; Кастор са 40; Регул са 22 до 27 километара у секунди. Ка сунцу се крећу : Арктур са брзином 88, α у Лири са 70 до 86;

Приближавањем и удаљавањем неких звезда некретница.

α у Лабуду са 62 километ., пет звезда (β , γ , δ , ϵ , ξ) у јату великога Медведа удаљују се све заједно од нас са брзином од 48 километара у секунди; α вел. Медведа приближује нам се брзином од 72 до 96 километара у секунди.

Из свега до сада поменутога јасно је, да нам спектрална анализа помаже не само да испитујемо природу појединих небеских тела, већ нам она даје и резултате, на којима можемо да закључујемо и о кретању космичких тела.

Спектрална анализа напредује из дана у дан; спектроскопска се испитивања шире на све већи број небеских тела и дају нам све више и више грађе за сестранија изучавања и тиме крче пут нашем темељнијем и темељнијем сазнавању природе и њезиних закона.

ШЕСТИ ДЕО.

XII. О сунчаноме систему у опште.

Светски системи и Коперников систем.

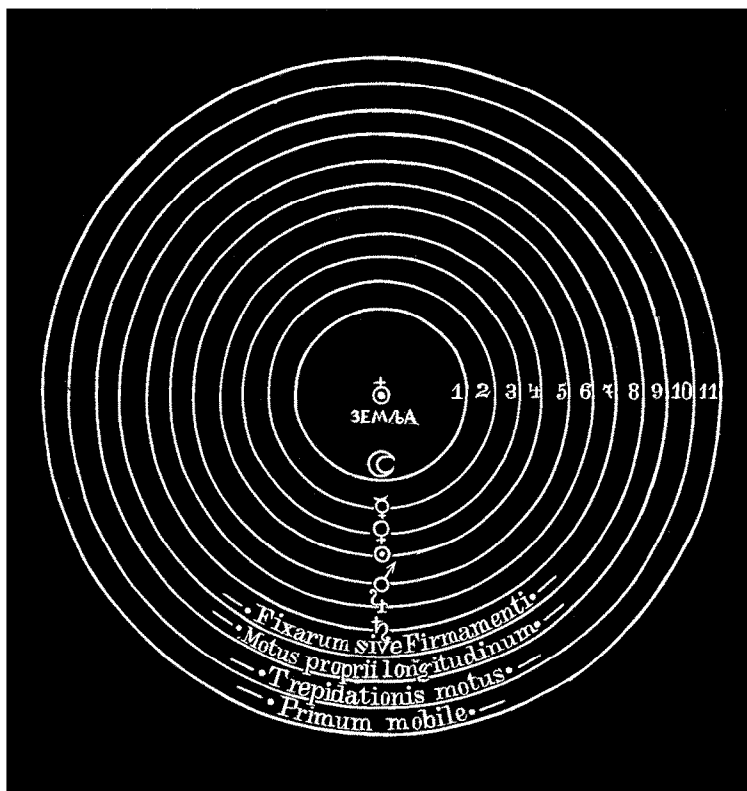
96.

Пошто је опажено, да се поједине звезде крећу, са свим је природно, да се код нас појавила жеља, да се што боље одреде путање бар видљивих небеских тела па и да се доведу сва светска тела у један систем. Многи од филозофа (види бројеве 18. 19. и следеће у којима се говори о облику наше Земље) судећи по свом привидном опажању у опште, поставише нашу Земљу у средсреду овога свеколикога светскога простора и пустише да се око ње, планете према своме времену онтицања окрећу и то као најближи Земљи беше први Месец, за њим сљедоваху планете Меркур и Венера, а за овима Сунце; после Сунца планете Марс, Јупитер и Сатурн. Све ове до сад поменуте планете зову се *старе планете*. Свако од ових светских тела по мишлењу старих филозофа имало је по једну особиту концентричну шупљу лопту или сферу, по којој се окретало. За овим сферама долажаху звезде некретнице и имађаху и оне за се опет једну особену, тако звану спољну сферу. У старијем добу постојала су још и другача мишлења о свету особито из школе Питагорине, али као да је Птоломеова прва астрономска књига «*Алмагест*», која је садржавала горњи поредак светских тела, била баш с тога историјски важна и вредила као једина правилна и меродавна готово до краја средњег века

Први појам о светском систему у опште.

Наша земља и последовање старих планета у овоме космичкоме простору.

По Птолемеу има светски систем (који је по својој основаоцу Птолемеов систем и назват), 12 провидних, сфера, као што слика 66. показује. По Птолемеу свет је сложен из 12 концентричних сфера а по реду од Земље



Птолемеов светски систем.

Сл. 66.

почев, која је центар Птолемеовог система заузимала, следоваху :

Птолемеов светски систем и последовање старих планета у њему.

1) Месец, 2) Меркур, 3) Венера, 4) Сунце, 5) Марс, 6) Јупитер, 7) Сатурн, 8) Звезде некретнице, 9) Самосталан покрет, 10) Треперииви покрет, 11) Први покрет (узрок покрета) или привидно окретање неба. За овима сле-

доваше најзад 12. и последња сфера «*Етругеит*» или тако звано *чистилиште* (небо ватре) или *становиште блажених душа*. Девета и десета сфера служиле су за објашњење Прецесије и зваху се још: прво и друго *кристално небо*.

Осем овога Птоломеовог система, помиње се и тако звани *египатски систем*, али он је и у староме добу у опште мање важан био и ми га прелазимо.

Све до XVI. века, важио је Птоломеов систем и тек *Никола Коперник* (1473 — 1543) увиде, да се Птоломеов систем неслаже потпуно са кретањем светских тела, и да није неизоставно потребно, да се кретања са епициклама објашњавају, што је код Птоломеа морало да буде, — те да се кретања по Птоломеовој основи, колико толико доведу, ма и привидно, у склад са појавама у природи.

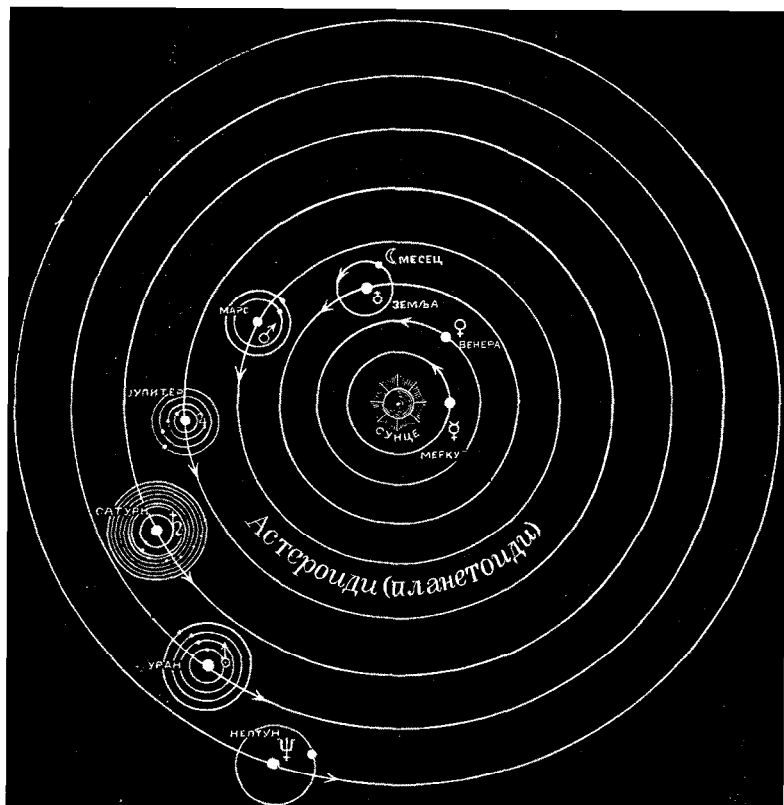
Сва заплетена кретања, сав систем епицикала, удалио је Коперник тиме, што је уврстио и нашу Земљу у планете и пустио, да се Земља заједно са Меркуром, Венером, Марсом, Јупитером, Сатурном и т. д., окреће око Сунца, као *централнога тела*. Око већих планета окрећу се опет мање планете, тако звани месеци или пратиоци. Коперник је у почетку, кад је свој систем поставио, узео, да су сва кретања *кружна* и у центру свију кружних путања стајаше Сунце. Коперник је први стао да тврди, да је Сунчево кретање тек само *привидно*, а у ствари да се Земља за време од године дана окреће око сунца. Да би пак објаснио, како се звезде некретнице окрећу за сваких 24 часа, он узде, да се Земља осем око Сунца, окреће и око своје осе и то за сваких 24 часа по једанпут.

Коперников систем. Земља се окреће и око Сунца и око своје осе.

И ма да је Коперник свој иначе прости и данас велико доказани (слика 67.) систем, да би објаснио неједнако кретање планета, у неколико и сам изменио, поставивши Сунце *ексцентрично* (дакле не у центру кружних путања) према путањама планета, то је опет великоме

Копернику био потребан *Кеилер*, те да се његов систем потпуно доврши и доведе до потпунога слагања са истинитим стањем у природи.

Поред заслуге славнога Кеплера, опет са пуним правом, може да се сматра Коперник, као реформатор



Коперников светски систем.

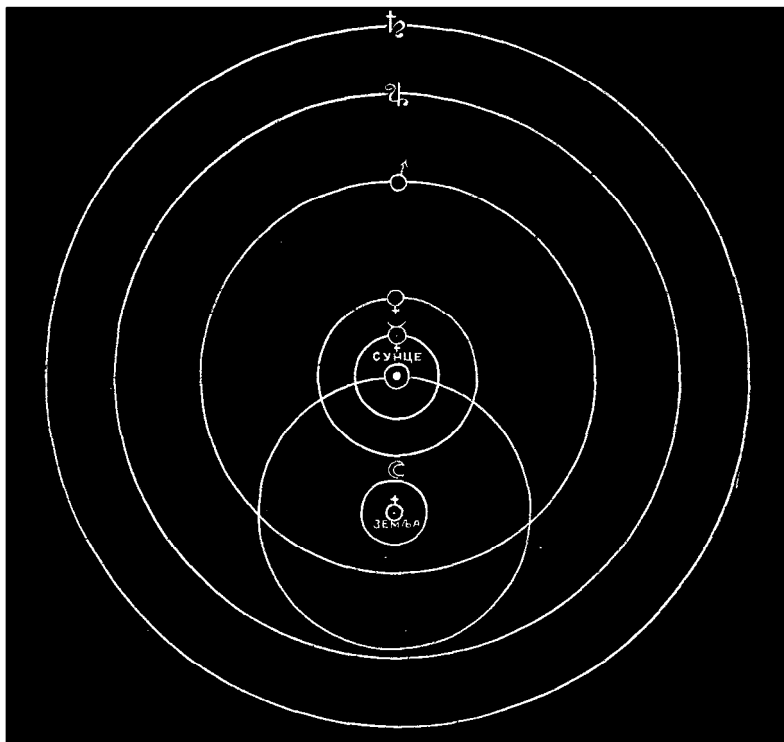
Сл. 67.

Астрономије, јер је на његовоме систему и основано сво наше данашње знање и познавање света, сва научна зграда теоријске Астрономије.

Коперников систем имађаше у почетку много непријатеља, јер се он по мишлењу свештеника не подудараше са библијском науком.

Па и сам славни практичар, астроном *Тихо* (*Tycho de Brahe*) беше Коперников противник и после смрти Тихонове, нађен је један систем, који је по њему и назват *Тихонов систем*, који и ми наводимо потпуности ради.

По овоме систему, (слика 68.) кретале би се око Сунца планете Меркур, Венера, Марс, Јупи- Тихонов свет- тер и Сатурн. — Међу тим, ски систем. **онет и у овоме**



Тихонов светски систем.

Сл. 68.

систему, сматрала се Земља као *недомична* и око ње се окреће Месец, за тим Сунце са свима својим горепоме-нутим планетама.

Данас је наука на чисто с тиме и Коперников си-стем, заједно са Кеплеровим законима примљен је као једини истинити, природни. — Ово је прошлост увелико

већ доказала а и будућност ће дати још много више још увиђавнијих и јачих доказа за ово тврђење.

По Копернику (слика 67.) припадају овоме нашем сунчаном систему: *Сунце*, као централно тело у систему и које се означава са \odot , за тим планете по реду:

| | |
|---|------------------------------|
| Последовање чланова на- шега супча- нога система по Копер- нику. | 1) <i>Меркур</i> ♀ |
| | 2) <i>Венера</i> ♀ |
| | 3) <i>Земља</i> ♂ |
| | 4) <i>Марс</i> ♂ |

За овима долазе мање планете тако зване *планетоиди* или *астероиди* између Марса и Јупитера, којих ће бити до данас до две стотине, и који се означавају са: ①, ②, ③,.... После ових планетоида, (дакле даље од Сунца), долазе још планете:

| |
|-------------------------------|
| 5) <i>Јупитер</i> ♃ |
| 6) <i>Сатурн</i> ♄ |
| 7) <i>Уран</i> ♅ |
| 8) <i>Нептун</i> ♆ |

Поменуће планете зову се све *главне планете*.

Осем ових, припадају нашем сунчаном систему и тако зване *споредне планете*, (*месеци* пратиоци или *грабанти*) *Комете* и *Метеорити* као и *Озвездине* (ројеви звездани) о којима ћемо доцније говорити.

Напомене о централном кретању у опште.

97.

Теоријска Астрономија у своме данашњем стању, основана је, као што смо већ казали, на Коперниковом систему и Кеплеровим законима и зато је потребно, да се са овим законима бар у кратким потезима изближе упознамо

Ми знамо из Механике, да ће тело, које се усљед буди каквог узрока са извесном брзином креће, ићи по

правој линији и то једнако све дотле (по закону инерције), докле год му правац и брзину каква год сила не измени. За свако дакле кретање по линији, која није права или боље, за свако кретање по кривој линији, потребна је ма каква сила, која би *непрестано* мењала правац кретања. Пример за ово имамо у тежној сили и параболском кретању, кад тело какво хоризонтално (или косо) бацимо

Основа за

Да би се тело по *кружној линији* кретати могло, потребна је очевидно ма каква *централна сила*, која *непрестано* и са *једнаком јачином дејствује*, дакле је потребна ма каква *постојана* сила. Кад би ова централна сила престала за моменат да дејствује, онда би тело свој *моментани правац* кретања и даље задржало, т. ј. оно би се од тога момента кретало у правцу тангенте, коју би могли на *кружну путању* да повучемо и *кружно* га би кретања са свим *нестало*.

кружно кретање у опште.

Да би определили величину централне силе, која је потребна да одржи тело при његовом *кружном кретању*, ми ћемо да замислимо, да ту *постојану* силу замењују *моментане (тренутне)* силе, које у врло кратким временим интервалима дејствују и исто дејство производе, као и она поменута *постојана* сила.

Тело, које простоте ради замишљамо са *ишчезљиво малим димензијама* и које се креће по *кругу* $ABEKL\dots$ нека прелази тетиву круга AB (слика 69.) у $\frac{1}{n}$ делу секунде а са брзином v . Тада је очевидно пређени пут:

$$AB = \frac{1}{n} \cdot v = \frac{v}{n}, \dots\dots\dots 1)$$

У *следећем другом n -том делу секунде*, прешло би тело, кад не би на њ *никаква сила дејствовала*, пут BD , који би био *потпуно раван* путу AB . Ако направимо

$BD = BE$ и спојимо D са E , дакле повучемо DE . то је троугао DBE равнокрак и ми имамо да је угао :

$$\angle ABE = \angle 2BDE$$

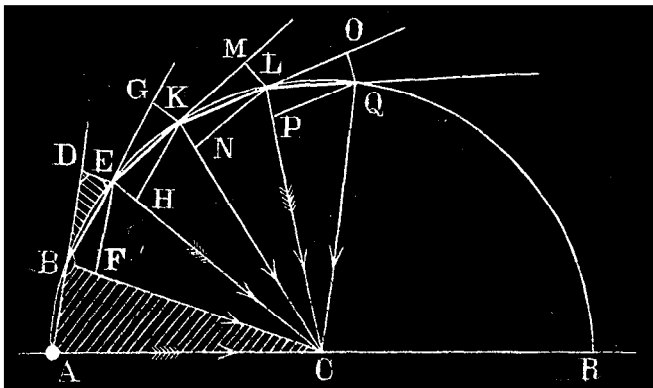
па и

$$\angle ABC = \angle BDE,$$

па дакле :

$$\triangle DEB \sim \triangle ABC.$$

Из једнакости углова ABC и BDE сљедује да је : $DE \parallel BC$. Ако повучемо дакле још $EF \parallel BD$, онда је $BDEF$ паралелограм. Ако се телу у ономе моменту, кад



Сл. 69.

је оно у B присисло, саопшти каква брзина у правцу ка BC , усљед које би оно у $\frac{1}{n}$ делу секунде прешло и дужину BF , то се ово кретање са оним пређашњим спаја уједно, и то тако, да тело у $\frac{1}{n}$ делу секунде прелази у ствари по закону о независности кретања, пут од B до E , т. ј. оно се тада креће резултујућим правцем BE . Исто тако, ако треба тело да прелази и даље по реду једнаке тетиве EK , KL и т. д., онда је потребно, да се телу и даље после сваког $\frac{1}{n}$ дела секунде саопштава

једнака брзина а у правцу ка средреди С. Из слично-сти троуглова BEF и BCE сљедује:

$$BF : BE = BE : BC ; \dots\dots\dots 2)$$

а пошто је: $AB = BE = \frac{v}{n}$,

то је, ако са r означимо полупречник круга, по коме се тело креће, дакле ставимо $BC = r$, онда сљедује из 2) :

$$BF = BE^2 : BC = \frac{v^2}{n^2 r} . \dots\dots\dots 3)$$

Усљед сваког појединог потиска у $\frac{1}{n}$ делу секунде, треба тело да пређе пут BF и према томе мора брзина, саопштена, сваким потиском да буде :

$$\left(\frac{1}{n}\right) = \frac{BF}{n^2 r} = \frac{1}{n}$$

или $n \cdot BF = \frac{v^2 n}{n^2 \cdot r} = \frac{v^2}{nr}$,

а пошто замишљамо, да у једној секунди има n оваквих потисака, то је саопштена брзина тела и то ка центру С у једној секунди очевидно: $n \frac{v^2}{nr} = \frac{v^2}{r}$.

Ако замислимо сад, (да би прешли од прекиднога ка непрекидноме кретању), да су времени интервали ишчезљиво мали (кратки), па дакле и број њихов врло велики, то онда сљедује: да је за одржање кружнога кретања каквога тела, потребна једна постојана сила у правцу ка С, која је у стању, да даје телу у свакој појединој секунди убрзање: $j = \frac{v^2}{r}$.

Постојана централна сила неизоставно је потребна за одржање кружнога кретања.

Затегнутост у каквоме концу, који затеже централна сила, кад је о њега привезана каква маса m , што се

окреће брзином v по кругу са полупречником r , добијамо, као што је и из Механике познато, ако помножимо масу са убрзањем, дакле је у овоме случају: *централна сила* $= m \cdot j = m \cdot \frac{v^2}{r} =$ *центрифугална сила* (види бр. 29. стр. 99 и 100).

Затегнутост је дакле, као што видимо са масом и квадратом брзине у правој а са полупречником круга (кривине) у обрнутој сразмери.

Ми можемо ту силу и другаче да изразимо.

Изналажење Ако означимо са $p = mg$ тежину тела,
 централне чија је маса m , то је, пошто је:
 силе.

$$m = \frac{p}{g}$$

затегнутост конца или централна сила $= \frac{p}{g} \frac{v^2}{r}$ и то у јединицама тежине.

Ако је осем свега овога и T време оптицања, у коме се сва кружна путања један пут прелази, то је очевидно брзина кретања тада:

$$v = \frac{2 r \pi}{T}$$

Убрзање добија се, ако се ова вредност замени у изразу за j , тада је:

$$j = \frac{4 \pi^2 r}{T^2} = \left(\frac{4 \pi^2}{T^2} \right) \cdot r. \dots\dots 4)$$

Најзад означавајући са ω угаону брзину и то брзину на удаљењу 1, од осе обртања, онда је брзина на удаљењу r од средсреде кретања:

$$v = r \cdot \omega$$

па дакле, угаона брзина (ако заменимо v са његовом горњом вредности):

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T},$$

а квадрат њен :

$$\omega^2 = \frac{4\pi^2}{T^2}.$$

Заменом у једначину 4) добија се најпосле :

$$j = r \cdot \omega^2 \dots\dots\dots 5)$$

као вредност за убрзање ка центру *C* и које је изражено угаоном брзином ω и полупречником кривине *r*.

Сила, која ка центру дјејствује, зове се *центрипетална* и *центрифугална* сила и равна је *центрифугалној сили*, која првој свакад на супрот дејствује, дакле од центра.

Центрипетална и центрифугална сила једнаке су по величини својој.

Кеплерови закони.

98.

У години 1609. објавио је *Кеплер* (1571 + 1630) у своме делу «*De motibus stellæ Martis*» сљедећа три закона о кретању планета, који су по њему и назвати и који гласе :

I. Планете се окрећу око сунца по елиптичким путањама. У једној жижи елипсиној стоји сунце.

II. Полупречник путањин (удалење планетине средине од сунчеве средине или *radius vector*) какве планете прелази у једнаким временима једнаке површине (у различним пак временима, површине су сразмерне временима за која су и прелажене).

III. Квадрати времена оптицања двеју планета, стоје у сразмери са кубовима великих полуоса путањиних, или са кубовима њихових средњих удаљења од сунца.

Ми смо напред под бројем 96. поменули, да је *Коперник* први увидео, да је сунце централно тело у нашем планетарном или боље сунчаном систему и почео

да учи, да се земља и остале планете по *кружним* путањама око сунца okreћу. Но и ако је истина, да се планете око сунца okreћу, опет није окретање њихово потпуно кружно и ово је тек на основу тачнијих посматрања *Тихонових* пронашао *Јован Кеплер*, по коме планетске путање нису кругови, већ *елипсе* и ако са малом ексцентричности. Посматрања Тихонова на планети Марсу, навела су Кеплера на овај проналазак, по-

што је од путања, које су до тада познате биле, била баш Марсова, која је од кружнога облика *највише* одступала. Ово одступање од правога стања ствари износило је 8 минута и Кеплер знајући, да његов славни учитељ и опсерватор није могао за толико да погрешити узвикнуо је: *из ових осам минута основаћу*

ја нову теорију, која ће сва планетарна кретања објаснити. Проналаском планетских елиптичких путања ово је Кеплеру заиста за руком и испало. Он је у *Astronomia nova* и *Harmonices mundi* своје законе објавио и то у првome делу прва два, а у другоме и трећи закон.

Први Кеплеров закон. Да су планетарне путање око сунца елипсе, у чијој једној жижи стоји сунце, то је неминовна последица особитога начина привлаке у васи-
они или последица тако зване *гравитације*, по којој је привлачење маса свакад у обр-
нутују сразмери са квадратима удалења појединих маса једне од друге. Први Кеплеров закон одређује *облик* планетских путања.

Други Кеплеров закон. Овај је закон познат још и под именом *«став о површинама»* и вреди у опште за свако централно кретање. Овај закон одређује *начин* (*природу*) самога кретања. Ако замислимо, да центрипетална сила *C* дјејствује на махове, али у јед-
наким временим интервалима и ако су *AB*, *BD*, *DE* путеви, који се у тим *једнаким временима*

прелазе, то је, као што се и из слике 70. види, ако продужимо AB и повучемо $DL \parallel BA$, и $DG \parallel BL$:

$$\triangle ACB = \triangle BCG$$

јер је

$$BG = AB.$$

Осем тога је:

$$\triangle BCG = \triangle BCD$$

јер је

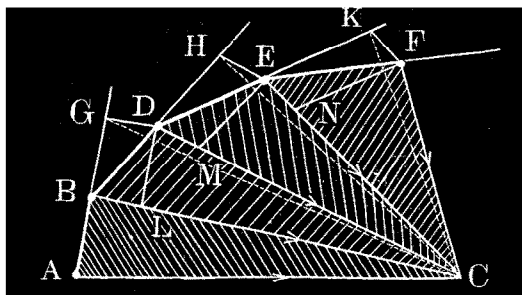
$$GD \parallel BC \text{ и } BG = DL,$$

отуда сљедује дакле, да је и

$$\triangle ACB = \triangle BCD.$$

Исто је тако:

$$\triangle BCD = \triangle DCE \text{ и т. д.}$$

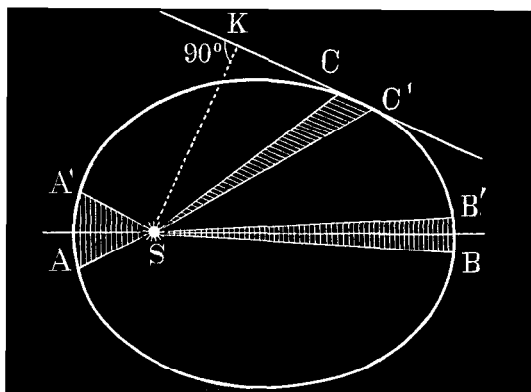


Сл. 70.

Ови троугли представљају површине, које полупречник путањин (radius vector) у једнаким временима прелази и тиме се 2-ги закон потпуно увиђа.

Кад сунце стоји у жижи елипсиној S , то је и из пређашњег (види облик земљинога пута) познато, да се планета кад је у A налази у Перихелу а кад је у B онда у Афелу. Ако су сад (слика 71.) AA_1 , CC_1 , BB_1 , три дела путање планетине, које полупречник у једнаким временима прелази, то су по овоме другом Кеплеровом закону троугли: ASA' , CSC' , и BSB' , троугли са једнаким површинама, према томе дакле основице

ових троуглова AA' , CC' и BB' , или брзине планетине у тачкама A , C и B , морају бити обрнуто сразмерене са висинама троуглова SA , SK , и SB , (т. ј. што веће висине то мање брзине), те да површине $AA'S$, $CC'S$ и т. д. могу да буду једнаке. Брзина је дакле највећа у



Сл. 71.

Перихелу, најмања у Афелу и то стоје обе брзине у односу као :

$$(a + e) : (a - e),$$

ако са a означимо половину елипсине велике осе, са e ексцентричност елипсину, која за земљину путању износи само $\frac{1}{60}$ део од велике полуосе (види број 59. стр. 183).

Трећи Кеилеров закон. Овај закон показује, да сунце привлачи све планете са једнаком привлачном снагом. Јер, ако узмемо ради простијега објасњења, да Трећи Кеиле- се планете у концентричним круговима око сунца окрећу и означимо за две произвољне планете са j и j_1 убрзања, која те планете од једне и исте централне силе (сунца) добијају, а са r и r_1 удаљења планета од сунца или боље од његове средсреде, а са T и T_1 времена оптицања, то добијамо по пређашњем (види број 97. стр. 292) за убрзање од централне силе :

$$j = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \quad \text{и} \quad j_1 = \frac{v_1^2}{r_1} = \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2}.$$

Ако сад узмемо, да је закон привлачења представљен изразима :

$$j = \frac{A}{r^2} \quad \text{и} \quad j_1 = \frac{A_1}{r_1^2};$$

дакле, да је привлачење у обрнутој сразмери са квадратима удаљења од сунца, онда је :

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{A}{r^2} \quad \text{па и} \quad \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2} = \frac{A_1}{r_1^2}$$

па дакле и :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{A} \quad \text{и} \quad \frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{4\pi^2}{A_1}.$$

Или у виду сразмере :

$$\frac{T^2}{r^3} : \frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{4\pi^2}{A} : \frac{4\pi^2}{A_1} = \frac{1}{A} : \frac{1}{A_1},$$

или најзад :

$$\frac{T^2}{r^3} : \frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{1}{A} : \frac{1}{A_1}.$$

Ако је нађено посматрањем, да је: $A = A_1$ онда је :

$$\frac{T^2}{r^3} : \frac{T_1^2}{r_1^3} = 1 : 1 \quad \text{или} \quad \frac{T^2}{r^3} = \frac{T_1^2}{r_1^3},$$

или :

$$T^2 : T_1^2 = r^3 : r_1^3,$$

дакле трећи Кеплеров закон.

Но ако је пак нађено, да је: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{T_1^2}{r_1^3}$, онда отуда сљедује, да је $A = A_1$ или да сунце дејствује са једнаком снагом на све планете.

Кеплерови закони вреде у опште за целу васиону и на основу свега досад поменутога може да се изрече, да

модерни светски систем гласи овако: споредне планете (месеци) окрећу се по елипсама око главних планета; ове се окрећу по елипсама око својих сунца (звезда некретница) и најпосле ова сва сунца, као чланови вишега система, окрећу се око заједничког и општег центра у јату Плејада, око већ помињате звезде Алкионе.

Напомене о оптицању планета у опште.

99.

Путање, које планете око сунца описују, показују се као елипсе и то са малом ексцентричности; међу тим путање, које комете описују или су елипсе са већом ексцентричности или параболе или и хиперболе. Путање звезданих ројева су елипсе, ако су ројеви периодски, а параболе или хиперболе, ако се периоди нису могли обелоданити. Начин, како се из посматрања израчунавају путање, прилично је комплициран и ми не можемо дубље у ову ствар да се упуштамо. *Олбер* (Olbers) је на крају прошлога века пронашао методу, која се и данас употребљује за израчунавање путања комета, а *Гаус* (Gauss) је у своме делу „*Teoria motus corporum coelestium etc.*“ показао, како се планетске путање могу веома просто да рачунају. Задовољавајући се са овом напоменом, ми ћемо да поменемо нешто сад још о елементима планетским у опште.

Одређење путања бива количинама, које се зову елементи путања и од којих се неки елементи односе на особине путањиног облика а други односе на положај путањин у светскоме простору.

За елиптичку и хиперболску путању потребна су само по два елемента, и то: 1., најдужа линија у елипси, коју замишљамо кроз средсреду повучену и Елементи планетских која се зове велика оса, и 2., најкраћа линија, путања. која иде опет кроз средсреду и зове се мала оса. Са овим је елементима као што знамо елипса опре-

дељена. Исто је ово случај и са хиперболом. Из науке о пресецима конуса са равнима знамо, да је за опредељење елипсе довољна и сама *ексцентричност* и велика полуоса и с тога се велика полуоса и ексцентричност сматрају као два елемента планетских путања.

Као што знамо, сунце се налази у једној жижи елипсоидној и планета је један пут најближа сунцу, кад је она у једноме крају велике елипсине осе (*перихел*), а други пут најдаља, кад је на другом крају елипсине велике осе (*афел*). При параболи и хиперболи је половина велике осе бесконачно велика, па дакле овај елемент отпада при параболи и хиперболи, и с тога је при параболи потребно још и *удалење од перихела*, а при хиперболи и *ексцентричност путањина*.

Путање, које планете и комете око сунца описују, већином су нагнуте према путањи наше земље (према еклиптици) и отуда постају *пресеци*, *укрснице* укрснице или еклиптикине са планетским путањама и пу- пресеци. тањама комета. Ове укрснице нису ништа друго већ пролази планетини или кометини кроз раван еклиптикину.

Она укрсница, кроз коју светско тело из јужне ширине прелази у северну, зове се *укрсница пењања*, у противном случају *укрсница спуштања*. Укр- укрснице пењања и спуштања. сница пењања бележи се знаком ♁ а укрсница спуштања са ♁ . Линија у којој се ове укрснице налазе или боље линија, која спаја обадва пресека, зове се *линија пресека*, и она је у исто доба и пресечна линија оне равнине, у којој се планетина путања налази, са еклиптикином равнином.

Дужина укрснице пењања, т. ј. удалење ове укрснице од пролећне тачке, и *нагиб* (косина) *путање према еклиптици*, представљају још два елемента планетских путања.

Ако поред овога знамо, за колико је тело удаљено од пролећне тачке, кад је оно у *перихелу* и осем тога

знамо и време или епоху пролаза кроз перихел, онда укупно имамо за елипсу и хиперболу свега шест елемената, а за параболу пет. За круг имамо, пошто код круга нема перихела, само 4 елемента. Осем поменутих елемената сматра се и звездано време планетскога оптицања, као седми елемент, а при већим планетама узима се у обзир још и маса планетина.

Задатак теоријске астрономије састоји се у томе, да из посматрања изнађе путање планета или што је све једно, да нађе путањине елементе. За шест планетских елемената потребно је шест засебних посматрања, која се састоје у томе, да се одреде три дужине и три ширине или четири дужине и две ширине.

Према напред казаноме ми имамо дакле сљедеће елементе за планетске путање:

- 1., велика полу оса путањина, зове се обично и средње удаљење планетина од сунца);
- 2., ексцентричност путањина;
- 3., дужина перихела за извесно време;
- 4., средња дужина планетина за време кад је планета у перихелу (епоха);
- 5., дужина путањине укрнице пењања;
- 6., нагибни угао путање према еклиптици; и
- 7., звездано време планетинаог оптицања око сунца.

Кад су познати елементи путања, онда се помоћу њих могу да израчунају и саме путање светских тела. При овоме се обично ради тако, да се прво одреди ток тела сматрајући га хелиоцентрички а за тим и гео-

центрички. Кад се изнађу податци, који од-
Ефемирида
или годишњи-
ца планетина. ређују хелиоцентричка и геоцентричка места планетскога кретања, и то се учини за извесне одређене времене интервале, да кажемо од дана до дана, па се и у нарочитој табlici изложе, онда се то зове ефемерида или годишњица за дотичну планету.

Што се тиче самога времена оптицања, о њему може да се каже ово. Време оптицања у опште, то је време, за које какво тело целу своју путању један пут пређе

и може да се нађе, по трећем Кеплеровом закону, ако само знамо половину велике осе или средње удаљење планете од сунца. *Средње дневно кретање тела добија се, ако се обим круга или 360° ступања подели са временом оптицања, које је представљено или изражено данима.*

Време оптицања и средње дневно кретање.

Ми смо видели, да се нулта тачка нашега бројања на небу (пролећна тачка) непрестано мења, с тога се често осем овога, води рачун и о месту где се земља а где сунце налази, кад је планета у извесној тачци у простору.

Према овоме разликујемо :

Звездано време оптицања или време, које пролази између два једнака положаја планетина према звездама некретницама — или између два пролаза кроз једну и исту укрсницу.

Звездано, тропско и синодско време оптицања.

Тропско време оптицања или време, које је планети потребно, да поново дође у исту тачку са пролећном тачком.

Синодско време оптицања, то је време између два једнака положаја планетина према земљи и сунцу.

Положаји се карактеришу називима: конјункција, опозиција и квадратура. Под конјункцијом разуме се положај, кад сунце и планета геоцентрички посматрани имају једну исту дужину; под опозицијом пак положај, кад су сунце и планета геоцентрички посматрани тачно за 180° једно од друго удаљени; под квадратуром разуме се положај, кад је планета од сунца удаљена за 90° или на запад или на исток и то разуме се опет геоцентрички посматрани. Знаци са којима се ови разни положаји означавају, зову се констелациони знаци и бележе се овако :

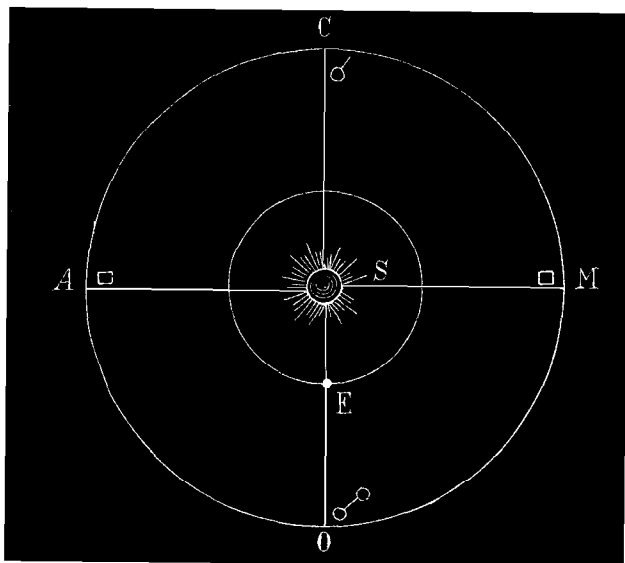
Конјункција са. . . \odot

Опозиција са. . . . \ominus

Квадратура са. . . \square

Констелациони знаци.

Слика 72. показује поменуће констелационе знаке на којој је сунце представљено са *S*, наша земља са *E*, путања наше земље око сунца са кругом кроз *E*, а путања планетина кругом *АСМО*. Код *A* и *M* налази се планета у *источној* и *западној* квадратури, код *C* у *конјункцији*, а код *O* у *опозицији*. Овакви напред поме-



Сл. 72.

нути положаји сунца, планета и месеца, зову се још и *Аспектима*.

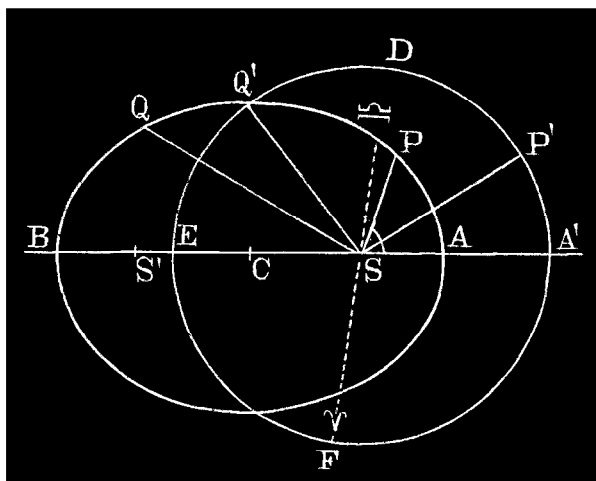
Ми смо пре већ поменули (види бр. 59. стр. 184) нешто о аномалији, сад имамо још накнадно да кажемо, шта се разуме

под *правом аномалијом*, а шта под *средњом аномалијом* планетином. Онај угао, који заклапа полупречник путањин за извесни моменат времена са правцем сунце-перихел, зове се *права аномалија* планетина.

Ако пак замислимо какво тело, које има исто онолико време оптицања какво има и планета, коју посматрамо, али тако, да је путања тога тела круг, па дакле и кретање једнако, онда се зове угао, који заклапа *пређашњи* правац сунце-перихел, са *правцем* од сунца ка овоме уобразишеноме телу, *средња аномалија* планетина. Права се аномалија разликује од средње и то с тога, што се ни

једна планета не креће једнаком брзином по путањи око сунца. Разлика, која постоји између праве и средње аномалије а за извесну путању, зове се *једначина средсреде*. Слика 73. показује како праву тако и средњу аномалију. На слици представљају S и S' жиже елипсе $APQB$ по којој се планета P креће; C је средсреда елипсина а у S замишљамо сунце. A је сунчева близина (перихел), B је сунчева даљина (афел). Круг $A'DEF$ представља кружно и једнако кретање. SA и SA' то су правци сунце-перихел како за стварно кретање по елипси, тако и за уобразилено кретање по кругу и према томе је: угао $A\hat{S}P$ *права аномалија*, коју планета прелази за исто онолико

Једначина средсреде.

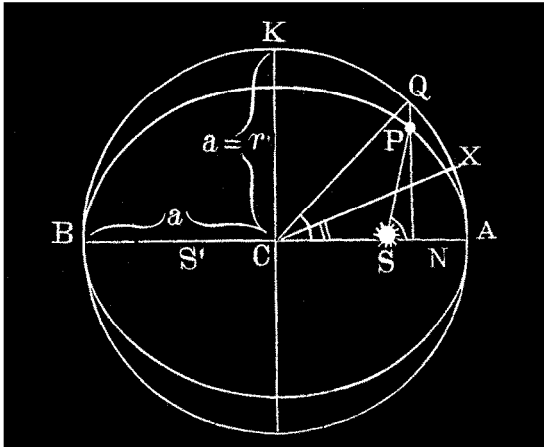


Сл. 73.

време, за које замишљамо да и оно уобразилено тело P' прелази средњу аномалију $A'\hat{S}P'$. Исто тако одговара средња аномалија $A'\hat{S}Q'$ правој аномалији $A\hat{S}Q$ — јер оно уобразилено тело мора да пређе полукруг $A'DE$ за исто време, за које се и полуелипса AQB прелази.

Најпосле осем поменутих аномалија, имамо да поменемо и тако звану *ексцентричну аномалију*, која постаје, кад из средсреде елипсине, опишемо круг са полупречником, који је раван половини елипсине велике осе ($a = r$) па упоређујемо положаје на елипси и кругу. Ако узмемо, да је на слици 74. P право место планетино и повучемо PS , то је угао $A\hat{S}P$ *права аномалија*, а угао $A\hat{C}X$ је *средња аномалија*. Ако сад још кроз P спустимо на AB управну,

то ова уравни PN продужена, сече круг у тачци Q и угао $\hat{A}CQ$ зове се *ексцентрична аномалија*. Између ове аномалије и праве, а исто тако и између ње и средње аномалије постоје прилично прости односи, које је још Кеплер извео. Задатак да се из средње



Сл. 74.

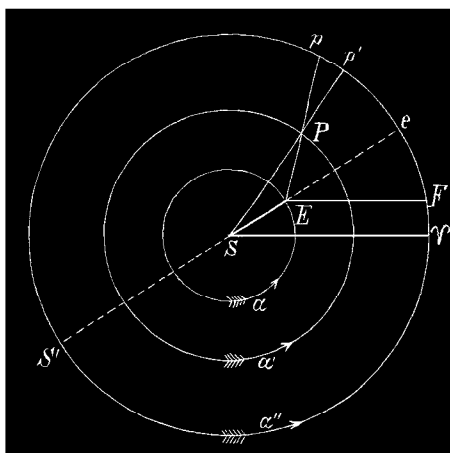
аномалије какве планете, нађе њена права аномалија, познат је под именом: *Кеплеров проблем*, јер га је овај астроном први поставио па и решио. Место времена, кад тело пролази кроз перихел, уводи се при елипси за извесну епоху и средња аномалија, која тој епохи припада.

На слици 73. представља EF правац ка пролећној нултој тачци поделе — на небу и према томе је, ако нам елипса $APQBA$ представља ма какву планетску путању: $AC = BC$ велика полу оса путањина; $CS = CS'$ ексцентричност путањина; угао $\hat{V}SA$ дужина перихела; угао $\hat{V}S'P'$ средња дужина планетина (епоха); дужина укрснице пењања, то је лук узет од пролећне тачке ка истоку а до укрснице пењања.

Најзад на завршетку напомена о оптицању планета, да помемемо нешто укратко и о тако званом хелиоцентричком и геоцентричком месту планета.

Напред поменута дужина планетина, као што је и из саме слике 73 јасно, разумевана је свакад као хелиоцентричка дужина, дакле онаква и онолика, колика би се са сунца гледана (хелиоцентрички) добила. Одговарајућа дужина за исту планету и за исти моменат времена, кад би је са земље (геоцентрички) гледали, разликује се од напред поменуто хелиоцентричке и то се увиђа из доње слике. Нека нам на слици 75. Хелиоцентричка и геоцентричка дужина планетина.

представља S сунце, први круг α земљину путању, а E земљу, други круг α' путању планетину а P планету и најпосле последњи круг α'' небеску сферу, на којој нека је Υ пролећна тачка. Правац кретања показују стрелице. Ако сад повучемо праву SE , то је угао $\Upsilon \hat{S} E$ или лук Υe хелиоцентричка дужина земљина и свакад за 180° већа од геоцентричке дужине сунчеве, пошто се ово са земље гледано види свакад у оној тачци на небу, која је земљи противположена. Са земље гледана планета P види се у правцу EP , а пошто упоредну линију са $S \Upsilon$ дакле линију EF , (због бесконачних даљина звезда некретница од земље) можемо да сматрамо као да пада у једно са линијом $S \Upsilon$, то представља угао $F \hat{E} P$ или боље лук Υp геоцентричку дужину планетину. Ако сад још повучемо линију SP то је угао $\Upsilon \hat{S} P$ или лук $\Upsilon p'$ хелиоцентричка дужина планетина. Кад је за извесно време позната геоцентричка дужина земљина, а осем тога опажањем одређена геоцентричка дужина планетина, онда се може лако да одреди и хелиоцентричка дужина планетина и то за исто оно време.



Сл. 75.

Најзад напомињемо још и то, да се угао $E \hat{S} P$ зове обично планетина *Комутација*.

XIII. О сунцу.

Удалење сунчево од земље; величина сунчева.

100.

Сунце \odot је звезда некретница, која за се образује систем, коме и наша земља заједно са другим планетама припада. Сунце је средсреда, *централно тело*, око кога се окрећу многе планете заједно са небројеним кометама и звезданим ројевима.

Сунце обасјава и загрева нашу земљу и сва тела која у сунчев систем спадају, — оно је управо оно тело, што даје свеколиком животу на земљи животну снагу, прави силом у опште све, што ми силом и зовемо.

Сунце нам се показује веће и сјајније од осталих звезда некретница само с тога, што нам је оно много ближе од осталих звезда некретница. Кад смо говорили о неједнакој брзини земљиној, при кретању по њеној путањи око сунца, ми смо поменули (види број 59.) да нам се сунце у разна времена, показује са разним пречником и то у Децембру је овај пречник највећи и износи $32'35''.6$, почетком пак Јула овај је пречник најмањи и износи само $30'31''.2$. По мењању тамних пега на сунцу, (о којима ћемо доцније опширније говорити) закључује се, да се и сунце око своје осе обрће. При свем том, сунце показује при своме обртању свакад округлао облик и изгледа да оно има облик *потпуне лопте*, дакле да је без икакве спљоштености на половима.

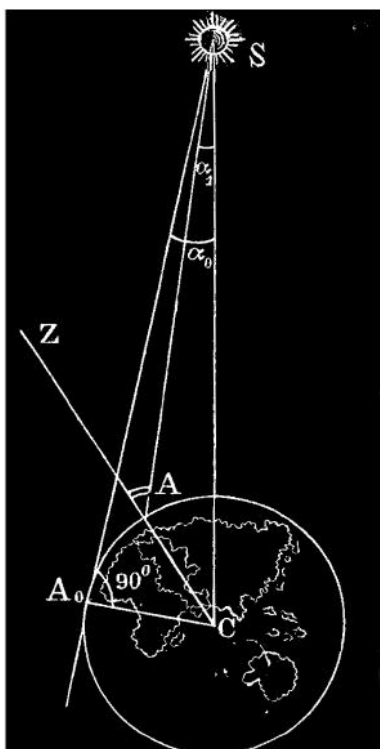
Из сунчеве привидне величине може да се нађе његова величина, али зато треба да се зна удалење сунчево од земље и с тога морамо најпре да видимо, како се израчунава то удалење.

Ово удалење може да се добије из познате величине земљине и угла, под којим се земља са сунца гле-

дана (хелиоцентрички) показује. Слика 76. представља нам основу за то. Ми знамо да се угао: $ASC = \alpha_1$, (који постаје, ако спојимо какву тачку н. пр. сред-среду сунчеву са каквом тачком A на земљи) зове паралактика за тачку S .

Ако је сад угао $SA_0C = 90^\circ$, што изналажење сунчевог удаљења од земље. заиста и бива, кад је SA_0 тан-

гента у тачци A_0 на земну површину, (јер се тада налази S у хоризонту од тачке A_0) тада је $A_1SC = \alpha_0$ хоризонтална паралактика за тачку S , дакле, хоризонтална паралактика какве звезде S , то је онај угао α_0 под којим се полупречник земљин са сунца гледан, показује у својој природној величини.



Сл. 76.

Из троуглова SAC и SA_0C имамо да је:

$$AC : SC = \alpha_1 : \sin \hat{S}AC \quad \text{или} \quad \frac{AC}{SC} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \hat{S}AC} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \hat{Z}AS}$$

пошто је $\hat{S}AC = 180^\circ - \hat{Z}AS$.

Осем овога је из троугла SA_0C :

$$\frac{A_0C}{SC} = \sin \hat{A_0}SC = \sin \alpha_0, \quad \text{отуда због } AC = A_0C$$

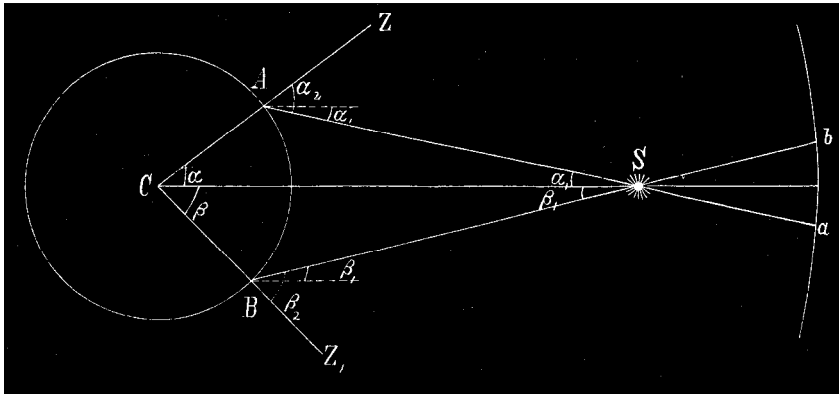
$$\text{и} \quad \sin \alpha_0 = \frac{AC}{SC} \quad \text{или} \quad \sin \alpha_0 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \hat{Z}AS} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin z}$$

ако ставимо угао $Z\hat{A}S = z =$ зенитној даљини сунчевој за тачку сматрања A . Кад знамо хоризонтну паралактику сунчеву, онда врло лако добијамо удаљење сунчево, оно је:

$$SC = \frac{A_0 C}{\sin \alpha_0} = \frac{\text{полупречник земљин.}}{\sin \alpha_0}.$$

Но хоризонтна паралактика какве звезде (па и сунца) може да се нађе и на други начин из паралактика α_1 и β_1 какве звезде коју посматрамо са двеју станица A и B , али које леже на једном и истом меридијану. Слика 77. служи нам као основа за овај начин изналагања. На њој представља круг AB земљу, а S сунце.

Из тачака A и B гледана звезда S виђа се очевидно на небу у тачкама a и b , она изгледа дакле са једног места гледана, према



Сл. 77.

другоме помакнута за угао ab на небеском своду. Нека је у тачкама A и B у исто доба мерена (да кажемо око поноћи) висина звезде S и нека су нађене зенитне даљине α_2 и β_2 , онда је очевидно:

$$\sphericalangle \alpha_1 = (\alpha_2 - \alpha), \quad \sphericalangle \beta_1 = (\beta_2 - \beta)$$

дакле:

$$(\alpha_1 + \beta_1) = \alpha_2 + \beta_2 - (\alpha + \beta),$$

где $(\alpha + \beta)$ може свакад да се определи из географских ширина места A и B . Ако места A и B леже на разним хемисферама наше земље, онда је очевидно $(\alpha + \beta) =$ збиру геогр. ширина и $(\alpha + \beta)$ је познато, а кад је тај збир познат, онда је очевидно да је познат и збир $(\alpha_1 + \beta_1)$.

Осем овога имамо у троуглима ACS и BCS понајпре:

$$\frac{CA}{CS} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin CAS} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin (\alpha + \alpha_1)}, \quad \frac{CB}{CS} = \frac{\sin \beta_1}{\sin CBS} = \frac{\sin \beta_1}{\sin (\beta + \beta_1)}$$

Множењем са 2 следује:

$$\frac{2 \cdot CA}{2 \cdot CS} = \frac{2 \cdot CB}{2 \cdot CS} = \frac{2 \cdot \sin \alpha_1}{2 \cdot \sin (\alpha + \alpha_1)} = \frac{\sin \alpha_1 + \sin \beta_1}{\sin (\alpha + \alpha_1) + \sin (\beta + \beta_1)}$$

или

$$\frac{CA}{CS} = \frac{\sin \alpha_1 + \sin \beta_1}{\sin (\alpha + \alpha_1) + \sin (\beta + \beta_1)}$$

Углови су α_1 и β_1 при посматрању звезда (па и сунца) врло мали углови, и ми можемо место синуса да узмемо саме углове и тада је такође приближно тачно:

$$\frac{CA}{CS} = \frac{\alpha_1 + \beta_1}{\sin (\alpha + \alpha_1) + \sin (\beta + \beta_1)}$$

а како је: $(\alpha + \alpha_1) = \alpha_2$, $(\beta + \beta_1) = \beta_2$, то добијамо опет и

$$\frac{CA}{CS} = \frac{\alpha_1 + \beta_1}{\sin \alpha_2 + \sin \beta_2} = \sin \alpha_0.$$

На овај начин нађена је приближно хоризонтална паралактика сунчева па и са посредним методама утврђена.

Кад је паралактика нађена онда, ако земљин полупречник (859 географских миља) поделимо са синусом хоризонталне паралактике, наћи ћемо удаљење сунчево од земље.

Што се паралактике сунчеве тиче (види бр. 53 и 54), она није још дефинитивно и са свим тачно одређена и њена вредност лежи међу границама 8·78" и 8·95" и на основу ових вредности добијају се за удаљење сунчево две вредности, једна већа од 20 милиона миља а друга мања. Ако се узме средња вредност као највероватнија, а то је 8·86" онда добијамо:

$$\begin{aligned} \text{Сунчево удаљење} &= \frac{859}{\sin 8 \cdot 86''} = \frac{859}{8 \cdot 86 \times \frac{1}{206265}} \\ &= \frac{206265}{8 \cdot 86} 859 = 23281 \times 859 = 19,998\,379 \text{ географ. миља} \end{aligned}$$

или у округлом броју 20 милиона географ. миља, што у километрима чини: 148,408 780.

Полупречник сунчев добијамо помоћу једначине

$$d = D. \sin \alpha$$

(види стр. 163) где D представља удаљење од средсреде земљине а α привидни полупречник, под којим се сунце са земље гледано виђа. Ако овај привидни полупречник узмемо у средњу руку раван 16 минута, онда је полу-

$$\text{пречник сунчев} = d = 20 \times \sin 16' = 20 \times \sin 960'' =$$

$$20 \times 960'' \times \frac{1}{206265''} = 200 \times 0.00465 \text{ или } d = 93000$$

географ. миља, што чини у километрима $d = 690060$.

Пречник је сунчев према овоме 186000 географ. миља

или 1,380120 километара и већи је од земљинога пречника 108.26 пута.

Сунчев полу-
пречник, обим
порушје и куб-
ни садржај.

Обим је сунчевога полутара (по једначини $2 d \pi$):

$$3.14 \times 186000 = 584040 \text{ географ. миља или}$$

$$4,333 576.8 \text{ километара.}$$

Површје је сунчеве лопте (по једначини $4 d^2 \pi$):

$$4 \times 3.14 \times 93000^2 = 107631.44 \text{ милиона квадр. миља или}$$

$$5,865 889.500 000 \text{ квадрат. километара.}$$

Кубни садржај сунчеве лопте (по једначини $\frac{4 \pi d^3}{3}$)

добија се:

$$\frac{4 \times 3.14 \times 93000^3}{3} = 3378.3 \text{ билиона кубних миља, или}$$

$$1.37 \text{ трпиона кубних километара.}$$

Ако сравнимо овај садржај са кубним садржајем земљиним, који износи само 2650 милиона кубних миља, онда је сунчев кубни садржај већи од земљинога 1.28 милиона пута, што значи, да би 1,280 000 кугала као

што је наша земља, једва имале исто толику запремину какву сунце има.

И ако је тако са запреминама, са масама стоји другаче.

Маса је сунчева већа од масе наше земље само 320000 пута, дакле 320000 кугала као што је земља дале би исто онолико тешку масу, као што је сунчева. Из овога може да се закључи, колика је густина сунчева.

Поменули смо, да је *запремина* (кубни садржај) сунчева већа 1·28 милиона пута од запремине земљине и зато је *густина* сунчева тек 0·254 од густине земљине, дакле мало нешто већа од четвртине земљине густине, а како је средња густина земљина по *Рајху* и *Кевендишу* равна 5·6, то сунчева густина износи тек само 1·4 од густине воде.

Сунчева маса,
запремина и
густина.

И ако не може да се каже, да су сви напред изложени податци о маси, величини и густини *са свим* тачни, опет може да се узме, да су они у главном фактичком стању ствари најближи.

Одстојање сунчево од земље толико је велико, да би какво топовско ђуле потребовало 10 година, те да стигне до сунца и то крећући се једнако и са брзином од 500 метара. Светлост треба да стигне од сунца до нас, ма да она прелази у секунди више од 41000 миља. Сунце је 6 милиона пута веће од месеца. Кад би се сунце на две половине поделило, онда би, ако у средину једне половине земљу замислимо, могао рахат месец око земље да се окреће, при свем том, што је он од земље удаљен за више од 50000 миља. По запремини превазилази сунце све планете у тој мери, да кад би се све планетске лопте уједно скупиле, не би изнеле ни 576-ти део сунчане сфере. Осем поменутога из наведених података о величини и маси сунчевој, дају се извести још неки резултати и односно привлаке на сунцу а с погледом на нашу земљу. Кад би се сва сунчана маса збила у сферу од величине наше земље, онда је очевидно, да би та маса привлачила сва тела на њој са 320000 пута јачом снагом, но што је то случај овде на земљи. Но како је сунчев полупречник већи од земљинога 108·26 пута, то би привлака била на сунцу према закону о привлаци

само $\frac{320000}{(108 \cdot 26)^2} = 27.3$ пута већа од привлаке на нашој земљи и према томе би на сунцу тело какво, које би слободно падало, добило 27.3 пута веће убрзање од убрзања, које нам је на земљи познато; тело би дакле на крају прве секунде падања на сунцу добило брзину од 267.6 метара. Исто би тако, на сунчевој површини свако тело било 27.3 пута теже, од тела са истом масом овде на нашој земљи. И из овога је и по себи јасно, да су само с погледом на тежу, на сунцу са свим другаче прилике од ових на нашој земљи, а то ће се још и из резултата дурбином стечених још боље закључити моћи.

Напомене о физичком строју сунчевом.

101.

Појаве, које се по дужем пажљивом посматрању на сунчевој површини опажају, постале су у новије време извор за многе научне проналаске, који могу да нас бар у неколико обавесте о физичком строју сунчевом.

Сунце је као што знамо, за земљу и обитаваоце на њој најглавнији извор светлости а тако исто и топлоте. Јачина сунчеве светлости равна се од прилике са јачином светлости, коју дају 60.000 стеаринских свеча на одстојању од 1 метра; — она је јача од светлости пунога месеца 610.000 пута. Топлотни сунчани зраци, који у једној години дана на земљу долазе, били би у стању да истопе 30 метара дебелу ледену масу, која би целу земљу у виду коре окружавала, — при свем том, што од сунчаних зракова долази тек само 2160 милионти део на земљу.

Призматичко цепање сунчане светлости, помогло је увелико, да се уклоне сумње и погрешна појмања о физичкоме строју сунчевом. И заиста, од како је *Кирхов* доказао, да постоји веза између Фраунхоферових тамних линија у сунчевом спектру и између карактеристичних светлих линија у спектрима, који се добијају сагоревањем разних метала, — од тога времена нема више сумње, да сунчево тело, које нам светлост и живот даје, има у своме усијаном парном омотачу како натријума тако и гвожђа, калцијума, магнезије и то све у вазду-

шастом стању Осем тога има тамо и бакара, Састојци сун-
цинка, кобалта, никла, мангана, хрома, кисе- чевог омо-
оника и водоника, и због велике топлоте сви тача.
су ови метали у ваздушастом стању. Целнер (Zöllner)
држи осем тога, да је вероватно, да видљиву површину
сунчеву образује водонична атмосфера, чији се спектар
показује континуиран само с тога, што се та водонична
атмосфера налази под веома великим притиском.

Даљи проналасци везани су са сматрањима тоталних
сунчевих помрачења — или боље рећи, са сматрањима
појава при помрачењима. При овим појавама виђа се, да
је мрачан месечев колут, који привидно сунце покрива,
свакад свуда у наоколо окружен поширим светлим и
бљештећим венцем (ово је *Corona*); осем тога показују
се на појединим местима по крајку сунчевом и разне
друге светлосне појаве са разним облицима и Корона и про-
особитом, блажијом, али лепом ружичастом туберанције.
светлошћу, која се протеже често пута више хиљада
миља по сунчевој површини а и даље од ње. Ово су
прототуберанције. На таблици I. представљено је тотално
помрачење онако, како се оно види телескопом. На
слици α види се корона заједно са прототуберанцијама.
Слика β показује везу прототуберанција са сунчаним бук-
тињама, о којима ћемо доцније још говорити.

Прототуберанције се опажају на местима, где је пре
помрачења виђена на сунцу каква *пета*, окружена сун-
чаним буктињама и у опште о прототуберанцијама може
да се каже, да велике просторе заузимају и да веома
нагло мењају свој облик. На таблици II. представљени
су разни облици прототуберанција а на доњој слици те та-
блице види се и нагло мењање прототуберанције за време
од 25 минута. Таблица III. показује нам већу групу про-
тотуберанција. Дужине или висине прототуберанција износе
по више географских миља а сматране су и такве про-
тотуберанције, које се протежу у дужину и до 24000 ге-

ограф. миља и то махом у ексцентричном правцу од висина про- сунца. До ове висине достизале су опажане туберанција. протуберанције често пута за време од 2 до 3 секунде из чега сљедује: да се оне у опште са врло великом брзином у вис (разуме се од сунчева колута) издижу или крећу.

Но чешће се виђају протуберанције и тада, кад Протуберанције се виђају и кад нема помрачења. нема помрачења и ово је први опазио француски физичар Жансен (Janssen), који је одмах по помрачењу од 18. Августа 1868, по сматрања протуберанција предузео био.

Спектрална анализа показује, да су протуберанције ваздушасте (гасовите) природе, а то, што су махом сви сматрачи видели у спектру протуберанција светле линије, Спектар про- које Фраунхоферовим линијама *C* и *F* одготуберанција. варају, доказује несумњиво, да је *усијани водонични гас*, главни састојак протуберанција. Истина је, да су осем ових виђане и линије, које леже ближе ка *D* и *G* и још више других, али и поред тога изилази, да ће (сунчева огрточна површина) сунчева атмосфера, бити састављена поглавито од *усијаног водоничног гаса*.

По Целнеровим рачунима изилази као да средња температура сунчеве атмосфере износи 27000°C , а да температура у унутрашњости сунчевој може бити и до 70000°C , — осем тога сљедује из Целнерових рачуна, да у просторијама из којих протуберанције полазе и избијају, може да влада притисак и од преко 4 милиона атмосфера. Сунчева се атмосфера зове и *Хромосфера*.

Сунчане пеге, буктиње и време сунчевог обртања око своје осе.

102.

Ако сунце гледамо пажљивије са телескопом, онда примечавамо, да колут сунчев није по свој површини подједнако светао, већ да осем врло светлих тачака, пламенаца, има многих омањих тамнијих овалних пар-

тија; ово су *поре*, (*Granule*) из којих веће или мање пеге постају. Сунчев колут изгледа као кора лимунова. Secchi је опажао, да се поре показују дуже и дуже, да се најзад одвајају, у средину пеге падну и да нестану, пошто се као црвенкаст облачак укажу. Изгледа, да је сунчев колут састављен из безбројних пламенаца, који теже, да се крећу свакад тамо, где им је веза прекинута. На сунцу се виде и много тамније партије, *језгра* из којих постају поједине или и читаве гомиле буктиња.

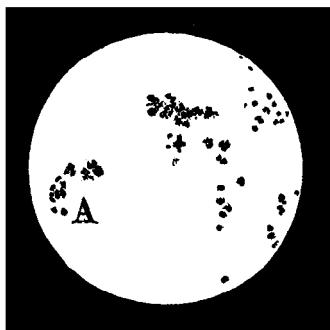
Поре, грануле, језгра на сунцу.

Таблица IV. показује сунчев колут онако, како се он у телескопима виђа. Одмах по проналаску дурбина, опазио је *Фабриције* 1611. г. напред поменуто тамнија места, која су названа *сунчане пеге*, и приметио, да су оне у опште *променљиве природе*, да *нису непомицне*, но да се крећу *од истока на западу* и пошто би на западном крају ишчезле, оне се појављају опет *поново* на источном крају, где су и први пут опажене. Из овога се закључило, да се сунце правилно око своје осе обрће

Сунчане пеге; кретање њихово, величина и променљивање, периода пеге.

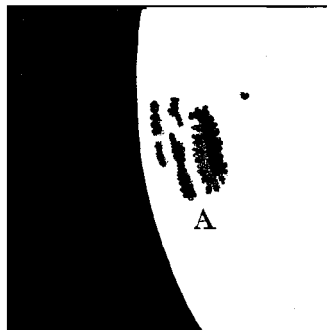
Што се величине сунчаних пеге тиче, оне су огромне. Веће од њих, које се и голим оком видети могу, прелазе својом величином и саму површину наше земље. Неке од сунчаних пеге трају за време једнога или више обртања сунчевих, већина сунчаних пеге пак ишчезава мало по мало готово без икаквога трага, па их за тим замењују опет друге *нове пеге*. По кад што, показује се сунчани колут без икаквих пеге. Опазило се, да се сунчане пеге деле и по броју и по величини пеге у периоде од 11·1 година и то тако, да за време од 3·7 година расти број пеге све више и више, а за остатак периода, дакле за 7·4 година опада број пеге. Близко око сунчаних пеге, показују се често партије, које су много светлије од осталих делова сунчане површине и изгледају пламенасте. Ово су *сун-*

чане буктиње. Буктиње се виђају обично у друштву са Сунчане бу- протуберанцијама, а може бити и да и нису ктиње. ништа друго до опет протуберанције, но само такве, које се на самоме сунчевом окрајку налазе. Слика 78. представља сунце, како је 10. Септембра 1870. год.



Сл. 78.

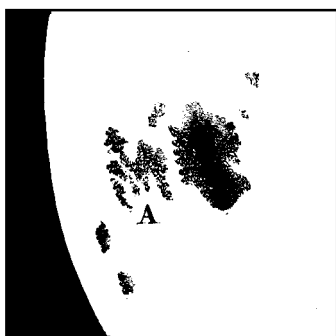
10. Септембра 1870.



Сл. 79.

7. Септембра 1870,

дурбином виђено, а слике 79. 80. и 81. показују нам поступно напредовање (кретање) сунчаних пега на левој



Сл. 80.

8. Септембра 1870.



Сл. 81.

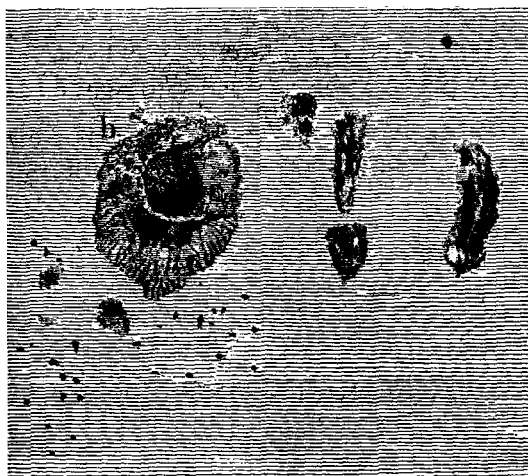
9. Септембра 1870.

страни код А са свим разговетно и то показују те слике стање 7. 8. и 9. Септембра 1870. године.

Сунчане пеге нису никако са свим и подједнако тамне по свој својој површини, шта више, Целнер је на-

шао, да оне пуштају од себе још 400.000 пута више светлости но једнаке површине пунога месеца. При пажљивијем посматрању показују нам се сунчане пеге, као да оне имају у себи и са свим угаситих партија, које од осталих јаче у очи падају и ово су напред помснута језгра. *Језгра* су окружена мање тамним (или светлијим) површинама, које према онима тамнијим изгледају као у пола осветљене или у пола тамне. Ово су тако зване *полусенке* (*Penumbra*). Слика 82. показује нам сунчану пегу и на њој угаситији део *a*, дакле језгро но и полусенку (*пенумбру*) *b*.

На свакој сунчаној пези дакле разликује се језгро од полусенке. Таблице V и VI односе се обе на сунчане



Језгро и полусенка сунчаних пеге.

Сл. 82.

пеге и служе нам на то, да нас упознају и са разним облицима сунчаних пеге, као и да нам покажу мењање па и изглед сунчане пеге, која је опажана 1873. године.

Што се тиче тачног одређења времена, за које се сунце око своје осе окреће, оно је прилично тешко, и тек је дугим посматрањем изнађено. У опште се опазило, да од једног до другог наступања једне и исте по-

Време сунче-
вог обртања;
косина сун-
чева.

веће сунчане пеге а на источном крају сун-
чевом, пролази време од прилике од 27 дана.
Исто је толико време потребно и за насту-
пања на западном крају сунчевом. Земља пак
прелази за ово време од прилике 27° по еклиптици у
напред, а како сунце мора за исто време да се обрне
за цео круг и 27° више, т. ј. оно би за то време пре-
шло $360 + 27^\circ = 387^\circ$, то према томе право време обр-
тања за сунце можемо да нађемо *приближно* из следеће
сразмере, ако са x означимо време сунчевог обртања у
данима :

$$x : 27 = 360^\circ : 387^\circ \text{ или}$$

$$x = \frac{\overset{\text{ДАНА}}{27} \times 360}{387} = 25.1 \text{ или у округлом броју 25 дана.}$$

Ложије (Laugiers) је из веома тачних и многоброј-
них опажања сунчаних пеге нашао као време, за које се
сунце један пут окрене око своје осе :

25.34 дана = 25 дана 8 часова и 9 минута и овај
је податак за данас најпоузданији.

Сматрањем пеге нашло се и то, да је сунчев полу-
тар нагнут према еклиптици и да косина износи при-
ближно 7° и $30'$.

Теорија о сунчаним пегама.

103.

Ми ћемо покушати, да на основу Кирховљеве те-
орије а са најновијим резултатима створимо себи што
боље можемо верну представу о свему, што се на сунцу
збива, — а поред тога и да објаснимо себи све оне по-
јаве и облике на сунцу, о којима смо напред нешто у
кратко већ казали.

За ово се морамо послужити једним новим *Sainte-
Claire-Deville*-овим проналаском. Овај француски хеми-
чар нашао је, да се и најпостојанија хемијска једињења

могу разложити довољно великом топлотом, што је по новој механичкој теорији топлоте и по себи разумљиво и могућно. Што год је већа топлота каквога тела, то ће по механичкој теорији топлоте не само молекулско кретање постати веће, јаче, — већ ће се и кретање атома у молекулма морати да појача а из овога сљедује, да ће при довољно великој топлоти атомско кретање порастити до те мере, да једне атоме неће моћи да привлаче други атоми или другим речима, да једни атоми неће моћи да држе друге околне атоме на окупу. Кад овакво стање наступи, онда се тело раздваја. Тако по Девиљу почиње се вода разлагати већ при температури од прилике 1000°C , а на температури од 2500°C вода је већ потпуно на своје састојке разложена, дакле претворена у праскајући гас. Између температура 1000° и 2500°C . налази се вода у стању почесне развојености, што је такође опет Девиљ први нашао и назвао дисоцијација.

Сен Клер Девиљев проналазак.

Дисоцијација.

Ако сад помислимо на високу температуру, која у сунцу влада и за коју се држи, да је већа од 3000° , а она може бити и већа од 10000°C , то онда по Девиљевом проналаску изилази, да се ни на сунцу па ни у најнижим слојевима сунчеве атмосфере, не могу налазити, дакле не могу никако ни постојати хемијска једињења, — већ на против, да се тамо морају све материје налазити у своме елементарном стању, дакле засебно једна од друге одвојене. Нама није још познато из чега се састоји језгро сунчево, — али ово нам и није нужно за објашњење питања, које је пред нама.

На сунцу и у сунчевој атмосфери налазе се материје у одвојеном стању.

Кад би састојци, из којих се сунчева атмосфера састоји, били сви подједнако тешки или бар приближно подједнако тешки, као што је то овде на земљи нашој случај, онда би се очевидно сви састојци у сваком слоју атмосфере, налазили у подједнакој множини, у подјед-

накој јачини, т. ј. у сваком слоју сунчеве атмосфере налазили би се и сви састојци. Пошто су пак састојци у сунчевоме омотачу врло различне тежине, то о подједнакој подељености, не може ни бити говора. Зна се, н. пр. да је водоник 16 пута лакши од кисеоника, ки-
 Неподједнака сеоник на сву прилику лакши од паре на-
 подељеност, тријума магнезије и калцијума, на против
 неподједнака тријума магнезије и калцијума, на против
 смеса у сун- паре од баријума, цинка, гвожђа, и бакара
 чевој атмо- још много су теже од пређашњих, — и ово
 сфери. указује на основаност тврђења, да горепом-
 менута неподједнака смеса разних састојака у сунчевом
 омотачу заиста и постоји. Но осем овога, није подјед-
 нака смеса могућна ни због тога, што је привлачна сила
 сунчева много већа, — 28 пута већа — но што је то овде
 на нашој земљи случај. Разлика у специфичним тежи-
 нама поменутих састојака много је дакле већа на сунцу,
 но овде на нашој земљи.

Према овоме ће на сваки начин горњи слојеви сунчеве атмосфере садржавати готово сам водоник и услед тога, веома је вероватно, да ће и сунчева атмосфера, која може имати 30 до 40000 миља висине, бити искључно испуњена водоником. У доњим слојевима биће наслагана пара гвожђа у дебљини можда од хиљаду миља, а међу њима (водоником и паром гвожђа) налазиће се тањи слој од кисеоника. Но при свем том, ми не смемо себи представити ово стање тако, као да су ове материје наслагане једна на другој, као оно што плива зејтин на води; ово нам не дозвољава ни појам о дифузији гасова, по којој се гасови узајамно продиру. Атоми ових гасова крећу се по механичкој теорији врло брзо и ово кретање бива по правој линији све дотле, док се два атома (најмање два) не сударе и један други са правца кретања не скрене.

По Клаузију (*Clausius*) имају водонични атоми при температури 0°C. брзину од 1800 метара у секунди. Ова

ће брзина при температури од 3000°C . бити много већа можда и 10 пута већа од напред поменуте. Због ове велике брзине морају горепоменути гасови да се продиру, ако не у целим слојевима скроз, оно бар на границама ових слојева. У слој кисеонични, који дели главне слојеве водоника и гвоздене паре, мораће да продиру озго атоми водонични а оздо атоми гвоздене паре — они ће дакле да се мешају, па ма ово и не било у великој количини и то биће тога продирања тим пре, ако је кисеонични слој одвојен од поменутих гасова ма каквим посредним слојем. На сваки пак начин из овога поменутога следује, да ће услед дифузије гасова и услед непрестаних револуција у сунчаној атмосфери, морати да се збива горе наведено мешање у кисеоничном слоју.

Мешање атома кисеоничних са атоима водоника и гвоздене паре.

Поједини слојеви не могу имати сви подједнаку и тако високу температуру, као што је сунце има, јер спољни слој сунчеве атмосфере долази у додир са празним космичким простором, који по *Пуљеу (Pouillet)* има ладноћу од 142°C . По овоме дакле, мора крајњи слој сунчеве атмосфере имати температуру, која зависи и од ове поменуте, док на против, најдубљи слојеви, где превлађује гвоздена пара, имају температуру и од 3000°C . Из овога следује, да се у сунчевој атмосфери могу налазити све температуре између $+ 3000^{\circ}$ и $- 142^{\circ}$, а то ће рећи: у простору кисеоничном може да влада и таква температура, у којој су и хемијска једињења у опште могућна.

За образовање сунчаних пега од важности су очевидно само једињења оних материја, које се у атмосфери сунчевој у већој количини налазе, а то су *једињења гвожђа са водоником*. Ова два елемента као што је познато, не сједињавају се непосредно, већ само посредовањем кисеоника; но осем тога, водоник опет причињава у исто доба и то, да се и гвожђе са кисеоником једини и да

образује хидрат оксида гвожђа, тако звану *хрђу*. Ми смо већ видели, да се у слоју кисеоничном налазе и гвожђе и водоник, али то је у такој мери, да је за образовање сунчаних пега то недовољно. Хрђа у већој количини може да се образује сама тада, ако на слој од кисеоничног гвожђа придође веома много водоника. Ово придлажење много водоника потпомажу протуберанције, јер и по спектрално-аналитичким испитивањима протуберанција од 18. Августа 1868. као и по сматрањима, која су по Жансеновој методи чињена, дознало се, да се баш протуберанције састоје поглавито из водоничних стубова са већом или мањом висином (види протуберанције).

Кад дакле један овакав водонични стуб од сунчеве површине полети и избије до у сунчану атмосферу, то долази он у најдубљем слоју у додир поглавито са паром гвожђа, са којом се водоник не може да сједини због врло велике температуре у том слоју. Наскоро пак доспева водонични стуб и у оне слојеве, где се у већој количини налазе и гвожђе и кисеоник и где су због ниже температуре хемијска једињена могућна. Овде се гвожђе, кисеоник и водоник једине и праве хрђу, која је, као што је познато земљасте природе. Земље се пак у опште теже топе од метала, и из овога можемо закључити, да и тачка топљена земаља мора лежати више но у метала, а то ће рећи, да се оно горе поменуто једињење, хрђа, не може налазити у ваздушастом стању, већ ће бити или *у течном или у чврстом стању*. По овоме дакле, мора се образовати мрка прашина од хрђе свуда, где год у опште водонични стубови могу да доспевају у довољно хладне слојеве у којима се находи кисеонично гвожђе; — на свима таким местима морају се дакле образовати и мрки облаци од хрђе. Тиме се понајпре објашњује образовање пега на сунцу но и мрка боја сунчаних пега.

Али већина протуберанција не може да доспе у слој кисеоничнога гвожђа и не може дакле да образује велике пеге; међу тим, мање количине водоника могу дифузијом и потиском (одоздо на више) од сунчеве атмосфере, да се истакну из ових ниских протуберанција, и да доспу и до кисеоничног гвожђа, па како ово бива у много мањој количини, но код протуберанција, то постају на овај начин само врло мале сунчане пеге или тако зване *сунчане поре*. Ове поре имају готово свуда услова за своје образовање, за то их и има врло много на сунцу и оне покривају целу сунчану површину као некаквим магловитим, местичавим и вијугавим омотачем.

Образовање сунчаних поре.

Ако се протуберанције налазе на мањем одстојању једна од друге, онда (особито ако је једна протуберанција много дужа), простор између њих прима у се много водоника, у томе случају бива једињење у великим размерама и тиме се образује густ већи облак. Овако постају *велике сунчане пеге* међу протуберанцијама.

Образовање великих сунчаних пеге.

По овој теорији дакле нису сунчане пеге ништа друго, до пеге од гвозденога оксид-хидрата (хрђе) на светлој сунчевој лопти и то пеге, које не морају да леже на самом светлом површју сунчевом, већ могу од овога да одстоје можда и за више хиљада миља.

Опажа се, да су све пеге окружене пламеним буктињама, које се састоје поглавито из водоника. Ово ће по свој прилици бити и узрок, што се пеге тако показују, као да имају удубљења, за која многи природњаци веле да су их на пегегама виђали.

Ако се каква пеге нагло на ниже креће (тоне), онда водоник, који се око ње налази, пада великом брзином у празан простор, који се овде образује, он се у томе простору шири па и хлади и тако ладнији водоник једини се са гвожђем и кисеоником,

Образовање нових пеге.

и тако постају *нове пеге*. Нове пеге везујући се са старима постају гушће и теже и падајући све брже и брже услед растења привлачне снаге сунчеве, добијају оне најзад тако велику живу силу, да и даље падајући могу оне да продиру и у саму сунчеву течну масу и тек ту ишчезавају. Кад оваква сложена пега доспе у температуру, која има можда 10000°C , то се она одмах разлаже на своје састојке и тако тек приспели гасови, морају одмах да се издижу, они се дакле услед потиска нечувеном

Образовање високих протуберанција. брзином скупљају опет у висину и то свакад тако, да опет међу њима најлакши и најекспанзивнији водоник *избија на више*. На овај начин као што лако схваћамо, могу пропадањем великих пеге да постају *високе протуберанције*, о којима је напред већ нешто речено.

Ако се ово објашњење слаже са природом ствари, онда протуберанције морају да су само прелазни створови и веома привремени облици, т. ј. оне и не могу трајати недељама месецима и т. д. Ово доиста и јесте у

Протуберанције су прелазни, привремени облици. ствари тако, јер Жансен тврди баш о протуберанцијама од 19. Августа, да су оне биле врло променљиве и да су се доцније једва неки трагови од њих у опште и показивали.

Осем свега овога, ако се ово мишљење о образовању сунчаних пеге колико толико приближује истини, онда мора оно очевидно са истом вероватноћом да обухвати и једанајестогодишњу периоду сунчевих пеге, о којој смо напред већ укратко казали. Научници нагињу да траже узрок једанајестогодишњој периоди сунчаних пеге ван сунца и тако га они приписују спољњем утицају. Пошто је земни магнетизам и сувише слаб, да би могао да произведе тако велико дејство, које би се и на сунчаним пегама могло опазити, то се мисли, да је једини Јупитер са својим једанајестогодишњим оптицањем око сунца, по свој прилици оно космичко тело, које на сунце

и његову атмосферу у већој мери може да утиче. До-
водећи у везу ово мишљење са оним што на земљи ви-
ђамо у приливу и одливу, нама овде и нехотице пада на
памет, да сравнимо дејство месечево на земљу (прилив и
одлив), управо на земљина мора, са утицајем Јупитеро-
вим, које овај вероватно може да има на још много по-
кретљивију сунчеву атмосферу. Осем тога, лако је могуће,
да Јупитер не дејствује само својом привлачном снагом као ко-
смичко тело, већ можда много јаче својим магнетизмом,
а како је вероватно, да магнетизам са хладноћом расти,
то по томе следује, да Јупитер може заиста имати и
много јачи магнетизам од наше земље. Магнетизам може
да дејствује само на гвожђе, па ако се дакле докаже,
да Јупитер утиче на једанајестогодишњу периоду сунча-
них пега, онда би и напред изложена теорија, (по којој
су сунчане пеге од хрђе гвожђа) добила за своје посто-
јање један основ више.

Објашњење једанајестогодишње
периоде сунчаних пега утицајем
Јупитерове привлаке но и дејством
његовог магнетизма.

У колико ће се ова теорија сложити са егзактним
стањем ствари у природи и да ли ће она некад постати
и непобитном истином, о томе има да реши будућност и
то тек након веома многих и свестраних испитивања и
истраживања сунчеве природе.

Рад сунчев.

104.

*Наука сматра сав живот на земљи као рад, као про-
извод сунчев. Ако боље о овој ствари размислимо, ми мо-
жемо лако да се уверимо и о истинитости овога тврђења.*
Сунце је узрок те се наша земља око њега окреће,
а отуда постаје, као што смо видели разлика у годишњим
временима и зонама на земљи; отуда с једне стране
зимска хладноћа, која нам нерве чвршћа и јача,
а отуда је рад сунчев.

Сав живот на земљи, све што силом овде на земљи и зовемо све је рад сунчев.

с друге стране и пријатно пролеће и летња топлота, која нам сазрева плодове. — Осем свега овога, све је што је видљиво на нашој земљи, све што силом у опште зовемо, па чак и до наше сопствене мишићне снаге и нервне моћи, — *све је то рад сунчев*. Кад ветар дува, окреће ветрењаче и тера лађе преко далеких мора и то је рад сунчев. Жива сила сунчевих зракова загрева ваздух на полутару и он се као разређенији и лакши пење у вис, услед чега са полова струји ваздух и на полутару се осећа као поларни ветар; а онај ваздух, који се непрестано пење он се показује у горњим пределима као полутарска струја и то у правцу ка половима. Ми видимо да су ова два главна ветра па и сви остали, само производи сунчеви, производи, којима је узрок сунчано загревање. Кад киша пада и увећава плодност наше земље или кад киша продирањем у земљу избије и јави се као текућа вода па тера и покреће воденице, покреће точкове на машинама у разним фабрикама и т. д. и то је као што се схваћа, опет рад сунчев. Јер сунчана топлота чини да вода испарава, жива сила сунчаних зракова претвара се у напонску (експанзивну) снагу водене паре, која ју издиже; нагомилани пак рад у овој воденој пари постаје за нас тек онда корисан, прави рад, кад пара испустивши топлоту своју у овај светски простор почне на земљу падати. Али и онда, кад се безбрижно и угодно на пароброду возимо или кад на жељезници са великом брзином прелетамо од вароши до вароши, — опет и пароброд и жељезницу покрећу претворени, преображени сунчани зраци — и то је дакле рад сунчев. Јер топлота, која нам пару производи, долази као што знамо од сагоревања угљеника, од једињења угљеника са кисеоником. Да су ова два елемента пре тога била сједињена, не би се никаква снага у поменутом случају ни могла произвести. Произвођење снаге долази дакле отуда, што се угљеник у слободном стању налази. Међу тим,

угљеник се налази у слободном стању само утицајем сунчевим, јер биље постаје тек утицајем сунчаних зракова пријемљиво и оно тек услед њих црпе и одваја угљеник на угљене киселине. Ова жива сила сунчаних зракова налази се као нагомилан рад у форми хемијскога сродства у кисеонику и угљенику и при једињењу ова два елемента производи се топлота, која тера пароброде, локомотиве и окреће точкове у фабрикама и разним радионицама. Но исто се тако и рад људи и животиња састоји из преображених сунчаних зракова и он је рад сунчев, јер се и он оснива на слободном стању угљеника и кисеоника. *Лудвиг* је показао, да венозна крв, која је прошла кроз мишић, који није радио, има још 7.5% кисеоника, а на против да сав кисеоник губи, ако прође кроз скупљен мишић, дакле мишић који је нешто радио. Из овога сљедује, да се и рад људски оснива на потрошку кисеоника, т. ј. на једињењу кисеоника са угљеником. Осем свега овога показали су и други природњаци, да човек, који ради, производи више угљене киселине, но што би се морало при каквом парном казану сагоревањем угљена произвести, те да се *исти онолики човечији рад* са каквом парном машином сврши. По овоме дакле, оснива се и људски и животински рад на сагоревању угљеника, и не може нигде никакав рад ни да се изврши, где се није ма и најмање угљеника сагорело. У тропским се пределима напред поменуто још боље увиђа, јер људи имају тамо толико топлоте, да им унутрашња топлота и не треба; с тога се тамо у опште релативно мање угљеника и сагорева, једињење његово са кисеоником тамо је незнатно и с тога могу људи тамо само мало и да раде. Негдашње чуђење, што су тропски становници троми и више се одају рахатлуку, заменуто је данас објашњењем, да је тропска тромост нешто са свим природно и на природним законима основана.

Али не само да сунце ради тада, кад се велике масе покрећу, оно ради и тада, кад ми помоћу телеграфа саопштавамо кретања нашега мозга. Јер електрина постаје. као што знамо, сагоревањем цинка, који се тек посредом угљеника ослобођава од кисеоника, — дакле опет услед сунчева рада. Из свега овога видимо дакле, да сунчани зраци чак и наше мисли од места до места преносе.

Све је ово што смо досад укратко навели и што тврди већ напред исказано мишљење: да је сунце извор свеколикога кретања — свеколикога живота, резултат науке на њеном, данашњем ступњу. Ово је истина тековина науке у њеном данашњем стању, али и тековина таква, коју је научно око тек назрело и која има још даљим и свестранијим испитивањем сунчеве па и целокупне природе накнадно, да се још јачим разлозима и резултатима испитивања потврди.

Произвођење и одржање сунчане топлоте, мишљење о будућности сунчевој.

105.

Ми смо до сад, објашњавајући појаве на сунцу у опште, изоставили нешто, што је управо од највеће важности за земљу и за нас, а да не говоримо и о осталим планетама у овом светском простору, — т. ј. ми до сад нисмо казали ништа о томе, како постаје сунчана топлота или бар о томе, како се она одржава, другим речима, ми до сад нисмо прговорили ни једне речи о економији сунчевој. Зато хоћемо сад да поставимо себи и ово питање: како се сунчева топлота производи и како се она на једној мери одржава, ако је то заиста у опште случај. — Ми ћемо дакле да прегледамо биланс сунчев у онолико, у колико је ово према данашњем ступњу науке у опште могућно.

Истина је, да је произвођење сунчаних пеге донекле у вези са сунчевом топлотом, јер сунчане пеге (ако се напред изложена теорија потпуно и докаже) постају као што смо видели разхлађењем, при чему сунчева атмосфера своју топлоту зрачењем предаје светскоме простору; осем овога видели смо, да се сунчане пеге и хемијским једињењем могу да образју, т. ј. оне могу као и сва друга хемијска једињења такође да произведу топлоту. Али опет и ако је све то тако, не може се са основом ни помислити, да се само тим поменутиим хемијским једињењем може да производи потребна годишња топлота, која по Хелмхолцу износи преко 3000 квинтилина калорија. Ако би хтели ово себи ма и приближно да објаснимо и представимо, т. ј. ако би хтели да узмемо, да сунчана топлота постаје само хемијским једињењем, дакле сагоревањем угљеника, то би морали претпоставити и то, да у години дана свуд на окол окол сунца сагорева угљени слој, чија би дебљина морала бити бар 3 до 4 географске миље.

Први извор. Произвођење сунчане топлоте хемијским једињењем.

Одавде може лако да се закључи, да би сунце, кад би оно само од угљена било, (који свуд у наоколо гори) у течају од 5—6000 година, са свим изгорело; — оно би се пред нашим очима (ако тако можемо да кажемо) све мање показивало и најпосле би са свим ишчезло.

Али, како се до сада овакво знатно смањивање није приметило, то из овога се види, да ни ова горепоменућа претпоставка не може опстати, што значи, да се сунчева топлота не производи само хемијским једињењем. Осем овога доказана је ствар, да се средња температура Палестине, од Мојсијевог времена па на овамо није ни уколико променила и отуда сљедује, — да се ни температура сунчева од тога доба па до данас уколико није променила, а кад је то, онда

Сунчева се топлота не производи само хемијским једињењем.

такође ни на основу

свега овога, можемо да закључимо са свим разложно, да на сунцу постоји још једнако и други какав узрок, који сунчани жар производи.

Да би тај узрок пронашли, ми ћемо да поменемо ово што сљедује. По *Кант-Лапласовој* теорији о постању света, која теорија још важи и која је и спектралним испитивањима сунца и звезда некретница нове потпоре добила, био је наш сунчани систем у почетку само исконска магла, дакле као каква магловита, а при томе и гр-

Напомене о *Кант-Лапласовој* теорији *Кант-Лапласо-вој* теорији *Кант-Лапласо-вој* теорији
 дно велика маса, која се кроз билионе миља протезала и која се у сљед опште привлаке која васионом влада, све више и више сгушњавала, док се није најпосле образовала и сунчана лопта од које су планете, све без разлике укупно узете, тек само веома мали делови. Ако са овом теоријом доведемо у везу правило (закон) новије физике, које правило гласи, да се *трошењем топлоте производи рад и обрнуто*, да се *свуда, где је ма какав (иа и најмањи) рад свршен образује топлота*, онда можемо себи објаснити образовање сунчаног жара веома лако овако.

Кад се елементи (материја), који се у опште привлаче, удале један од другог, онда се при овоме очевидно свршава извесан рад или боље, при томе се очевидно троши нека количина топлоте. Обрнуто пак у оним масама, које су једна од друге много удаљене, налази се *нагомилан рад* и ако се овај рад утроши, т. ј. *Основа по механичкој теорији топлоте.* ако се масе приближе једна другој, онда мора очевидно на место рада, да се образује топлота, која томе раду одговара. Из физике је познато, да ово произвођење топлоте бива тако, да сваких 424 килограм-метра рада производе по једну калорију, т. ј. за сваки килограм тежине, који се привлачноме центру за 424 метара приближује, образује се толико топлоте, да се њоме може да загреје један килограм воде од 0° до температуре од 1°С. Из овога сљедује, да се и сгушња-

вањем оне напред поменуће искомске магле, особито пак при прелажењу њеном у течном или чврстом стању, морала произвести неизмерна количина топлоте.

Други извор. Сгушњавањем искомске магле могла се произвести неизмерна топлота.

Ми знамо приближно колика је маса нашег сунчаног система а можемо да израчунамо опет приближно тачно и волумен искомске магле, и ми би на тај начин могли дакле да нађемо приближно и ону топлотну количину, која је произведена сгушњавањем оне искомске магле. Хелмхолц је израчунао и нашао, да би нагло сгушњавање искомске магле до садањег волумена произвело целој сгуснутој маси температуру од 28 милиона ступања Целзијевих. Али у ствари ово сгушњавање није било нагло, оно није било на један пут, али ово опет при свем том нема никаква утицаја на произведену топлотну количину. Због полаганог сгушњавања морала је бити и површина кроз много времена, много већа но што је сунце сада има и она је дакле зрачењем пуштала у сљед тога велику количину топлоте у светски простор, и отуда сљедује, само то, да сунце нема данас онако високу температуру, као што смо горе напоменули. По Хелмхолцу сгушњава се сунце и ако незнатно, опет још једнако, још једнако се дакле образује топлота а троши рад. Хелмхолц доказује, да је скупљање сунчево за $\frac{1}{10,000}$ део од свога досадањег волумена довољно, те да произведе нужну сунчеву топлоту за пуних 2000 година. Кад би пак сунце, као што је сада велико, било тако густо, као што је наша земља, дакле кад би оно било 4 пута гушће но што је сад, то би се тиме по Хелмхолцу произвела толика топлота, да би она за 17 милиона година довољна била.

Незнатно сгушњавање сунчеве масе траје још једнако.

Ми не треба никако да се плашимо, да ће се сунце скоро угасити, бар не за најближе хиљаде година, и то тим пре не, што је вероватно, да сунце црпе своју то-

плоту још и из једног другог извора, а то су светска тела што падају на сунце. Ову је теорију поставио *Др. Мајер (Mayer)* из Хајлброна, који је управо и положио темељ новијој физици а у смислу механичке теорије топлоте.

У нашем сунчаном систему има понајвише метеорита и озвездина. И ако се у обичним ноћима не виђају многе озвездине, (од прилике свакога четврт сата по једна) то се појављују оне у неким ноћима, као н. пр. 1. Августа и 2. Новембра у тој мери, да их има по више хиљада (често пута више и од стотина хиљада). Ове су озвездине мала светска тела, која се у веома великом броју не само појединце, већ и као веома велики ројеви, готово у виду прстенова око нашега сунца окрећу, а можда и ван сунчаног система у овоме превеликом светскоме простору тамо и амо лутају.

Метеорити и озвездине могућан извор за сунчану топлоту.

Метеорити и озвездине могућан извор за сунчану топлоту.

Кад се ови ројеви нашем сунчаном систему ближе, онда их овај привлачи у се. Приближе ли се ова тела каквој планети, онда их планета привлачи и та тела падају на дотичну планету. Ма да су сва ова тела у опште мала (она имају тежину и од по неколико килограма) опет има их међу њима и таквих, која су и врло велика. У Перу и Бразилији нађена су два метеорита од по више хиљада килограма.

Па да видимо сад шта бива, кад какав метеорит на земљу падне.

Примера ради да узмемо, нека је метеорит врло велики и нека има тежину од 8310·4 килограма и при томе нека пада са брзином од 100 метара на земљу. Маса је тога тела 848 килограма а његова жива сила по једначини $\frac{M}{2} v^2 = \frac{848}{2} 100^2 = 4,240.000$ килограм-метара, што претворено у топлоту, даје 10.000 калорија. При падању тела на сунце, морао би поменути метеорит, пошто је привлака сунчева 28 пута већа, имати и 28 пута

већу брзину, дакле брзину од 2800 метара, а Падом метеорита на земљу производи се топлота.
како жива сила па и температура зависе од квадрата брзине, то би морала у овом случају и произведена топлота бити 28^2 пута већа од горње или 784 пута већа од оне горње, т. ј. она би дакле износила 7,840.000 калорија.

Ми смо горе узели, да је брзина са којом метеорит на земљу пада врло мала, јер смо узели да метеорит само за 10 секунда пада, да дакле он са висине од 500 метара ка земљи полази.

Но ово није и у ствари овако. Земља дјејствује на метеорите и на много већем одстојању. Она може да привуче метеорите, само ако им тангенцијална сила није са свим велика и на одстојању (на висини) од 50, 100 па и 500 миља. У овом последњем случају добио би метеорит брзину од једне миље, — дакле од прилике 70 пута већу брзину од оне, коју смо ми напред претпоставили били. За сунце пак, где је круг привлаке много већи и за горепоменуто одстојање од 500 миља (које је за сунце веома незнатно) била би брзина са којом би метеорит на сунце падао од прилике 28 миља и на сунцу би такав метеорит произвео толику количину рада, да би она дала око 78.400 милиона калорија. Ова је топлотна количина веома незнатна према топлоти, коју сунце у течају једне године зрачењем од себе издаје. Ако ми узмемо у обзир и већи круг сунчеве привлаке онда би смо добили опет само тек билионе калорија, ма да би за произвођење годишње сунчане топлоте од 3000 квинтилина калорија, требало да падају на сунце трилиони метеорита и озвездина.

Планете са својим масама не би биле довољне да произведу својим падом горепоменуто топлоту, која се из године у годину троши. Кад би земља на сунце пала, она би произвела нужну топлоту једва за 90 година.

Као што се види, ми смо у размишљању о трећем извору за сунчану топлоту дошли дотле, да нам треба још да сазнамо или бар да добијемо појам о броју метеорита и озвездина. У опште изгледа, као да је број ових тела у нашем сунчаном систему веома велики, јер ако видимо рачун само о онима, који на земљу падају, онда их је већ милионима до сада опажено а ми их видимо опет тек само тада, кад се с нама готово додирну т. ј. тек тада, кад почну да крстаре по атмосфери наше земље. Из овога сљедује, да ће број оних, које ми не видимо још много већи бити. Но осем тога, број се ових светских тела непрестано увећава. По *Леверујеру* (Leveriere) дошле су озвездине (ројеви) много доцније од прстенова и као да је светски простор ван нашега сунчаног система пун ових малих озвездина, које наш сунчани си-

Метеорита, озвездина има у васиони веома много и сунце их у се привлачи. систем у пролазу као своју храну лови, или другим речима у се привлачи. Најпосле по најновијим испитивањима излази као вероватно, да и саме комете нису ништа друго до озвездински ројеви или ако не то, оно бар да и оне, садржавајући много малих светских тела у себи, при улазу у наш сунчани систем та тела губе, те ова падајући, на земљу, али много више на сунце могу да потпомажу одржавање његове топлоте. Што се броја тих тела тиче, тај се не може ни приближно одредити.

Кеплер је казао, да је број комета већи од броја риба у мору, а како сваке године по неколико нових комета у наш сунчани систем улазе, то је вероватно, да се број метеорита сваком годином увећава. Но, ма колики био број метеорита јасно је то, да метеорити, па кретали се они или појединце или у ројевима или у виду прстенова око сунца, трпе у своме кретању отпор, успоравање од етера, који им живу силу слаби, — они се дакле ушав у сунчани систем крећу све спорије а усљед тога их опет сунце све јаче и јаче привлачи. Они се, и ако се даље

крећу, приближују сунцу све више и више, они описују дакле око сунца све мање и мање кругове или елипсе и тиме се све јаче и јаче сгушњавају и тако се у виду густог прстена, који је препун малих светских тела, витлају у равнини сунчевога полутара.

Усљед успоравања метеорита сунце их све јаче и јаче привлачи.

Светлост њихова виђа се или одмах после захода или пре сунчевог исхода над хоризонтом и зове се *зодијакална светлост*.

Према овоме лако је могућно, да из горепоменутога прстена из године у годину падају хиљадама а и милионима малих светских тела на сунце, и тиме потпонамжу одржавање топлоте; — али, да овај прстен може да даје сунцу трилионима тела, и то од тежине, која прелази неколико хиљада килограма, то изгледа као невероватно. И ако је могућно дакле, да метеорити приносе одржавању сунчеве топлоте, — опет неће бити могућно, да је они потпунце или боље свеколику, која је из године у годину потребна и производе и са свим тачно надокнађују. Осем тога, како се не може никако претпоставити, да је број метеорита бесконачно велики, то онда није невероватно, да ће и ово падање метеорита и комета, један пут морати престати. Но исто тако неће се ни сунце до у бесконачност сгушњавати моћи, — и усљед овога излази, да ће и онај напред поменути извор за сунчеву топлоту морати такође некад да засуши — и сунце ће, после свега овога на сваки начин још неколико хиљада година грејати и светлити својим сопственим жаром и кад ово буде прошло, онда ће се сунце *можда* угасити, оно ће се *можда* охладити, — а са сунцем и цео наш сунчани систем па и цео живог појединих планета у њему.

Поменути топлотни извори не докнађују свеколику сунчеву топлоту што оно из године у годину излаје.

Но ово ће пак моћи да буде тек после веома дугога времена. У томе ће времену светски етар својим успоравањем потрошити и сву живу силу планета и ове

Мишљење о будућности сунчевој и сунчаногa система. ће, услед тога попадати на сунце, и оно ће се, пре тога охладнело и као каква ледена лопта, опет за неколико хиљада година загрејати, оно ће опет засветлити, па ће се и овај нови жар, у овоме бесконачном светском простору најзад опет потрошити.

После свега овога, а на основу теорије *Клаузијеве*, неће више бити никаквих природних појава, — васиона Могућан крај ће сва подлећи једном једитом закону, занашега света. кону инерције; све ће стати, сав ће се живот угасити и све, што се до тада кретало, све ће се окаменити и остати само као хладни а величанствени споменик некадањегa бујнога живота.

Резултат до кога је *Клаузије* дошао, као што видимо, не указује нам далеку будућност сунчеву и целога сунчаногa система у ружичастој боји, али тај исти резултат и ако на први поглед *може да изгледа мало прерано* веома јасно исказан, опет је вероватан и основан и на ладним и неумитним фактима, која бар овде на нашој планети имамо сваки час да опажамо; — *ми смо навикнути да сматрамо све на овоме нашем свету као промени подложно и као прелазно, па ће зар тако бити и у целога сунчаногe систему.*

СЕДМИ ДЕО.

XIV. Главне планете.

Привидно кретање планета.

106.

Планете се разликују од осталих звезда својом мирнијом а и од чести и слабијом светлошћу но и тиме, што се на свима (и то онима које се голим оком видети могле), показује колутаст облик па виђају и фазе (мене) као што их и на нашем месецу виђамо. — Осем овога међају планета мање или више, спорије или брже и свој положај према другим звездама на небескоме своду. Планете разликујемо и по њиховој светлости. У светле планете рачунају се: *Венера, Марс, Јупитер*, у слабије светле *Сатурн* и врло ретко голим оком видљив *Меркур*. *Телескопске* су пак планете: *Уран, Нептун, Церес, Палас* и остали тако звани Астероиди или Планетоиди.

Привидни је ток планета много неправилнији од сунчевог и месечевог. У опште крећу се и планете у правцу од запада ка истоку, али, док се сунце и месец прилично једнако крећу, крећу се планете некад брже, Природа пла- а некад спорије, док се привидно не учини, нетскога кре- као да стоје; за тим крећу се оне по кад тања. кад и назад, дакле од истока ка западу и то све брже и брже, док опет не почне брзина да опада и не наступи опет привидно мировање. Ово мировање има у неку руку да се сматра као посредник, те да планета почне да се креће опет у пређашњем главном правцу, дакле од запада ка истоку.

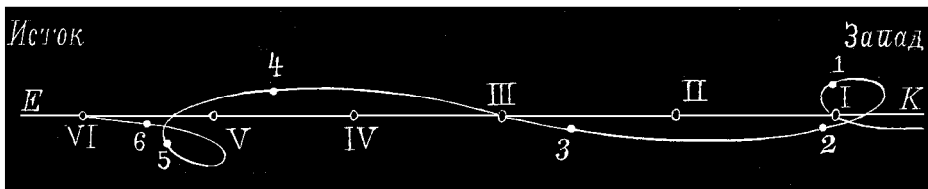
Кретање је планета у главном двојако.

Оно кретање, које бива у једном правцу *напред* од запада ка истоку, оно се зове *директно, напредно* кретање; оно пак кретање, које бива у против-напредно и назадно кретање планета. зове се *назадно* или *ретроградно* кретање. Напредно кретање разликује се од назаднога још и тиме, што оно свакад много дуже траје од овога последњега.

При планетскоме кретању изгледа, као да су само пролази кроз еклиптику правилни. Време између два једно за друго сједећа пролаза кроз једну и исту укрсницу (или ♄, или ♃) остаје свакад исто, па кретала се планета напредно или назадно, убрзано или успорено. У исто време, поред неправилности у кретању опажа се и знатна разлика у величини планетскога привиднога пречника. Код планете Марса мења се овај пречник међу границама 4" и 22" и при овоме се опет показује, да се планете при свом најбржем напредном кретању показују свакад најмање, а при свом најбржем назадном кретању показују као највеће.

Слика 83. показује *привидно кретање* 1, 2, 3, 4, 5, 6 планете Меркура, које је од 18. Фебруара па до 18. Јула у 1875. години и то од месеца до месеца дана сматрано. У исто доба на истој је слици представљено и кретање сунчево по еклиптици и то бројевима I, II, III, IV, V, VI

Привидно кретање планете Меркура.



Сл. 83.

Еклиптика *ЕК* узета је на горњој слици као основна линија и она је представљена правом, по којој се креће

сунце готово једнаком брзином; међу тим се креће планета привидно по кривој линији 1, 2, 3, 4, 5, 6 (ови бројеви представљају поједине положаје). Из слике се види, да се планета при прелазу путова 12, 23, 34, 45, 56, креће неједнаком брзином, јер су путови за једнака времена пређени неједнаки. Од положаја 2 до 4, као и од 5 преко 6, креће се планета са сунцем у истом правцу, дакле *напредно* од запада ка истоку и то брже од сунца; на против у савијутцима путањиним и то близу положаја 1 и 5, креће се планета у противном правцу према сунцу дакле *назадно*, од истока ка западу. У положајима између 1 и 2 и између 5 и 6 чини се, као да планета прати сунце са једнаком брзином и ово се стање назива *застајивање планетино*. У положајима 1 и 5 показује се планета са својим највећим, а у положајима између 3 и 4 показује се она са својим најмањим пречником.

Централно кретање око сунца; подела планета по њиховом положају према земљи.

107.

Планете стоје што се тиче свога окретања око сунца у сличном односу према њему као и наша земља. И планетама служи сунце као центар кретања и као њихов извор како за светлост, тако и за топлоту. Но и ако кретање планета геоцентрички сматрано, изгледа неправилно, опет је оно хелиоцентрички сматрано, *потпуно правилно*.

Кретања су планетска око сунца потпуно правилна.

Све се планете крећу близо око еклиптике, од које се само за неколико ступања удаљују.

Све се планете у свом напредном кретању приближују сунцу, дакле од запада, ишчезавају за тим у сунчаним зрацима, те да се доцније опет пре сунца појаве, дакле од истока.

Кад гледамо планету са земље E , онда она може очевидно да се налази између земље и сунца, дакле у положају D , али при томе може да се налази и сунце између земље и планете. Кад је ово последње случај, онда се планета налази у G .

Кад је планета у D , онда се каже, да је она у доњој конјункцији, кад је она у G , онда се каже, да је у горњој конјункцији са сунцем. При овоме своме кретању пролази планета са земље гледана или над сунцем или испод њега, но дешава се и ако ређе, да планета прелази баш привидно и преко самога сунчевога колута и ово се зове *прелаз планетин*.

Доња и горња конјункција и прелаз планетин.

Доње планете свакад су близо до сунца и ако се оне рађају пре од сунца онда се зову *зорњаче*, а ако залазе доцније од сунца, онда се зову *вечерњаче*. И ако се ови називи могу да однесу на све доње планете опет се обично примењују они на Венеру, јер се она од доњих планета најчешће и голим оком виђа. Ако са земље гледамо ма какву доњу планету, онда је јасно, да се она не може никад даље да покаже, дакле ван положаја, који одређују тангенте повучене са земље E на путању планетину, т. ј. доња планета не може да се укаже ни ван тангенте EA даље на лево, ни ван тангенте EM на десно. С тога се и каже, кад се планета налази или у A или у M да она онда има највећу елонгацију и то има она у положају A највећу источну, а у положају M највећу западну елонгацију. Највећа је елонгација такође карактерна за доње планете. С погледом на напред поменуто, кад је планета у A онда се она зове *вечерњачом*, а кад је у M онда се зове *зорњачом*. И из слике 84. види се, да је кретање планетино у правцу од M преко G ка A *напредно* (дакле од запада ка истоку) а кретање од A преко D ка M *назадно* (дакле од истока ка западу). У близини код тачака A и

Стационарно стање планете. *M* чини се, као да планета застаје и то с тога, што се она за неко време креће у правцу тангената *EA* и *EM* и кад год је ово случај, онда се каже, да је планета у то доба *стационарна*.

Доње су планете само Меркур и Венера чије путање обухвата путања наше земље.

Оне планете, које могу да дођу са сунцем у опозицију и у *квадратуру*, зову се *горње планете*. Ми смо

видели шта је опозиција и квадратура и овде Карактерне особине горњих планета. ћемо само још да напоменемо ово. Јасно је, да ће према појму о опозицији, моћи да дођу

у овакво стање само оне планете, које су од сунца даље, но што је наша земља и то су: Марс, Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун. Само према овима планетама могуће је да се земља налази између сунца и планете. Доње планете не могу никад да дођу у опозицију са сунцем. Што

Природа кретања горњих планета. се тиче горњих планета, оне су у близини конјункција напредне, у близини квадратура за кратко време стационарне, а у близини опозиција, показују се као назадне у своме кретању.

Све планете сијају са поларисаном светлошћу т. ј. сијају као тела, која само одбијају светлост добивену од

Све планете сијају добивеном светлошћу. других тела. Сунце је светлосни извор и за горње планете као што знамо и ово се доказује тиме, што је њихова светлост све слабија, што су оне од сунца даље но и тиме,

што ово и њихов спектар потврђује. С тога, што је светлост на све већем удаљењу од сунца све слабија, с тога се и рачуна већ и Уран у телескопске планете.

Но осем овога, треба у опште говорећи да поменимо и то, да се на доњим планетама могу да посматрају и мене, исто онакве, као год што виђамо и у нашега месеца, које су свакад извесним положајем према сунцу условљене. Но осем мена, опажа се још нешто при кретањима планетским, особито ако узмемо у обзир и месец

наше земље. Удалења су планетска од земље већа но што је удалење месечево од ње, и с тога месец може у извесним приликама да их при-
 видно покрије или заклони. Овакво се стање зове *окултација*.

Мене планета
и месечева
окултација.

Доње планете.

108.

Доње су планете Меркур и Венера и карактеришу се на небеском своду тиме, што се оне при своме окретању око сунца преко извесних граница никако не удаљују. Ова је граница за Меркур 29° , за Венеру 47° . У овом случају налазе се оне свакад и најдаље од сунца, дакле имају, као што смо напред видели своју *највећу елонгацију*, и зову се према положају своме зорњачом и вечерњачом. Меркур је врло близо сунцу и стога се он голим оком врло ретко виђа, а кад се види, он се види само за кратко време, у осталом слаже се његово кретање са кретањем Венериним потпуно, и зато је довољно за разумевање кретања доњих планета у опште, да се упознамо са кретањем планете Венере. Таблица VII. показује привидно оптицање Венере (●) од половине месеца Децембра 1875. године па до почетка Новембра 1876. године, на којој су поради сравњена и свагдашњи положаји сунчеви (☉) обележени а у интервалима све од једнога месеца до другога. Венера се налази, као што се види како над тако и испод еклиптике *ЕК*, дакле северно а и јужно од ње. До почетка Јуна, прелази Венера готово половину полутара (тачније само 170°) у правцу од запада ка истоку; од 9. Јуна до 23. Јула креће се она назадно тако, да јој се ректасцензија за 18° смањује, и пошто је на свом путу направила савијутак, продужава она опет свој пут ка истоку и иде сад за сунцем, које је у то доба за извесну дужину већ измакло. За време прве половине године све до 2. или 3. Јула,

показује се она као вечерњача, (јер залази сваки дан доцније од сунца), а за остало време види се она као зорњача (јер се сваки дан раније рађа од сунца). У месецу Априлу и то 23. има она своју највећу источну, а 10. Септембра своју највећу западну елоганцију од сунца (у првом случају $45^{\circ}32'$ а у другом $46^{\circ}8'$). Најпосле треба да поменемо још и то, да Венера сија најјаче као вечерњача 28. Маја, а као зорњача 6. Августа.

Да би себи ово привидно неправилно кретање Венерино објаснили, ми ћемо да га сравнимо са сунчевим кретањем по еклиптици. Венера је од прилике крајем Октобра 1875. године прошла кроз еклиптику у укрсници спуштања, и она се налази дакле усљед тога око 18. Децембра исте године јужно од еклиптике; 16. Фебруара 1876. пење се она, а 9. Јуна спушта се опет, док најпосле 29. Септембра не почне опет да се пење пролазав кроз еклиптику.

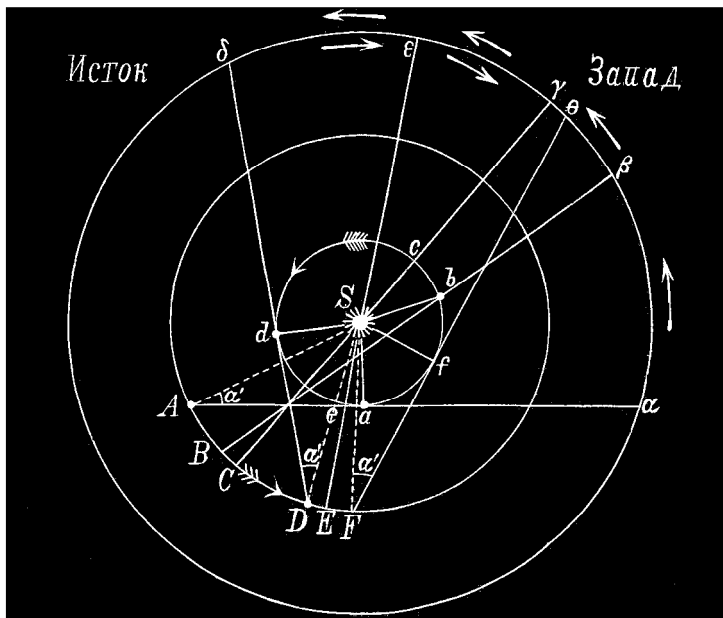
Време између два пролаза кроз укрснице пењања или спуштања износи тачно 224.7 дана. Ово време протиче и између 23. Децембра и 5. Августа, кад Венера има своју највећу јужну, а тако исто и између времена 14. Априла и 24. Новембра, кад она има своју највећу северну хелиоцентричку ширину ($3^{\circ}23,5'$ у оба случаја). Венера се креће дакле по путањи, која земљину путању у правилним временим интервалима сече, и ка поменутој путањи извесни нагиб задржава.

Објашњење напредног и назадног кретања доњих планета.

109.

Да би напредно а тако исто и назадно кретање доњих планета (Венере или Меркура) објаснили, ми ћемо се послужити сликом 85. на којој је, поред кретања земљиног (по кругу *ABCDEF*) представљено и кретање (по

кругу $deafbc$) ма које доње планете око сунца. На слици је узето, као да се и земља A и планета a (Венера или Меркур) крећу по концентричним круговима око сунца S и ово је учињено само простоте ради. У исто време обележена су на поменутој слици и то на трећем кругу



Сл. 85.

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon$ и места, у којима би се планета показивала каквом сматраоцу са земље гледана. Осем свега тога, означени су одговарајућим латинским великим и малим но и са грчким писменима и одговарајући положаји земљини и планетини, па су и привидна места планетина побележена. У a (α) налази се планета у својој највећој западној елонгацији од сунца. Она се тамо показује као зорњача. При помицању земљином од запада ка истоку дакле од A ка B и помицању планетином у истоме правцу, али од a ка b приближује се Венера сунцу привидно и продужава ово своје напредно кретање преко c (γ), дакле преко

Подробно објашњење напреднога и назаднога кретања доњих планета.

своје горње конјункције и даље, при чему она прелази најзад са западне стране на источну страну од сунца и мало по мало почиње да се показује као *вечерњача*. Даље крећући се, доспева Венера најпосле у своју највећу источну елонгацију од сунца, а то је у тачци d (δ). До сад је, а усљед тога, што су се и земља и планета једно од друго удаљавале непрестано, расла привидна брзина на небу, а од сада (од тачке d) па даље, смањује се ова привидна брзина, јер се у правцу од d ка e крећу и земља и планета у истом правцу, и наскоро ступа планета између d и e у једну тачку, у којој тангента са земље повучена, додирује путању планетину. Ту планета *застаје*, т. ј. она се за неко време показује као *стационарна*. Кад планета пређе тачку застајивања, онда она почиње да се креће *назадно*, јер је њена брзина у правцу, који је супротан правцу у коме се сунце привидно креће, сад много већа од земљине брзине. При даљем кретању изгледа, као да се планета нагло сунцу приближује и пролази у тачци e (ϵ) кроз своју доњу конјункцију, и показује се дакле опет као *зорњача*. Пошто је и другу тачку застајивања између a и f прешла, ступа она опет у f (θ), дакле у положај, где има своју највећу западну елонгацију, а одавде се опет понавља описано кретање. Из слике се види, да се кретање доње планете састоји у напредном прелажењу угла или боље лука $\alpha\delta$ у правцу привиднога сунчевог кретања, (што показују стрелице ван трећег круга означене) а за тим опет и у назадном прелажењу угла или лука $\delta\theta$, (што показују стрелице означене по унутрашњости поменутога круга).

Углови $a\hat{A}S$, $d\hat{D}S$, $f\hat{F}S$, који су међу собом једнаки и равни α' , дају највећу планетину елонгацију од сунца и из тачнијег њиховога сматрања, добијамо ми приближно и одстојање планете од сунца. Ми добијамо очевидно за то одстојање из троугла aAS :

$$\frac{aS}{AS} = \sin \alpha' \quad \text{или} \quad aS = AS \cdot \sin \alpha.$$

Ако узмемо да је средње одстојање земљино од сунца у округлом броју 20 милиона географских миља, онда добијамо за Меркур, где је $\alpha' = 29^\circ$:

$$aS = 9,096.000 \text{ географ. миља.}$$

За Венеру, за коју је $\alpha' = 47^\circ$ добијамо :

$$aS = 14,853.000 \text{ географских миља.}$$

У ствари је пак одстојање Меркурово од сунца и то средње одстојање његово: 8 милиона географ. миља, а Венерино 15 милиона географ. миља.

Време оптицања; тачке застајивања.

110.

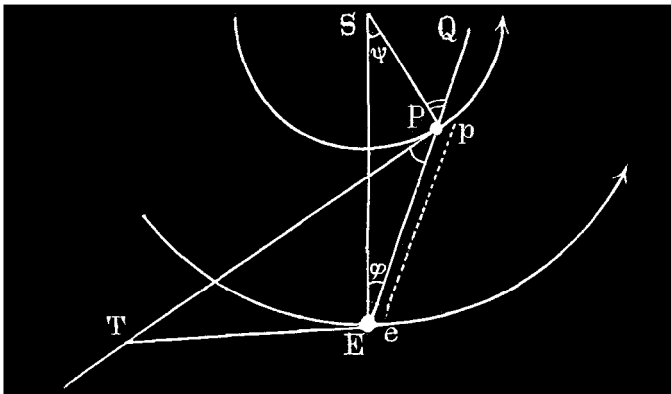
Под звезданим временом оптицања, видели смо, да се разуме у опште време, између свака два једно за друго следећа пролаза кроз једну и исту укрсницу. Ова времена пролаза не зависе од узајамног нагиба еклиптике према равнини планетине путање, јер се она тим нагибом нити покраћују нити продужују, и могу с тога са великом тачношћу да се посматрају.

Звездано је време оптицања за Меркур приближно тачно 88 дана, а за Венеру $224\frac{2}{3}$ дана. Ова се времена у многоме разликују од синодскога времена, т. ј. од времена, које протиче између двеју једно за друго следећих највећих источних или западних елонгација или и једнаких (горњих или доњих) конјункција. Ова су синодска времена за Меркур 116, а за Венеру 584 дана. Према овоме су и брзине ових трију планета Меркура, Венере и земље са свим различне, и то у једном часу прелази Меркур 176000, Венера 128700 а земља 109500 километара. Међу тим, угаоне брзине ових планета имају се по реду као бројеви: 25:10:6. При доњој конјункцији (вчди слику 85.) дакле у *E*, е остављају доње планете

(и Меркур и Венера) земљу за собом и са земље гледане, крећу се планете усљед тога привидно назадно.

Тропско је време оптицања код планета као и код земље оно време, које протиче између два једно задруго сљедећа пролаза кроз пролећну тачку, и оно је за доње планете врло мало краће од звезданог и то је за Меркур краће само за 1, а за Венеру за 8 минута.

Да би определили тачке застајивања, ми радимо овако. Ми знамо да је у тачкама d и f , дакле у тачкама највеће источне и западне елонгације, (види слику 85.) привидно кретање планетино напредно, а да је у тачци e , која лежи између тачака d и f , дакле у доњој конјункцији то кретање назадно, и с тога очевидно морају да леже тачке застајивања између d и e као и између e и f . Ако је тачка P (слика 86.) тачка застајивања, то



Сл. 86.

ће, ако су Pp и Ee , у исто доба пређени елементи планетине и земљине путање, очевидно бити $PE \parallel pe$.

Ако означимо са $V(Ee)$ и $v(Pp)$ брзине, а са $R(SE)$ и $r(SP)$ полупречнике путања, које претпостављамо да су кружне и за земљу E и за планету P , то добијамо :

$$\frac{V}{v} = \frac{Ee}{Pp} = \frac{ET}{PT} = \frac{\sin T\hat{P}E}{\sin T\hat{E}P} = \frac{\cos S\hat{P}Q}{\cos S\hat{E}P},$$

јер је:

$$\angle TPE = 90^\circ - SPQ \text{ па и } TEP = 90^\circ + SEP.$$

Осем тога је, ако означимо угао SEP са φ , а угао ESP са ψ , из троугла ESP угао $SPQ = \varphi + \psi$ па дакле сљедује:

$$\frac{\cos SPQ}{\cos SEP} = \frac{\cos(\varphi + \psi)}{\cos \varphi}.$$

Из троугла SPE добијамо:

$$\frac{R}{r} = \frac{\sin SPE}{\sin SEP} = \frac{\sin(\varphi + \psi)}{\sin \varphi},$$

јер је угао $SPE = 180 - (\varphi + \psi)$.

Ако су количници: $\frac{V}{v} = n$, и $\frac{R}{r} = m$ познати, што ми овде претпостављамо, онда имамо за опредељење углова φ и ψ ове две једначине:

$$\sin(\varphi + \psi) = m \cdot \sin \varphi$$

$$\cos(\varphi + \psi) = n \cdot \cos \varphi$$

из којих се избацавањем угла φ добија понајпре:

$$1 = m^2 \sin^2 \varphi + n^2 \cdot \cos^2 \varphi$$

а одавде:

$$\sin^2 \varphi = \frac{1 - n^2}{m^2 - n^2} \text{ па и } \cos \psi = \frac{1 + mn}{m + n}.$$

До горњих израза долазимо овако. Из једначина:

$$\sin(\varphi + \psi) = m \cdot \sin \varphi \text{ и } \cos(\varphi + \psi) = n \cdot \cos \varphi$$

добијамо развијањем:

$$\sin \varphi \cos \psi + \cos \varphi \sin \psi = m \cdot \sin \varphi$$

$$\cos \varphi \cos \psi - \sin \varphi \sin \psi = n \cdot \cos \varphi$$

а ако их подигнемо на квадрат и саберемо онда следује

$$\cos^2 \psi (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) + \sin^2 \psi (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) = m^2 \sin^2 \varphi + n^2 \cos^2 \varphi$$

или

$$(\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) (\sin^2 \psi + \cos^2 \psi) = 1 = m^2 \sin^2 \varphi + n^2 \cos^2 \varphi,$$

но како је $\cos^2 \varphi = 1 - \sin^2 \varphi$ то је

$$1 = m^2 \sin^2 \varphi + n^2 (1 - \sin^2 \varphi) = m^2 \sin^2 \varphi + n^2 - n^2 \sin^2 \varphi = \sin^2 \varphi (m^2 - n^2) + n^2 \text{ или } 1 - n^2 = \sin^2 \varphi (m^2 - n^2)$$

откуда најзад:
$$\sin^2 \varphi = \frac{1 - n^2}{m^2 - n^2}.$$

Помоћу оних двеју првих развијених једначина дакле

$$\sin \varphi \cos \psi + \cos \varphi \sin \psi = m \sin \varphi$$

$$\cos \varphi \cos \psi - \sin \varphi \sin \psi = n \cos \varphi$$

добивамо најпре

$$\sin \psi = \frac{\cos \varphi \cos \psi - n \cos \varphi}{\sin \varphi}$$

и заменом у првој једначини:

$$\sin \varphi \cos \psi + \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} (\cos \varphi \cos \psi - n \cos \varphi) = m \sin \varphi$$

или

$$\sin^2 \varphi \cos \psi + \cos^2 \varphi \cos \psi - n \cos^2 \varphi = m \sin^2 \varphi$$

$$\cos \psi (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) = m \sin^2 \varphi + n \cos^2 \varphi,$$

па и

$$\cos \psi = m \sin^2 \varphi + n \cos^2 \varphi;$$

али како је: $\sin^2 \varphi = \frac{1 - n^2}{m^2 - n^2}$, то је због $\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$

и
$$\cos^2 \varphi = 1 - \sin^2 \varphi = 1 - \frac{1 - n^2}{m^2 - n^2}.$$

Заменом је:

$$\cos \psi = m \sin^2 \varphi + n \cos^2 \varphi = m \left(\frac{1 - n^2}{m^2 - n^2} \right) + n \left(1 - \frac{1 - n^2}{m^2 - n^2} \right)$$

па и

$$\cos \psi = \frac{m + n m^2 - n - n^2 m}{m^2 - n^2} = \frac{m(1 + n m) - n(1 + n m)}{(m + n)(m - n)}$$

а одавде најзад и:
$$\cos \psi = \frac{1 + n m}{m + n}.$$

За Меркур и земљу са обзиром на средње вредности $m = 1.5$, $n = 0.625$, имамо :

$$\cos \psi = 0.82; \quad \sin \varphi = \sqrt{0.3276},$$

дакле су углови :

$$\psi = 34^{\circ} 55' \quad \text{и} \quad \varphi = 18^{\circ} 49'.$$

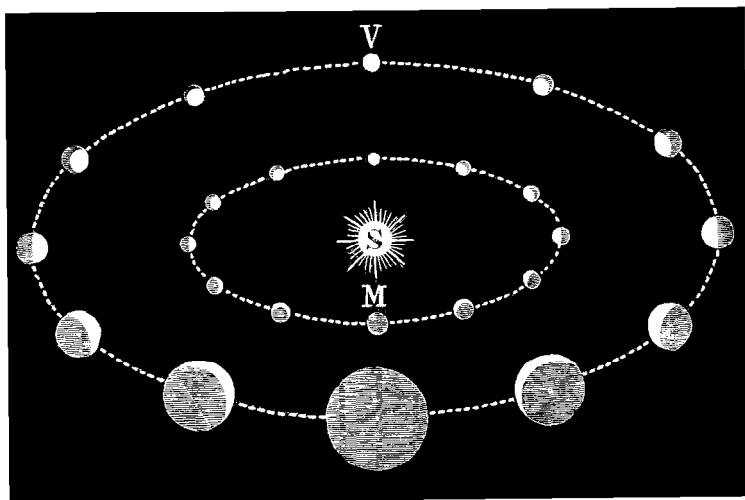
У ствари пак, (т. ј. кад не би претпоставили да је путања кружна) леже тачке застајивања за Меркур између 15° и 20° елонгације, а за Венеру готово за 29° од сунца. Најзад напомињемо, да се Меркур креће од прилике 22 дана, а Венера од прилике 42 дана назадно.

Фазе или мене доњих планета.

111.

Фазе или мене доњих планета показује нам слика 87. на следећој страни. Планете се показују као *пуне* (потпуне осветљене) само при њиховој горњој конјункцији, дакле у A ; *до половине осветљене* при њиховој највећој елонгацији од сунца у B и B_1 ; у *виду сриа* у њиховим положајима у C и C_1 и најпоследње *са свим мрачне* у њиховој доњој конјункцији, дакле у положају D . На Венери се опажа још и особита променљивост њенога сјаја, који зависи од њене привидне величине. Она се показује као најсветлија тада, кад је у напредном кретању и кад јој је елонгација од сунца 40° .

Слика 88. (на страни 353.) на којој представља S сунце, M Меркур, V Венеру, показује нам фазе Венерине и Меркурове за време једнога потпунога оптицања око сунца и то, разуме се онако, као што се те мене са земље гледане показују. Венера се при своме оптицању приближује земљи до на 5 милиона географ. миља и то у доњој конјункцији, а на против удаљује се она од земље у горњој конјункцији, највише до 34.5 милиона миља. Венера се приближује у горњој конјункцији



Сл. 88.

Прелазни доњих планета.

112.

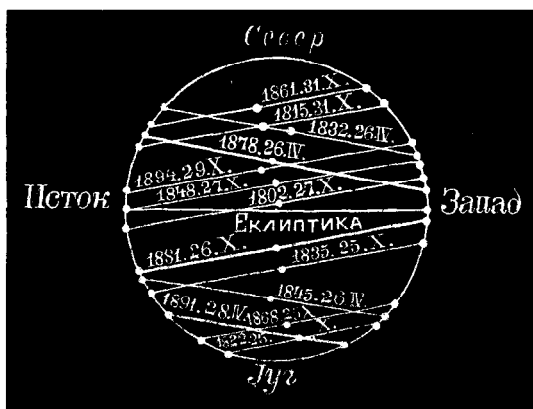
Прелазни доњих планета постали су у најновије доба веома важни за изналажење одстојања земљинога од сунца. Особито пак важи ово за прелаз Венерин, која се у опште може много боље да посматра од Меркура. После сваких 116 дана (синодскога времена оптицања) долази Меркур у доњу конјункцију са сунцем. Прелаз његов преко сунчева колута бива свакад у близини какве укрснице, дакле тада, кад се Меркур не налази нити много над, нити много испод сунчевога колута, него је баш принуђен да пређе преко њега. Крајем месеца Априла (око 26. или 27.) но и крајем месеца Октобра, налази се земља на своме путу близо укрсница Меркурове путање и кад у оваквој прилици дође и Меркур у доњу конјункцију са сунцем, онда и бива тако звани *прелаз Меркуров*. Средње време трајања овога прелазу је од прилике 5 ча-

Меркуров
прелаз преко
сунчевог ко-
лута.

сова. За време прелаза Меркур је свакад назадан, као што смо то и из пређашњег видели.

У сваком столећу има од прилике 13 Меркурових прелаза. У овом столећу било је прелаза и 1881. 26. Октобра; а биће их и 1891. 28. Априла и 1894. 29. Октобра. Види слику 89. на којој круг представља колут сунчев а линије по њему правце прелаза, који су били и који ће бити.

С тога, што је Венера већа од Меркура и што се при својој доњој конјункцији јаче приближава земљи од



Меркурови прелази у овоме столећу.

Сл. 89.

Меркура, удеснија су опажања Венериних прелаза, јер и поред тога, што се и са мањим инструментима могу да врше, дају та опажања и много употребљивије резултате за рачунање одстојања земљинога од сунца.

Венерини прелази виђају се ређе и у неједнаким временим периодама од 8 и $105\frac{1}{2}$ година. Но ове периоде

Венерини прелази преко сунчевог колута.

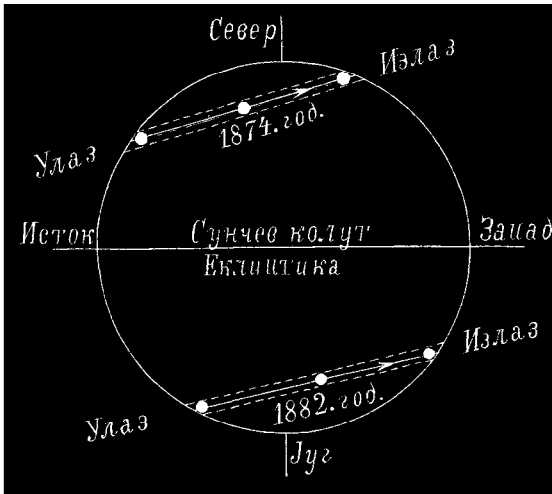
и ако су неједнаке по трајању, опет су правилне, те тако, после сваких 243 година прелази Венера *четири пута* преко сунчевога колута. Последњи је прелаз био од 27. до

28. Новембра 1874. године и то после дуге периоде од

105 $\frac{1}{4}$ година. За овим сљедећи прелаз био је од 25. до 26. Новембра 1882. године.

Слика 90. показује прелаз од године: 1874. и прелаз од године 1882. Осем ових поменутих биће прелазаци у годинама:

2004. 26. Маја; 2012. 24. Маја; 2117. 28. Новембра; 2125. 26. Новембра; 2247. 30. Маја; 2255. 27. Маја.



Венерини прелазаци у годинама: 1874. и 1882.

Сл. 90.

Први Меркуров прелаз сматрао је *Gassendi* 26. Октобра 1631, а први прелаз Венерин сматрао је *Hoggar* и *Crabtree* 28. Нов. 1639.

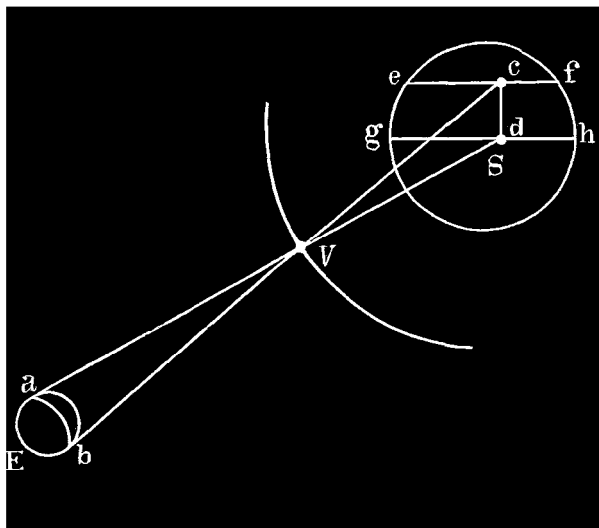
Halley је први обратио пажњу на то, да се помоћу прелазаци доњих планета може да определи одстојање земље од сунца и начин изналажења овога одстојања састоји се у овоме.

Нека је на слици 91. *S* сунце, *V* венера, *E* земља, и нека се са земље гледана Венера показује на сунчевом колуту. Ако ми сад гледамо Венеру са места *a* на земљи, то онда прелазаци она привидно по сунчевом колуту пут *gh*, а из места *b* гледана, опет прелазаци она привидно пут *ef*. Према томе, ако ми означимо одстојање међу поме

нутим прелазима, са cd , онда с погледом на слику 91. и троугле cdV и abV можемо да поставимо сразмеру:

$$cd : ab = dV : aV.$$

Како је сад ab одстојање места, у којима посматрања на земљи вршимо, то можемо да уз-
 Употреба Вене- трања на земљи вршимо, то можемо да уз-
 риног прелаза мемо, да је оно познато па и равно целом
 за опредељење пречнику земљином, ако места a и b леже
 одстојања сун- пречнику земљином, ако места a и b леже
 чевог од земље. дијаметрално једно од другог; dV је од-



Сл. 91.

стојање Венере од сунца, а aV одстојање Венере од наше земље и ако узмемо одстојање земљино од сунца као јединицу, онда је:

$$dV = 0.72$$

$$aV = 0.28$$

и ми добијамо заменом у горњој сразмери:

$$cd : ab = 0.72 : 0.28$$

$$cd = \frac{0.72}{0.28} \times ab = 2.6 \times ab.$$

Овако добијамо одстојање cd у лучним секундама, па тако исто налазимо и величину од ab у лучним секундама, т. ј. налазимо онај угао, под којим би се показао пречник земљин са сунца гледан. Половина овога угла зове се *сунчана паралактика* и одстојање земље од сунца добија се сад лако, на већ показани начин, дакле делењем полупречника земљинога са синусом поменуто паралактике.

За прелаз у години 1874. биле су спремне готово све напредније државе и било је више од 60 станица, са којих је прелаз сматран, а особито у Азији и индијском океану. Ова су сматрања, при којима је први пут употребљавана и фотографија већином испала добро за помоћу њих се добило за сунчево одстојање 19,884000 геогр. миља, дакле број, који се са већ познатим и напред наведеним доста добро слаже.

Одстојање сунчево добијено на основу прелаза Венериног од год. 1874.

Горње планете.

113.

Путање горњих планета обухватају у се путању земљину. Горње су планете: Марс, Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун. Горње планете могу да дођу са сунцем у опозицију, т. ј. оне могу да кулминирају око поноћи, а осем тога, оне не показују никаквих мена при своме оптицању око сунца. Само се при Марсу у неколико опажа сенка и то само тада, кад се он налази у квадратури са сунцем.

Карактеристика горњих планета.

За изналажење времена оптицања ових горњих планета није довољно да сматрамо њихове пролазе кроз еклиптику, јер је нагиб њихових путања (или бар већине њих) према еклиптици врло незнатан.

До тачнијег резултата долази се сматрањем опозиција. Разлика у времену између двеју једно за друго

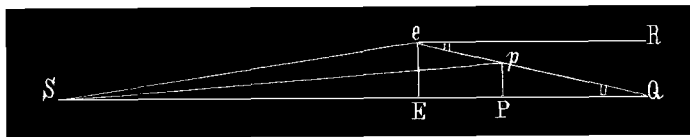
Изналажење времена оп-тицања гор-њих планета. **Сљедујућих онозиција, била би тачно синод-ска периода планетина и то за случај, кад би путања земљина па и путања планетина биле концентрични кругови а њихова кретања потпуно једнака.**

Како пак ово није заиста случај, то се обично тражи средња синодска периода планетина.

Да би пак добили ову средњу синодску периоду, ми узимамо средину из многих сматраних опозиција, које су сматране под разним приликама. При овоме можемо да се послужимо и са сматрањима и од пре 2000 година на овамо, јер су стари врло тачно сматрали опозиције оних планета, које су им у опште познате биле. Та су сматрања са великом тачношћу и регистрирана. Из синодске периоде може лако да се рачуна звездана периода.

Горње су планете при своме привидном кретању на небу за време својих опозиција назадне. Њихова угаона брзина може да се нађе сматрањем њиховога кретања од дана до дана, а кад се зна звездана периода, онда може лако да се закључи и на њихово одстојање од сунца и то разуме се сравњујући га са земљиним одстојањем од сунца.

Ако је (на слици 92.) Ee један елеменат земљине путање. Pp , одговарајући елеменат путање какве горње планете за време



Сл. 92.

њене опозиције, тако дакле, да се сунце S , земља E , и планета P налазе у једној правој линији, онда су углови $E\hat{S}e$ и $P\hat{S}p$ познати. Ако повучемо eR упоредно са SQ то је угао $e\hat{Q}S = QeR$, па је дакле и угаона брзина при назадном кретању планете такође позната; како је сад eE такође познато онда можемо из правоуглог

троугла eEQ лако да нађемо дужину EQ а додавањем дужине SE и целу страну SQ . По овоме је сад лако да нађемо у троуглу SPQ страну Sp т. ј. одстојање планетина од сунца. При овоме раду добиће се приближно тачан резултат, ако се рачунање предузме на основу многих посматрања опозиција као што је напред и речено.

Изналажење одстојања горњих планета од сунца.

Елементи планетских путања за доње и горње планете.

114.

Ми смо већ напред казали нешто о елементима путања т. ј. о оним податцима, који кад су познати, они потпуно одређују, како путању планетину (или боље, равнину у којој се ова путања налази) тако и геометријско место свију њених тачака у опште. Пошто смо прешли што је важније о кретању како доњих тако и горњих планета ми у следећој табlici на страни 360. наводимо елементе планетских путања и то за све досад познате планете.

За јединицу велике полуосе планетине, узима се обично средње одстојање сунчево, а за јединицу ексцентричности, узима се половина велике осе, т. ј. ексцентричност се изражава свакад у деловима велике полуосе. Пошто се по трећем Кеплеровом закону, код свију планета имају квадрати времена оптицања као кубови њихових средњих одстојања од сунца, то је свакад, кад је позната половина велике осе и познато и време оптицања какве планете, лако опредељиво и време оптицања какве друге планете, само ако је и половина велике осе и за ту планету позната и обрнуто. Исто тако, кад се зна колико је време оптицања какве планете или њено средње дневно кретање, онда може да се изнађе лако и половина велике осе, дакле средње удаљење планетина од сунца.

Изузимајући велику полуосу планетских путања сви остали елементи подлеже у течају времена од године дана мањим или већим годишњим променама. Ове годишње промене и ако по величини својој незнатне резултат су тако званих *Пертурбација* (сметања), појединих планета једне на другу, т. ј. узајамних утицања, која, као што се и

Годишње промене планетских елемената услед пертурбација

Средњи елементи планетских путања и маса појединих планета према маси сунчевој.

| ЗНАК | И м е | ВЕЛИКА ПОЛУОСА | ЕКСЦЕНТРИЧНОСТ | НАГИБНИ УГАО ПРЕМА ЕКЛИПТИЦИ | ДУЖИНА УКСНИЦЕ ПЕЊАЊА | ДУЖИНА ПЕРИХЕЛА | ЗВЕЗДАНО ВРЕМЕ ОПТИЦАЊА У ДАНИМА | МАСА У ДЕЛОВИМА СУНЧЕВЕ МАСЕ |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------|
| ☿ | Меркур | 0.3871 | 0.2056 | 7° 0' 4''·53 | 45° 57' 38''·75 | 74° 20' 41''·20 | 87.969 | $\frac{1}{3500000}$ |
| ♀ | Венера | 0.7233 | 0.0069 | 3° 23' 28''·1 | 74° 52' 58''·00 | 128° 42' 48''·20 | 224.701 | $\frac{1}{410000}$ |
| ♁ | Земља | 1.0000 | 0.0168 | — | — | 99° 30' 21''·77 | 365.256 | $\frac{1}{52700}$ |
| ♂ | Марс | 1.5237 | 0.0932 | 1° 51' 5''·80 | 48° 0' 46''·10 | 332° 22' 53''·50 | 686.979 | $\frac{1}{27000000}$ |
| ♃ | Јупитер | 5.2028 | 0.0482 | 1° 18' 52''·06 | 98° 26' 34''·10 | 11° 7' 37''·72 | 4334.585 | $\frac{1}{1477}$ |
| ♄ | Сатурн | 9.5389 | 0.0562 | 2° 29' 36''·89 | 111° 56' 15''·80 | 89° 7' 45''·38 | 10759.219 | $\frac{1}{35010}$ |
| ♅ | Уран | 19.1826 | 0.0466 | 0° 46' 28''·44 | 72° 59' 14''·10 | 167° 30' 22''·62 | 30689.820 | $\frac{1}{22000}$ |
| ♆ | Нептун | 30.0705 | 0.0092 | 1° 47' 17''·80 | 129° 34' 46''·90 | 49° 34' 17''·50 | 60186.418 | $\frac{1}{20000}$ |

по себи разуме, непрестано постоје и свакога тренутка бивају, те тако непрестано и промјењују средње елементе планетских путања, које смо у горњој табlici изложили.

Да би се бројна вредност ових промена могла бар приближно да уочи и сравни, ми наводимо у доњој табlici и те годишње промене и то за сваки елемент за се

Таблица годишњих промена за средње елементе путања.

| Име | ГОДИШЊА ПРОМЕНА ЕКСЦЕНТРИЧНОСТИ | ГОДИШЊА ПРОМЕНА ПУТАЊИНОГ НАГИВА | ГОДИШЊА ПРОМЕНА ДУЖИНЕ УКРСНИЦЕ ПЕЊАЊА | ГОДИШЊА ПРОМЕНА ДУЖИНЕ ПЕРИХЕЛА | ГОДИШЊЕ ПРОМЕНЕ ПОДЛАНЕЖИХ ПЛАНЕТНИХ ОДСТОЈАЊА ОД СУНА У ЖИЉАМА |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|---|
| Меркур | + 0.0000002053 | + 0".0748 | + 42".698 | + 55".522 | 200 |
| Венера. | — 0.0000004800 | + 0".0384 | + 32".861 | + 50".602 | 1000 |
| Земља . | — 0.0000004135 | — | — | + 61".674 | 1300 |
| Марс . . | + 0.0000009001 | — 0".0218 | + 27".859 | + 66".021 | 8000 |
| Јупитер | + 0.0000012993 | — 0".2015 | + 36".557 | + 56".615 | 17000 |
| Сатурн. | — 0.0000026893 | — 0".1349 | + 31".375 | + 66".887 | 80000 |
| Уран. . | — 0.0000002696 | + 0".0189 | + 18".338 | + 53".283 | 30000 |
| Нептун. | + 0.0000000616 | — 0".3379 | + 39".536 | + 50".825 | — |

Осем поменутога нужно је, да кажемо коју више о ексцентричности, која је у пређашњој табlici наведена.

У опште, ако је a велика полуоса, b мала полуоса а e ексцентричност планетине путање, т. ј. одстојање центра путањиног од једне ма које жиже, онда имамо при елипси једначину:

$$a^2 - b^2 = e^2$$

или
$$b^2 = a^2 - e^2 = a^2 \left(1 - \left(\frac{e}{a}\right)^2\right);$$

ако ставимо,
$$\frac{e}{a} = \varepsilon$$

то онда добијамо:
$$b^2 = a^2 (1 - \varepsilon^2).$$

У табlici (на страни 360) дати су бројеви за $\varepsilon = \frac{e}{a}$, и ми имамо н. пр. за Меркур:

$$\varepsilon = 0.2056$$

$$a = 0.3871,$$

дакле по горњем обрасцу за b слеђује:

$$b = a \sqrt{1 - \varepsilon^2} = 0.3788.$$

Бројеви у поменутој табlici (на страни 360) и то бар они за велику полуосу и за звездано време оптицања нису наведени без икаквога закона и реда и ако би се то могло да помишља. Оштроумље Кеплерово уочило је унутрашњу везу међу поменутим елементима и он на основу ње, исказа већ познати закон: *квадрати времена оптицања двеју планета стоје у сразмери са кубовима великих полуоса путањиних или са кубовима њихових средњих одстојања од сунца.*

Кеплер је нашао овај закон, као што смо и пре већ казали, из тачних упоређивања елемената за планету Марс са елементима земљиним, што је учинио помоћу тачних рачуна Тиха де Браха. Он је нашао за Марс и Земљу узимљући времена оптицања у рачун:

$$\begin{aligned} \text{за } \text{\textcircled{♂}} \log 686.979 &= 2.8369439 \\ \text{за } \text{\textcircled{♁}} \log 365.256 &= 2.5625977 \\ &\quad \underline{0.2743462} \end{aligned}$$

дакле као двогубу разлику $= 0.2743462 \times 2 = 0.5486924$.

Узимљући пак у рачун средња одстојања поменутих планета од сунца, дакле податке из рубрика »велика полуоса« добио је:

$$\begin{aligned} \text{за } \text{\textcircled{♂}} \log 1.5237 &= 0.1828974 \\ \text{за } \text{\textcircled{♁}} \log 1 &= 0.0000000 \\ &\quad \underline{0.1828974} \end{aligned}$$

дакле као трогубу разлику: $0.1828974 \times 3 = 0.5486922$.

Сравњењем оне горње двогубе разлике са овом трогубом види се, да се оне разликују тек у седмој децимали — што на потпуну основаност закона ни најмање неутичу.

XV. Физички опис главних планета.

Подела планета по њиховим физичким особинама.

115.

Ако пажљивије сматрамо величину, спљоштеност, обртање, густину и т. д. појединих планета, онда опажамо и на први поглед поделу њихову на два кола, која су зоном планетоида одељена. Ми добијамо на тај начин два кола, једно *унутарње* и једно *спољње планетско коло*. У унутарње планетско коло спадају планете: Мер-

кур, Венера, наша Земља и Марс. Све су ове планете гушће од осталих, умереније по величини а и по маси и обрћу се *готово за 24 часа по један пут око своје осе*. Осем тога имају све ове планете и незнатну спљоштеност и сиромашније су у месецима од осталих планета у сунчаноме систему.

У спољне коло планета спадају: Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун. Све ове планете имају много већу масу и много су веће од унутарњих планета. Осем тога, имају оне мању густину, брже се обрћу око своје осе и имају много већу спљоштеност па и много више месеца од унутарњих планета.

Вероватно је, да ове планете нису још дошле у стање стално, не бар онакво, у каквоме се унутарње планете налазе. Да ли осем ових поменутих главних планета има у васиони још, и то оваквих, као што су горе поменуте, на то се не може за данас ништа поуздано одговорити.

— Вероватно је пак, да их може бити и више, јер немамо никаквога основаног узрока, да држимо, да се ред главних планета мора и да заврши са овима, које су до данас познате.

Изгледа пак, да је сасвим основано мишљење, да између Меркура и Нептуна, неће бити више никаквих већих планета и да ће се у тој заплави у нашем сунчаном систему моћи тек само нови и нови планетоиди (мале планете) да изналазе, чији број из дана у дан расти и постаје све већи и већи.

Карактеристика унутарњих планета.

Поуздано се не зна, да ли је број главних планета завршен.

УНУТАРЊЕ КОЛО ПЛАНЕТА.

М е р к у р (☿).

116.

С тога, што је Меркур врло близо сунцу неудаљује се он од сунца никад више од $28\frac{1}{2}^{\circ}$ и с тога се он показује само за кратко време или у вечерњем или јутре-

њем сунцу са белом, врло немирном светлошћу. Средње одстојање Меркурово од сунца износи 7·8 милиона миља, а одстојање његово од наше земље мења се у границама од 10 па до 29 милиона геогр. миља. Он има да пређе при сваком оптицању око 50 милиона миља, а пошто он прелази овај пут за 88 дана (управо 87·969) то се креће Меркур око сунца брзином од скоро 7 миља у секунди. Његов *привидни пречник*, који се према удаљењу од нас мења између 4"·5 и 12"·9, износи за средње одстојање земље, од сунца по Беселу 6"·7" на основу чега

Величина, спљоштеност, густина Меркурова. прави његов *пречник* има 644 географ. миља (или 5000 километара). *Обим* Меркуров је око 2000 географ. миља, *површина* 1·4 милиона квадр. миља, *запремина* износи 158·4 милиона кубних миља. Двадесет Меркурових кугала стале би у кугли, која би имала величину наше земље. Сплештеност није до сад на Меркуру опажена. *Густина* је његова у средњу руку равна 1·5 од густине наше земље, а што се тиче масе његове, ма да имамо већ података и о њој, она није још тачно испитана.

Због велике близине Меркурове до сунца о физичком строју Меркуровом зна се у опште врло мало. *Шретер* (Schröter) и *Хардинг* (Harding) мишљаху да су 1801. спазили пеге на Меркуру па и једну тамну бразду на Меркуровом колуту. Они су определили и његово време обртања и нашли 24^h 55^m — но и ово је несигуран резултат. *Бер* (Beer) и *Медлер* нађоше у Септембру 1832. године, да је граница светлости при Меркуровим менама нејасна (као кад се

Напомене о физичком строју Меркуровом. крајак какве боје спере) и закључише, да се око Меркура може налазити и гушћа атмосфера, која покрива веома брдовиту површину планетину. По густини и маси а на основу познате величине Меркурове, може да се закључи, да је Меркур компактна маса од гвожђа. Меркур привлачи предмете на својој површини са сна-

гом, која је тек у пола толика, колика је привлака наше земље. На Меркуру прелази тело у првој секунди $2 \cdot 8^m$. Меркур добија од сунца седам пута више светлости од наше земље, али опет не може поуздано да се каже, да ли ће ова сунчана топлота на њему бити несношљива. Шретер је на основу пролазних пега такође нашао, да Меркур има и атмосфере, но да је ова и много ређа од атмосфере наше земље, а осем тога он ми- Атмосфера
сли, да се по површини Меркуровој издижу Меркурова.
високе планине, које имају више и од 12 миља, дакле, које су веће и од наших највиших планина на земљи. У колико ће се напред поменуто о физичком строју Меркуровом и поуздано доказати, то ће даља испитивања показати.

Најзад потпуности ради помињемо, да је опажено, да се Меркурово кретање не слаже са кретањем, које би по механици неба требало да буде, и то је навело на мишљење, да се између Меркура и Сунца може налазити још каква планета, или и више планета, које утичу на кретање Меркурово.

И ако је чак 1859. год. Др. Lescarbault јавио, да је приметио прелаз нове још непознате планете (назване Вулкан) преко сунчевога колута, то опет ово питање остаје још нерешено.

Венера (♀).

117.

Ово је најлепша планета на небу и осем сунца и месеца и најјаснија, тако, да је она једина међу звездама, која јасну сенку око предмета производи. На Венери се виде као и на Меркуру мене или фазе, које је први пут оназио Галилеј у г. 1610. са својим тада већ пронађеним дурбином. Одстојање Венерино од сунца је 14·9 милиона миља. Ми смо и напред казали, да се Венера у опште највише приближава земљи, чиме се и објашњава произ-

вођење сенке око предмета. Највећу сјајност има Венера после сваких 8 год. и онда је она и дању поред сунца видљива; она се тада види и голим оком и отуда јој на сваки начин и име од нашег народа *Даница*. *Привидни пречник* Венерин износи по Медлеру $17.134''$ а њен *прави пречник* 1650 геогр. миља (до 12500 километ.). *Обим* њен

Величина, износи око 5100 миља, *површина* њена 8.7 милиона квад. миља, а њена *запремина* 2400 милиона кубних миља. *Брзина* са којом се Венера око сунца окреће, износи 5 миља у секунди.

Што се спљоштености тиче оно није на Венери до данас опажено. *Густина* је њена готово као и наше земље (око 0.9 од густине наше земље); према води је = 4.89.

Касини (Cassini) је у Риму године (1667) први видео пеге на Венерином колуту, из којих је закључено, да се и Венера око своје осе окреће. После Касинија много доцније и то од године 1840. до 1842. сматрао је и *de Viso* у Риму врло лепо пеге на Венерином колуту и на основу њих доби се као време, за које се Венера један пут окрене око своје осе: $23^h 21^m$ и 21.39^s .

Сматрање Венериних мена показује, да је несумњиво, да ова планета има и *атмосфере*, — јер је на Венери

Атмосфера опажено, да на њој има и сутона. Од *Венерина.* овога сутона треба разликовати *фосфорну светлост*, коју су неки сматрачи на ноћној страни Венериној опазили. О овој светлости се још ништа поуздано не зна, а *Олберс*, *Хершел* и други научници мисле, да ће она бити производ сопственог периодског развијања светлости на ноћној Венериној страни.

Да ли Венера има и каквога месеца, о томе се не може још ништа поуздано казати. Међу тим, више астронома тврде, да су месец око Венере спазили. *Ламберт* је на основу разних опажања рачунао и *Месец* Венериног у питању овога сателита, који је још у питању, да би његово одстојање било го-

тово онолико као и одстојање нашега месеца, а величина његова да ће такође бити приближно као и у нашега месеца. Путања Венеринога сателите лежи у равнини, која је према еклиптици за 63° нагнута. Ма да је у опште, као што смо поменули, ово питање о месецу још нерешено, опет можемо да се надамо, да ће се и ово питање у скоро решити, као што је и питање о Марсовим месецима у најновијем времену решењу много ближе.

Спектроскопска испитивања показују, да Венерина светлост даје тамних линија, као год што их има и у сунчевом спектру. *Secchi* приписује ове тамне линије воденој пари, а прилично дебела линија азота, близо до *F* у спектру сунчевом наводи талијанског природњака на закључак, да ће атмосфера Венерина имати много аналогije са атмосфером наше земље. У опште и физички строј Венерин сличан је са стројем наше земље. Привлачна сила (тежина тела) на површју Венере износи 0·85 од привлачне силе наше земље, и док на нашој земљи прелази тело у првој секунди простор од 15 париских стопа или 4·904^m, прелази оно на Венери 13·5 стопа или од прилике 4·2^m. Најпослед да поменемо још и то, да се обитаваоцима на Венери (ако на њој у опште каквих обитаваоца и има) показује земља много већа, но што ми Венеру видимо па дакле и са много јачом светлошћу од Венерине светлости. Из свега досад казаног види се, да ми у опште мало знамо да кажемо о површини Венериној, и ово је поглавито с тога, што Венера као Сунцу ближа планета од наше земље, не може никад да дође у опозицију са сунцем, дакле у положај згодан за посматрања.

Спектар Венерине светлости.

Напомене о физичком строју Венерином.

После Венере била би на реду од сунца идући она планета, на којој ми живимо, дакле наша земља (\odot). Ми смо о нашој земљи као космичкоме телу напред све што је потребно већ и казали и остављајући земљопису, ге-

ологији, метеорологији и др. наукама да накнаде све оно, што је још потребно да се зна о физичкоме строју наше земље, ми ћемо да пређемо на опис осталих главних планета у нашем сунчаном систему.

М а р с (♂).

118.

Марс је прва планета од горњих, која својом путањом обухвата путању наше земље. Марс је и једина планета од горњих планета, која је по својим физичким особинама најбоље и позната.

Ова се планета показује ненаоружаном оку у интензивној црвеној боји, о чему се и у старим записима налазе напомене, и ово је и узрок, што су ову планету и у стара времена називали Грци и Јевреји и именом *ватрена звезда*. У Санскриту помиње се и назив *горехи угљен* или *Лохитанга*, којим је Марс означаван.

Одстојање Меркурово од сунца и то средње одстојање износи око 30·2 милиона геогр. миља и он се приближује нашој земљи до 8 милиона миља, а удаљује се од ње највише до 54 милиона миља. После Меркура има Марс највећу ексцентричност од свију осталих познатих

главних планета. *Привидни пречник* Марсов износи по Беселу 9·38", а по Кајзеру 9·52", откуд сљедује, да ће *прави пречник* његов и то полутарев пречник имати до 910 или 920 миља (или до 6600 километара). О *спљоштености* Марсовој још се сумња и незна се, да ли она заиста и постоји или не. Време је једнога обртања око осе 24^h 37^m 23^s. *Обим* Марсов износи око 3000 миља, *површина* око 2·5 милиона квад. миља, а *запремина* око 371·2 милиона кубних миља. Он се креће око сунца брзином од 3·4 миље у секунди. На Марсу прелази тело у првој секунди до 2·1^m.

Између свију планета, Марс се по своме физичкоме строју по највише слаже са нашом земљом.

И заиста, на овој је планети одавно опажено мењање годишњих времена као и то, да она има густу атмосферу. Цртежи Марсове површине, показују нам јасну поделу његове површине на континенте и мора, која су прилично одређена по ступњима ареоцентричке (од имена Арес = Марс = Бог рата) дужине и ширине. Слика 93. показује планету Марс онако како је виђена дурбином. Ради сравањења Марсове површине са површином наше земље и то у облику, у ком би се ова обитаваоцима Марсовим показивала, кад би је они са дурбинима (ако каквих имају) гледали, излажемо слику 94, која као што се види, показује само једну полу наше земље и то ону, на којој се и ми находимо.

Наша земља мора да се показује Марсовим обитаваоцима као лепа светла звезда.

Осем континената и мора показују се на планети Марсу на половима и снежне па и ледене масе. Да су пак светле партије око полова покривене снегом и ледом, доказују сматрања прилично сигурно, јер је опажено, да се оне беле партије, које се и на слици 93. виде, по својој величини мењају, што се год више један (јужни или северни) од полова приближује средини лета. У години 1837. а за време



Изглед Марса.

Сл. 93.

Напомене о физичком строју Марсовом.



Изглед наше Земље.

Сл. 94.

зиме на јужној половини Марсовој, распростра се јужна светла партија по кугли Марсовој толико, да се она једва још видети и разликовати могла. Северна светла поларна партија није ни приближно по величини једнака са јужном, и при томе су измене јужне поларне партије и ка једној и ка другој граници свакад несравњено много веће, од измена, којима је северна партија подложна.

Центри ових поларних светлих партија нападају са Марсовим половима уједно и нележе управо дијаметрално један наспрам другога, као што то и слика 93. показује. Из овога сљедује, да ће и на Марсу, као и на нашој земљи имати особитих ладних полова, који нападају уједно са половима, кроз које пролази оса обртања. Још и *Маралди* тврдио је, да су полови померени један према другоме, јер је још и он приметио, да се сјајност снежних зона на Марсу мења. Ово је и *Хершел* потврдио, а осем свега овога нашао је и *Secchi* 1858. у Риму, да за време опозиције Марсове и то кад један од полова има лето, да пре тога беле партије постају ружичасте боје и да извесне плавкасте бразде у то доба не мењају приметно свој облик.

Сви досадањи резултати сматрања показују, да на Марсу има не само чврстих и течних маса на површини Марсовој, већ да тамо има и воде, која је по своме хемијском једињењу иста оваква, као што је и овде на нашој планети; осем тога изилази, да се и атмосфера Марсова не може у многоме разликовати од наше атмосфере, јер већ и то, што су чврсти делови на Марсовој површини по *Медлеру* опредељенији и јаче осветљени за време њихова лета а на против блеђи, неопредељенији за време њихове зиме, довољно је, да наговести, да се и на Марсу за време разних годишњих времена, упијање светлих зракова мења, дакле да се и тамо исто оно дешава, што се и на нашој земљи опажа.

На Марсу има чврстих и течних маса; на њему има и воде.

Најзад и посматране пеге на Марсу, (по којима је закључено на обртање Марсово, и које нам показује таб. IX. која у Меркаторовој пројекцији представља Марс) заједно са најновијом Janssen-овим и Vogel-овим спектроскопским испитивањима доказују, да о постојању атмосфере Марсове, не може ни бити сумње; она постоји и слична је са атмосфером наше земље.

Марс има атмосферу сличну са атмосфером наше земље.

По Беселу нагнут је Марсов полутар према равнини његове путање, дакле према његовој еклиптици под углом од $27^{\circ}5$. Одавде сљедује, да и разлика између дана и годишњих времена на Марсу и на нашој земљи, не може бити велика. Летња половина године има на Марсу 372, а зимња половина године само 296·3 Марсових дана. Ово исто вреди само обрнуто и за јужну Марсову хемисферу. Међу тим, јужна половина добија за време свога лета 1·4 пута јаче осветљење па и исто толико пута јаче загревање од северне хемисфере, и док су зиме на јужној половини хладне и дугачке, лета су њена кратка али и топла.

Напред већ поменуто простирање јужне поларне светле партије, имаће на сваки начин да се припише у многоме и томе, што на Марсу није јужна полукугла покривена већином са водом, као што је то на нашој земљи случај, јер кад би ово у ствари било, онда би њено простирање још веће димензије заузелo, али њене границе не би подлежале онако великим променама, као што смо напред поменули. Слика 95. показује, у којој се мери јужна партија према својој величини на слици 94. повећала, и она представља стање, кад је на јужној поли Марсовој зима.



Сл. 95.

До 1. Августа 1877. год. држало се још, да планета Марс нема никаквога месеца, међу тим усљед Марсове тадање велике близине, обратише вашингтенски астрономи овој планети озбиљну пажњу и нађоше, да Марс има два месеца. Астроном професор Хал (Hall) би тако срећан да објави свету, да осем познатих главних планета и тако званих пратиоца (споредних планета) има још једна са свим нова категорија светских тела, која се према осталим пратиоцима готово у истоветном односу налазе, као што се мале планете (планетоиди) између Марса и Јупитера, ка осталим планетама односе.

Марсови су месеци са свим мали, и уједначују се са звездама 13 величине. Прави пречник ових месеца лежи између 15 и 20 километара, дакле нешто више од 2 геогр. миље. До скоро се није ни знало да месеци од ове величине у опште и постоје. Они се налазе око планете близо и тако, да спољни пратиоц свршава своје оптицање за $30^h 14^m$; а унутарњи за 7^h и $38\frac{1}{2}^m$.

Пре но што завршимо говор о Марсу, да се запитамо, да ли има на њему живих створова и то разуме се, ако не баш оваквих као на нашој земљи, а оно да ли има тамо бар приближно оваквих створова?

Ма да би на први поглед изгледало, да је ово питање такве природе, да се на њ не може још ништа поуздано

одговорити, опет има много што шта, што Мишлење о органском свету на Марсу. нас наводи да држимо, да ће зар и на Марсу бити каквих таквих организама. Јер, ако узмемо у рачун то, да се тамо налази вода па и ваздух и да су они слични нашој води и нашем атмосферском ваздуху, но и то, да на Марсу (и ако истина у већем одстојању) као и на нашој земљи сунчани зраци могу да подстичу својом светлошћу па и топлотом сличне животе, као што их у органском царству овде на земљи виђамо, — онда је вероватно, да и на Марсу има

живих створова; — ово је вероватније, него ли да их тамо никако и нема. Како пак клима у опште утиче много на развиће и културу како физичке тако и интелектуалне човекове моћи, о чему имамо довољно доказа и овде на земљи, то мислимо, да нећемо увредити проблематично становништво Марсово, ако закључимо, да ће оно морати бити и много несавршеније од нашег становништа овде на земљи.

Марсово ће становништво бити несавршеније од становништва на земљи.

СРЕДЊЕ КОЛО ПЛАНЕТА.

Мале планете.

119.

Ми смо већ и напред поменули да зона планетоида дели главне планете на два кола и удаљујући се даље и даље од Сунца са нашим описивањем, на реду је да проговоримо и о планетоидима. Ово коло, које ћемо да назовемо средње коло планета, представљају мања светска тела, која се у повећем броју око сунца окрећу, и која се зову још и именом *мале планете*, *планетоиди* или и *астероиди*.

Ако пажљивије сматрамо одстојања већ описаних а и осталих планета од сунца, онда налазимо, да је између Марса и сљедеће главне планете Јупитера (готово простор од 75 милиона миља) грдан простор, у коме нема никакве планете. Ако означимо са 4 одстојање Меркурово од Сунца, онда добијамо приближно ове бројеве (Тицијусов (Titius) закон или поступност за планетарна одстојања):

| | | | |
|--------------|------|--------------|--------------------|
| Меркур . . . | 4 | | |
| Венера . . . | 7·5 | дакле готово | $4 + (1 \times 3)$ |
| Земља . . . | 10·2 | « | $4 + (2 \times 3)$ |
| Марс . . . | 15·6 | « | $4 + (4 \times 3)$ |

Јупитер. . . 53·6 дакле готово $4 + (16 \times 3)$
 Сатурн . . . 98·3 " " $4 + (32 \times 3)$...

Међу тим, ова поступност није са свим тачна, т. ј. Тицијусов и она се не слаже потпуно са истинитим одсто- Вурмов закон. јањима планета у нашем сунчаном систему. Вурм (Wurm) је предложио, да се ова поступност пред- стави боље следећим бројевима :

| | | | | |
|---------------------|-----|---------|------------------------|-------|
| Меркур. | 387 | делова. | | |
| Венера | 387 | " | $+ (1 \times 293) =$ | 680 |
| Земља | 387 | " | $+ (2 \times 293) =$ | 973 |
| Марс | 387 | " | $+ (4 \times 293) =$ | 1559 |
| (Мале планете). 387 | 387 | " | $+ (8 \times 283) =$ | 2731 |
| Јупитер | 387 | " | $+ (16 \times 293) =$ | 5075 |
| Сатурн | 387 | " | $+ (32 \times 293) =$ | 9763 |
| Уран | 387 | " | $+ (64 \times 293) =$ | 19139 |
| Нептун | 387 | " | $+ (128 \times 293) =$ | 37891 |

На сваки начин, мора да је при образовању планетскога система, био условљен овај горњи закон, буди којим узроком, који је за одстојања планета меродаван био и неслагање поменутих одстојања са садањим одстојањима у сунчаном систему, има да се припише другим утицајима, који су напред изложена одстојања за нешто изменили. Но ми нећемо да се упуштамо у ову ствар дубље, већ хоћемо само да обратимо пажњу на то, да међу бројевима $4 + (4 \times 3)$ и $4 + (16 \times 3)$, који важе за Марс и за Јупитер, није заступљен број (8×3) односно 2731 или $387 + (8 \times 283) = 2731$. Ова празнина простора пала је још и Кеплеру у очи, и он се заједно са осталим астрономима надао, да ће се кад тад и у овоме простору такође морати ма каква планета пронаћи. И заиста, ово је и био случај, али само с том разликом, што се у последње доба, од 1801. године почев па на овамо, пронашло не једна, већ мноштво, мањих

Мишљење Ке-
 плерово о
 празнини из-
 међу Марса и
 Јупитера.

планета и растење броја ових малих планета расти тако, да их до данас има више и од 200.

С почетка означавани су планетоиди са знацима, који су били слични са онима знацима, који су и за планете усвојени били, али кад се видело, да се број њихов све више увећава, онда се отпоче нумерисање тих малих планета и то по времену проналажења, а по реду са ① ② ③ и т. д. Ови бројеви у кругу зову се *Гулдови знаци*. Од како је овакво бележење отпочето неупотребљују се више особити знаци нигде, осем само још код прва четири планетоида, који су до почетка 1807. године пронађени. Имена ових планетоида ово су:

1., Церес (ζ); 2., Палас (ρ); 3., Јуно (♃) и 4., Веста (♁). Осем ових потпуности ради наводимо још неколико планетоида, за које се такође у астрономијама поред имена и особити знаци употребљују. Тако за онима напред поменутима следеју:

5., Астреа (♁); 6., Хебе (♁); 7., Ирис (♁); 8., Флора (♁); 9., Метис (♁); 10., Хи-
гија (♁); 11., Партенопе (♁); 12., Викторија (♁); 13., Егерија (♁); 14., Ирена (♁); 15., Ајномија (♁); 16., Психе (♁); 17., Тетис (♁); 26., Прозерпина (♁); 28., Белона (♁); 29., Амфитрите (♁); 35., Лајктеа (♁); 37., Фидес (♁).

Гулдови знаци за мале планете.

Знаци појединих планетоида.

Одстојање, путања и величина планетоида.

120.

По средњем одстојању планетоида од сунца најближа је сунцу *Флора* 8., а најдаља *Камила* 107. Флорино је средње одстојање 43 а Камилино 75 милиона миља. Флора може да се приближи Марсу до на 4 милиона, а Камила Јупитеру до на 15 милиона миља, при чему разуме се, треба да узмемо у рачун и ексцентрич-

ности дотичних путања, које износе за Флору око 6·7 а за Камилу око 8·5 милиона миља.

Ексцентричност планетоидних путања већа је од ексцентричности планетских путања. Путање планетоида одступају у опште много од кружнога облика, и оне имају веће ексцентричности и од путања самих великих планета. *Ајридице* 75., *Фелицитас* 109., и *Аталанта* 36., имају ексцентричност и преко 0.3 од половине велике полуосе путањине, и ова ексцентричност износи код *Ајридице* око 15·8, код *Фелицитаса* око 16, а код *Аталанте* до близу 16.4 милиона географ. миља.

Планетоидне путање не леже у близини око еклиптике, већ образују са равнином земљинога пута, повеће углове, и издижу се на тај начин или северно високо над или се спуштају јужно дубоко испод еклиптике. Тако прави путања планетоида *Ниобе* 71., нагиб од 23·5°; путања *Ефросине* 31., нагиб од 26·5°, и најпоследње путања *Паладе* нагиб од 34·5° према еклиптици.

Сви су планетоиди, као и све веће планете, при своме кретању *напредни*, разуме се, ако њихово кретање сматрамо хелиоцентрички. И планетоиди се крећу дакле хелиоцентрички сматрани непрестано напредујући

у правцу од запада ка истоку. Што се брзине тиче, крећу се планетоиди са брзином од 2 до 3 географ. миље у секунди, и њихова се брзина међу овим границама према већем или мањем одстојању од сунца повећава или смањава. Време оптицања за планетоиде износи у округлом броју од 3 до 7 година.

Што се величине планетоида тиче, ова се знатно разликује од величине главних планета. Планетоиди су у опште сви махом врло мали. Пречник највећег до сада познатог планетоида а то је *Веста*, износи до 58·5

географ. миља, на против пречник *Хестије* (46) има једва 3:25 географ. миље. Сви планетоиди показују се и у најбољим дурбинама једва као светле тачке, изузимајући *Весту*, *Церес* и *Палас*, које се показују као нешто мало развучене тачке, при чему о колугастом облику нема овде ни помена. Из овога се узрока не добијају ни нужне величине за путање (елементи) мерењем углова, већ мерењем светлосне интензивности а према разном одстојању појединих планетоида од земље.

Јасно је, да се према овоме, што је поменуто, планетојиди и не распознају на небескоме своду по својој величини или по јачини светлости, већ једино само по мењању свога места према осталим звездама некретницама на небескоме своду.

Физички строј планетојида.

121.

Већ и из напред казаногa сљедује, да је маса планетојида у опште веома мала и да по томе сви планетојиди, и кад се приближе *Марсу* или *Јупитеру* подлеже у млогоме утицају ових главних планета. Да пак планетоиди од своје стране због своје мајушности не могу ништа на кретању ових планета да измену, то је и по себи јасно. Масе планетојида тако су мале, да кад би се све масе свију до сада познатих планетојида уједно саставиле, оне би једва изнеле стоти део масе *Месеца* наше земље.

На основу сматрања незнамо ништа поуздано да кажемо о физичкоме строју ових планетојида и ако би у опште могли да сматрамо као вероватно, да ће се они исти састојци, који наше сунце образују, на сваки начин налазити као састојци и у планетојидима. Неки планетојиди показују и незнатне промене у интензивности своје

Наговештавање о физичкоме строју план тоида.

светлости, из чега би се могло да закључи, да је могућно, да планетојиди могу имати и некакве атмосфере.

Путање се планетојидне приближују једна другој, и испреплетане су као прстенови, који један од другог не могу да се одвоје и тако су спојени, да по више путања образују као какав ланац, чији елементи пису у таквој вези, да један за другим следеју, већ су тако положени, да сви имају једну исту централну тачку, око које се окрећу. Централну тачку свију планетоидних путања представља наше сунце, које, руководећи сво њихово кретање, наговешћује у исто време и постанак планетојида. Мисли се, да ће планетојиди бити на сваки начин остатци од какве распреле веће планете. Неки природњаци држе, да су се ова светска тела могла образовати и од каквога прстена, који се пре много хиљада година од сунца одвојио, поступно у чврсту масу прешао, па се доцније најзад и на поједина мања тела поделио. Оно прво мишљење има против себе то, што се до сад никако није могло рачуном да нађе ма какво кретање, из кога би путање па и фактичка кретања ових планетојида, као неминовна последица следовали.

Много је вероватније мишљење, да је при образовању планета, моћни Јупитер (као веома моћно светско тело) својом привлачном силом спречио образовање, какве веће планете и тако нагнао поједине мање делове маса, да се крећу по извесним путањама, те је тако постала гомила светских малих тела, које ми планетојидима назвасмо.

Но, ма какав да је постанак ових планетојида, остаје опет веома чудновато то, што су путање њихове испреплетане и што су оне потпуно одвојене од свију планета и то како од планета унутарњих тако и од спољних.

СПОЉНЕ КОЛО ПЛАНЕТА.

Јупитер (♃).

122.

Ово је највећа планета од свију осталих познатих планета у целом нашем сунчаном систему, и то како по величини тако и по маси. Јупитера су звали Инђијанци именовом *Брихасиати*, што значи господар растења. — О узроку овога назива незна се ништа поуздано. Његова привидна сјајност изостаје по који пут само за Венерином светлошћу, међу тим, он је у опште врло светао на звезданоме небу и отворено жућкасте боје.

Привидно кретање ове планете показује се, као и код свију осталих горњих планета, за време опозиције као назадно. Ово назадно кретање траје 3·5 месеца и за то време пређе ова планета једва 10° на небескоме своду. У квадратурама показује се Јупитер за неко време као стационаран.

Напомене о кретању Јупитеровом.

Одстојање Јупитерово од сунца износи у средњу руку 104 милиона миља. Земљи се он може да приближи до 80 милиона миља највише, на против удаљује се он од ње и до 130 милиона миља. *Привидни* полутарски пречник Јупитеров има $38''$, а поларни $35\cdot 8''$ одкуда сљедеће, да је Јупитер на половима веома спљоштен. Сплештеност му износи до $\frac{1}{17\cdot 1}$. У миљама има полутарски *прави пречник* Јупитеров до 19100 миља, (у километрима до 140000) а *поларни* му је пречник 17850 миља. *Обим* Јупитеров износи више од 60.000 географ. миља, његова *површина* 1178 милиона квадр. миља, а његова *запремина* нешто мање од 4 билиона куб. миља. Јупитер је тако велики, да би 980 кугала његове величине биле довољне, да образују сунчану куглу.

Величина, спљоштеност и густина Јупитерова.

Ова планета није тако густа, као што је наша земља, јер *средња густина* Јупитерова износи од прилике

0·26 од средње густине наше земље, он има дакле тек само 306 пута више масе од наше земље, ма да је од ове много већи. Кад би хтели од кугала земљине величине да образујемо Јупитерову куглу, онда би нам требало више од 1200 кугала, као што је наша земља. Да би се маса Јупитерова уједначила са масом сунчевом, морао би он да има 1050 пута више масе но што сад има. У сравњењу са осталим познатим планетама има Јупитер до 0·7 од масе свију осталих познатих планета. Тело, које овде на земљи има тежину од 1 килограма, било би на Јупитеровом полутару два пут теже, а на половима Јупитеровим два и по пута ($2\frac{1}{2}$) теже. При слободном падању прелазило би тело на полутару Јупитеровом 32·5 а на половима до 40 париских стопа или 12·63 метра у секунди.

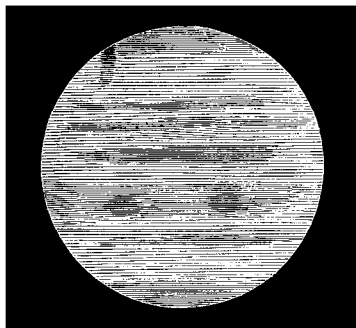
Кад посматрамо Јупитер дурбином, онда се опажају у правцу његовога полутара више тамних бразда, које су у млогоме сличне са облацима. Таблица Х. Тамне бразде и пеге по површини Јупитеровој. показује Јупитер онако, како је виђен у Септембру 1880. и 1881. године. Тамне бразде не допиру свакад све до краја планетинога, а

опажа се, да оне мењају свој изглед, кад их гледамо добрим дурбином. При јаком увећању види се, да са главним браздама упоредо теку и више других слабије тамних бразда а осем тога опажа се и то, да се почешће и угаситије па и црвене бојене (таб. Х.) пеге по широким браздама крећу од запада ка истоку. Сlike 96. и 97.

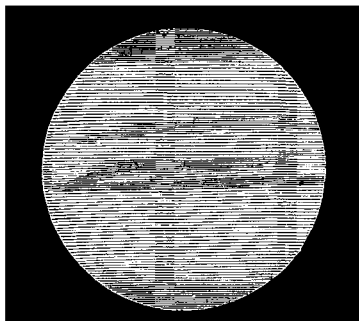
показују осем пеге и то, како су се тамне бразде на Јупитеру мењале по својој величини но и по својој угаситости, у годинама 1835. и 1836. Бразде су променљиве и по величини и по угаситости.

Угаситије пеге што се виде на слици 96. биле су видљиве, од 28. Октобра 1834. г. па све до 6. Априла 1835. године, међу тим, она пошира бразда, на којој су ове пеге као на каквој подлози опажене, ишче-

зла је још у месецу Фебруару исте године, тако, да су пеге готово на белој светлој Јупитеровој кугли лежале. Напред поменуто кретање пеге, долазиће на сваки на-



Сл. 96.



Сл. 97.

чин отуда, што се и Јупитер у истом правцу око своје осе окреће, јер је нађено, да се Јупитер за време од 9 часова и 55·2 минуте један пут окрене око своје осе, што је очевидно и укупно трајање дана и ноћи на овој планети. Из овога сљедује, да Јупитер има поред своје огромне величине и врло велику ротациону брзину тако, да се свака тачка на полутару, готово са толиком истом брзином креће при обртању ове планете, са коликом се брзином она и по путањи својој око сунца у сунчаном систему креће. При окретању (које је готово тачно кружно) око сунца, прелази Јупитер у секунди 1·75 миље и свршава једно своје оптицање за скоро 12 година. За ово време окрене се Јупитер око своје осе 10500 пута и према томе има једна Јупитерова година 10500 Јупитерових дана. Путања Јупитерова нагнута је према путањи наше земље за $1^{\circ}18'43''$, међу тим, оса његове путање нагнута је према равнини његове путање за $86^{\circ}40'$, а одавде сљедује, да равнина његовога полутара заклапа са равнином његове путање угао од $3^{\circ}20'$ и ово је за Јупитер косина еклиптикина.

Обртање Јупитерово и косина његова.

Према овоме што смо напред казали јасно је, да сунце мења свој положај према Јупитеровом полутару за мали угао и отуда сљедује, да ће на Јупитеру бити

разлика међу годишњим временима врло не-
 Напомене о годишњим временима и данима на Јупитеру. знатна. Исто тако неће се тамо много ни дани, што се тиче њихове дужине, у разво доба године много разликовати један од другог. Нађено је, да на Јупитеру под 60° северне или јужне ширине неизноси разлика најдужега и најкраћега дана ни пуних 36 минута.

Јупитер ће на сваки начин имати и своје атмосфере, што сљедује поглавито и из тога, што његове бразде

Мишљење о атмосфери Јупитеровој. нису јасно видљиве све до краја планетина Осем овога, указују на постојање атмосфере и напред поменуто црне пеге, необзирући се на то, да ли ће облаци тамошњи имати аналогије са нашим облацима.

Спектроскопска испитивања Secchi-ева доказала су, да се у црвеном делу спектра Јупитеровог налази једна

Спектар Јупитеров. угасита линија, која наводи поменутога астронома да закључи, да узрок постанку ове линије може лежати у упијању сунчане светлости, а при пролазку кроз Јупитерову атмосферу. Но осем овога и то, што су телурне линије наше атмосфере у спектру Јупитеровом много угаситије, показује, да се у атмосфери ове планете може налазити и водена пара.

Ако каквих обитаваоца на овој планети има, то се њима показује сунце као колут од $6'$ у пречнику; јачина сунчеве светлости а и његово топлотно дјејство у колико ово од одстојања зависи, мање је на Јупитеру 25 пута од јачине и топлотног дјејства овде на нашој земљи. Наша земља изгледа, са Јупитера гледана, као врло мала звезда, која се непрестано и близо око сунца налази и задржава, јер се она удаљује од сунца (њена нај-

већа елонгација са Јупитера сматрана) само за 12° и то разуме се или на исток или на запад. Као што видимо, ова елонгација земљина није ни у пола онолика, колика је Меркурова геоцентрички посматрана. Земља се може видети са Јупитера гледана само јутром или вечером пре исхода или после сунчевог захода и проблематични обитаваоци Јупитерови могу нашу земљу тек врло ретко да виђају. Они могу бити, што се астрономскога знања тиче и на извесном вишем ступњу, па опет да незнају ништа о томе, да земља наша у опште и постоји, и да неговоримо о планетама Меркуру и Венери, које су, као што знамо, сунцу још много ближе и од наше земље.

О обитаваоцима на Јупитеру не зна се ништа поуздано.

Јупитер има 4 месеца о којима ћемо доцније опширније говорити.

С а т у р н (ћ).

123.

Ова се планета назива у Санскриту именом *Санајсчара*, што означава полагаано кретање ове планете на звезданоме небу. Грци су дали Сатурну име *Мирни светлилац* за разлику од Меркура, који као што знамо сија, са врло мирном светлошћу.

Горња су имена с разлогом дата Сатурну, јер Сатурн се не показује никад у треперивој светлости па и тада не, кад се близо над хоризонтом налази, већ сија свакад мирном белом светлошћу и то као звезда прве величине. Његова је сјајност много слабија од Јупитерове.

Одстојање Сатурново од сунца је (и то средње одстојање његово) 190 милиона миља; у афелу је он удаљен за 199, у перихелу пак само за 178 милиона геогр. миља. Од земље удаљује се Сатурн до на 219 милиона а приближује јој се и до 159 милиона географ. миља. *Привидан пречник* по Беселу и то полутарски износи $17.05''$, а поларни $15.38''$ одкуда сљедује, да је спљоштеност Са-

Величина, спљоштеност и густина Сатурнова. турнова $\frac{1}{10.2}$. *Прави пречници* ове планете износе: полутарски 15680 миља (или 127400 километара) поларни 14140 миља. *Обим* Сатурнов има према томе 51000 миља; његова *површина* има до 856 милиона квад. миља, а његова *запремина* има више од 2 билиона кубних миља. Сатурн је 700 пута већи од наше земље, његова је густина тек $\frac{1}{8}$ од средње густине наше земље или равна 0.75 од густине воде, што одговара густини јеловога дрвета или густини петролеума. На основу овога изилази, да је Сатурнова кугла, ма да је она 700 пута већа од земљине, опет само 95 пута тежа од ове. Тело, које је на земљи тешко 100 килограма биће на Сатурну у опште тешко до 110, а на полутару Сатурновом само 90 кил.; на половима на против 125 килограма. Исто тако постоји велика разлика и међу брзинама при падању тела на овој планети. На полутару прелази тело у првој секунди само 14 а на половима 19 париских стопа или 5.38 метра.

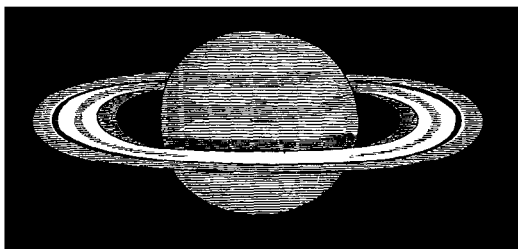
Спектар ове планете показује велико слагање са *Спектар Сатурнов.* спектром сунчевим. Осем тога у спектру Сатурновом и то у црвеном делу спектра показује се и једна врло угасита линија, дакле слично, као што је то и у спектру Јупитеровом случај. Из овога следује, да се ове две највеће планете у нашем сунчаном систему, што се тиче њихових атмосфера у извесној мери подударају. Janssen истина мисли, да поменуту угаситу линију у спектру проузрокује водена пара, али то је још сумњиво, јер као да водена пара баш због незнатне густине ове планете, једва и постојати може.

Сатурн свршава једно оптицање око сунца за 29.5 година, а прелази на своме путу у свакој секунди готово 1.25 миље.

Сатурн се обрће око своје осе после сваких 10 часова и 30 минута један пут, и ово је трајање једнога дана на овој планети.

Полутар Сатурнов нагнут је према путањи, коју Сатурн око Сунца описује, за скоро 29° а према Земљиној путањи пак за 28° и од овога нагиба зависи мања или већа разлика у годишњим врсменима. Из величине овога нагиба сљедује, да ће разлика између лета и зиме на Сатурну, бити много већа, но што је ово случај овде на нашој Земљи са нашим летом и нашом зимом, јер је косина Сатурнове еклиптике много већа од косине наше Земље. Пошто на Сатурну свако годишње Годишта на време траје више од 7·5 година, (7·5 година Сатурну. пролеће а исто тако лето, јесен и зима) то је овим горње тврђење потпуно оправдано. Атмосферске промене не опажају се на овој планети и ма да се бразде на њој виђају.

Слика 98. показује Сатурн, како је виђен у почетку Октобра 1850. и то лопта планетина са колутима заједно.



Сатурн у почетку Октобра 1850.

Сл. 98.

У правцу полутара Сатурновога изгледа, као да су око Сатурна нагомилане материје у виду облака, које и производе напред поменуте бразде.

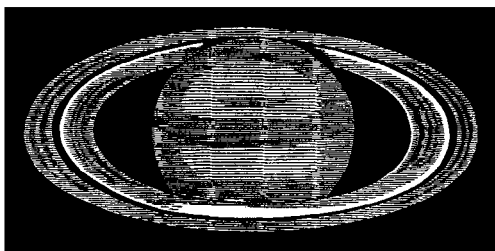
Оваква једна бразда јасно се виђа близо до самога полутара, остале могу да се опазе тек само са најјачим дурбинама и при најповољнијем стању наше атмосфере. Може бити, да има и промена у овим браз- Бразде на Са- дама, али оне нису такве, да се са земље опа- турну. зити могу. Неки природњаци држе, да ове бразде при-

падају самој Сатурновој површини. Међу тим, ма како да је, ове бразде стоје у свези са обртањем Сатурновим око осе, јер оне леже, као што лежи и полутар па и Сатурнови колути.

Сатурнови колути.

124.

Око Сатурнове лопте налазе се два главна колута, који слободно, готово у једној равнини лебде (слика 99).



Сатурн у Новембру 1855.

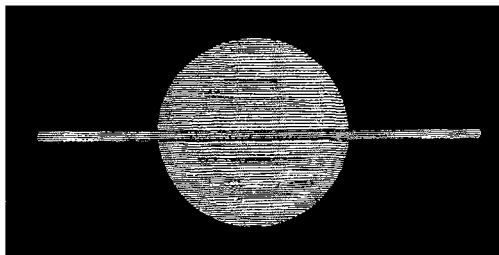
Сл. 99.

Око Сатурнове је лопте најпре празан простор, а за овим долазе колути са овим димензијама:

| | | |
|----------|-------------------------------------|-------------|
| Димен- | Спољни пречник спољњег колута | 36900 миља. |
| зије Са- | Унутарњи „ „ | 32500 „ |
| турнових | Ширина спољњег колута | 2200 „ |
| колута. | Спољни пречник унутарњег колута | 31700 „ |
| | Унутарњи пречник „ „ | 24500 „ |
| | Ширина унутарњег колута | 3600 „ |
| | Одстојање унутарњег колута од повр- | |
| | шине Сатурнове лопте | 3980 „ |
| | Ширина двогубога колута. | 6200 „ |

Осем ових главних колута, нађен је у новије доба још и један трећи, али тавни колут, који се налази између горе поменутога унутарњег колута и Сатурнове лопте и који изгледа, као да је провидан. Овај се трећи колут

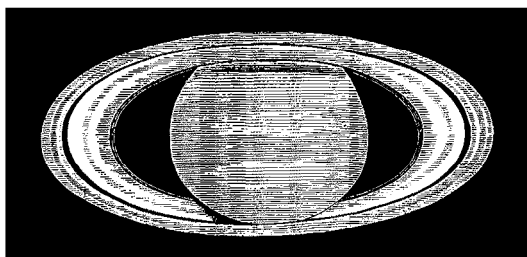
види јасно на слици 98. и удаљен је од површине Сатурнове лопте само за 2000 географ. миља.



Сатурн у Јануару 1849.

Сл. 100.

Ако пажљивије загледамо слике 98. 99. и 101. онда видимо, да су главни колуту раздвојени празним простором, који је назват по Касинију, *Касинијев раздвој* и који износи до 380 миља у ширину.



Сатурн у Мају 1868.

Сл. 101.

Осем овога раздвоја, опажено је у новије време и много више раздвоја особито у спољњем колуту, али ови као да нису стални.

Што се центра ових колута тиче, о њему можемо да кажемо, да он непада уједно са центром планетиним. Колуту су нагнути према путањи планетиној и пошто приближно задржавају један исти положај, то у разном време, а у течају једнога оптицања, видимо ми ове колуте и у разном облику, који нам се свакад показује

елиптичан. По који пут је колут тако широк, да цела лопта у њему лежи (сл. 99. и 101.), други је пут опет ужи и ужи (сл. 98.) док најпосле нестане и са најбољим дурбинама једва приметан (сл. 100). Горе наведене слике показују, како је виђан Сатурн и то слика 99. показује Сатурн у Новембру 1855; слика 100. у Јануару 1849. а слика 101. како је Сатурн виђан у Мају 1868. године.

Изгледа, као да се ови колуте састоје из чврсте материје, пошто они свој облик не мењају; Материја и површје Сатурнових колута. осем тога, пажљивија сматрања показала су, да ови колуте нису по површју глатки и да нису равни, већ на против, да имају на себи удубљења и испупчења и да су местимице извитоперени. Њих осветљавају сунчани зраци исто онако, као што и нашу Земљу осветљавају, и они се виде тек одбијањем сунчаних зракова од себе. Она места на колутима, која нису од Сунца осветљена, невиде се. Колуте бацају сенку на Сатурнову лопту, као што и ова опет на колуте баца, што се и из слика 99. и 101. јасно види. На местима, где сенка од лопте на колуте и од колута на лопту падне, бива помрачење Сунца. Најпосле, треба да поменемо још и то, да колуте потпуније одбијају светлост сунчану по Сатурнова лопта и с тога се колуте показују свакад светлији од лопте, што и пређашње слике показују.

Масу колутастога система нашао је Бесел по пертурбацији за шести Сатурнов месец, и по њему износи она тек само $\frac{1}{118}$. део од Сатурнове масе. Ако би хтели да објаснимо себи, на који се начин одржава овај колутаста систем у окретању око Сатурна, онда морамо себи да представимо Сатурнове колуте, као читав низ многих месеца, који су сви у додиру, па се укупно око Сатурна са великом брзином окрећу. Што пак овај систем колута свакад на једном истом одстојању од Сатурнове лопте остаје, то причи-

њава прилично велика центрифугална сила, која се производи обртањем горе поменуте прилично велике масе.

Планета Сатурн има 8 месеца, о којима ћемо доцније подробније говорити. Таб. XI. показује Сатурн има нам Сатурн са колутима и пегама онако, како 8 месеца. је виђен 1874. године.

Као интересантно остаје нам још да поменемо и ово.

Одстојање најближега Сатурновога колута, од главне планете мање је готово 13 пута од одстојања нашега Месеца од Земље; па како Сатурн има густу атмосферу, која се услед брзога обртања над полутаром високо уздиже, а може бити да чак и колуте додирује, то је врло лако могућно, да су Сатурнови обитаваоци (ако тамо каквих има) те среће, да могу са планете или помоћу ваздушне лопте или ма на који други начин да путују и на колуте, и тако осем своје планете, да се упознају још са једним космичким телом. Исто ово вреди и за обитаваоце на Сатурновим колутима, — и они ће ваљда моћи да се спуштају на Сатурнову лопту.

Колико би природнака на нашој Земљи желело, — да се могу да вину до нашега пратиоца, до нашега Месеца?!

При Сатурну је, вели Дистервег, једини случај, где би обитаваоци са два космичка тела могли једни другима да долазе, да се пријатеље, да се договарају о све већем благостању обостранога живља, — кад би били цивилизованији од становништва овде на Земљи; а на против, кад би били овакви, као што су народи на нашој Земљи, онда би и они један другоме рат објављивали, контрибуције наметали и тако се победама над другима славили — у пропасти туђој свој напредак и своју величину гледали.

У р а н (♄).

125.

Ову је планету 1. Марта 1781. први пут видео В. Хершел. Она је удаљена од Сунца у афелу око 400, у перихелу око 363 милиона геогр. миља, а средње јој је одстојање од Сунца до 382 милиона геогр. миља. Путања ове планете не разликује се много од кружне путање и ма да разлика између одстојања у афелу и перихелу износи до 37 милиона миља, јер дужина путање износи

скоро 2400 милиона географ. миља. Према еклиптици нагнута је Уранова путања једва за $46\cdot5'$ и Уран прелази ову путању са брзином од једне миље у секунди (управо нешто мало мање од 1 миље).

Најмање одстојање ове планете од наше Земље износи до 342, а највеће до 420 милиона миља. *Привидни пречник* Уранов износи $4\cdot5''$ и он може да се види голим оком тек, кад је стање наше атмосфере такво, да је ваздух са свим провидан. По сјају своје равна се планета Уран звездама некретницама шесте па и седме величине.

Полутарски *пречник* Уранов има по Медлеру 7900 миља (око 59000 километара) и његова је *загустина* Урана *премина* 92 пута већа од Земљине, ма да би *нова*. само $15\frac{1}{2}$ Земаља уједно дале Уранову масу. *Густина* је његова једва равна $\frac{1}{6}$ од средње густине наше Земље, дакле је готово равна густини воде. Тело, које је на нашој Земљи тешко 100 килограма, тежи на Урану само 72 килограма, и на њему прелазе тела при слободном падању у првој секунди само 11 париских стопа или $3\cdot6^m$.

На Урановој бледој лопти нису могле до сада да се опазе никакве пеге, и према томе ми незнамо ништа поуздано да кажемо, о његовом обртању око осе, па исто тако не знамо ништа ни о брзини, са којом се он обрће. О спљоштености незна се такође још ништа поуздано и ма да Медлер држи, да ће ова као и у Сатурна бити равна $\frac{1}{10\cdot2}$. На основу ове претпоставке а из теоријских разлога мисли Houzeau, да ће време обртања зар лежати између $7\frac{1}{4}$ и $12\frac{1}{2}$ часова. По положају путања, у којима се месеци Уранови крећу, закључује се, да нагиб његовога полутара према еклиптици износи готово 90° , и да је према томе и нагиб према самој Урановој путани такође скоро 90° .

Сплoштeнoст
Урaнoвa и мo-
гућнo врeмe
oбртaњa oкo
њeгoвe oсe.

Звездано време оптицања ове планете износи 84 година и 6 дана, а пошто оса полутарева лежи готово у равнини путање, то је јасно, да ће разлика између годишњих времена на овој планети бити врло велика. Сунце сија за 42 године непрестано на северноме полу, а за време сљедеће 42 године, сија оно опет само на јужноме полу; у првом случају непоказује се оно никако на јужном, а у другом случају опет никако на северном полу ове планете и као што Сунце у првом случају производи на северноме полу (задржавајући се непрестано близу зенита) превелику топлоту, тако производи оно на јужноме полу превелику хладноћу, која ће бити тако велика, да је веома сумњиво, да ли је обитаваоци тамошњи и сносити могу. Сунце се показује обитаваоцима Урановим, с претпоставком, да на Урану има у опште организама (који осећају и мисле), од прилике онако исто, као што се нама Венера показује, у њеном највећем сјају. Светлосно и топлотно дјејство сунчаних зракова на Урану је 362 пута слабије, но на нашој Земљи. Но и ако је ово случај на Урану, опет нам овакво стање ствари, још не даје оправданог основа да држимо, да усљед дугачке ноћи и велике хладноће мора да влада на планети Урану и вечно мртвило. Могућно је, да и на овој планети има живота, који се разним органима развијају и оличавају. Ово мишљење налази прилично основа и у самој физичкој па и интелектуалној различности човекове моћи а под разним ступњима географске ширине и овде на самој нашој Земљи, али какви би ти животи били, о томе се не може ништа за сада казати.

Годишнта на Урану.

О органскоме свету на Урану не зна се ништа поуздано.

Уран има четири месеца, које је још Ласел (Lassell) при својим опажањима на острву Малти пронашао, и о којима ћемо доцније говорити.

Уран има четири месеца.

Нептун (*♆*).

126.

Ову је планету 10. Септембра 1846. год. први опазио *Гал* (Galle) и то тек, пошто му је *Леверије* јавио, да је он с погледом на пертурбацију у кретању планете *Урана* израчунао место једне планете, која је њему још непозната. Нептун је удаљен од Сунца у афелу око 608 милиона географ. миља, у перихелу 594, а средње одстојање његово од Сунца износи 600 милиона географских миља.

Највеће одстојање Нептуново од Земље износи 623 а најмање 583 милиона миља. *Привидни пречник* Нептунов износи 2·6" и према томе је *прави пречник* његов око 7330 географ. миља величина и *велики* (у километрима око 55000). *Површина* је Нептунова готово 19 пута већа од површине наше Земље, а *запремина* његова скоро 80 пута већа од запремине Земљине, али само 16 Земаља у једно дале би Нептунову масу. *Густина* је његова једва $\frac{1}{4}$ од средње густине наше Земље и тело, које на Земљи тежи 100 килограма, тежи на Нептуну само 80 килограма. На Нептуну прелази тело у првој секунди 3·4 метра. Сунчана светлост је на овој планети 900 пута слабија но на нашој Земљи, али је опет још једнако јача од светлости, коју нам наш пун Месец даје.

У секунди прелази Нептун по путањи око Сунца до 0·75 миље и свршава своје оптицање за 165 година. Његова је путања према еклиптици нагнута за 1° 47'.

О положају полутара Нептуновог, ротационој брзини његовој, као и о физичкоме строју Нептунове површине, не знамо још ништа поуздано да кажемо. Има природњака, који мисле, да су видели, да се око Нептуна налази

О физичкоме строју Нептуновом незнамо ништа поуздано.

и некакав колут, али то треба накнадно још да се и докаже.

Све што је речено о живим створовима на планети Урану, важи и за ову планету. Нептун има и Нептун има један месец, који је такође Ласел у Августу један месец. 1847 г. пронашао и о коме ћемо доцније говорити.

Са напред казаним, ми смо прешли све што се имало казати о свима планетама у нашем сунчаном систему и о нашем Сунцу, и у табlici XII. излажемо још све планете заједно са својим димензијама, и то онако, како се оне по својим величинама односе једна према другој, а и према величини Сунчевој. Светао котур на поменутој табlici представља Сунце, а поједине су планете по котуру сунчевом свака својим знаком означене.

На табlici XII. представљена је тачкастим кругом и путања Месеца наше Земље, те да би се упоређењем могао да добије колико толико макар и приближан појам о грдној величини сунчевој, па посредно и о неизмерно великим димензијама васионе.

XVI. Споредне планете.

Месеци (пратиоци, сателити, трабанти).

127.

Месецима, зовемо у опште она тела у нашем сунчаном систему, која се по истим законима окрећу око планета, као што се ове окрећу око Сунца. Месеци су дакле тела, што извесне планете при њиховом оптицању око сунца прате и која се с тога још називљу и пратиоци (сателити, трабанти).

Месеци, пратиоци су светска тела, која се око планета окрећу.

Пре, но што су пронађени дурбини, знало се само за наш Месец или за пратиоца наше Земље, који се око ње као централнога тела окреће. После проналаска дур-

бина испаде за руком Галилеју, да пронађе Јупитерове месеце, за тим Касинију, Хершелу, Хајенсу, Ласелу и најпосле Халу да пронађу и остале месеце, са којима ћемо се свима упознати.

До сад је познато 20 месеца у сунчаној систему. До данас се зна за 20 разних месеца и то има: наша Земља један месец, Марс 2 месеца, Јупитер 4 месеца, Сатурн 8 месеца, Уран 4 месеца и најпосле Нептун 1 месец.

Месец наше Земље.

128.

После Сунца за нас је најважнији Месец наше Земље и о њему као најближем знамо и највише. Као и Сунце и све планете, тако се и Месец креће у правцу од запада ка истоку, но само са много већом брзином. Он

Кретање Месечево и време оптицања око Земље. прелази при своме кретању од прилике 13° на дан. Кретање је Месечево свакад *напредно* и нема онаквих савијутака у свом кретању, као што смо их при планетскоме кретању

видели. Месечево звездано време оптицања, т. ј. време, за које Месец пређе 360° или се један пут око наше Земље потпуно окрене, износи 27 дана 7 часова 43 минута и 11.5 секунда средњег сунчаног времена.

Месец описује при своме кретању, (и ако не баш потпуно једнаком брзином) слабо елиптичку Месечова путања, одстојање његово и величина. путању, у чијој се једној жици наша Земља налази. Средње одстојање Месечево од Земље је 51800 географ. миља (или 382.422 кило-

метара), дакле нешто мало веће, од половине Сунчевог полупречника, а *средњи привидни пречник* Месечев сма-тран и опредељен геоцентрички има $31'$ и $5''$, и мења се у границама између $29'$ и $34'$. Његов *прави пречник* тек је 0.2729 део од Земљиног пречника и има 468 геогр. миља (или 3481 километар). На Месецу се није до сада

ни најмања спљоштеност могла да примети. Сlike 102. и 103. показују однос величина између Месеца и наше Земље. Месечева површина има

Величина, спљоштеност и густина Месечева. до 689000 географ. квадр. миља, и она није ни толика, колика је Азија па ни Америка на нашој Земљи. Месечева запремина износи 53,8 милиона куб. миља, дакле је она тек само $\frac{1}{49}$ део од Земљине запремине.

Маса Месечева износи $\frac{1}{80}$ део од Земљине масе и према

томе имају се средње густине, (земљина и месечева), као бројеви 80 : 49 или као 10 : 6, што значи, да густина Месечева износи приближно само 0·56 од средње Земљине густине, дакле је она тек само 3·1 пута већа од густине воде. На Месецу прелази тело при слободном падању у првој секунди простор од 2 париске стопе и 6·5 париских палаца или нешто више од 0·8 метра.

Путања је Месечева, као што смо казали елипса са ексцентричношћу 0,0249 и према томе је јасно, да се одстојање Месечево од Земље у извесним границама мења. Кад је ово одстојање највеће, онда је оно 54690, (*Апогеум*, Месец од Земље најдаље) а кад је најмање, онда је оно само 48950 (*Перигеум*, Месец Земљи најближе) геогр. миља. Због пертурбација може одстојање између једне тачке Земљине површине и једне тачке Месечеве површине да се смањи и до 47000 географ. миља.

Месечева је путања нагнута према еклиптици за 5° 8 и 44" но овај нагиб није сталан, већ се мења међу



Наша Земља.
Сл. 102.



Месец наше
Земље.
Сл. 103.

Месечева путања и одстојања месечева. Апогеум и Перигеум.

границама 5° и $5^{\circ} 18'$. И ако је Месечева путања око Земље елипса, у односу према Сунцу, има она изглед вијугаве линије са кружним деловима, који по реду и на изменце своју конкавну па онда конвексну страну Сунцу окрећу о чему ћемо доцније још говорити.

Тачке у којима се путања Месечева са равнином еклиптикином сече, означавају се и овде као и код главних планета, називима *укрсница пењања* (\mathcal{P}) и *укрсница спуштања* (\mathcal{Q}). Линија, која спаја ове укрснице или тако звана *линија пресека*, нема сталан положај, већ се креће од истока ка западу, а с њоме се у истом правцу помичу и поменуте тачке укрснице и то тако, да оне иду Месецу на сусрет и то сваки дан за $3'$ и $11''$ лучних.

Према овоме свака од ових укрсница свршава у периоду од 18 година 218 дана 21 час 22 минуте и 46 секунда једно потпуно оптицање по еклиптици. Исто тако нема сталан положај ни она линија, која спаја тачке перигеума и апогеума и која се зове *апсидна линија* или велика оса Месечеве путање. И ова се линија креће тако, да перигеум и апогеум сврше после сваких 8 година 310 дана 13 часова 48 минута и 53 секунда једно оптицање, у правцу од запада ка истоку, дакле у правцу Месечевога кретања, прелазећи при томе дневно $6'$ и $41''$.

При кретању Месечевом око Земље имамо још осем онога звезданог времена оптицања или тако званог звезданог месеца дана, да поменемо још и синодски, тропски, аномалистички па и змајев месец дана. *Синодски* месец дана то је време, које протиче између сваког новог и новог или пуног и пуног Месеца и износи 29 дана 12 часова 44 минуте и 3 секунде.

Троиски месец дана је време, које протиче док Месец не дође опет у ма коју равнодневичку тачку. Овај је месец нешто краћи од звезданог због назаднога кретања пролећне тачке и има 27 дана 7 часова 43 минуте и 47 секунда. *Аномалистички месец* дана

Синодски,
тропски, ано-
малистички и
Змајев месец
дана.

то је време, које протиче од једнога перигеума (или апогеума) до другог и он има 27 дана 13 часова 18 минута и 35 секунда. Змајев месец дана, то је време, које протиче од једнога пролаза кроз укрсницу пењања па до следећега другог и износи 27 дана 5 часова 5 минута и 49 секунда.

Од ових горе поменутих тако званих Месечевих месеца дана, разликујемо Сунчев месец дана, што је време, за које се Сунце у сваком од 12 еклиптичних знакова задржава. Као што је из пређашњег познато, овај месец дана износи $\frac{1}{12}$ део од целе године и има: 30 дана 10 часова 29 минута и 37 секунда, и од овога се месеца дана разликују као што знамо они месеци, по којима се у грађанском животу година дана дели, и о којима смо већ говорили, кад је била реч о календару у опште (види X. стр. 228).

Сунчев месец дана.

Што се тиче брзине са којом Месец своје оптицање око Земље свршава, она је различна према положају његовом према Земљи. Месец прелази дневно око 12000 миља, и то у перигеуму 13560 а у апогеуму 10440 миља и при томе кретању, прелази он као што смо већ напред поменули у средњу руку око 13° на дан, у перигеуму 15° а у апогеуму само 11.5° .

Брзина са којом се Месец окреће око наше Земље.

Месечева површина и физички строј његов.

129.

Ако пажљивије посматрамо Месец са каквим дурбином са slabим увећањем, или баш и са голим оком, онда виђамо, да се на белом Месечевом котуру показују како веће и мање светлије партије, тако исто и веће и мање сиве пеге. За ове се пеге мислило да су мора, по Месчевој површини, а за оне светле партије држало се, да су оне сличне са оним, што ми на нашој Земљи континентом зовемо. Ма да се временом показало, да на Месецу нема мора и да се у најновије доба у фотографијама De la Rue-а ова мора показују пре издигнута и мање више испупчена, па да потсећају на шумовите пар-

Светлије и тамније партије по Месчевој површини. Мора.

тије, опет су оне тамније партије задржале и до данас своја стара имена и зато налазимо још и данас, готово на свима картама, на којима је Месец представљен, места, која носе назив *Mare* или мора.

Таблица XIII. представља нам Месечеву површину онако, како се она виђа у дурбину. На овој су слици важнија мора означена са *a*, *b*, *c*, *d*, и т. д. закључно до *l*.

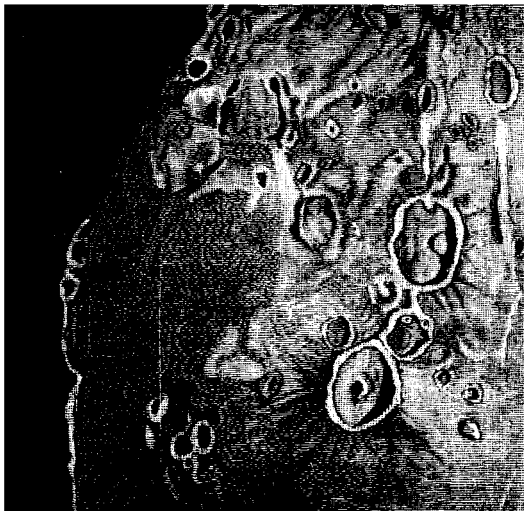
Имена су ових мора латинска и на табlici XIII. представља :

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| a) Mare Nubium | g) Mare Fœcunditatis |
| b) Mare Humorum | h) Mare Nectaris |
| c) Mare Imbrium | i) Oceanus Procellarum |
| d) Mare Serenitatis | k) Mare Vaporum |
| e) Mare Tranquillitatis | l) Mare Frigoris |
| f) Mare Crisium | и т. д. |

Ова тако звана мора, заузимају врло велике просторије на Месечевој површини. Тако има Oceanus Procellarum око 90000 квадрат. географ. миља; Mare Nubium око 18000 квад. миља; Mare Serenitatis око 6000 квад. миља и т. д.

Пажљивијим посматрањем са дурбином могу да се распознају на Месецу и узвишења или *брегови и планине*, а тако исто и удубљења или *долине*, но ово може да се примети само онда, кад се брегови или и долине налазе на граници осветлења, дакле, кад се налазе у близини оних места на Месецу, за која се Сунце рађа или залази. Брегови бацају у овоме случају од себе сенку мању или већу, која је често пута тако угасита и тако танка, да у сљед тога Месечева површина врло лепо изгледа. Сlike 104. и 105. показују ово сад поменуто стање, на којима су представљени у прилично великоме размеру: *Mare Nectaris* (сlike 104.) и *Коперник* (сlike 105.), који је на табlici XIII. означен бројем 3. Ове сlike представљају у исто време

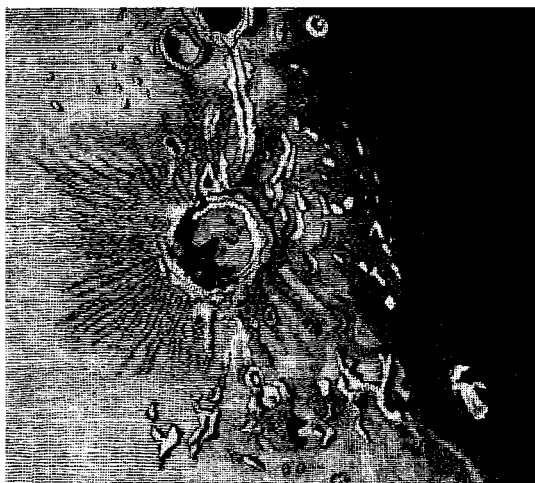
и пределе на Месецу, који се налазе баш на граници осветљења.



Mare Nectaris.

Сл. 104.

Осеп брегова и долина, виде се по Месецу и веома правилно заокружени и ограничени објекти при којима



Коперник.

Сл. 105.

Кратери на Месецу. је средина њихова веома јако удубљена и као таква потсећа на облик мањих или већих кратера. Ово су тако звани *Кратери*, од којих су неки у средини са свим мрачни, а други се опет показују из средине као звездасти брежни врхови, које сунчани зраци обасјавају и с тога веома светли изгледају.

Што се год јаче Сунце за извесна Месечева места пење, тим се више смањује сенка, док најпосле не ишчезне она са свим. При овоме постaju оштро ограничене партије поступно све нејасније тако, да се најзад ни разликовати немогу. У опште, ко хоће да добије што бољи појам о површини Месечевој као и о мноштву брегова, долина па и мањих и већих кратера на Месецу, треба само да посматра Месец са дурбином (ма и слабијим) и то за време његових мена, особито пак за време четврти и то по најбоље свакад у почетку четврти.

Осем напред поменутих назива за мора, дата су Месечевим бреговима и кратерима и имена појединих славних астронома, и тако представљају по реду бројеви 1, 2, 3, 4, до 21 закључно на табlici XIII. важније брегове и кратере на Месецу. Ово обележавање бројевима на већим картама бива по квадрантима. На табlici је XIII. :

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) Архимед | 12) Фраскатор |
| 2) Плато | 13) Плиније |
| 3) Коперник | 14) Манилије |
| 4) Кеплер | 15) Галилеј |
| 5) Гасенди | 16) Грималди |
| 6) Тихо | 17) Аристарх |
| 7) Арцах | 18) Аутолик |
| 8) Пурбах | 19) Аристит |
| 9) Ређиомонтан | 20) Ератостен |
| 10) Птоломео | 21) Аристотело. |
| 11) Апијан | |

У опште узев брегови колутастога облика превлађују на Месецу и има их већих и мањих веома много. Колутасти брегови имају по који пут у пречнику и до 30 миља. Они заузимају веома велике, готово равне просторије, окружене као са каквим правилним Колутасти
брегови. насипом. У овима просторијама опажају се.

даље још мањи опет колутасти брегови, мањи кратери, који онај поменути крајњи и највећи насип често пута пресецају, као што се то на Копернику на слици 105 лепо види. Ово се примећава обично на местима, где је сенка најјача. Обично је, да до ових готово равних просторија, долазе одмах велики кратери од 5 па и 15 географ. миља у пречнику, којима је унутрашњост знатно удубљена и у којој се опет мањи кратери виђају. У средини оваквих кратера чешће се издиже по Велики кратери,
централни
брегови, мали
кратери, усеци. какав купаст вис, који је обично нижи од осталих оближњих а узвишенијих партија.

Ово су *централни брегови*. У велике кратере рачунају се: Тихо, Коперник, Аристотело и т. д. Осем поменутих великих кратера, има на Месецу мноштво, око 50000 *малих кратера* и то на оној страни, коју нам Месец показује, а биће их по свој површини Месечевој и много више. За кратере се држи, да ће они бити млађи створови на Месецу. Иза ових кратера показују се чешће дугачки *усеци* по Месечевој површини, који могу да се сматрају као дугачки кратери. Ови усеци имају разну дужину и често су пута они и до 20 миља дугачки. Ширина им је често пута и до половине миље велика.

Ма да колутасти брегови превлађују бројем својим, опет има на Месецу и таквих узвишенијих маса, које су на појединим местима неправилно нагомилане и које се протежу више у дужину него ли у ширину и образују подугачак низ брегова. Осем овога виђају се и повише оваквих а упоредних низова брежних. Не треба мислити, да су ове узвишене масе подељене тако, да су оне сличне

Брежни ни- са бреговима на нашој Земљи; оне се истина
зови, зрака- протежу у главном у једном извесном по-
сти системи; дужном правцу, али нису при томе непреки-
жиле. дне, већ образују са свим неправилно посље-
довање већих и мањих маса, које су местимично, овде
више онде мање нагомилане и испресецане дубоким за-
сецима. Поред ових узвишења и удубљења по површини
Месечевој виђају се и то обично кад је пун Месец још и
зракасти системи, који изгледају као *светле жиле*, које
свакад од извесне какве тачке почињу, па се од ње ек-
сцентрично на све стране простиру. Ове се жиле, пошто
су много светлије од осталих објеката, лепо распознају
на Месечевим планинама или по унутрашњости појединих
кратера а често пута пак распознају се и само тиме, што
се разликују од остале површине бојом. Ове жиле обично
ишчезавају у сенкама, појединих брегова и не бацају од
себе никакве сенке. Ово нас наводи да мислимо, да ове
жиле не могу бити нити каква удубљења, нити каква
узвишења по Месечевој површини. О овим зракастим си-
стемима не знамо ништа поуздано, јер на нашој Земљи
нема сличних облика, који би нас бар на какво такво
сравњење упућивали. Но осем свију ових побројаних раз-
них објеката по Месечевој површини, као да
Уронци на су најзагонетније природе тако звани *уронци*.
Месечевој по- су
вршини. (Ово су махом правилни облици, који се као
пруге виђају и у дужину протежу до 25 па и више миља
и који се за време пунога Месеца указују као јасно све-
тле праве бразде. Ови уронци при косом осветљењу дају
од себе а у близини границе осветљења веома уску по-
дужну сенку, која изгледа као са свим права угасита
линија. До сада их је познато више од 400 по Месечевој
површини. Мисли се, да ће ови уронци бити или места где
је извесна партија на Месечевој површини уронула или
препукла, (на што наводи поменута уска сенка) или да ће
они бити вулкански изливци најмлађега доба на Месецу.

Што се тиче висина Месечевих планина, оне могу лако да се нађу из дужине њихове сенке. Тако је још Галилеј нашао висине неких брегова и планина. У овоме погледу највише су допринели Mädler и Beer, који су својом до сада најбољом картом Месечеве површине, (која има готово 1 метар у пречнику «*Mappa Selenographica*») много раширили наше знање о Месечевој површини. По најтачнијим мерењима имају махом планине на Месецу готово исту висину, као и највеће планине на нашој Земљи, а неке су и много више. С погледом на добивене висине Месечевих брегова, може да се каже, да су брегови на Месецу готово три пута виши у сравању према Месецу, но што су брегови овде на нашој Земљи у сравању са Земљом. Сенке свију узвишења на Месецу *потпуно су црне*, и то тако, да се на местима, где је сенка пала ништа разазнати не може, откуда сљедује, да је на оним местима на Месецу, где сунчани зраци не могу да доспу, *абсолютна ноћ*. Оваквога видела, које овде на Земљи чини, да ми и оне партије видимо, које се у сенци налазе, нема на Месецу никако, а исто тако нема тамо ни сутона. Из овога већ може да се закључи, да Месец *нема атмосфере*. Кад пак нема на њему атмосфере, онда нема тамо ни воде, чија би пара већ сама за се какву такву атмосферу образовала.

Висине брегова и планина на Месецу.

На Месецу се не виде објекти у сенци, тамо нема сутона нема атмосфере па ни воде.

Но осем овога, показује се и спектар Месечев у свему онакав, као што је и Сунчев, из чега такође сљедује, да Месец нема атмосфере, или нема бар такве, као што је атмосфера наше Земље. Но и ако је све ово тако, опет ми немамо никаквог познатог па ни оправданог узрока, који би нас наводио да држимо, да тамо у опште нема никаквог ваздушастог омотача, па ма како он при томе редак био. Бесел

И спектроскопска испитивања показују да Месец нема атмосфере. Беселово мишљење о атмосфери Месечевој.

држи, да могућна атмосфера на Месецу може имати највећу густину $\frac{1}{1000}$ од густине атмосфере наше Земље, и да је ова атмосфера у висинама 2000^m до 3800^m тако редка, да је она једва у стању да произведе ма и незнатно преламање светлих зракова.

Дужина Месечеве године приближно се слаже са нашом годином, али један дан на Месецу има средњу дужину од 354 часова 22 мин. 1·4 секунде, дакле Месечев дан траје нешто више и од 14 наших дана. Ми знамо,

да је разлика међу годишњим временима све то већа, што се полутар од еклиптике више удаљује, а како је Месечев полутар према еклиптици нагнут за не пуна 2°, то на Месецу неће бити велике разлике међу годишњим временима. Другачије је пак са даном на Месецу. Без предходнога сутона, појављује се тамо Сунце над хоризонтом на извесним местима и на место тавне ноћи, настаје на једанпут светао дан, који траје више од 14 наших дана, — за тим залази Сунце и са нестајањем последњега зрака настаје опет потпуно тавна ноћ, која траје такође више од 14 наших дана.

Напомене о годишњим временима и дану на Месецу.

Најзад, да се запитамо сада, да ли има на Месецу обитаваоца, који се ма у чему слажу са обитаваоцима овде на Земљи? На ово се питање не може непосредно да одговори и то с тога не, што до данас немамо тако

Мишљење о обитаваоцима Месечевим.

јаког дурбина, који би нам Месец у тој мери увећавао, да би могли на њему каква таква кретања да уочимо. Ми морамо дакле да одговоримо посредно. И ако се дуго порицало, да Месечева светлост нема топлоте, то су најновија испитивања опет показала, да Месечеви зраци нису баш без икакве топлоте. Кад би се овим резултатом могли задовољити, онда би могли да помислимо, да није немогућно, да на Месецу има живих организама. Али, кад узмемо у рачун, да тамо нема ни воде па ни ваздуха, онда сљедује, већ и по себи,

да тамо нема и не може бити људи и животиња, и то не бар оваквих какви су овде на нашој Земљи.

Небо се показује на Месецу за време тамошње ноћи као потпуно црно и на црној површини или подлози блистају звезде; а Земља са Месеца гледана, показује се у истим онаквим менама, какве ми на Месецу са Земље гледајући виђамо. У исто време показује се Земља и као лопта, која је од Месеца тринајест пута већа и која у часу, кад дође између Сунца и Месеца производи помрачење Сунца, па можда је и узрок истом онаквом страху и повод празноверици, који су и на нашој Земљи тако дуго неговани а на жалост и дан дањи на многومه месту постоје, кад год се каква природна појава на звезданоме небу уочи.

Месечеве мене (фазе).

130.

У разним положајима, у којима нам се Месец при окретању своје око Земље показује, виђамо ми час веће а час мање делове његове површине, па и час више, час мање осветљене. Разни облици Месечеви, који зависе углавито од Месечевога положаја према Сунцу, названи су мене или *фазе* и ми ћемо, пратећи Месец по његовој путањи око Земље, да уочимо неколико његових карактерних положаја.

Месец је по себи мрачно тело и светлост, коју нам он ноћу шаље, добија он од Сунца. Ми добијамо дакле од Месеца тек одбијену (рефлектирану) сунчану светлост.

Свагдашњи облик Месечев (осветљени део његове површине) мења се према томе, како нам кад он своју осветљену или неосветљену површину окреће. Таблица XIV. показује неколико положаја на путањи Месечевој око наше Земље. Ако се налази Месец у конјункцији са Сунцем, онда га ми ни мало не видимо и ово је *малд Месец* (мена или младина) (☉). Од овога часа удаљује се

Месец од Сунца ка истоку и показује нам се као срп, и то тако, да је при томе испупчена страна Сунцу окренута, дакле на запад. С почетка је срп узан, доцније постаје све шири и шири и кад Месец дође у квадратуру, онда нам се он показује као преполовљен светао котур и то је *прва четврт* (☾). Осветљени део расте од сада све више и више и најпосле, кад дође Месец у опозицију показује се он као пун осветљен котур и ово је *пун месец* (или уштап ☽). Млад и пун Месец зову се још и *Сизигије*. После опозиције опада светао котур на запад-

Сизигије и Лунација Месечева. ној страни све дотле, док се у другој квадратури не покаже опет као преполовљен светао котур, но тако, да му је сад испупчена страна окренута ка истоку. Ово је *последња четврт* (☾). Од сада се смањује осветљена површина, преполовљени котур постаје ужи и ужи и прелази у облик српа, који је такође све ужи и ужи, докле не постане потпуно невидљив прелазећи опет у млад Месец. Време које протиче од једнога младога Месеца до другога зове се и *Лунација*.

Таблица XIV. објасњава све мене Месечеве у течају једне целе Лунације.

На овој је табlici *E* наша Земља, а положаји означени са $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$, то су 8 разних положаја за време једнога Месечевога потпунога оптицања око Земље. Ми се налазимо на Земљи и гледамо Месец у правцима $EA_1, EA_2, EA_3, \dots, EA_8$. Сунце се налази у правцу A_1S и отуда нам шиле зраке своје, који упоредно идући падају и на Месец и тако га осветљавају. Кад се Месец налази у положају A_1 дакле између Земље и Сунца, онда окреће он Земљи своју неосветљену страну, ми га тада са Земље гледајући не видимо и то стање зовемо *млад Месец* (☾) (IV). Кад Месец дође у положај A_2 , онда видимо само осми део његов и он нам се показује у облику српа но и тако, да је испупчена страна српа окренута на запад. Полукруг *a sa'* ограничава нам светлу по-

вршину западно, а aba' као елипса представља источну границу Месечевога осветљенога дела. У положају A_5 видимо четвртину Месечеву, тада је опет западни полукруг asa' граница осветљена а полукруг aba' показује се сад као права линија и ово је прва четврт (\odot) (I). Кад Месец приспе у положај A_6 , онда видимо $\frac{3}{8}$ његове и он нам се онда показује тако, да је aba' опет као елипса, али само сада са испуцхењем окренута на исток; западну границу осветљења представља опет полукруг asa' . Најзад за време опозиције, дакле у положају A_7 показује се Месец као потпун и са свим осветљен котур. дакле тада сија он нама опет као *цун Месец* (\ominus) (II) на табл. XIV.

Објасњења
мена Месечевих.

Одавде пошав сматрајући Месец на његовој путањи и даље, кад се Месец налази у положајима A_6 , A_7 (III) па најпосле и у положају A_8 , лако можемо да објаснимо себи и све остале облике у којима нам се Месец показује све до младога Месеца (IV) и докле се опет не отпочну да понављају мене, као што су и до сада сљедовале.

За време младога Месеца рађају се Месец и Сунце заједно па заједно и залазе, Месец је дакле у ово време дању *над*, а ноћу *испод* нашега хоризонта, и ми ноћу немамо месечине. За време пунога Месеца на против, рађа се Месец од прилике тада кад Сунце залази, Месец нам замењује дакле Сунце у ово време и тада је месечина преко целе ноћи. За време прве четврти кулминира Месец над нашим хоризонтом тада, кад Сунце залази; он залази дакле према томе тек око по ноћи и сија нам на западноме небу само од вечера па до поноћи. Најпосле, за времо последње четврти, рађа се Месец тек око поноћи и сија нам дакле од поноћи па све до у јутру.

Време рађања
Месечевог у
сравњењу са
Сунчевим.

Кад је Месец близо конјункције, т. ј. кад нам се он показује као врло узан светао срп, онда није она, на први поглед невидљива површина Месечева и са свим не

осветљена или са свим мрачна, на против, свакад се и неосветљени део показује у слабој светлости, која потсећа на пепељаву боју. Ова појава не долази чисто од

Месеца, већ отуда, што је за време младога Месеца цела осветљена Земљина површина Месецу окренута и тада му шаље и она своје осветлење; Месец дакле сија у ово време и са оном светлошћу, која га тако рећи из друге руке обасјава, дакле са светлошћу, која се од наше Земље одбија.

Месечева путања у сунчаном систему.

131.

Ми смо до сада посматрали кретање Месечево само у односу према нашој Земљи, али пошто се, као што знамо и Земља окреће око Сунца, то је од интереса да видимо каква је путања Месечева према Сунцу. Кретање Месечево у односу према Сунцу није ни круг, ни елипса, већ *епициклоида* и то с тога, што се Месец не окреће око једне сталне тачке, већ око покретне тачке, која представља средреду наше Земље, и која се око Сунца окреће. Месечева путања око Сунца представљена је на табlici XV. на којој је и Земљина путања уцртана и на овој је табlici узето, да су обе путање како Месечева тако и Земљина око Сунца у једној и истој равнини. Тачке по реду означене са $E E_1 E_2 \dots E_8$ представљају Земљу

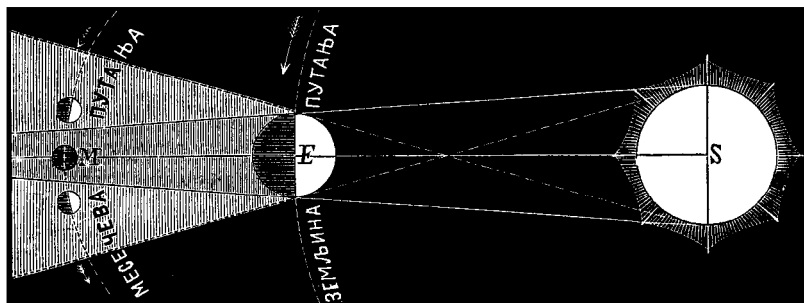
у њеним разним положајима по путањи око Сунца, а $L L_1 L_2 L_3 \dots L_8$ представљају опет Месец у његовим разним положајима, на путањи око Земље па и око Сунца.

За време од једнога месеца дана прелази Месец епициклоиду $LL_1 L_2 L_3 L_4 \dots L_8$. И из саме се табlice види, да док Земља пређе пут EE_8 да Месец прелази поступно $\frac{1}{8}, \frac{2}{8}, \frac{3}{8} \dots$ од своје путање око Земље, што је са луцима $1L_1, 2L_2, 3L_3, \dots 7L_7$ и најзад L_8 представљено.

О помрачењу Месеца у опште.

132.

Земља може на својој путањи око Сунца да дође у такав положај, да баца своју сенку на пун Месец. У овом случају изгледа, као да какав угасит котур с лева на десно полагаано преко Месечевог котура прелази. Овакво стање зове се *помрачење Месеца*. Према положају Месечевом може да се помрачи већи или мањи део његов. Ако сенка покрива тек само неки део од Суштина Месечева котура, онда се каже да је *помрачење делимично* (парцијално), а ако сенка покрива цео Месечев котур онда се каже, да је *помрачење савршено* (тотално). Месец може да помрча само за време пунога Месеца и то опет само тада, кад се он налази баш или у еклиптици или близу до ње, дакле и само тада, кад се Земља налази између Сунца и Месеца. Слика 106. пока-



Помрачење Месеца.

Сл. 106.

зује у ком се положају морају да налазе Сунце *S*, Земља *E* па и Месец *M*, па да помрачење Месечево наступити може. Сенка, коју Земља од себе баца, очевидно је свуда округла па и попречни пресек њен свагда је округао, ма где је ми са равнином управно на еклиптику и управно на правац Сунце-Земља пресекли. Месец може сад да наиђе у ову сенку или неким својим делом или и сав,

па да тако за неко време извесни његов део или и он сав помрча.

Месец, а тако исто и Земља па и Земљина сенка, крећу се као што знамо у правцу од запада ка истоку или с десна на лево, али како се Месец креће брже од сенке Земљине, то он стиже сенку у извесном моменту и дотичући се сенке својим источним крајком он почиње у њу да улази; по неком времену пак крећући се и даље, прстиже Месец све више и више Земљину сенку па најпосле улази у њу сав и пошто је тако помрачен био, он излази својим источним крајком опет по најпре из сенке.

Зависност Месечевих помрачења од нагиба према еклиптици.

133.

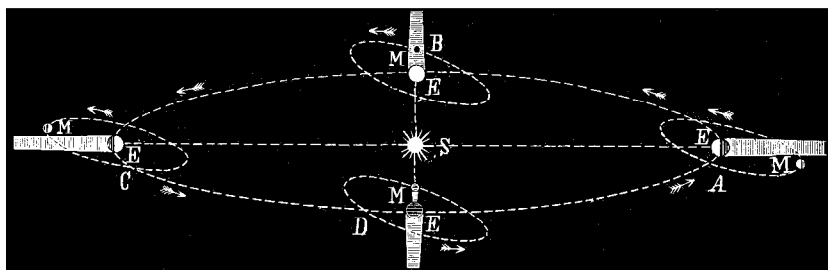
Кад би Месечева путања лежала у равнини Земљине путање, онда би при сваком пуном Месецу имали Месечево помрачење, јер би тада сваки пут могла Земља да дође између Месеца и Сунца. Ми знамо пак да је Месечева путања нагнута за $5^{\circ} 8' 44''$ према Земљиној путањи и Месец се при своме оптицању издиже за овај угао над еклиптиком а за тим се после од прилике 13.5 дана спушта он за горе поменути угао испод ње и усљед тога и није свакад испуњен горе наведени услов за помрачење.

Због нагиба Месечеве путање према еклиптици не помрачава Месец свакога пунога Месеца.

Слика 107. показује нам Месец *M* при његовом оптицању око Земље *E* и то у четири њена положаја *A*, *B*, *C*, *D*. Мале елипсе представљају Месечеву путању око Земље, а велика елипса представља Земљину путању око Сунца *S*. Месец може очевидно да прође и при пењању и при спуштању своме кроз равнину Земљине путање. Само тада, кад се Месец за време опозиције (пун Месец), на-

лази близо укрснице пењања или спуштања, само тада не иде он испод или изнад сенке Земљине, већ пролази кроз њу и само тада постаје савршено (тотално) или делимично (парцијално) помрачење. Кад је Месец у положајима код *A* и *C* онда он непролази кроз сенку никако и онда нема помрачења. У положају *B*, налази се Месец за време опозиције у еклиптици и тада бива савршено помрачење Месеца. Ако се Месец налази у положају *D*, онда је за нас млад Ме-

Савршено и делимично помрачење.



Сл. 107.

сец, јер нам он тада окреће неосветљену његову половину и пошто нам он тада заклања Сунце, онда наступа за обитаваоце на Земљи савршено помрачење Сунца.

У опште може да се каже, да кад је одстојање од једне укрснице мање од 3.5° , онда мора да наступи савршено помрачење; кад је пак одстојање веће од 3.5° а мање од 7° и $20'$, онда може да наступи савршено помрачење, а кад је пак одстојање мање од 7° и $48'$ онда мора да наступи бар делимично помрачење. Износи ли пак одстојање више од 7° и $48'$ а мање од 13° и $18'$, онда може да наступи делимично помрачење Месеца.

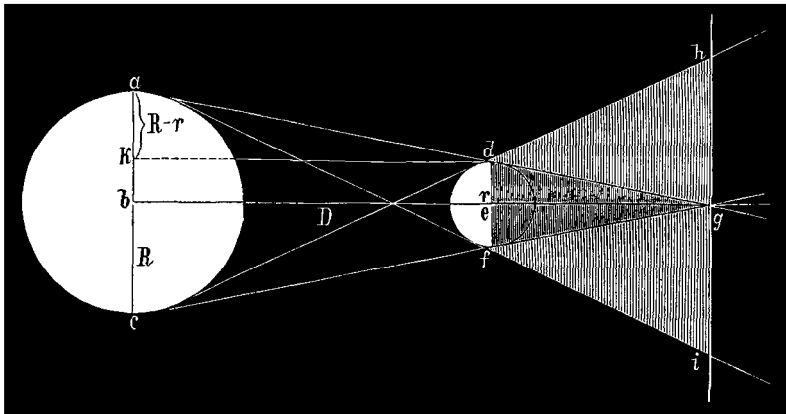
Услови за наступање Месечевих помрачења с поглodom на укрснице.

Израчунавање Земљине сенке.

134.

Осем напред поменутога увиђа се лако, да помрачење мора да зависи још и од тога, како је кад Земља

од Сунца удаљена, па и како је и Месец од Земље удаљен. Према разном одстојању мења се и сенка по својим димензијама са одстојањем Земљиним од прилике међу границама 190000 и 184500 миља. О овоме се уверавамо простим рачуном а помоћу слике 108. Ако је $R = ab$



Сл. 108.

полупречник Сунчев, $r = de$ полупречник наше Земље, Израчунава-
ње сенкине
дужине. $D = be$ одстојање њено од Сунца, онда је, ако повучемо упоредну kd са beg из троуглова akd и deg , који су слични:

$$eg : ed = kd : ak$$

или

$$eg : r = D : (R - r),$$

откуда дужина сенкинога јозгра:

$$eg = \frac{D \cdot r}{R - r}$$

За Земљу и Сунце као што нам је познато, имамо у округлим бројевима:

$$D = 20,000.000 \text{ географ. миља.}$$

$$R = 93.000 \quad \text{«} \quad \text{«}$$

$$r = 860 \quad \text{«} \quad \text{«}$$

и ми добијамо :

$$eg = \frac{20000000 \times 860}{93000 - 860} = \frac{17200000.000}{92140}$$

или дужина сенкинога језгра око 187000 географ. миља.

СТИЦАЈ ПОВОЉНИХ ПРИЛИКА, КОЈЕ УТИЧУ НА ПОВЕЋАЊЕ БРОЈА ПОМРАЧЕЊА — и у опште на каквоћу њихову, подлежи периодским променама. Зна се, да после сваких од прилике 19 година падају пуни Месеци готово у исте дане у години и по томе је јасно, да после сваких 19 година (управо тачније после 18 година 218 дана 21 час 22 минуте и 46 секунда) свршавају и укрснице једно пуно оптицање по еклиптици и отуда сљедује, да помрачења Месечева после сваких 19 година морају у истом реду једно за другим да долазе. Но при свем том, опет је ово напред поменуто тек само приближно тачно мерило за наступање помрачења и како трајање тако и количина помрачења морају свакад да се изналазе тачним рачуном.

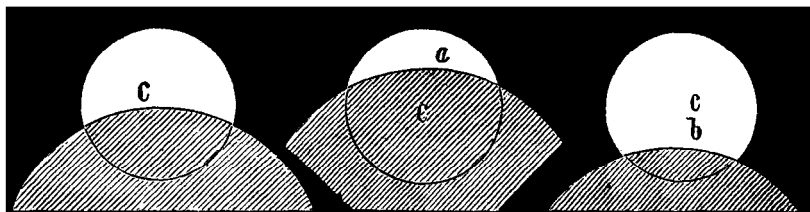
Период у коме се помрачења понављају истим редом.

Месец може да буде највише два часа савршено, један пре и један час после овога делимично помрачен, што може опет само тада да се деси, кад се средсреда Месечева тако креће, да она тачно пређе кроз средреду сенкинога попречнога пресека. Савршено помрачење може дакле да траје највише до четири и по часа, а делимично пак према разном положају Месечевом може да траје од неколико секунда почев, па највише до три и четврт часа.

Трајање помрачења.

Величина помрачења изражава се обично деловима пречника и то се обично дели пречник на 12 делова, који се називљу палци. При опредељењу величине помрачења гледа се на то, колики је део од Месечева контура сенком покривен (помрачен) и то ако је покривен Месец у толико, да сенка допире до средсреде Месечеве

Означавање и изражавање помрачења. c (види слику 109.) онда се каже да је помрачење шес палачно или $\frac{1}{2}$; ако је Месец покривен до a , онда се каже помрачење је девет палачно $\frac{3}{4}$, а ако је најзад сенка само до b онда је то три палачно помрачење или $\frac{1}{4}$. При



Сл. 109.

мерењу и рачунању помрачења означавају се још осем палаца и десетни делови њихови.

При савршеном помрачењу не види се Месец по кад што ни мало на небу. Кад се од Месеца по нешто види онда обично се показује Месечев помрачени део у сивој боји са црвенкастим одблеском, који је све то угаситији, што год Месец више у сенку улази, и ово бива најзад тако, да се при савршеном помрачењу показује Месец у угасито црвеној боји. Године 1888. у Јануару видело се савршено помрачење Месечево и код нас и том приликом се показао Месец у лепом угасито црвеном осветљењу.

У овој години 1888. биће још једно савршено Месечево помрачење и то 11. Јула, које ће бити у јутру, али се код нас не ће видети. У овоме веку биће савршених помрачења још и у годинама: 1891. 1892. 1895. 1898. и 1899.

О помрачењу Сунца у опште.

135.

Ова је појава слична са окултацијама Месечевим или са прелазом доњих планета испред Сунчевога котура и

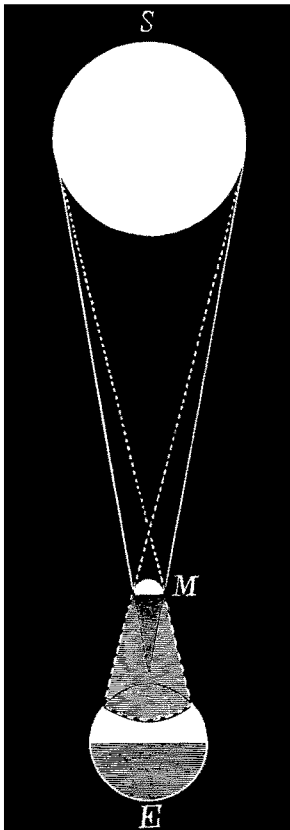
наступа свакад, кад је Земља у таквом положају, да она пролази кроз сенку Месечеву. Помрачење Сунца може дакле у опште да наступи само тада, кад је млад Месец али и тада опет не свакад, јер се Месец приближује и удаљује од еклиптике и тако се дешава, да сенка Месечева пролази некад изнад а некад испод наше Земље. Помрачење Сунчево наступа *неизоставно* само тада, кад је Месец за време конјункције његове са Сунцем врло близо до еклиптике, т. ј. кад се он налази у таквоме положају, да је баш тада млад Месец, кад се Сунце, Земља и Месец налазе у линији, коју замишљамо од Земље ка Сунцу повучену, и као што је положај *D* на слици 107. на страни 411. Привидни пречник Месечев има у средњу руку узет, нешто више од 31', Сунчев је пак пречник нешто више од 32' и врх од језгра Месечеве сенке недопире свакад тачно до наше Земље слика 110. Но кад узмемо случај, кад је Сунце најдаље од Земље, а Месец напротив најближе Земљи, онда износи привидни пречник Сунчев 31·5' а Месечев 34' и тада је дужина Месечеве сенке већа од Месечевог одстојања од наше Земље, тада сенка допире до Земље, као што то и слика 111. показује, на којој је са *S* означено Сунце, са *M* Месец, а са *E* наша Земља.

Суштина сунчевога помрачења и положај који га условљава.

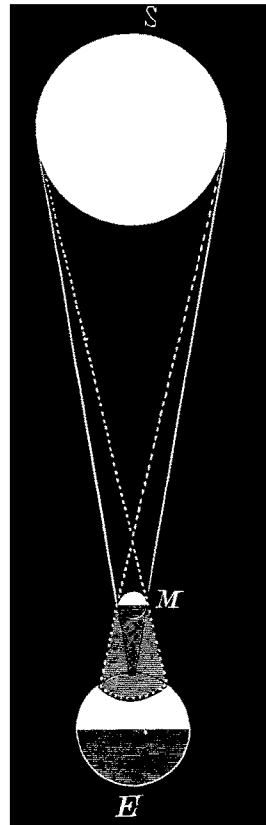
Што се самога помрачења тиче, оно је на свима оним местима на Земљи, која погађа језгро од Месечеве сенке, свакад савршено (тотално) Сунчево помрачење. За она места у којима се средсреда Месечева поклапа са средредом Сунчевом (разуме се само за тренутак) показује се помрачење као *централно*. Ако је привидни пречник Месечев мањи од привидног Сунчевог пречника, онда постаје опет *централно*, али у исто време и *колутасто* помрачење, јер се при томе око мрачнога Месечевога котура види сенком не заклоњен светао колут извесне ширине.

Савршено, централно и колутастро помрачење Сунца.

Ми знамо, да је језгро сенкино окружено са тако званом полусенком, која је према већем или мањем Зем-



Сл. 110.



Сл. 111.

Делимично помрачење Сунчево и изражавање помрачења.

љиним одстојању од Месеца већа или мања, и на оним местима, која погађа полусенка Месечева, показује се тек неки део Сунчев помрачен и ово се зове *делимично помрачење*. Да би се величина помрачења изразити могла, ради се и овде као што смо то и код Месечевог помрачења поменули. И овде се замишља подељен пречник Сунчев на 12 једнаких делова или палаца и при означавању поступа се у свему онако, као што је и код Месеца показано.

Упоређење Месечевих и Сунчевих помрачења.

136.

Помрачења Месеца разликује се од помрачења Сунца у главном у овоме. Тренутак кад Месец улази у сенку Земљину, један је и исти за сва места на Земљи, у којима се у опште овај феномен види, а исто се тако у исто време и то на разним местима на Земљи види, кад Месец из сенке изилази. Код помрачења Сунца пак са свим је другаче, и док се на извесном месту показује помрачење Сунчево као савршено, показује се оно на оближњим местима само као делимично, а у удаљенијим пак пределима и невиди се ништа од Сунчевога помрачења. Исто су тако различна и времена кад Сунчево помрачење почиње па и кад се свршава, на разним местима на Земљи. Помрачење Сунчево почиње са западне стране и напредује ка источној страни и то тако, као кад би какав мрачан котур у правцу од запада ка истоку преко светлога Сунчевога котура прелазео. При помрачењу Сунца виде ово помрачење обитаваоци на западнијим местима *много пре*, а на против они на источнијим местима на нашој Земљи виде помрачење Сунчево доцније, разуме се с претпоставком, да се и у овим местима у опште помрачење Сунчево видети може.

Разлика између Месечевога и Сунчевога помрачења.

Што се тога тиче, кад ће бити какво помрачење савршено или делимично, о томе можемо ово да кажемо. Кад је Месец за време конјункције са Сунцем (млад Месец) удаљен за мање од $7^{\circ} 46'$ од једне укрснице његове путање, онда *мора* да наступи савршено помрачење; ако пак износи ово удаљење између $7^{\circ} 46'$ и $13^{\circ} 19'$ од једне укрснице, онда *може* да наступи савршено помрачење. Кад је удаљење Месеца за време конјункције мање од 13° и $33'$ од укрснице, онда *мора* да наступи бар дели-

услови за наступање Сунчевих помрачења с погледом на укрснице.

мично помрачење и најпосле, ако је удаљење мање од $19^{\circ} 44'$ онда *може* да наступи само делимично помрачење. Јасно је, да величина сенке зависи од узајамног удаљења Месечевог од Сунца а тако и од Земље. Језгро сенке протеже се у простору највише до 51200 а најмање до 49500 миља, а кад се обазremo и на то, да се одстојање Месечево од Земље мења међу границама 48950 и 54690 географ. миља, онда је и по себи јасно, да *не мора* да буде свакад помрачење Сунца, кад је млад Месец.

Трајање Сунчевог помрачења разликује се на *трајање помрачења на Земљи у опште, и на трајање помрачења на једноме извесном месту*. На Земљи у опште, Трајање Сунчевога помрачења. може да траје делимично помрачење до 7 часова, савршено пак само до 4·5 часова. На једном извесном пак месту посматрања, може да траје савршено помрачење *највише* до 8 минута, а колутасто до 12 минута. Трајање делимичнога помрачења различно је и зависи од величине самога помрачења.

При помрачењима Сунчевим сматрају се осем времена кад помрачење почиње и кад се свршава, још и промене у осветлењу и загревању, ваздушне струје, утицаји на биље и животиње на Земљи и т. д. Осем овога сматрају се и узвишења и удубљења на Месечевом окрајку, која се разговетно на светлом Сунчевом котуру показују, — на самом пак Сунцу сматрају се пеге, буктиње, па и корона, као најпосле и протуберанције, јер већина ових поменутих појава, (о којима смо Сматрања за време Сунчевих помрачења. већ у физичком строју Сунчевом говорили) и виђа се само при савршеном помрачењу (види бројеве који говоре о овоме). Како ово помрачење као што смо видели, врло кратко време траје, те да би се овај феномен корисно у разним правцима исцрпети могао и то са свима научним сретствима, као што су: спектрална анализа, фотографија и т. д. то се у најновије доба од стране многих астронома диже глас,

да се заједничким трошковима подигне једна опсерваторија, која би била свима нужним справама за тачна и многостручна испитивања снабдевена. Ако се ово заиста и оствари, онда ће нас отуда још много више научити физичкоме строју Сунчевом, но што ми данас о њему знамо.

Најпосле, што се тиче броја помрачења о томе можемо да кажемо, да се на Земљи виђају више Сунчевих помрачења но Месечевих, али и да су савршена Сунчева помрачења много ређа од Месечевих. На једном и истом месту на Земљи пак виђају се чешће Месечева помрачења но Сунчева. После сваких од прилике 18·5 година виђа се 41 помрачење Сунчево, а 29 помрачења Месечевих; на појединим местима, виђа се преко године, само по једно Месечево помрачење, после сваке 2 или 3 године једно делимично Сунчево, после сваких 150 до 200 година по једно савршено Сунчево помрачење. Сваке године бива најмање по два Сунчева помрачења а Месечевих помрачења пак може у години никако и да не буде. У овоме веку биће савршених Сунчевих помрачења још у годинама: 1889. 1890. 1892. 1893. 1894. 1896. и 1898., од којих ће се само једно 1896. у Европи у Норвешкој видети и које ће трајати само 2 минуте и 6 секунда.

Број Сунчевих и Месечевих помрачења.

Савршена Сунчева помрачења у XIX. веку.

Окретање Месеца око своје осе.

137.

Већ и самим голим оком видимо, на Месецу извесне пеге (мора), које Месецу извесни изглед дају и које непрестано, готово један и исти положај задржавају, ако неводимо рачуна о малим изменама, које од либрације Месечеве долазе и о којима ћемо доцније говорити. Извесне пеге, које су се пре неког времена на западном крају Месечевом показивале, остају непрестано на запад-

средсреду Месечевога котура ; јер кад то не би било, онда не би ми са Земље гледајући видели оно што смо напред казали, дакле само једну страну Месечеву. Кад се Месец не би обртао око своје осе за време његовог оптицања око наше Земље, онда би очевидно морала тачка *a* да дође у положај *b*, за време докле би Месец прешао из положаја *M* у положај *M'*, и тада би дакле онај исти полупречник, који је пре имао положај *ac*, сада заузео положај, који је упоредан са прејашњим, дакле положај *bc'*. Но како ми видимо, да полупречник *ac* у положају *M'* има правац *c'a'*, т. ј. докле је Месец прешао из положаја *M* у *M'*, окренуо се и његов полупречник *ac* па дакле и сам Месец за угао *bc'a'*, који је раван углу *cEc'*, то ми у томе имамо сигурну основу за потврду напред поменутога, т. ј. да се Месец око своје осе окреће.

Објасњење Месечевог окретања око своје осе.

Из горње напомене дакле, да се Месец окреће и показује Земљи свакад једну и исту страну, сљедује неминуовно да се он и око своје осе окреће но и то, да он једно окретање око своје осе мора да свршава и у истој времењу, у коме он свршава и једно потпуно оптицање око наше Земље, т. ј. његово једно окретање траје исто онолико, колико и његов један звездани месец дана, дакле 27 дана 7 часова 43 минута и 11,5 секунда Јасно је, да услед овако лаганог окретања Месечевог око своје осе, Месец не може имати спљоштености или не бар такве, да би се она са наше Земље приметити могла, о чему смо, напред већ поменули.

Месец свршава једно своје окретање и једно оптицање око наше Земље за један звездани месец дана.

Либрација Месечева.

138.

Ми смо истина поменули, да нам Месец окреће свакад само једну страну, али опет и ако је то у главном тако, опет не бива то са свим и потпуно без икакве из-

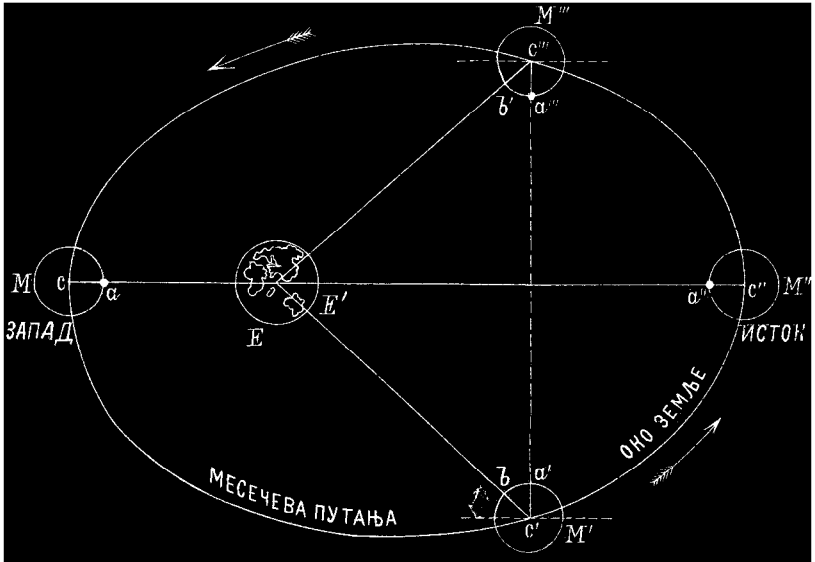
мене већ на против, опажају се неке мале промене на изгледу Месечевом и то тако, да ми видимо по кад кад нешто више од западнога крајка, а по кад кад опет нешто више од источнога крајка од Месечеве површине; — други пут опет видимо да нам је или северан или јужан пол Месечев више накренут; накратко дакле опажа се, да онај највећи круг на Месецу, који нам у извесноме времену ограничава видљиву половину Месечеву, нема апсолутно сталан положај, већ се како у смислу од истока ка западу, тако и у смислу од севера ка југу за нешто мало помера. Ова се појава назива *либрација* (Libratio), *помолак*. И из горњег је јасно, да се либрација разликује на *либрацију дужине* и *либрацију ширине*. Под првом разуме се мењање положаја онога пограничнога круга, које бива у равнини полутара Месечевога, дакле при којима се нама са Земље гледајући чини, да се полутар или од истока ка западу или обрнуто од запада ка истоку окреће. Под другом пак разуме се такво мењање, при коме се нама чини, да се погранични круг управно на полутареву равнину или од севера ка југу или обрнуто окреће.

Либрација дужине долази отуда, што се Месец (описујући елиптичку путању) креће око Земље са неједнаком брзином, а око своје осе окреће свакад са једнаком брзином. Доња слика служи нам за објасњење овога што је речено.

На слици 113. представља елипса путању Месечеву око Земље E и у једној жижи те елипсе налази се Земља. За време перигеума налази се Месец у M , и у томе је положају a она тачка, која са Земље E гледана, представља средсреду Месечевога котура. По истеку једне четвртине звезданог времена оптицања, налази се Месец у положају M' , па како се Месец међу тим окренуо за угао од 90° ступања око своје осе и како онај полупречник, који је пре тога имао положај ac , сада заузима по-

ложај $a'c'$, то ми видимо да овај полупречник није сад у продужењу линије, која спаја Земљину и Месечеву средсреду, дакле није у линији $E'b$, већ је сад тачка b она тачка, која представља средсреду Месечевога котура и нама са Земље E гледајући чини се, као да се Месечева повр-

Објасњење либрације дужине и величине њене.



Са. 113.

шина за угао $b'c'a'$ ка истоку окренула. Кад је Месец у апогеуму, дакле у M'' , онда је од перигеума рачунајући протекла половина његовога времена оптицања и он се окренуо око своје осе за 180° , па дакле је тада тачка a опет заузела средсреду Месечевога котура; најпосле, кад приспе Месец у положај M''' , онда се налази средсредна тачка a у a''' и нама се опет чини, да се Месец за угао $b'c'''a'''$ ка западу окренуо. Либрација дужине чини дакле да ми видимо у положајима Месечевим M' и M'' нешто више но обично од Месечеве површине и она може највише да порасте до $7^\circ 53'$ и то како на исток, тако и на запад.

Да је оса Месечева тачно управна на Месечевој путањи, то би ми виђали свакад само либрацију дужине, — али ми знамо, да је полутар Месечев нагнут према равнини његове путање и с тога се полови Месечеви не показују свакад баш на крајцима Месечева котура, већ су нам у извесном времену час више накренути, а час

| | |
|-------------------------|--|
| Објасњење | опет од нас удаљенији. Кад нам је накренут |
| либрације | северни пол, онда се пеге привидно крећу |
| ширине и величина њена. | ка југу, у противном случају, кад нам је |
| Паралактичке | накренут више јужни пол, онда нам изгледа |
| либрације. | као да су се пеге покренуле ка северу. Ово |

је либрација ширине и она може да порасте највише до $6^{\circ} 47'$ и као што видимо, она је неминовна последица само од нагнутости Месечеве осе према његовој путањи. Јасно је, да се Месечев котур са разних места на Земљи гледан, неће услед напред описаних либрација, показивати подједнак и ове незнатне разлике у изгледу, које долазе и од разнога облика Земљинога па и положаја посматраоачевога места, познате су под називом *паралактичке либрације*.

Месеци осталих планета.

139.

Ми смо напред поменули, које планете имају месеце (пратиоце), а сада ћемо још да поменемо о овим пратиоцима што се зна.

Нептунов месец. Овај се месец окреће за време од 5 дана 21 час и 4 минута један пут око Нептуна. Он је

| | |
|----------|---|
| Нептунов | удаљен од планете Нептуна за 47500 геогр. |
| месец. | миља и показује се као мала светла тачка. |

Виђа се на небу, само са врло добрим дурбинима и то опет само тада, кад је са свим ведро.

Уранови месеци. Имена су ових месеца по њиховом одстојању од планете Урана:

Аријел, Умбријел, Титаније, Оберон.

Сви ови пратиоци свршавају једно потпуно оптицање око планете Урана за разна времена и то се окреће :

Аријел за 2 дана 12 часова 29 минута,

Умбријел за 4 дана 3 часа 28 минута,

Титаније за 8 дана 16 часова 56 минута,

Оберон за 13 дана 11 часова 7 минута један пут око планете.

По овим временима оптицања опредељена су и одстојања Уранових месеца од Урана и нађено је, да :

Аријел одстоји за 27.500 географ. миља.

Умбријел « « 38.500 « «

Титаније « « 63.000 « «

Оберон « « 84.000 « «

Што се тиче нагиба путања Уранових месеца према путањи Урановој, он је готово за све месеце Уранове једнак и износи скоро 90° . Услед овога се држи, да Ураново обртање око осе као и окретање његових месеца бива управно на правац у коме се Уран у сунчаном систему креће, т. ј. да оса обртања лежи готово у равнини Уранове путање, нешто, што се не налази ни при каквој другој планети и њеним месецима.

Сатурнови месеци. Они сљедују по одстојању од планете овим редом: Мимас, Енцелад, Тетис, Дионе, Реа, Титан, Хиперион, Јапет и то је :

Мимас удаљен за 24.800 геогр. миља.

Енцелад « « 31.900 « «

Тетис « « 39.500 « «

Дионе « « 50.900 « «

Реа « « 70.500 « «

Титан « « 163.700 « «

Хиперион « « 198.200 « «

Јапет « « 466.900 « «

Ово последовање по одстојању одговара и последовању по трајању времена оптицања. Једно пуно оптицање око Сатурна свршава месец :

| | | | | |
|----------|----|--------|----------|------------|
| Мимас | за | 0 дана | 22 часа | 37 минута. |
| Енцелад | « | 1 дан | 8 часова | 53 « |
| Тетис | « | 1 « | 21 « | 18 « |
| Дионе | « | 2 « | 17 « | 41 « |
| Реа | « | 4 « | 12 « | 25 « |
| Титан | « | 15 « | 22 « | 41 « |
| Хиперион | « | 21 « | 6 « | 49 « |
| Јапет | « | 79 « | 7 « | 54 « |

Путање ових месеца око планете све су без разлике елиптичне, али се оне веома незнатно разликују од круга.

Путање Сатурнових месеца нагнуте су према еклиптици за 27.5° и имају све готово једнак положај, изумимајући Јапетову путању, која се знатно од других разликује. На име, док друге путање незнатно одступају од равнине Сатурновога полутара, мења се нагиб Јапетове путање према полутаровој равни у периоди од 4232 године између $6^{\circ} 21'$ до 36° и $52'$. Сада износи овај нагиб више од 20 ступања.

Што се величине Сатурнових месеца тиче, они се показују на небу само као светле тачке и не могу да се мере, из чега сљедује, да су и они сви мањи од нашега Месеца. Осем тога, показује се Јапет у врло јасној светлости, кад је на западној страни Сатурновој, а на против ишчезава он готово са свим, кад је на источној страни његовој. У првome случају окреће нам он ону његову страну, која Сунчане зраке добро одбија а у другом пак ону страну, која много слабије светлост одбија.

По сјају своме иду Сатурнови месеци овим редом : најсветлији је Титан, затим долазе Јапет, Реа и Дионе. Остали, особито Мимас и Енцелад, врло се тешко и ретко виђају на звезданоме небу.

Јупитерови месеци. Јупитерови се месеци означавају обично римским бројевима: I, II, III. и IV. Њихово одстојање од Јупитера износи:

| | | | | |
|----|------|--------|----------|-------|
| За | I. | 56000 | географ. | миља. |
| « | II. | 89000 | « | « |
| « | III. | 143000 | « | « |
| « | IV. | 250000 | « | « |

Јупитерови месеци показују се дурбином гледани, као мали котури, а кад неби са свим близо до Јупитера били, они би се при повољним атмосферским приликама видели и са голим оком.

Њихова је величина опредељена и то има:

| | | | | | |
|-------|------|------------|-----|----------|-------|
| месец | I. | у пречнику | 510 | географ. | миља. |
| « | II. | « | 460 | « | « |
| « | III. | « | 750 | « | « |
| « | IV. | « | 640 | « | « |

Месец III. је најсветлији и највећи, месец II. има врло интензивну светлост, на против месеца I. и IV. они су мање светли при чему се месец IV. показује најслабије светао. Маса ових месеца незнатна је према Јупитеровој и требало би нам да узмемо 600 пута већу масу од целокупне масе свију 4 месеца па тек онда да добијемо Јупитерову масу. Привидне су величине ових месеца геоцентрички сматране:

| | | | | |
|----------|----|-------------------|--------|--------|
| За месец | I. | величина пречника | 1·075" | |
| « | « | II. | « | 0·911" |
| « | « | III. | « | 1·488" |
| « | « | IV. | « | 1·273" |

Са Јупитера гледани имају његови месеци ове привидне величине:

| | | | | |
|----------|----|-------------------|---------|---------|
| За месец | I. | величина пречника | 31' 11" | |
| « | « | II. | « | 17' 35" |

За месец III. величина пречника 18' 0"
 « « IV. « « 8' 46"

Времена једнога пунога оптицања око планете износе за :

| | | | | |
|----------|------|--------|-----------|--------------|
| За месец | I. | 1 дан | 18 часова | 27·5 минута. |
| « « | II. | 3 дана | 13 « | 13·75 « |
| « « | III. | 7 « | 3 часа | 42·5 « |
| « « | IV. | 16 « | 16 часова | 32·2 « |

Што се ексцентричности тиче, ова се при месецима I. и II. није могла до сад наћи, а исто тако није одређена ни за месеце III. и IV; међу тим нађено је, да средсреда елиптичне путање месеца III. одстоји од Јупитерове средсреде за 200, а месеца IV. за 1800 географ. миља. Путање ових месеца леже готово у једној и истој равнини, која веома мало одступа од равнине Јупитеровога полутара. Нагиб путање месеца I. само је 7", месеца II. око 29', за месец III. око 17' и најпосле месеца IV. само 15'. Услед овога показују се ова 4 месеца свакад готово у правој линији, коју би ексцентрично повукли од Јупитерове средсреде а у правцу Јупитеровога полутара. Због таквог положаја Јупитерових пратиоца, према путањи Јупитеровој бивају честа помрачења како његових месеца тако и Сунца. У једној години Јупитеровој има по 4400 помрачења Сунца а исто толико и помрачења месеца.

Ово је све што смо имали важније да кажемо о месецима планета спољњега кола и сад би требало да говоримо и о месецима средњега кола, дакле о месецима
 Напомена о планетојида; међу тим, до сад се о пратиоцима планетојида још ништа не зна — бар планетојида. нису до сад опажени, а судећи по величини планетојида, као да они неће никаквих месеца ни имати, пошто им је маса и сувише мала, да би засебне пратиоце имати могли.

Што се тиче унутарњега кола планета, дакле Марса, Земље, Венере и Меркура, ми смо већ напред о месецима првих двеју планета казали све важније, што се до сад, на данашњем ступњу науке о њима зна, а исто тако навели смо и мишљење о проблематичном Венерином месецу, кад је била реч о планети Венери.

Најзад остаје нам још да речемо коју о Меркуровом месецу, ако ова планета у опште каквога месеца и има. Меркуров месец кад би га и било морао би бити врло мали и он би светлио врло слабом светлошћу, а пошто се он близо Меркура налази, то би се он свагда и близо до Сунца показивао. Услед овога је јасно, да би светлост Меркурова (и да не говоримо о Сунчевој светлости), свагда превлађивала светлост његовога месеца, па дакле, све кад би Меркур и имао месеца, опет је веома сумњиво, да ли би се он у опште и видети могао. Само у једном случају, и то кад Меркур прелази преко Сунчевога котура (види прелазе доњих планета) и при најповољнијем положају Меркуровог месеца, зар би се овај могао још опазити као мала тамна тачка на Сунчевоме котуру.

Досадања сматрања Меркурових прелаза, који се чешће дешавају, нису нам дала ништа, на основу чега би са колико толико поуздања могли да тврдимо, да смо бар нешто налик на Меркуров месец и опазили, па ће по свој прилици бити, да ова планета и нема месеца.

XVII. Репатице звезде (Комете).

О Репатицама у опште.

140.

Осем планета, планетојида и месеца има у нашем Сунчаном систему још велики број других космичких тела, која су позната под именом Репатица звезда или

Напомена о месецу Меркуровом.

Комета, које се такође око Сунца окрећу, но које се од планета, планетојида и месеца и по природи својој а и Репатице звезде разликују се битно од већ познатих космичких тела. по облику путања битно разликују. Са називом *репатица* звезда означавале су се још од вајкада и у стара времена такве звезде, које су се на небу указивале са већим или мањим трагом налик на реп, и које су се за неко извесно време на небу показивале, па за тим их је нестајало.

Народи на нижем ступњу образовања а поглавито и сви они, који су изостали за временом и напредовањем данашње науке — но и они, који у мућењу појмова о природним појавама у опште из разних назадних побуда налазише свога интереса, — држаху, а чешће лажно и учише, да су звезде репатице претече рата, глади, куге

и свакојаким све нових и нових мука и беда, које би имале да снађу овај свет. Погрешност овога мишљења све је јаче и јаче у очи падала, што год се више о природи репатица сазнавало, и што се више у природним наукама у опште напредовало. Да појаве репатица не стоје ни у каквој вези са судбинама народа, а још мање са судбинама појединаца на овој нашој Земљи — о томе већ данас не треба никаквога доказа. Но осем тога, репатице звезде у опште, по својој космичкој природи овакве какве су, немају никаквог утицаја ни на ток појава у нашој атмосфери.

Репатице немају утицаја ни на ток појава у нашој атмосфери.

Број великих репатица, које се голим оком видети могу, није велики. Сваких 3 до 5 година виђа се по једна већа репатица, међу тим је број телескопских репатица много већи. Од ових се виђају сваке године у средњу руку узето по 4. Од 250 и више разних репатица, којима су путање до сада тачно израчунате, спада већина њих у новије време; међу тим, као

Број виђених репатица.

да није број у опште до сад виђених репатица већи од 600 или бар не много већи.

Колики је у опште број ових космичких тела, о томе се може тек на основу извесних претпоставака приближно нешто казати. До сад је нађено, да се само мали број репатица у извесном броју година око Сунца окреће, и да се те репатице периодски и повраћају. За остале се репатице држи, да се оне, ако се у опште и оне по закљученим путањама крећу, тек после хиљада година опет појавити могу и да по томе до сада нису ни могле бити поново опажене. Међу тим, то што се сад сваке године по 3 до 4 нове репатице појављују, а с обзиром на ово напред речено, доказује, да ће репатица у опште можда имати и до више хиљада.

Мали је број репатица које су понова виђене.

Репатица ће имати и до више хиљада.

Велики број репатица нађен је у последње време, са нарочитим дурбинама за то. Осем тога дешава се чешће, да по каква репатица нагло искрсне на звезданоме небу и може да се види и голим оком. Ово се тада дешава, кад репатице нагло из Сунчеве близине и Сунчаних зракова изађу.

Делови репатица.

141.

Светле репатице имају по највише по три дела, који се један од другог лепо разликују и то: *језгро, маглицу и реп.*

Језгром се зове најсветлија партија, често пута као тачка у репатици, која није ништа друго, него релативно (према осталим репатичиним деловима) много гушћа репатичина партија. Ово језгро има често пута врло незнатан пречник и тако се светли, да се оно при неким репатицама чак и дању спазити могло.

Језгро репатичино.

Шретер и Хардинг измерили су језгро репатице од 1798, кад је она најмања била и нашли су његов преч-

ник једва 27 географских миља велики, на против језгро велике репатице од године 1811. имало је пречник од 570 миља, а пречник језгра репатице од 1858. г. (које се многи од нас још сећају) имало је нешто више од 100 миља.

Језгро репатичино омотава светла маглина, која има много већи пречник и која се на страни одкуда Сунце Маглина ре- сија често пута и лепенаста показује; чешће патичина. су пак више сектора један поред другог а и један на други наслагани, који по кад кад и извесна кретања показују.

Осем свега овога чешће се дешава, да ова поменута маглина, кад се репатица налази у близини Сунчевој, има на противној страни од Сунца и прилично велико продужење тако звани реп, који са удаљењем од Сунца опада у дужини, док нај- после са свим не ишчезне. Овај репатичин реп, који је обично крив, само ређе прав, има по који пут врло велику дужину тако, да покрива трећину па чак и сву половину неба, што се код нас види. Тако је имала репатица од 1456. г. до 60°, репатица од 1618. до 100°, репатица од 1769. до 90°, репатица од 1811. до 90°, па најзад репатица од године 1861. готово до 120° дугачак реп. Ове дужине одговарају у овом светском простору милионима миља. Тако је репатица од 1858. год. тако звана Донатијева репатица имала до 11 милиона миља дугачак реп, са највећом ширином од 2 милиона миља.

Осем тога показује се реп сложен и од више засебних делова, који су сви ка крајцима много светлији, но у средини и то тако, да је средина готово са свим тамна. Ово наводи многе природњаке да држе, да је реп у репатица шупаљ и да се кроз ањ, као кроз врло танке провидне предмете провиди. Ка крајевима репа и то по ширини, гледа се у све косије површине и с тога, што

Реп у репатица звезда и његова величина.

лико продужење тако звани реп, који са удаљењем од Сунца опада у дужини, док нај- после са свим не ишчезне. Овај репатичин

Реп је у репатица често сложен из разних светлих делова.

засебних делова, који су сви ка крајцима много светлији, но у средини и то тако, да је средина готово са свим тамна. Ово наводи многе природњаке да држе, да је реп у ре-

се ка крајевима и много више материје види, с тога су ти крајеви у опште и светлији.

Често пута нема репатица никаквог језгра и ово се обично виђа код телескопских репатица, где се готово само репатичина маглина види. Језгро се показује обично тек у овој маглини и то све јаче одељено и различно од остале маглине, што се више репатица Сунцу приближава, а ишчезава са удаљавањем репатице од Сунца тако, да најпосле заостаје сама маглина, која је такође све слабија и слабија, док нам најпосле са свим из очију не ишчезне. Већина репатица и то телескопских састоји се поглавито само из оваквих маглина.

Има репатица и без језгра; мењање језгра.

Код неких светлијих репатица опажене су и мене, као што их и на Месецу наше Земље виђамо. Вероватно је, да ове мене нису ништа друго до разни облици репатичине главе (дела где се обично језгро налази), који се у новије време готово свагда опажају. Репатице су готово са свим провидне, пошто се светлост од звезда некретница, у случају, кад их каква репатица заклони, не мења знатно, т. ј. она није приметно слабија но иначе. Што се сјајности репатица тиче, ова је код неких репатица тако слаба, да се репатице једва поред звезда некретница и видети могу.

На репатицама су опажене и мене, које ће бити само разни облици репатичине главе.

Репатице су са свим провидне.

Маса и путања репатица.

142.

Из слабе сјајности репатица сљедује већ и по себи, да ће и маса репатица врло незнатна бити. Ово је заиста и нађено, јер је доказано, да је репатица, која је виђена у години 1770. при свој својој величини, имала тако малу масу, да је она износила једва 5000-ти део од Земљине масе. Ово је закључено на основу тога, што та репатица није имала никаквога

Маса је у репатице веома незнатна.

утицаја на кретање Земљино и није га ни најмање модификовала.

Од како је Њутн поставио опште законе за кретање светских тела, од тада се могу да рачунају и путање репатица и тако је нађено, да су путање репатица гопутање ре- тово са свим *правилне параболе*. Само је за патиица. неке репатице нађено, да су им путање елиптичне, при чему се обично ексцентричност не разликује

много од јединице. Енглески астроном *Халеј* израчунао је први по Њутновом закону путање од 25 репатица. Кад је овај астроном израчунате елементе путања срањавао, он је нашао, да су елементи за репатице, које су виђане 1531, 1607, 1682 године, готово са свим једнаки, и на основу тога закључи он, да ће све ове репатице, (дотле сматране као различне) бити једна и иста репатица, која се само у разно време појављивала и која има време оптицања од 75—76 година. Његова претпоставка, да ће се ова репатица године 1758. опет појавити, показала се као потпуно основана, јер је она тада

заиста и виђена, но само с том разликом, што *Халеј-ово рачунање елемената; перижодске репатице.* се она није 1758. год. налазила у својој близини према Сунцу, већ је ово било тек 1759. године. Овоме задоцнењу биће узрок дејство Јупитерово и Сатурново на репатичино кретање. Овакве репатице, које се по извесном времену опет појављују на звезданоме небу, зову се *перижодске репатице*. Ових има до сад повећи број и ми ћемо укратко по реду да се дотакнемо важнијих.

Важније до сад виђене перижодске репатице.

143.

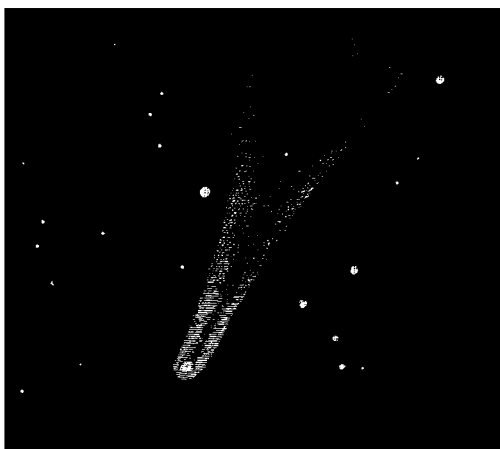
Још Аристотело помиње, да се године 371. пре Христа појавила једна репатица и да је имала веома велики светао и широк реп. У години 134. пре Христа виђена је једна врло сјајна репатица, која се 70 дана на небу по-

називала и чији је реп требао пуна 4 часа, те да испод хоризонта са свим зађе. Осем ових, појавила се 43. године пре Христа (одма после смрти Цезарове) једна тако сјајна репатица, да се она и дању око подне још лепо видети могла. О овој репатици држали су Римљани, да је она дошла да прими дух великога диктатора и да га спроведе до седишта његових богова.

Осем ових поменутих репатица, било их је још много више. Свега до сад виђених биће више и од 600, но ми не можемо да се унуштамо у подробно набрајање свију њих, јер би нас то далеко одвело. У девет-
 најестом веку најважније су репатице оне, Важније ре-
патице у XIX.
веку.
 што су виђене у годинама: 1807, 1811, 1819,
 1825, 1835, 1843, 1853, 1858, 1860, 1862 и 1874, —
 од којих ћемо само неке да поменемо.

Репатица од год. 1811. гоказивала се од 13. Марта 1811. па до 5. Августа 1812. године, дакле је виђана она неких 17 месеци непрестано и ако истина са Велика репа-
тица од 1811.
године.
 незнатним прекидањем. Најлепше се покази-
 вала ова репатица у јесен 1811. год. (око 1.

Септембра) кад је по целу ноћ на небу сијала. Ова је репатица имала тада 25° дугачак а 6° широк реп и представљена је сликом 114. онако, како је голим оком виђана. Бувардо тврди, да је видео два репа. Путања је ове репатице по рачунима Аргеландера еклиптичка, али са

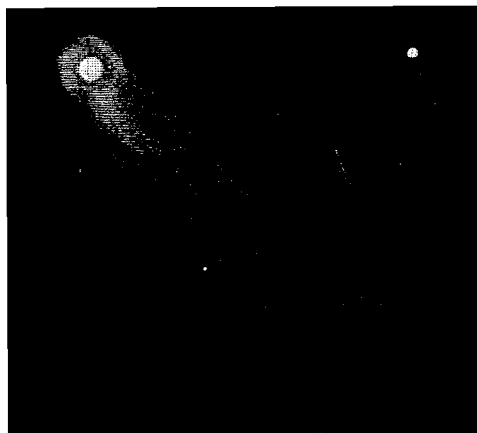


Велика репатица од године 1811. виђена голим оком.

Сл. 114.

веома великим временом оптицања, које би по њему износило до 3066 година. Приближним рачуном нађено је, да ће се усљед привлачне силе планета, кретање ове репатице убрзати, па и време њенога оптицања за 177 година скратити, те ће се тако зар моћи ова репатица ишчекивати већ око 4700. године.

Репатица од године 1835. показивала се са репом од 15° дужине а имала је прилично светло језгро са три Халеј-ова ре- светле тачке. Слика 115. показује ову репа-патица. тицу од 1835 г., која је по Халеју назвата Ха-



Халеј-ова репатица од године 1835.
виђена голим оком.

Сл. 115.

леј-ова репатица. Ми ћемо казати о овој репатици као периодској доцније још нешто опширније.

Год. 1843. у Фебруару видео је свет, на звезданоме небу веома величанствену појаву. На име, те године појави се дању поред Сунца, веома нагло једна врло велика репатица, која је први пут у Аме-

рици виђена. Голом оку показивала се ова репатица са 40° до 70° дугачким репом, који се у Марту месецу раздвојио на двоје. При овој репатици беше по најчудноватије то, што она у близини својој није одстојала од Сунца за више но за 19000 географ. миља, у 1843. године. репатица од ком је одстојању добијала 47000 пута више светлости и топлоте од наше Земље. Ова се репатица у то доба кретала са брзином од 78 миља у секунди.

Најсветлија и највећа репатица овога века, биће на сваки начин она репатица, која је виђена 1858. године.



Донатијева репатица голим оком гледана 23.
Септембра 1858. године.

Сл. 117.

Репатица од 1862. године. Слика 118. (на следећој страни) показује ову репатицу и то горња слика представља нам репатицу онако, како је 1862. године изгледала, а доње две слике у већем размеру, показују изглед језгра репатичинога и то прва доња показује језгро на дан 23. Јула, а друга доња на дан 24. Јула 1862. године.

Најпосле имамо још да поменемо и репатицу од 1874. године, која је последња голим оком виђена. Ово је тако звана *Coggia-ова* репатица. Њено је време оптицања скоро 9000 година и реп јој се Јуна месеца мењао између 1 па до 5 милиона географских миља.

Перијодске репатице.

144.

Све репатице, које смо до сада летимице поменули, или имају тако велико време оптицања, да га нисмо у стању израчунати или износи оно стотинама па и хиљадама година. Но осем ових има у Сунчаноме систему

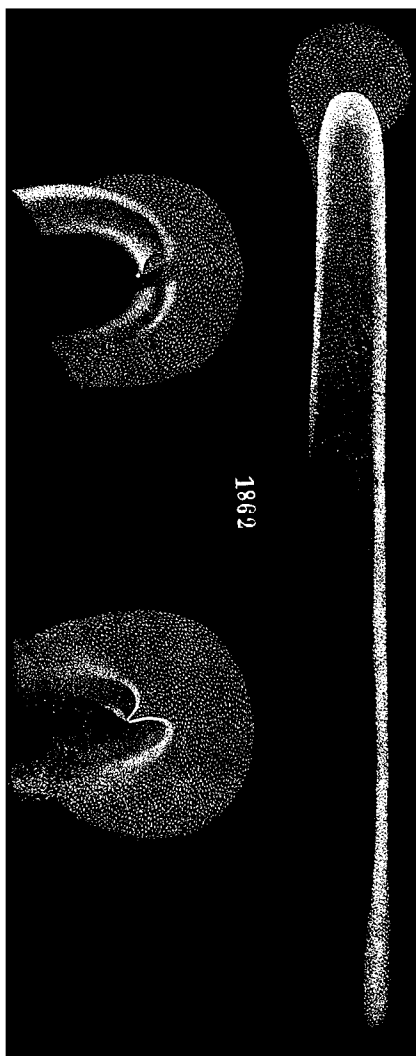
много репатица и са краћим временом оптицања и према њему и разликујемо у опште два кола репатица. У прво коло спадају све оне репатице, којима је време оптицања мање од 3 године или највише до 7 год., у друго пак коло спадају све оне, које имају време оптицања много веће и од 60 па и од 80 год.

Овакве се репатице зову *перијодске репатице* и у ове спада поглавито *Халејева репатица*, о којој смо већ напред нешто казали и која по своме времену оптицања спада још и у друго коло репатица. Као што је већ поменуто, Халеј је био први, који је израчунао путање од 25 разних репатица па нашао и период ове по њему назвате репатице. Први пут је опажена ова репатица управо 1456. године, кад се она на својој путањи преко звезданог јата Телца па ка Лафу, показивала у својој највећој красоти. За светлост ове репатице може да се

23. Јула 1862.

Gl. 118.

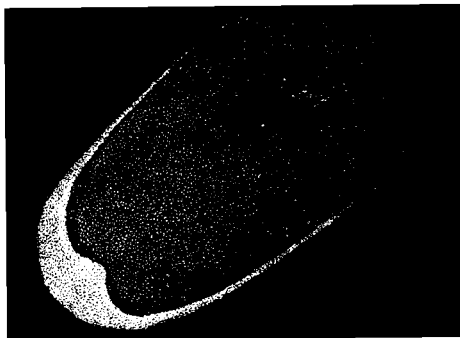
24. Јула 1862.



Халејева репатица као периодска репатица.

за светлост ове репатице може да се

каже, да се она равнала са светлошћу некретница звезда. Она је тада имала 60° дугачак реп. Други пут је виђена ова репатица 1531. г. Њу је тада видео *Петар Апијан* у Инголштату и он је први обратио пажњу на то, да је реп ове репатице окренут на противну страну од Сунца. Трећи пут је опазио *Кеплер* ову исту репатицу 1607. г. а четврти пут 1682. год. сматрали су је и *Њутн* и *Халеј*.



Сл. 119.

Халејева репатица виђена је и 1835. год. као што смо напред поменули, и дурбином гледана показивала се она, као што слика 119. показује. Она ће се опет видети и у 1911. год.

Осем ове перижодске репатице има још

неколико њих као што су: *Енке-ова*, *Бијела-ова*, *Фајелова*, *Брорзенова*, *Арест-ова*, *Винке-ова* и т. д. Остале перижодске репатице. које све имају од прилике перижоде од 3, 5·5, 6, до 7 година, а има их до данас и више познатих, па и са већим временом оптицања.

Физички строј репатица.

145.

О физичкоме строју репатица зна се у опште за сада још врло мало. У стара времена држало се, да су репатице метеори по нашој атмосфери. Права природа

репатица, тек се почела у доцније време са-Закон гравитације и физички строј репатица. знавати и то поглавито од тада, од када је *Њутн* нашао закон кретања светских тела.

Тек после проналаска овога закона почеше природњаци да се саглашавају у томе, да су репатице особита космичка тела, која као засебни чланови спадају

у наш Сунчани систем, а пошто репатице Репатице имају материјалну периоду. подлеже и закону гравитације, то је и по себи сљедовало, да и оне имају *материјалну природу*. Осем тога, пошто се приближавањем Сунцу у репатица појављују јачи и слабији облаци, који потсећају на омотач, реп и т. сл. то се држи, да се приближавањем Сунцу у репатица ослобођавају извесне силе, које су иначе при великом одстојању од Сунца везане, и које баш и проузрокују напред поменуто мењање језгра, репа и т. сл. Бесел узима, да у репатица постоје и нарочите поларне силе, које при неким репатицама производе у репу чак и извесну врсту Беселово мишљење о поларним силама у репатица. нихања, које се са познатим клатењем овде на нашој Земљи подудара. Осем овога, рачуном је нађено, да су ове силе и узрок, што се репатице при своме враћању много брже ка перихелу крећу но иначе. Енке је при репатици, која је његовим именом назвата нашао, да убрзање за свако следеће оптицање износи Убрзању репатице биће узрок етар. скоро 3 часа и он приписује ово убрзање, па дакле и смањивање времена оптицања етеру, који ће на сваки начин на кретање репатица утицаја имати и то као отпорна средина. Што код планета ово није случај, то је зато, што су ове од етера много гушће, дакле он према њима тако редак, да је његово дјејство, ако би каквог и било, по све незнатно, па и његова отпорна снага према планетама по све не приметна.

Из слагања путања које репатице звезде описују, са путањама *звезданих ројева (озвездина)* изводе природњаци, да ће звездани ројеви бити такве репатице, које се сад тек производе или образују, — други опет држе, да су звездани ројеви остаци од репатица, које су се расуле, раствориле. Но како се пак о озвездинама доказало, да њихни поједини делови Мишљење о репатицама и озвездинама. одстоје један од другог за по 10 па и 20 миља, ма да их има милионима, — то је непојамно, како

се ове мале масе узајамно још у заједници држе и како оне могу још да се и привлаче, јер би се само на тај начин образовање или ишчезавање репа и других облика, који се на репатицама опажају објаснити могло.

Спектар репатица показује три пошире светле пан-
Спектар ре- тљике, од којих средња пада готово уједно,
патица. са линијом од Магнезијума. Осем овога спек-
тар репатица сличан је и са спектром Водониковим из
чега неки природњаци изводе, да ће репатице од чести
зар сијати и сопственом светлошћу и то само с тога, што
садрже Водоника. Оне три горе поменуте
Могућно је, да се језгро репа- светле пантљике одељене су потпуно уга-
тица састоји и ситим браздама, а пошто се спектар добија
од усијаног уг- само од језгра (јер је маглина и сувише
љеника. слаба да би спектар дати могла) то се држи,
да се у језгру може налазити и усијан угљеник, код кога
се такође у спектру исте оне угасите бразде виђају.

XVIII. Озвездине (Метеорити).

О озвездинама у опште.

146.

На сваки начин најчудноватија је појава на звезда-
номе небу, кад се од осталих звезда на један мах при-
видно по каква звезда одвоји и са муњевитом брзином
Озвездинска крећући се, тренутно сине по небу у виду
појава. краћег или дужег лука, па је одмах за тим
нестане. Без сумње је, сваки од нас већ много пута ову
лену појаву на звезданоме небу опазио. Њу су виђали
људи од вајкада и обративши јој још из рана своју пажњу,
они су јој према своме развићу и схватању и приписивали
овакав или онакав значај. Тако је ова појава тумачена или
као силазак богова са небеских висина (у Илијади), или као прекид човечијега живота, јер предилја

Верпеја (у северноме миту) са доласком свакога ново рођенога детета на свет, почиње да преде конач његова живота; сваки се конач животни завршује у по једној звезди и кад се почне приближавати смрт, онда се тај конач живота кида и побледела звезда човекова пада на Земљу.

Митско тумачење озвездинских појава.

Ове тренутне светле истре по звезданоме небу, зову се *озвездине (метеорити)* и ма да се о њима различно мислило, оне су космичка тела, која спадају исто тако у наш Сунчани систем, као и сви остали до сад познати чланови његови.

Озвездине су космичка тела.

Било је времена, када су озвездинске појаве сматране као *метеори*, под којима се у најпространијем смислу речи разумева све оно, што нам се у опште на небу покаже, па на мах прође или и на Земљу пада.

И ако би према томе могли са напред описаном појавом да уврстимо у метеоре и појаву какве ватрене светле лопте, која дању или ноћу у различној висини над хоризонтом искрсне и крећући се муњевитом брзином ишчезне без икаква трага и гласа, или се уз праску распада у светлу парчад, која на Земљу падају, те их ми налазимо као веће или мање минералне масе, па исто тако и прах, који без ветра и обично после јаких бура у већој количини на Земљу пада, и т. д. — и ако би дакле све то могли на први поглед да сматрамо као слично грому, киши, снегу и т. д. то се опет, новијим испитивањима дознало, да при свем том, што су озвездинске појаве у нечему и сличне са метеорским појавама, опет оне никако нису производ наше атмосфере, већ да имају свој извор много даље у овоме светскоме простору и то баш ван наше атмосфере.

Озвездинске су појаве различне од метеорских појава.

Привидна величина или боље *сјајност* *озвездина* веома је различна. Осем најмањих, које се голим оком још видети могу, виђају

Привидна величина озвездина.

се и много светлије, које не само кад што да надмашују сјајем својим најлепше планете Јупитера и Венеру, већ су по који пут тако светле, да од њихове светлости најзад и остале околне звезде са свим бледе изгледају.

Према величини озвездинских појава или боље према сјајности њиховој, разликују се оне у опште на двоје: на мање озвездинске појаве или тако зване *звезде*

падалице, куда спадају све појаве, које не прелазе величину звезда од шесте до прве величине, и на *ватрене лопте* (*болиди*, *аеролити*), куда спадају све озвездинске појаве, које прелазе сјајем својим и звезде прве величине па су сјајније чак и од планета Јупитера и Венере.

Подела озвездинских појава на звезде падалице и на ватрене лопте.

Путања, трајање, боја озвездина.

147.

Путања, којом се озвездине у опште крећу, показује се обично као део највећег круга. Чешће пак имају путање озвездинске и особити облик па и веома велику кривину, а има их и таквих, које се готово валовито,

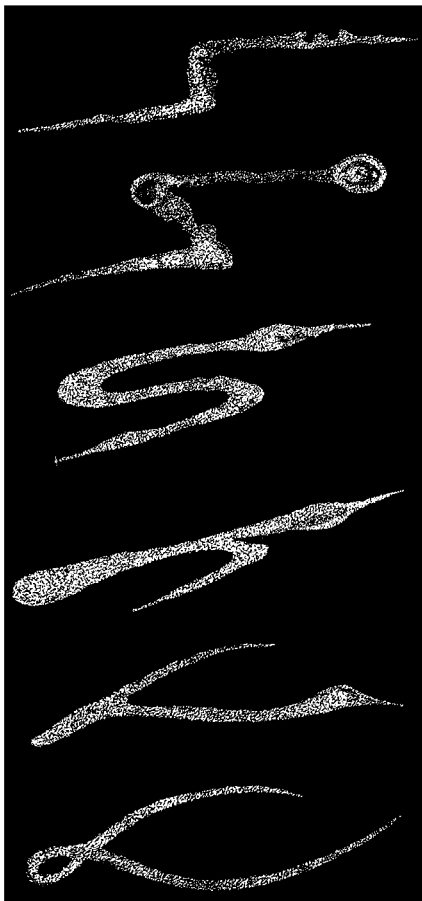
Озвездинска вијугаво протежу по звезданоме небу, што путања. ће долазити отуда, што се озвездине, наступајући у атмосферу наше Земље, крећу у средини, која им велики отпор на супрот ставља. Трајање озвездинских појава веома је незнатно, оно је обично мање и од једне целе секунде, а може највише да достигне изу-

зетно и до 3 или 4 секунде. Но и ако пада-

Трајање озвездинских појава. лица звезда или и ватрена лопта из наших очију у брзо и нестаје, опет није свакад тиме

и цела појава завршена, јер су особито светлије озвездинске појаве праћене често пута као неким ватреним трагом, налик на реп, који такође обично после неколико секунда, а чешће и после једне па и две минуте, а по који пут и тек после једне четвртине па и пола час

тек невидљив постаје. У овоме последњем случају опазило се, да сјајност ових ватрених трагова не опада правилно, па не и у исто време, кад и цела појава почне да ишчезава, већ шта више видело се, да неке партије ових трагова (репа) мењајући свој првашњи облик повремено опет засијају и при томе се често пута особито вијугаво па и испреплетено крећу (ово на сваки начин услед ваздушних струја у нашој атмосфери). Ове измене у облику а и кретања показују нам прилично верно слике 120. и 121. од којих нам слика 120. представља појаву и мењање озвездине, која је опажала 28. Јула 1861, а сл. 121. (на следећој страни) опет појаву и мењање озвездине опажане у очи 1. Августа исте године и то телескопом. Боја је у озвездина у опште махом бела или жута, ређе пак жуто црвена. Светлије озвездине пак озвездине ска боја. а нарочито ватрене лопте, показују се и другаче бојене и то

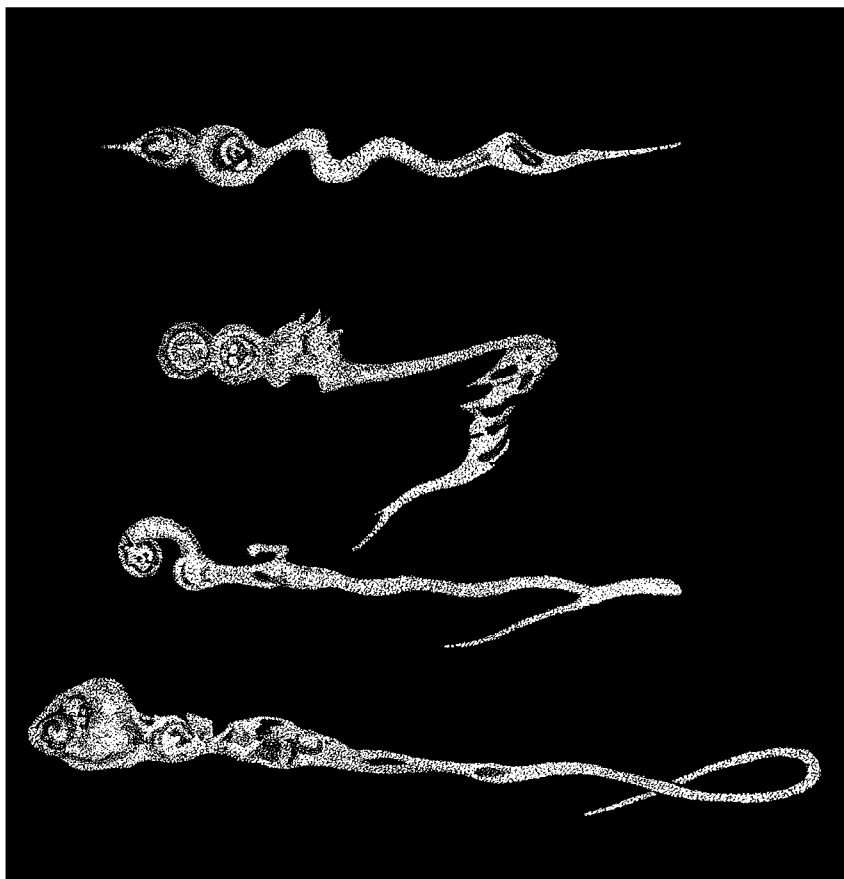


Телескопски опажано мењање озвездинскога репа.

Сл. 120.

су оне чешће и веома интензивно црвене, па и зелене, што слика α лепо показује на ватреној лопти, која је 1865. године 1. Новембра голим оком виђена (таблица

XVI.) а исто тако и слика β , која нам представља ватрене лопте телескопски посматране у Октобру 1863.



Телескопски опајано мењане озвездинскога репа.

Сл. 121.

године. По кад што пак и ако ређе, мењају ватрене лопте своју боју, при чему ова, као што је случај при усијаним телима, која се хладе — прелази по правилу из беле или жуте у угасито црвену боју.

Број и брзина озвездина.

148.

Број озвездина, које у нашу атмосферу из дана у дан доспевају, биће веома велики. По рачуну професора Н. А. Newton-а износи број озвездина, које се дневно голим оком на целој Земљи видети могу, до $7\frac{1}{2}$ милиона, а број свију озвездина, кад би могли цело звездано небо дурбином да посматрамо, изнео би по његовој оцени и преко 400 милиона. Ови подаци вреде само за озвездине, које појединце на Земљу падају. Број оних озвездина, које у ројевима на Земљу падају и о којима ћемо још говорити, био би по истоме научнику и преко неколико билиона.

Број озвездинских појава.

Број озвездинских појава зависи од *зенитне даљине*, од *времена*, па најзад и од *доба* године. По професору Н. А. Newton-у расти овај број од зенита па до зенитне даљине од 45° , а одавде опада он нагло, што може да се припише сметњи од испарења у атмосфери наше Земље. Осем тога, виђају се озвездинске појаве много чешће после поноћи, него ли пре поноћи, али највише пак виђају се оне пред зору, што се објасњава тиме, што се већина озвездина крећу назадно, дакле Земљи на сусрет, и што се после поноћи (дакле пред зору) свако место посматрања због обртања Земље око осе креће баш ка оној партији (или боље тачци) звезданог неба, куда и Земља при своме кретању око Сунца тежи. Пред зору креће се свака тачка посматрања правце ка тој тачци, а пред вече после заласка Сунчевога баш на супрот од ње (види слику 32. и слику 40).

Број озвездина зависи од зенитне даљине, времена па и доба године.

У часовима дана после поноћи, дакле пред зору, налази се поменута тачка еклиптикина у горњој, а у часовима пред вече у доњој кулминацији, и из овога се лако објасњава учестаност озвездинских појава. Слично

утиче на учестаност озвездинских појава и доба године. За време, кад се Земља налази у пролећној равнодневици, стоји Земља хелиоцентарски посматрана у знаку теразија, а она поменута тачка еклиптикина у знаку Козорога. Козорог лежи пак при заходу Сунчевом

У пролећним
ноћима мањи
је број озвез-
динских по-
јава.

ниско испод хоризонта, а при исходу Сунчевом опет са свим незнатно над хоризонтом и према томе може да буде број озвездинских појава у пролеће по све незнатан. Другаче стоји ствар, кад је Земља у јесењој равнодне-

вици. Тада је кретање Земљино баш правце ка Козорогу управљено и пошто Козорог за време Сунчевога захода стоји веома високо и у горњој кулминацији, то мора број озвездинских појава ноћу у јесен бити много већи но обично. Ово се заиста и подудара са искуством потпуно и изузетно одступање од горњег правила бива само тада, кад Земља на својој путањи наиђе кад што на веома богате озвездинске ројеве. Ово бива нарочито у данима од 29. до 31. Јула и од 1. до 2. Новембра, о чему ћемо још говорити.

Најзад, што се тиче *брзине* са којом се озвездине крећу по својим путањама, она је веома различна. Као најмања брзина може да се сматра брзина, са којом се и Земља по својој путањи креће, дакле од прилике 4 географ. миље у секунди. Има научника који тврде, да су сматрали и веће озвездинске брзине чак и до 20 ге-

Брзина озвез-
динска је раз-
лична.

ограф. миља па и више. Најновија опажања дала су као највероватнију брзину од 6 до 10 географ. миља у секунди, но и у овоме по-

гледу биће потребно још накнадних података, те да се то питање дефинитивно реши. Но ма како се ово питање о брзини решило, може да се каже као карактерно, да се оне озвездине, које се крећу са већом брзином кроз нашу атмосферу, обично и много јаче светле, и да остав-

љају за собом и много светлији реп, који дуже траје но у оних озвездина, које се лаганије крећу; у исто време опажано је такође и то, да се оне озвездине, које се већом брзином крећу и у већој висини над хоризонтом гасе, но што је то случај са онима, које се лаганије крећу.

Звезде падалице.

149.

Звезде падалице разликујемо у главноме на *перијодске* и на *расуте*, и то под првима разумемо оне звезде падалице, које се по највише у већем броју, а често пута и у читавим ројевима са *извесних места на звезданоме небу* излазећи, у извесно време и на сличан начин поново јављају, а под другима опет разумемо оне звезде падалице, које по-
Перијодске и расуте звезде падалице.
јединце овде онде, а из најразличнијих места на звезданоме небу полазећи, искрсну и у нашу атмосферу улазе.

Перијодске се звезде падалице разликују од оних расутих само тиме, што оне имају ту карактерну особину, да се њихове путање, кад би их све назад продужили, секу готово у једној и истој тачци. Ова укрсна тачка зове се *зрачна тачка* звезда падалица, а излажење њихово из те тачке зове се *зрачење*, и као што се лако схваћа, ово је зрачење управо и битна особина *перијодских звезда падалица*.
Зрачна тачка и зрачење звезда падалица.

По опажањима Schiaparelli-евим строго узев, не би ни могло да се говори о зрачној тачци, пошто сва она места, из којих звезде падалице полазе, образују обично свакад дужу или краћу линију, али опет је горњи назив и до данас задржат. Од почетка овога века опажано је више ројева звезда падалица тако почетком Априла, крајем Јула, око половине Октобра, почетком Новембра, па и крајем Децембра, али најпознатија су два роја звезда падалица и то она, која су позната под називима: *Перзеов рој*, и од којих један полази из звез-

даного јата Перзеа и који се јавља крајем Јула месеца и други тако звани *Лафов рој*, који полази из звезданог јата Лафа и који се јавља у почетку месеца Новембра, па се с тога назива и Новембарски рој звезда падалица. Ми ћемо се укратко упознати и са једним и са другим.

Перзеов рој звезда падалица. (Перзеиди).

150.

Звезде падалице, које овај рој представљају, крећу се назадно и имају по Schiaparelli-у релативну брзину од 8·25 географ. миље, а осем тога и ту особину, да оне махом нагло у тренутку свога највећег сјаја ишчезавају. Мисли се, да оне образују на сваки начин један завршен колут, по коме су и прилично подједнако подељене, што

Опис појаве и чини, те се звезде падалице, које овоме роју Перзеида. припадају, преко целе године виђају. Обично учестају оне да се појављују око 28. Јула, 29. Јула достизају свој максимум, а за тим опада број њихов до 1. Августа поступно, и од овога времена дели се он прилично подједнако на остале месеце у години. Звезде падалице овога роја полазе са места на звезданом небу где је звездано јато Перзеј и то из γ у Перзеу, па су по њему и име добиле. Чешће пак зову се звезде овога роја и само *Перзеиди*.

Опажањем Перзеида понајвише се бавио Schiaparelli, и он се трудио да нађе и положај њихове заједничке путање. С претпоставком, да је зрачна тачка у $44^\circ AR$ и $56^\circ + D$ и да је максимум озвездинске појаве био у Schiaparelli-еви 1866 г. он је и нашао за ту годину ове путањине елементе: пролаз кроз перихел Јула тању Перзеида. 11.; пролаз кроз укреницу путање између 28. и 29. Јула; дужина перихела $343^\circ 38'$; дужина укренице пењања $138^\circ 16'$; нагиб према еклиптици $64^\circ 3'$; удаљење од перихела 0·9642 и при томе је кретање ретроградно.

Ови елементи се слажу приближно са елементима репатице звезде од 1862. године, чију је путању Orolzer израчунао и за њу нашао ове елементе: пролаз кроз перихел између 10. и 11. Августа; дужина перихела $344^{\circ} 41'$, дужина укрснице пењања $137^{\circ} 27'$; нагиб према еклиптици $66^{\circ} 25'$ а удаљење од перихела 0.9626 и кретање опет ретроградно.

Упоређењем горе наведених елемената за путању Перзеида са елементима репатичиним уверавамо се и на први поглед, да њихово слагање неће моћи да буде са свим случајно, и оно је и навело Schiaparelli-а да закључи, на познату везу између репатица и озвездина, дакле на закључак, који је, као што ћемо видети доцније и веома сигурну потврду добио. Schiaparelli је определио приближно и време оптицања Перзеида и нашао, да максимум њихове појаве бива сваких од прилике 108 година. Ово се опет такође приближно слаже са временом оптицања репатице од 1862. године; али и ако је у ствари све тако, опет ће тек будућност имати да реши питање, да ли су Перзеиди и репатице од 1862 године са свим идентични или не.

Могћуна идентичност Перзеида са репатицама од 1862 год.

Лафов рој звезда падалица. (Леониди).

151.

Многобројнији па и много светлији је од Перзеида рој звезда падалица, који се виђа између 1. и 2. Новембра. Особито је пак задивно свет Humboldt-ов и Vonpland-ов опис ове појаве, која је у год. 1799. у Кумани виђена, и која се исто тако и године 1833. у северној Америци поновила, (види слику 122. на страни 452, која представља величанствену озвездинску појаву виђену у очи 1. Новембра те године) што је и навело на закључак, да та појава има период од 33 до 34 године. Кад је ова по-

Новембарска појава звезда падалица у години 1833.



Озвездинска појава виђена 1833. године у Америци¹⁾.

Сл. 122.

¹⁾ Слична величанствена појава виђена је године 1885. ноћу између 15. и 16. Новембра и у нас у Србији.

јава наступила изгледало је, као да пада права ватрена киша (види слику 122.) из неба, које је тада сипало ужасну ватру из себе и то тако силно, да је свуда страх завладао био, да није већ крај света. Озвездине су тако многобројно падале, да је на једноме месту за време од 9 часова по оцени пало од прилике 240000 озвездина, а у једној минути до 444. Пошто се држало, да горепоменути перијод за ову појаву постоји, то се ишчекивало, да ће 1866. г. такође бити многобројно падање озвездина, што је заиста и наступило и то тако, да је максимум за средњу Европу наступио 2. Новембра и то око 2 часа у јутру. После овога времена обратила се већа пажња овој појави и 1867. год. нађено је, да звезде падалице овога роја полазе из звезданог јата Лафа (по коме се и зову *Леониди*) и да се многе показују остављајући за собом и светао рец, који је у једне озвездине био и читавих 4 минута видљив. Осем тога, при томе се приметило и то, да је боја у њих најпре била зелена, па је за тим поступно прелазила у црвену па најзад и у угасито мрку, и да се најсветлије озвездине заблиставале понајвише у највећој висини, те да одмах за тим у прилично великим висинама и ишчезну. Newscomb држи, да је цела појава у години 1867. трајала од прилике 3 часа и да је у једној секунди по целој ширини овога роја могло да пролази по 1 милион озвездина, па да према томе, (пошто је ова појава 3 године узаstopце посматрана) целокупан број озвездина овога роја (по оцени од ока) може да изнесе и до 100 билиона.

Готово неочекивано наступи појава Леонида и у години 1868. која се и у Европи лепо видети могла, јер се готово из свију европских крајева сазнало, да је падање озвездина виђено и да су оне махом из звезданог јата Лафа полазиле. Како се те године видела ова појава и у Риму, то

Посматрања
Леонида у го-
дини 1867.

Newcomb-ова
оцена цело-
купнога броја
Леонида.

Леониди од
1868. год.;
Спектар Лео-
нида.

је Secchi-у испало за руком, те је две велике озвездине овога роја и у спектроскопу испитао, при чему је осем врло јасне линије Магнезијума, видео и линију у црвеном делу спектра. Но те године јављено је са многих страна и то, да су виђене у ваздуху и веома лепе ватрене лопте, које су и прилично дугачке репове за собом имале, од којих се један и у облачак претворио, који се

Идентичност између звезда падалица и ватрених лопта. читавих 15 минута могао да види. С погледом на ово сад поменуто јасно је, да је веома близу мисао, да између звезда падалица и ватрених лопта не може постојати битна разлика, већ шта више, да може да се закључи, да и једне и друге из истог извора долазе и да се само по величини својој разликују.

Напред је већ поменуто, да је зрачна тачка Леонида у великоме Лафу. Schiaparelli је, служећи се опажањима A. Herschel-а и Newton-а при опредељивању путање овога роја нашао, да је зрачна тачка у $143^{\circ} 12'$ дужине и $10^{\circ} 16'$ северне ширине, дакле да она пада за Schiaparelli-еви елементи за путању Леонида. иста близо звезде γ у Лафу. Као путањске елементе добио је Schiaparelli: пролаз кроз перихел крајем Октобра; дужина перихела $56^{\circ} 25' 9''$; дужина путањине укрнице пењања $231^{\circ} 28' 2''$; нагиб путањин $17^{\circ} 44' 5''$; удаљење од перихела 0.9873; ексцентричност 0.9046; велика полуоса 10.340; време оптицања 33.22 године и кретање назадно.

Према овоме дакле образовале би и звезде падалице Лафовога роја један закључен колут, који је елиптичан и који у почетку Новембра тако лежи, да Земља тада пролази кроз његову укрницу пењања.

Тежња Schiaparelli-ева да и овоме роју звезда падалица нађе припадајућу репатицу, беше у почетку истина неостварљива, али доцније се деси нешто, што му је помогло, да до своје цели дође. C. F. W. Peters у Алтони обрати пажњу астрономима да и Новембарски рој има

јава наступила изгледало је, као да пада права ватрена киша (види слику 122.) из неба, које је тада сипало ужасну ватру из себе и то тако силно, да је свуда страх завладао био, да није већ крај света. Озвездине су тако многобројно падале, да је на једноме месту за време од 9 часова по оцени пало од прилике 240000 озвездина, а у једној минути до 444. Пошто се држало, да горепоменути перијод за ову појаву постоји, то се ишчекивало, да ће 1866. г. такође бити многобројно падање озвездина, што је заиста и наступило и то тако, да је максимум за средњу Европу наступио 2. Новембра и то око 2 часа у јутру. После овога времена обратила се већа пажња овој појави и 1867. год. нађено је, да звезде падалице овога роја полазе из звезданог јата Лафа (по коме се и зову *Леониди*) и да се многе показују остављајући за собом и светао реп, који је у једне озвездине био и читавих 4 минута видљив. Осем тога, при томе се приметило и то, да је боја у њих најпре била зелена, па је за тим поступно прелазила у црвену па најзад и у угасито мрку, и да се најсветлије озвездине заблиставале понајвише у највећој висини, те да одмах за тим у прилично великим висинама и ишчезну. Newcomb држи, да је цела појава у години 1867. трајала од прилике 3 часа и да је у једној секунди по целој ширини овога роја могло да пролази по 1 милион озвездина, па да према томе, (пошто је ова појава 3 године узастопце посматрана) целокупан број озвездина овога роја (по оцени од ока) може да изнесе и до 100 билиона.

Посматрања
Леонида у го-
дини 1867.

Newcomb-ова
оцена цело-
купнога броја
Леонида.

Готово неочекивано наступи појава Леонида и у години 1868. која се и у Европи лепо видети могла, јер се готово из свију европских крајева сазнало, да је падање озвездина виђено и да су оне махом из звезданог јата Лафа полазиле. Како се те године видела ова појава и у Риму, то

Леониди од
1868. год.;
Спектар Лео-
нида.

Веома је вероватно, да су звезде падалице и ватрене лопте тела исте врсте, но која се само по својој маси или боље, по величини својој, па у сљед тога и по различноме већем или мањем светлосноме ефекту разликују. Звезде падалице зову се тада ватреним лоптама, кад су Појава ватрене лопте. не обично велике, кад су мање или више са свим јасно заокружљене, дакле лоптасте масе, које се често пута и дању виде. Осем тога, ватрене лопте имају свакад и краћи или дужи реп, (који се дуже времена видети може) а многе од њих гасе се тек уз праску, па су и узрок тако званоме падању врелога камења на Земљу. Ретко се види и сам почетак наступања ватрене лопте; шта више, она је обично на један мах пред нашим очима, креће се са мањим или већим сјајем, често пута привидно са не баш великом брзином и раствара се, кад што без икаква трага и гласа, а кад што уз велику праску и жестоку грмљавину. Кад се ова појава од почетка њенога наступања опази, онда се најпре укаже на небу или каква *светла тачка*, која се све јаче и јаче повећава, или и *светао облачак*, из кога доцније излети веће или мање усијано тело облика лоптастога или крушкастога, које даље и даље са муњевитом брзином јури, те да доцније нестане испред наших очију а на начин, као што је горе већ поменуто. У поједино-стима ватрене су лопте веома различне и нас би далеко одвело, кад би се упустили у набрајање свију. Немогући то, ми ћемо овде да се дотакнемо само још тако званог: *озвездинскога камења*, које обично после појаве ватрене лопте ма у коме облику на Земљу пада, или се по њој овде онде налази.

Прости су људи од вајкада и у свију народа веровали у стара предања, да врело камење по кад што из неба на Земљу пада, али научници у опште, а нарочито представници француске академије сматрају то као бесмислицу и мишљаху, да то камење може да буде само

земаљскога порекла, дакле да су то или рудне масе, које је гром случајно оголотио и по површини стопио и мање више предругојачио, или да је то камење чак и који вулкан избацити морао. И *Палас*, славни природњак у Русији сматрао је, да је земаљскога порекла и она гвоздена маса, која је 1772. године близу Краснојарскога нађена у јенисејској губернији и која је с тога и позната под називом *Паласовог звожђа*.

Мишљење о озвездинском камењу. Паласово гвожђе.

Дуго је времена владало погрешно мишљење о овој појави и не хтеде се ни поверовати, да у опште и постоје тако зване камене кише, док најпосле *Biot* не изиђе са описом појаве, која се десила у половини Априла 1803. године у *Aigle-y* (у департману de l'orne) и коју је он лично и посматрао. *Humboldt* описује у своме *Космосу* ову појаву од прилике овима речима: «велика ватрена лопта, која се од ЈИ ка СЗ кретала. виђена је око 1 часа после подне у *Alençon-y* и у *Схеп*-и при са свим ведроме небу. Неколико тренутака затим, чула се у *Aigle-y* експлозија, која је долазила из једнога малог, угаситог, готово непокретног облачка на небу. Ова је експлозија трајала 5 до 6 минута, а за њом је сљедовало 3 до 4 пуцња налик на топовске, које је опет пратио грокот налик на онај од мање пушчане ватре, помешан са звуком од млогих добоша. При свакој експлозији одвајала се у по неколико маха парна маса из које се облачак привидно састојао, но тако, да се при томе није никаква светлост развијала. У исто доба падало је метеорско камење на Земљу и то тако, да је оно заузело од прилике елиптички простор на Земљи, који је имао своју велику осу у правцу од ЈИ ка СЗ, и чија је дужина била до 1·2 географ. миље. Ово је камење било разне величине (највећи камен био је 17·5 фуната тежак) било је врело, не усијано и испаравало је веома јако тако, да се испара-

Humboldt-ов опис падања озвездинскога камења.

вање и голим оком видети могло и што је најчудноватије било, оно се првих дана по паду могло много лакше да распрскава, но што је то доцније могућно било». После овако доказаног падања врелога камења, дигнута је свака сумња са ове појаве, и тако је сада са свим сигурно било, да врело камење из неба на Земљу пада.

Број камења, које на Земљу пада често је пута незнатан (1 до 2), а често пута је он веома велики, као што је случај био код падања камења у *Aigle-y*, где је пало до 3000 комада. При оваквом обилатом падању камења, које се може с правом да назове и *камена киша*, нису сви комади само саставни делови једнога јединога тела, већ шта више у таквим случајевима наилази у нашу атмосферу по читав низ засебних озвездина. Поред осталих доказа, који би се за ово навести могли, најубедљивији је онај, који нам даје *Schmidt* посматрањем ватрене лопте, која је 1863. год. у Октобру у *Атини* опажана и која је необично дуго трајала и тако

се лагано кретала и развијала, да ју је он
 Ватрене лопте опажане дурбином године 1863. могао са свим лепо дурбином да посматра. Ова се појава састојала из два велика, као Смарагд зелена дела, који су обликом личили

на капље и при томе су имали као пламен црвене репове. Ове су две ватрене лопте биле нешто у напред умакле, а за њима је сљедовао читав рој исто таквих по облику, али по величини веома различних ватрених капљица, које су се све упоредо кретале и које нам слика β таблице XVI. веома лепо показује. Сличан при-

зор производила је и двојна ватрена лопта, која је у *Елмири* год. 1860. у Јулу опажена, и која се састојала из два дела крушкастога облика, за којима је сљедовао читав низ многобројних мањих ватрених лоптица исто таквога облика, што нам слика γ таблице XVI. такође показује.

Чешће се дешава, да кад грмљавина и праска наступи, да тада отпочиње баш и распрскавање појединих озвездинских тела. Тако при озвездинској појави, која је у *Quenggouik*-у (у Источној Индији) посматрана (год. 1857. у Децембру) и при којој је и интензивно развијање пламенастога облика опажено, нађена су међу комадима, што су на Земљу пали и два комада, који су се са преломним површинама потпуно подударали и ако су они до $1\frac{1}{2}$ километар један од другога удаљени били. Овакво је подударање опажено и на већем броју комада, који су нађени у *Butsurī* у Источној Индији 1861. год. што непобитно доказује, да распрскавање заиста наступа, на било то у ваздуху или баш и на самој Земљи при падању.

Распрскавање ватрене лопте веома сјајнога пламенастога облика у години 1857.

Озвездинско камење и озвездинско гвожђе. (Аеролити).

153.

Према садржини састојака, дели се оно што после појаве ватрене лопте у опште на Земљу пада, на озвездинско камење и на озвездинско гвожђе. Озвездинско камење има такву масу, која се по састојцима слаже са обичним камењем, које се и на нашој Земљи налази, дакле које је сложено из различних минерала, који се и у обичноме камењу налазе, као што су: Аугит, Анортит, Оливин, Кварц па и други. При озвездинском је камењу она површина, која је напред управљена обично сведена и покривена танком бљештећом, угасито мрком (види озвездинско камење Соко-Бања) а често пута и са свим црном кором, на којој се показују по кад што и мрежасте жилице, које су прилично узвишене над осталим партијама озвездинскога камења. Ово се лепо види на камену, који је 1808. године у Мају пао у *Stannern*-у Моравској. По крајевима па и позадини је

Озвездинско камење.

Кора озвездинскога камења.

ова кора таква, да махом много слабије бљешти или је чак и кадифастога изгледа. По Schreibers-у и Scherer-у, који су и топлењем горе поменутога камења ову ствар изучавали, није ова кора ништа друго, до стопљени спољни омотачки слој озвездинске масе, који постаје услед наглога процеса топљења, но који и тако мало траје, да до унутрашњости озвездинске масе не може ни да доспе у таквој јачини, те да и њу измени.

Озвездинско гвожђе, то су оне озвездинске масе, које се састоје поглавито из самога чистог гвожђа, са којим је готово свакад у једињењу и чист Никл (који се на Земљи никад чист не наводи), који са гвожђем образује Никлово гвожђе, што се обично између осталих састојака у облику краћих и дужих, ширих и ужих бразда показује. У озвездинскоме гвожђу нађен је и: Кобалт, Бакар, Калај, Манган и т. д. оно се дакле састоји као што видимо, из истих оних састојака, који се и на Земљи нашој и ако у другачим хемијским једињењима налазе, што нас поново упућује да закључимо, да су вероватно и у целој васиони састојци истоветни са нашима овде

на Земљи, резултат, који нам је и спектрална анализа показала. Осем побројаних састојака гвожђе и састојци, који нађена је у једноме камену, који је у Јужној су с њиме нађени. Француској 1864. год. пао, и прилична количина угљена са којим као да је у вези била

чак и извесна органска материја. Но осем свега овога озвездинска појава од 1814. год. у Lenarto-у у Мађарској, као да је још и повећала број састојака у озвездинскога гвожђа, јер оно је по Graham-у садржавало у себи и трогуби волумен гаса, који се састојао из 86% Водоника са $4\frac{1}{2}\%$ Угљенога оксида.

Но најкарактерније је при озвездинскоме гвожђу то, да оно кад се полира, па за тим поспе киселинама, мења свој изглед и то тако, да тада постају по њему видљиве јаче и слабије испреплетане бразде, које су местимице

светлије, а местимице опет тамније, што целој површини даје мрежаст изглед. Ове мрежасте партије, по којима се свакад озвездинско гвожђе и познаје, и које су поред садржине Никла веома сигурно сретство за разликовање метеорскога гвожђа од свакога другога телурскога гвожђа, назвате су по проналазачу њиховом *Widmanstätten-ове слике*.

Мрежаст изглед озвездинскога полира-нога гвожђа. *Widmanstätten-ове слике*.

Што се *величине* тиче, у којој се озвездинско камење налази, она је веома различна. Има овога камења од неколико грамова тежине па и преко неколико хиљада фуната. Тако је озвездинска гвоздена маса, коју је Палас у Сибиру нашао, имала 1600 руских фуната. Слична таква маса од 3300 фуната, нађена је 1805. године код Trier-а. Још већа је била маса озвездинскога гвожђа, која је 1784. у Бразилији нађена. И ако истина није нико баш лично посматрао падање ових поменутих маса гвожђа, опет је ван сваке сумње, да су и оне космичкога порекла, јер је у години 1751. и у Загребу опажено, да је тамо баш из неба пао 71 фунту тежак сличан сложен комад озвездинскога гвожђа, па се у најновије доба, пошто се озвездинама у опште већа пажња поклања, готово сваке године по више падања бележи и испитује.

Величина озвездинскога камења и озвездинскога гвожђа.

Пажљивијим испитивањем нађено је, да и ако могу озвездински продукти да се поделе у главном на озвездинско камење и озвездинско гвожђе, то опет као да има и таквих озвездинских продуката, који могу да се сматрају као посредници између оних двеју врста и при којима се озвездински камен налази у друштву са озвездинским гвожђем. У овоме случају у обичном озвездинском камењу има повећаних местимичних конкреција чистога металнога гвожђа, а чешће се дешава, да се

Посредници између озвездинскога камења и озвездинскога гвожђа. Паласово гвожђе.

и у са свим гвозденоме скелету, налази каменаста материја као убацана, што се лепо види на тако званом Паласовом гвожђу, које се заједно са многим другим озвездинским камењем и гвожђем може видети у минералошком кабинету наше велике школе.

Озвездинско камење Соко-Бања.

154.

И у нас је у години 1877. опажена озвездинска појава, и тада први пут научки испитана па и продукти њени сачувани. У Гласнику Српског Ученог Друштва књига XLVIII. пише др. Панчић о овој озвездинској појави ово.

«У Бањи (Алексиничкој) дознадосмо ово. 1. Октобра реч. године у 2 часа по подне чуше се на североистоку од Бање три јака пука, — као од топа, а мало за тим настаде слабија, али честа пуцњава — као од пушачке Ма да је пређашњих дана време било кишовито, тога се јутра било прилично изведрило. Становници Бање истрчаше на тај пуцањ из кућа и угледаше над Превалцем — тако се зове пресло над Бањом преко кога иде пут у Књажевачку — омален, али густ облак, из кога су се била извила три рукавца на прилику дима што при метању из топа изилази, по томе се с више страна чула јака фрка, а најзад тутањ, као кад тешке ствари на земљу падају, а неким се учинило, као да се за те тутање на махове и земља затресла. Све те појаве нису дуже трајале од 0.5 мин. — од прилике колико би човек 50 пута коракнуо. Пошто се све стицало, облак је онај, из ког је праска долазила, још неко време на небу потрајао, али се полако развлачио и од свакојаке руке кривио, као оно летња магла, што се јутром из шумских увала диже».

После ове појаве нађено је неколико комада¹⁾ озвездинскога камења на пољу између Шарбановца, Бање и Девице, од којих су добро очувана у минералашком кабинету наше вел. школе само три комада нумерисана бројевима, 2, 3 и 4 и које нам слика 123. на следећој страни лепо показује.

По тежини је ово озвездинско камење различно и то има највећи камен бр. 2 тежину од 16·310 килогр. мањи означен са бр. 3. има тежину од 9·777 килограма, а најмањи означен са бр. 4. има само 0·254 килограма. Што се облика, тиче он је веома неправилан у сва три комада. Тако бр. 2. има облик неправилног полигона од 12 страна, од којих су две општећене; комад бр. 3. има облик коцке, којој су две стране окрњене а трећа нешто повређена и најзад комад бр. 4. има као и први, облик неправилнога полигона, коме су два рогља окрњена. Сва три комада имају осем повређених места црну, тавну кору, са дебљином од 0·2 до 0·5 милиметра, која је и на слици 123. јасно уочљива. По површини нашег озвездинскога камења виде се и извесне неједнакости, од којих су једне веће, плиће или дубље, дугуљасте или и ћошкасте рупе, а друге ситније, по кадшто и једва видљиве, већином таласасте искривудане пруге.

Тежина и облик озвездинскога камења Соко-Бања.

Што се најзад унутарње масе озвездинскога камења Соко-Бања, тиче о овој ствари вели др. Панчић ово: «Унутарња је маса нашега метеорита пепељаста, а само где које су партије нешто тавније бојене што *Daubreé* мало већој количини сумпора приписује. Главна је маса ситно зрнаста и од средње руке трошна. У тој се маси виде неједнако растурена три рода уметака, различитих од остале масе величином зрна, бојом и сјај-

¹⁾ Види Гласник Српског Ученог Друштва књига XLVIII. страна 241 до 272. Соко-Бања, први метеорит у Србији.

ности. Једни ситни — највише 1·5 милиметар — бело сивасти, јако сјајни под чекићем растељиви, пријањају



Овездинско камење Соко-Бања.

Сл. 123.

за магнет — метално гвожђе; други су већи — 0·5 до 10·10 милиметра — жути, кад што са плаветним и цр-

венкастим преливањем, ређе по површини врани — на прилику угља, ово је моносулфид гвожђа или Troilit. Најјаче пада у очи трећи род уметака, јер представља кугле различите величине од 0·2 до 10·0 милиметара и тад доста правилне, другда су те кугле много веће, неправилне, по кадшто налик на речни облутак — највећа таква неправилна кугла има ове пречнике 30, 18 и 20 милиметара. Све су ове кугле с поља и изнутра угаситије од остале унутарње масе а и зрно им је много ситније; кад се пресеку немају концентричних црта, као што се то виђа у других метеорита. Кад се те кугле од остале масе одвале — као што се то може да види на више места на јаковном прелому метеорита — оне остављају глатке јаме» (види слику 123. на којој се ове глатке јаме лепо распознају).

Унутарња ма-
са озвездин-
скога камења
Соко-Бања.

И ако је ово прва озвездинска појава која је, као што је већ поменуто у нас забележена, опет не треба мислити, да је то и једина, која је у опште у нашој држави виђена; њих је било више и ко жели подробније о њима да сазна наћи ће у поменутоме Гласнику Српскога Ученога Друштва поред набрајања свију до сад виђених појава¹⁾ још и многе друге интересантне и поучне податке.

¹⁾ У времену кад је дело довршивано дошла је вест, да је у околини Чачка — ове — године виђена озвездинска појава о којој је дневни лист донео следеће: 4. Јуна у 9³/₄—10 сах. у вече пролетео је правцем југо-југо-запада — северо-северо-запад један светао метеор, који се појавио 25° западно од зенита у Чачку и нестало га на 35° северо-северо-источно до хоризонта. Појава његова праћена је у почетку белом светлешћу налик на електричку или као кад фосфор гори у висеонику, али је брзо иза тога ова светлост уступила место дрвено жутој. По лету се познало, да су то запаљени гасови, јер се иза метеора простирао пламен дужине 0·5^m а пречника 0·25—0·30^m. При летењу се није чуло никако шуштање, али се на један минут после појаве чула тако жестока детонација, да су се у Чачку прозори на многим кућама затресли. Детонација је произведена падом а не у лету. Појава овога метеора и детонација чула се осем Чачка још и у Пожези, Ариљу, Ужичу, Г. Милановцу. У Крагујевцу се само видела. Сељаци из ваљевскога округа тврде, да није пролетео њихов округ, али се до данас још

Савремено објашњење озвездинске појаве у опште.

155.

До скоро се мислило, да су озвездине у опште, мала тела, која се у читавим ројевима по елиптичким путањима или и расуто а у најразличнијим правцима са планетама и репатицама око Сунца окрећу и да се тек тада виде, кад их Земља својом привлаком нагна да у нашу атмосферу уђу, при чему се у сљед отпора у атмосферској средини њихово кретање претвара у топлоту па најзад и у саму светлост прелази. И ако ово укратко наведено мишљење изгледа на први поглед као савремено па и основано, опет су испитивања у најновијем времену много изменула мишљење о озвездинским појавама. Особито је у овоме погледу важан закључак Schiaparelli-а о вези између репатица и озвездина, које је он основао (као што је познато) на сличности озвездинских путања са путањама дотичних репатица.

По Schiaparelli-у су репатице повелике масе, које је привлака својим утицајем заокружила и из космичких облака збила, а озвездине су на против мање масе, које се или као засебна, расута тела по путањама репатица крећу или су делови космичких облака, који се поред репатица крећу и у нашу атмосферу доспевају; најмањи делови од ових космичких облака образују звезде падалице, а већи опет ватрене лопте. Оваквоме тумачењу противан је истина Weisz директор бечке звездарнице, али и поред тога то, што се перијодске озвездине крећу по путањама, које се прилично подударају са путањама репатица (као

није сазнало место где се спустио овај метеорит, ма да судећи по звуку и интервали, која пролази између појаве светлости и звука, метеорит није никако прошао северну границу рудничког округа... Време тога вечера било је тихо. Барометар је показивао у 8 сах. 742.5 а температура + 25° С. у Чачку*.

што смо видели) говори у корист Schiaparelli-евом мишљењу. Данас се у опште држи, да где год има репатица, ту мора имати и озвездинских ројева и обрнуто, где год се почну озвездински ројеви појављивати, да ће ту бити и припадајућих репатица, само разуме се при таквом схватању ствари не сме се помишљати, као да репови репатица представљају материјал из кога се озвездине образују. Ово није ни с тога могућно што, као што је познато, репови у репатица падају обично на противну страну од Сунца, дакле у правац путањинога полупречника, а озвездине у опште сљедују при своме кретању репатициној глави. Пошто ми очевидно само тада можемо и да видимо озвездине, кад оне пролазе кроз путању наше Земље, јер оне у опште тада и могу да се сретну са нашом Земљом, то се у најновије доба сматра као за- даћа, да се пронађу све оне репатице, чије се путање секу са путањом наше Земље, као и да се определе тачке зрачења па и положај путања озвездинских ројева, те да се помоћу једних друге наћи могу и обрнуто. Испитивања Weisz-ова показују, да је број репатица, чије се путање или секу са путањом наше Земље, или се њој јако пирближују, повелики, и да износи неколико десетина; исто је тако определен и повећи број тачака зрачења, те је вероватно, да ће се још даљим испитивањем и у овоме питању доћи у скоро до несумњивих и сигурних резултата.

Савремено мишљење о озвездинама и репатицама.

Што се тиче *светлости*, која се обично при озвездинским појавама виђа и по себи је разумљиво, да се она при брзинама којима се озвездине у опште крећу (и која је два и три пута већа од брзине којом се Земља креће) мора да јави, па ма се озвездина кретала и у најређим слојевима наше атмосфере. Отпор ваздуха смањује брзину све јаче и јаче, она се претвара више и више у топлоту, док ова најзад не постане толика

Светлост оз- Да може и светлост да развије; разуме се
вездишких по себи, да је развијање топлоте па и свет-
појава. лости то јаче, што је брзина кретања већа.

Да је ово заиста овако о томе имамо у Новембарскоме роју доказа, јер озвездине овога роја најбрже се крећу, па су и најсветлије. Оне и засијавају у већим висинама од осталих озвездина, али и најбрже ишчезавају и то ће на сваки начин бити с тога, што оне крећући се најбрже, најбрже и сагоревају. Веће масе производе и јачи светлосни ефект, јер они усијани делови, који се као чврсти од главне масе одвајају или и као гасови излазе, и који управо напред помињати реп образују, трају при већим масама много дуже него ли при малим. При мањим ватреним лоптама, које се без детонације гасе, вероватно је, да њихова свеколика маса сагорева или се у гасове и паре раствара. Само од већих ватрених лопта пада озвездинско камење на Земљу, које обликом својим указује и на високи ступањ температуре, у којој се озвездинско камење налазило, и сва је прилика, да оно свој унутрашњи строј није добило тек самим утицајем наше атмосфере, већ је веома вероватно, да се многа озвездинска маса морала налазити и пре наступања у нашу атмосферу у стању топљења, што је и Daubrée својим покушајима готово несумњиво показао.

Односно боје при озвездинским појавама имамо да поменемо, да она зависи од многих утицаја. Понајпре
Боја озвез- ће на сваки начин на боју утицати брзина,
динских по- пошто од ње зависи и ступањ сагоревања
јава. озвездинске масе. За тим утиче на њу без
сумње и стање атмосфере наше Земље и то нарочито садржај воде у њој, па и мера до које је влага у опште сгуснута. Најзад утиче на њу и сама *Месечева светлост*. Но најмоћније утиче на озвездинску боју очевидно *хемијски састав* свију оних материјалних честица, које озвездинску масу и представљају, пошто и разне репатице

звезде имају различне спектре, чиме се и различност њихових материјалних састојака обелодањује.

И у погледу *ватрених лопта* изменила су се мишљење у најновије доба, јер су више падања озвездинскога камења згодно послужила за тачније и дубље испитивање. Haidinger, Galle и Rath при својим испитивањима дошли су до сличних резултата и Haidinger је поставио ово неколико ставова као теорију о ватреним лоптама, а на име:

1., Или један или више озвездинских одломака (често читава група) на својој путањи, наилазе на атмосферу Земљину;

2., Космичка брзина озвездинских одломака трпи у атмосфери Земљиној отпор, који је смањује;

3., За време док брзина усљед поменутога отпора опада, производи се усљед све јачега и јачега збијања ваздуха, топлота па и светлост; озвездинска маса креће се при томе даље и добија топљењем омотачку кору;

Haidinger-ова теорија о ватреним лоптама.

4., Усљед губљења космичке брзине а све јачим, збијањем ваздуха, производи се и врео ваздушни слој, који се, на све стране одилазаћи, иза озвездинске масе збија у ватрену лопту;

5., Мировање озвездине то је и крај њенога космичкога пута;

6., Развијање светлости и топлоте престаје овде; празан простор у унутрашњости ватрене лопте испуњава се нагло уз произвођење јаке праске;

7., Унутрашње хладно језгро озвездине (јер она долази из хладнога светскога простора) изравнава се са врелином спољне коре;

8., Озвездина пада на Земљу као тешко тело, које Земљи припада и то у толико врелије, у колико је материја озвездинска бољи топлоноша.

XIX. Маглински колут.

Светлост Зодијакова.

156.

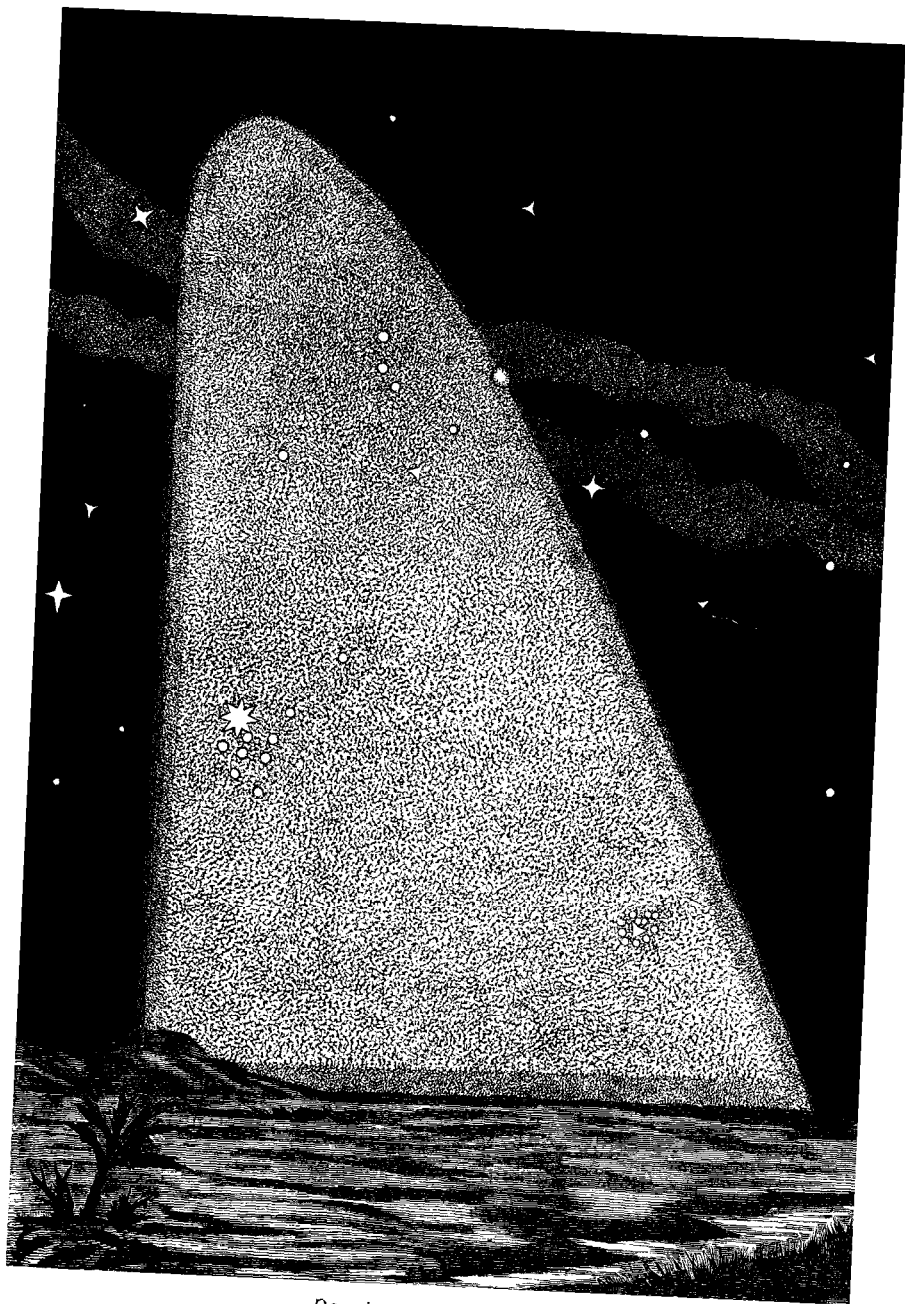
Осем до сад побројаних чланова, као да ће сунчаноме систему припадати и загонетна појава тако званог маглинскога колута, који се, у колико се то на основу досадањих опажања у опште закључити даје, обрће око Сунца, налазећи се између Меркура и Марсове путање или између Месечеве путање и наше Земље.

У тропским пределима наше Земље, и нарочито на полутару, опажа се (од прилике на један сахат) после сунчевога заласка на вечерњем небу, а на месту где је Сунце зашло необично светао блесак, који производи други и ако слабији сутон и који често и до поноћи

траје. Готово слично са обликом пирамиде, Опис Зодија-
кове светло-
сне појаве у
опште. указује се овај блесак, који мал не до зенита допире и који својим ширим делом, основном светлосне пирамиде на хоризонту лежи и од

Сунца се у вис протеже. Стране и врх ове светлосне пирамиде конвексни су и кад не би било горепоменутога ширега дела, онда би цела појава изгледала као светлосна елипса, чија је велика оса пет пута већа од мале осе. Једну половину ове светлосне елипсе представља слика 124. (на следећој страни) али у неколико неверно, јер се блесак на крајевима јаче слива и у ноћној помрчини губи.

Ова дивна светлосна појава позната је под именом Зодијакове светлости, и најјача је онде, где се са Сунцем додирује, а одатле на обе стране од еклиптике поступно све је слабија и слабија, док се и са свим најзад у небеској пучини не изгуби. У нашим географ. ширинама је ова Зодијакова светлост мање приметна, јер је у нашим



Зодијакова светаост.

Сл. 124.

пределима еклиптика махом веома незнатно нагнута на звезданоме небу, те најсветлији део Зодијакове светлости прикриљује пара хоризонтова, а виђењу те појаве у нас смета не мало и сами сутон. По најбоље се у нас виђа ова појава у Фебруару и Марту на западној страни, а у Октобру на источној страни хоризонта. У тропским пределима где сутон само кратко време траје, тамо је та појава и највеличанственија, и од прилике онаква, како нам је слика 124. представља.

Објашњење ове појаве за сада је још потешко, јер се одговори на питање, шта је зодијакална светлост веома разликују. Било је природњака, који су мислили да могу да објасне зодијакалну светлост као производ веома спљоштене сунчеве атмосфере, која сунчану светлост одбија и тако зодијакалну светлост производи. Други и то махом физичари, хтели су објаснити зодијакалну светлост као скретање сунчане светлости од Земље. Осем ових објашњења имамо мишљења о овој појави и од Laplace-a, Schubert-a, Poisson-a и други по којима би ова појава имала свој узрок у маглинскоме колуту, који се између Меркурове и Марсове путање око Сунца окреће.

Веома је вероватно, да објашњење на последњој основи може бити и најоснованије, а да ли ће пак оно заиста и бити, то ће тек будућност показати.

Да би се цео сунчани систем могао да прегледа, придаје се таблица XVII. са важнијим и најновијим подацима о разним члановима сунчаног система, а на основу Коперниковога система света.

ОСМИ ДЕО.

XX. Решавање неколико задатака.

Припрема и претходна објашњења.

157.

Да би решавање, а на основу знања што се има из сферне тригонометрије лакше и увиђавније било, ми на једној слици представили сва три позната система: хоризонтни, полутарски и еклиптички, заједно са небеском сфером и Земљом, коју замишљамо у средреди небеске сфере.

Решавање задатака оставили смо за сада с тога, што је потребно било, да се упознамо са свима већ познатим и потребним називима.

Слика 125. представља нам небеску сферу заједно са Земљом E' (средсреда Земљина). На њој је $HWRQ$ геометријски хоризонт, Z зенит и Z' надир за посматраоца b на Земљи. $AWQO$ представља полутар небески, $a'q'$ полутар Земљин; NM је светка оса, nt Земљина оса; EK је Еклиптика, Pp оса њена, P пол Еклиптикин. $NZRZ'$ је небески подневак, $h'br'$ је Земљин подневак а у исто време и подневак за посматраоца b .

Према пређашњем имамо да се сетимо следећег:

1) Ми знамо да је $SK = h$ висина звездина; ако погледамо на слику видећемо, да је овај угао, исти онај угао под којим је, према геометријском хоризонту нагнута права SE' , која је од Земљине средсреде E' ка звезди S повучена. Слика 126. (на следећој страни) показује нам висину звездину:

$$\sphericalangle SE'K = \sphericalangle SE'R = h.$$

Ако је дакле E' средсреда Земљина и HR геометријски хоризонт који одговара посматраочевом месту b , то је угао $SE'R$ висина звезде S . Ми неможемо угао $SE'R$ непосредно да меримо, већ

само угао $S'bR'$ под којим је права Sb према привидном хоризонту $H'R'$ нагнута. Из угла $S'bR'$ може угао $SE'R = h$ да се добије, јер је:

$$h = \sphericalangle SE'R = 90^\circ - SE'Z;$$

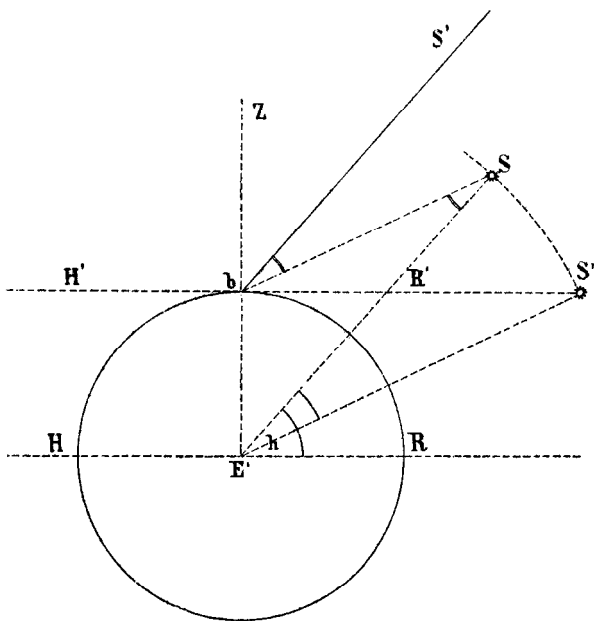
но како је $\sphericalangle SE'Z = SbZ - bSE'$ то сљедује, ако замислимо $S'b \parallel$ са $E'S$:

$$h = 90^\circ - (SbZ - bSE') = (90^\circ - SbZ) + bSE' = SbR + bSE'$$

па дакле:

$$h = SbR' + S'bS.$$

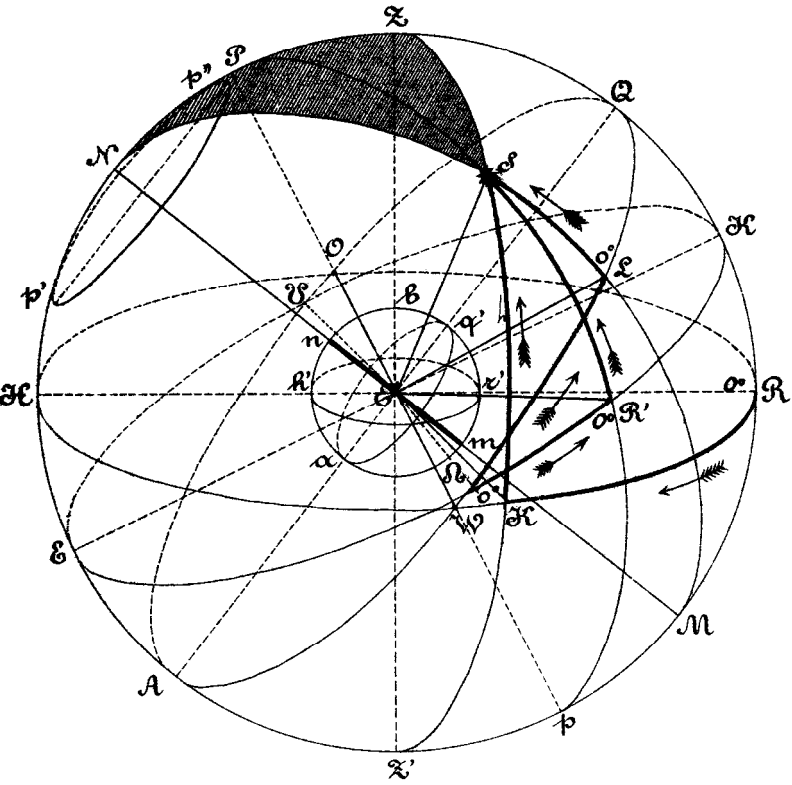
Што се тиче угла: bSE' он је = углу $S'bS$ и зове се *паралактика* небескога тела (звезде) S ; ако је S у хоризонту, дакле у S''



Сл. 126.

онда се зове угао $bS''E'$ *хоризонтална паралактика* звезде S'' . Види се, да је она, равна углу, под којим се Земљин полупречник bE' , показује оку, које би се у S'' налазило. Осем ових двеју паралактика, има још и тако звана *годишња паралактика*, за разлику од горњих, које се зову још и *дневне паралактике*.

Слика 125.



Ми имамо из $\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sin bSE'}{\sin SbE'} = \frac{bE'}{SE'}; \text{ одакле следује:} \\ \Delta SbE': \end{array} \right.$

$$\sin bSE' = \frac{bE'}{SE'} \cdot \sin SbE';$$

како је:

$$SbE' = 90^\circ + SbR'$$

то је:

$$\sin SbE' = \sin (90^\circ + SbR') = \cos SbR'$$

јер је, као што је познато из тригонометрије за

$$\varphi = (90^\circ + \alpha), \sin \varphi = \sin (90^\circ + \alpha) = \cos \alpha.$$

SE' је даљина звезде S од средсреде Земљине, $bE' = r$ Земљин полупречник. За звезде некретнице је SE' наспрам $bE' = r$ врло велико откуда следује, да је разломак $\frac{bE'}{SE'}$ врло мали (∞ мали); ово исто вреди дакле и за $\sin bSE'$ па дакле и за сам угао bSE' . По овоме ми можемо дакле да ставимо:

$$\sphericalangle SE'R = \sphericalangle SbR',$$

што значи: да у случају, кад је реч о звездама некретницама можемо узети да се геометриски и привидни хоризонат поклапају, дакле да можемо и саму Земљу наспрам врло великих даљина звезда, да сматрамо без осетне грешке као једну тачку.

2) *Зенитна даљина* звездина, то је (види слику 125. и 126.)

$$\sphericalangle SZ = z = (90^\circ - h);$$

однос између зенитне даљине и висине звездине је: да се зенитна даљина и висина звездина допуњују до 90° .

3) *Азимут* то је угао, који прави подневак места посматрачевог са вертикалним кругом једне звезде; то је дакле

$$\sphericalangle RE'K = \sphericalangle RK = a.$$

4) *Деклинација* звездина је $\sphericalangle SE'L = \sphericalangle SL = +\delta$; највећи кругови: PAQ , PSp , зову се деклинациони кругови; деклинација може бити северна (+) и јужна (—).

5) *Полова даљина* то је: $\sphericalangle NE'S = \sphericalangle NS = (90^\circ - \delta)$;

6) *Полутарска висина* то је угао, под којим је полутар AQ нагнут према хоризонту места посматрања b , дакле угао:

$$\sphericalangle QE'R = \sphericalangle QR = \sphericalangle q'E'R = \sphericalangle NZ = \sphericalangle NE'Z.$$

7) Висина севернога пола над хоризонтом то је комплеменат од QR , дакле угао: $QE'Z = HE'N = \varphi$; висина пола и полу-тарска висина допуњују се дакле до 90° , јер је (види слику 125.):

$$HN + NZ = 90^\circ.$$

8) Угао $\sphericalangle QNL = QL = \tau$ то је часовни угао звезде S ; дакле угао, који прави подневак места са подисвком звезде. Ако се Сунце сматра, онда је τ сунчев часовни угао.

9) \mathcal{U} представља пролећну равнодневичку тачку, то је тачка, где се Сунце налази у пролеће $\frac{9}{21}$ Марта.

10) Ректасцензија, (успон) то је: $\mathcal{U}L = \alpha$.

11) \mathcal{U} представља јесењу равнодневичку тачку, дакле тачку где се Сунце налази у јесен $\frac{11}{23}$ Септембра.

12) Пруга EK , која је кроз E' у равни еклиптикиној, повучена управно на праву $\mathcal{O}E'\mathcal{U}$ што везује равнодевице, сече Еклиптику у тачкама E и K и ове се тачке зову сунчеви обрти (солстиције) и то је E летњи сунчев обрт или дугодневица; а K зимњи сунчев обрт (за север. половину Земље) или краткодневица. У E је Сунце $\frac{9}{21}$ Јуна, у K $\frac{9}{21}$ Децембра.

13) Ширина звездина то је лук: $SR' = \beta$; ширина може бити северна (+) и јужна (—).

14) Дужина звездина је лук: $\mathcal{O}R' = \lambda$.

15) Даљина Еклиптикинога пола од S то је комплеменат звездине ширине β , дакле: $SP = (90 - \beta)$; ширина звездина и даљина Еклиптикинога пола допуњују се до 90° .

16) Косина Еклиптикина је: $PN = QK = EA = i = 23\frac{1}{2}^\circ$ (или тачније: $23^\circ 27' 54''$, 45 за годину 1800; а за 1870. само $23^\circ 27' 22''$).

XXI. Задатци.

Први задатак. Опредељење географске ширине.

158.

Ми смо већ поменули, кад је била реч о циркумполарним звездама, да се оне употребљавају за изналажење полове висине, па ћемо ово сад и да покажемо. Циркумполарне звезде виђају се као што нам је познато за време сваког свог оптицања два пут у подневку, један пут у горњој, други пут у доњој кулминацији. Тако

н. пр. ако се једна звезда креће по упореднику $p'p''$ то она у тачкама p' и p'' (види слику 125.) пролази кроз подневак; у тачци p'' је она над северним светским полом и то је њена горња кулминација, у тачци p' је она испод пола, и то је њена доња кулминација; даље је још у p'' њена висина над хоризонтом највећа, у p' најмања.

Полова висина или географска ширина каквога места посматрања b на Земљи налази се овако. Ми имамо из слике 125.:

$$\begin{aligned} NE'H &= Hp' + p'N = Hp' + \frac{1}{2} p'Np'' \\ &= \frac{1}{2} (2Hp' + p'Np'') \quad \text{или} \\ NH &= \frac{1}{2} (Hp' + (p'Np'' + p'H)); \end{aligned}$$

а како је: $p'Np'' + p'H = p''H$ то слеђује географска ширина:

$$NH = \varphi = \frac{1}{2} (p'H + p''H)$$

дакле је: *полова висина или географска ширина извеснога места на Земљи равна половини збира највеће и најмање висине једне и исте циркумполарне звезде над хоризонтом тога места.* Као што видимо, за изналагање географ. ширине треба нам само да измеримо са каквом справом за мерење углова највећу и најмању висину звезде над хоризонтом.

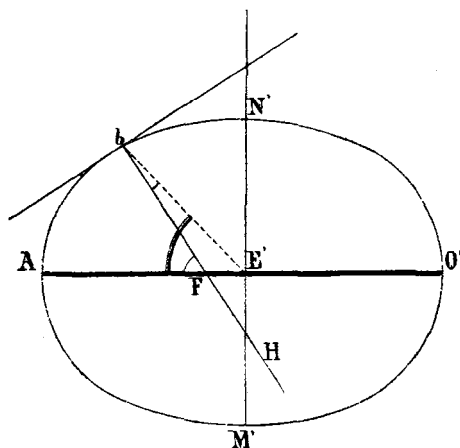
Ако је из Ефемерида позната и звездина полова даљина, то је у овом случају, где сматрамо циркумполарну звезду p'' (у исто време и највиши њен положај): $Np'' =$ *полова даљина*, и ми имамо од сматранога угла Np'' да одузмемо полову даљину, и тада је географска ширина:

$$\sphericalangle NE'H = \varphi = Hp'' - Np'' = nh' = bq',$$

и ово је тек *привидна географска ширина* места b .

Ми истина знамо, да је полова висина каквога места на површини Земној, онај лук (једнога највећег круга) за који се небески пол, који се на дотичном месту види, над хоризонтом издиже; дакле: *да се полова висина и полутарова висина каквога места, допуњују до 90° .* Према овоме горњи резултати били би тачни, кад би Земља била правилна лопта. Међу тим ми знамо, да то није случај, већ да је Земља строго узев елипсоид и због овога морамо да се обазремо за поправку.

Нека је дакле (слика 127.) $A'N'Q'M'$ један пресек Земљин са равнином, која иде кроз место b и осу Земљину $N'M'$. Нека је даље bH нормала за место b , која је дакле са правцем тежине идентична, а тангента у тачци b нека представља привидни хоризонт за место b .



Сл. 127.

Угао bFA зове се *привидна полова висина* (географска ширина) за разлику од истинске полове висине, која је угао $bE'A$ и која се зове још и *поправљеном географском ширином* места b . Кад смо на показани начин нашли привидну висину $bFA = \varphi$, онда морамо са обзиром на спљоштеност Земљину угао bE' да нађемо и добивени резултат да поправимо. Ова поправљена ширина зове се

још и *права или геоцентричка полова висина*. Ако дакле назовемо привидну полову висину са φ а праву са φ' то са обзиром на спљоштеност Земљину $= \frac{1}{300}$, можемо по овом образцу поправити сваку нађену привидну ширину :

$$\varphi' = \varphi - 687.5 \sin 2 \varphi,$$

где број 687.5 представља секунде.

Други задатак. Опредељење дужине дана, најдужи дан.

159.

Ми смо напред већ видели, да часовни угао Сунца расти или опада сразмерно са временом и то свакога часа за 15° , и да се по овоме време, које је Сунцу потребно, те да оно у подневак дође, (или време, које је прошло, од како је оно подневак оставило), добија кад се часовни угао τ са 15 подели. По овоме, ако поделимо часовни угао са 15 у тренутку, кад се Сунце рађа, јасно је, да ћемо добити у количнику време од Сунчевог рађања, па до подне (његове горње кулминације); а ако поделимо са 15 часовни

угао Сунца у моменту кад оно заходи, ми ћемо добити време од подне до његовог захода. Увиђавно је, да збир ова два времена даје дужину дана (у грађанском смислу) т. ј. трајање времена од исхода до захода Сунчевог.

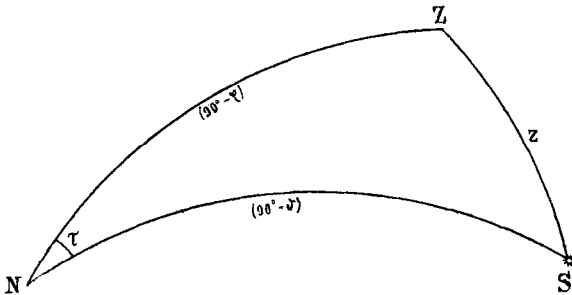
Ако узмемо да је S Сунце (види слику 125.) b место посматрања на Земљи, HR хоризонат, Z зенит места, $PZQRZ'$ његов подневак, $z = SZ$ зенитна даљина Сунчева, $SL = +\delta$ деклинација; $\tau = QNL = QL$ часовни угао; $\varphi = NH$ полова висина или географска ширина места посматрања, то имамо у сферноме труглу NZS (слика 128.): да је:

$$NZ = (90^\circ - NH) = (90^\circ - \varphi);$$

$$NS = (90^\circ - SL) = (90^\circ - \delta);$$

и $SZ = z,$

па најзад и угао $SNZ = \tau$ часовни угао.



Сл. 128.

Према овим податцима имамо по косинусном обрасцу из сферне тригонометрије и то по:

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A,$$

ако a, b, c, A , заменимо са горњим податцима: $z, (90 - \delta), (90 - \varphi), \tau$ онда је:

$$\cos z = \cos (90^\circ - \delta) \cos (90^\circ - \varphi) + \sin (90^\circ - \delta) \sin (90^\circ - \varphi) \cos \tau$$

$$\text{или} \quad \cos z = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau \quad 1)$$

јер је: $\cos (90 - \alpha) = \sin \alpha$; $\sin (90 - \alpha) = \cos \alpha$.

Из једначине $\cos z$ може да се добије часовни угао у опште, дакле:

$$\cos \tau = \frac{\cos z - \sin \delta \cdot \sin \varphi}{\cos \delta \cos \varphi} \quad \text{или}$$

$$\cos \tau = \frac{\cos z}{\cos \delta \cdot \cos \varphi} - \operatorname{tang} \delta \cdot \operatorname{tang} \varphi,$$

само при овоме треба пазити, да се деклинација сунчева δ , ако је она јужна, уведе са знаком (—).

Ако хоћемо часовни угао за исход и заход Сунца, дакле часовни угао кад је његова висина над хоризонтом $= 0^\circ$ а зенитна даљина $z = 90^\circ$, онда да би добили часовни угао Сунца при његовом исходу и заходу, треба само у горњу једначину да уведемо: $\cos z = \cos 90^\circ = 0$; тада је:

$$\cos \tau = - \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad 2)$$

и овај број τ нађен у ступњима, минутама и секундама треба још поделити са 15° па да добијемо време од исхода до подне, или од подне па до захода.

Ми смо овај образац нашли не узимајући у рачун преламање светлости, но веће тачности ради морамо да се обазремо и на ово преламање. Атмосферско преламање чини, да се звезде (или Сунце) виде пре, но што су се оне над хоризонтом места издигле, и ово узвишење или боље астрономско преламање опада од хоризонта пошав ка зениту до 0° . У хоризонту је оно највеће и износи у средњу руку до $35'$. У табlici, која је овоме делу придата, налазе се атмосферска преламања за одговарајуће привидне висине по Беселу. Ако означимо преламање са ξ , онда је Сунчева зенитна даљина у тренутку његовог исхода и захода: $(90^\circ + \xi)$. Што се деклинације тиче, она је из ефемерида обично позната, само за подне дотичнога места, то ће рећи за онај тренутак, кад Сунце кроз подневак места пролази, она је дакле друкчија при исходу а друкчија при заходу Сунца, но ми можемо да узмемо без велике грешке, да се она од исхода до подне, или од подне па до захода подједнако мења и да узмемо да она расти за m'' за време од 24 часова, или кад часовни угао τ достигне величину од 360° .

Ако је сад δ деклинација сунчева за подне дотичнога места, то ће она при исходу Сунца, кад је часовни угао $= \tau$ бити:

$$\left(\delta - m'' \cdot \frac{\tau}{360^\circ} \right)$$

дакле мања од деклинације у подне, с претпоставком да је τ изражено у ступњима; при заходу Сунца пак, кад је часовни угао $= \tau'$ биће деклинација:

$$\left(\delta + m'' \cdot \frac{\tau'}{360^\circ} \right)$$

дакле већа но у подне.

Ми имамо сад у образац, који смо напред нашли дакле у:

$$\cos z = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau.$$

да уведемо вредности за садању деклинацију и садању зенитну даљину и зато је:

$$\left. \begin{aligned} \cos (90^\circ + \xi) &= \sin \varphi \cdot \sin \left(\delta - \frac{m''\tau}{360} \right) + \cos \varphi \cdot \cos \left(\delta - \frac{m''\tau}{360} \right) \cdot \cos \tau \\ \cos (90^\circ + \xi) &= \sin \varphi \cdot \sin \left(\delta + \frac{m''\tau'}{360} \right) + \cos \varphi \cdot \cos \left(\delta + \frac{m''\tau'}{360} \right) \cdot \cos \tau' \end{aligned} \right\} 3$$

одакле сљедује за $\cos \tau$:

$$\cos \tau = - \left(\frac{\sin \xi + \sin \varphi \cdot \sin \left(\delta - \frac{m''\tau}{360} \right)}{\cos \varphi \cdot \cos \left(\delta - \frac{m''\tau}{360} \right)} \right); \quad 4)$$

и ово је часовни угао при Сунчевом исходу са обзиром на астрон. преламање. Исто тако добијамо за $\cos \tau'$:

$$\cos \tau' = - \left(\frac{\sin \xi + \sin \varphi \cdot \sin \left(\delta + \frac{m''\tau'}{360} \right)}{\cos \varphi \cdot \cos \left(\delta + \frac{m''\tau'}{360} \right)} \right). \quad 5)$$

Ови обрасци за $\cos \tau$ и $\cos \tau'$ дају часовне углове при исходу и заходу Сунца с обзиром на преламање, и из њих се дужина дана лако добија. Но да би из истих образаца τ и τ' добили, треба најпре на десној страни метути $\tau = 0$ и $\tau' = 0$, то ће рећи треба израчунати τ и τ' из обрасца:

$$\cos \tau = \cos \tau' = - \left(\frac{\sin \xi + \sin \varphi \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta} \right) \quad 6)$$

па онда за τ и τ' нађену вредност заменити на десној страни у обрасцима под 4) и 5) и тек тада ћемо добити тачније вредности за часовне углове. Ако би желели сад да имамо још тачније вредности, ми би морали, ове нове вредности од τ и τ' опет заменити на десној страни под 4) и 5); но ово у највише прилика није нужно, јер су количине: $\frac{m'' \cdot \tau}{360}$ и $\frac{m'' \cdot \tau'}{360}$ обично врло мале и не упливишу знатно на резултат.

Пошто је најдужи дан, као што смо видели онда, кад је де-клинација Сунчева = $23\frac{1}{2}^{\circ} = i$, т. ј. кад оно описује свој поврат рака, то треба у обрасцима, кад се тражи *трајање најдужега дана за једно место на Земљи, ставити* $\delta = i = 23\frac{1}{2}^{\circ}$. И тако помоћу образаца, које смо напред нашли, можемо ми лако да нађемо и географску ширину за места, где најдужи дан траје 24 часа а и више. Најдужи је дан на једном месту, кад је де-клинација Сунчева: $\delta = i = 23\frac{1}{2}^{\circ}$.

Ако дакле узмемо и преламање светлости у рачун, онда имамо; ако у образац 6) дакле у:

$$\cos \tau = \cos \tau' = - \left(\frac{\sin \xi + \sin \varphi \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta} \right)$$

уведемо: $\tau = 180^{\circ}$ а и $\tau' = 180^{\circ}$, а осем овога и:

$$\delta = i = 3\frac{1}{2}^{\circ};$$

онда, пошто је: $\cos (180^{\circ}) = -1$, добијамо:

$$1 = \frac{\sin \xi + \sin \varphi \cdot \sin i}{\cos \varphi \cdot \cos i}, \quad \text{одакле је:}$$

$$\sin \xi = \cos \varphi \cdot \cos i - \sin \varphi \cdot \sin i = \cos (\varphi + i).$$

Из напред добивене једначине сљедује даље, да је:

$$\varphi + i = 90^{\circ} - \xi \quad \text{или} \quad \varphi = 90^{\circ} - (i + \xi).$$

Ако се не обзиремо на преламање светлости, онда добијамо помоћу једначине 2):

$$\cos \tau = - \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

а кад уведемо $\tau = 180^{\circ}$ и место δ ставимо $i = 23\frac{1}{2}^{\circ}$, онда добијамо:

$$1 = \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} i \quad \text{или} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{\operatorname{tg} i} = \operatorname{cotg} i; \quad \text{дакле}$$

$$\varphi = 90^\circ - i = 90^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ = 66\frac{1}{2}^\circ$$

што значи: на местима, која су под $66\frac{1}{2}^\circ$ географске ширине, Сунце је најдужега дана за време од 24 часа над хоризонтом. Што је даље од полутара какво место, све је дан дужи. Исто тако лако је изналажење најдужега дана и за места, којима је географска ширина већа од $90^\circ - (i + \xi)$, дакле већа од $66\frac{1}{2}^\circ$.

Лако је увиђавно, да је тамо тога дана часовни угао при исходу Сунца $\tau = 180^\circ$, а тако исто и часовни угао при заходу $\tau' = 180^\circ$, и да је зато по једначини 3):

$$\cos(90^\circ + \xi) = \sin \varphi \cdot \sin\left(\delta - \frac{m'' \cdot 180^\circ}{360}\right) - \cos \varphi \cdot \cos\left(\delta - \frac{m'' \cdot 180^\circ}{360}\right)$$

$$\cos(90^\circ + \xi) = \sin \varphi \cdot \sin\left(\delta' - \frac{m_1'' \cdot 180^\circ}{360}\right) - \cos \varphi \cdot \cos\left(\delta' - \frac{m_1'' \cdot 180^\circ}{360}\right)$$

где δ и δ' представљају деклинације при првом и последњем пролазу Сунца кроз поднебак, а m'' и m_1'' количине, за које се кроз 24 часа деклинација мења. Ако занемаримо m'' и m_1'' онда добијамо:

$$\cos(90^\circ + \xi) = -\sin \xi = \sin \varphi \cdot \sin \delta - \cos \varphi \cdot \cos \delta \quad \text{или:}$$

$$\sin \xi = \cos \varphi \cdot \cos \delta - \sin \varphi \cdot \sin \delta = \cos(\varphi + \delta);$$

према овоме последњем резултату ми добијамо дакле, да је:

$$\varphi + \delta = 90^\circ - \xi \quad \text{па и} \quad \delta = 90^\circ - (\varphi + \xi).$$

На исти начин добијамо и:

$$\sin \xi = \cos \varphi \cdot \cos \delta' - \sin \varphi \cdot \sin \delta' = \cos(\varphi + \delta')$$

па дакле:

$$\varphi + \delta' = 90^\circ - \xi \quad \text{па} \quad \delta' = 90^\circ - (\varphi + \xi),$$

што ће рећи: најдужи дан траје од онога тренутка, кад је деклинација $= 90^\circ - (\varphi + \xi)$ па до тренутка, кад је она опет постала $= 90^\circ - (\varphi + \xi)$. Следећа таблица показује дужину најдужих дана за географске ширине веће од $66\frac{1}{2}^\circ$.

Таблица најдужих дана за геогр. ширине
веће од $66\frac{1}{2}$ ступања.

| ГЕОГРАФСКА ШИРИНА | НАЈДУЖИ ДАН |
|-----------------------------|-------------------|
| $66^{\circ} 30'$ | 23 часа 30 минута |
| $66^{\circ} 32\frac{1}{2}'$ | 24 « — « |
| $67^{\circ} 19'$ | 30 дана |
| $69^{\circ} 34'$ | 60 « |
| $73^{\circ} 5'$ | 90 « |
| $77^{\circ} 38'$ | 120 « |
| $82^{\circ} 55'$ | 150 « |
| $88^{\circ} 38'$ | 180 « |
| $90^{\circ} 0'$ | 6 месеци |

Трећи задатак. Појава поноћнога Сунца.

160.

Све што смо до сад казали, тиче се Сунчевога центра, али како је Сунчев привидни пречник при средњем одстојању од Земље $32' 4, 2''$ [око 19. Децембра дакле у земној близини (у перихелу) до $32' 35''$ а у земној даљини (афелу) у Јулу опада овај привидни пречник до $31'$ или до $31' 30''$] то ће се досадање напомене тицати горњег сунчевог крајка, ако место: ξ узмемо од прилике ($\xi + 16'$); а доњег крајка, ако место ξ метемо ($\xi - 16'$), што значи, да ми у горњим рачунима претпостављамо, да је у првом случају зенитна даљина сунчевог центра при исходу и заходу ($90^{\circ} + \xi + 16'$) а у другом ($90^{\circ} - \xi - 16'$).

Тако, ако хоћемо да знамо географску ширину места, где је у доба летње дугодневице (9. Јуна) бар један део Сунца све једнако над хоризонтом видљив, тако дакле, да му се горњи крајак и око поноћи још види, па да према томе тек следеће поноћи загази, онда налазимо, да је географска ширина за тај случај:

$$\varphi = 90^{\circ} - (i + \xi + 16').$$

Са истим горњим претпоставкама налазимо за деклинацију:

$$\delta = 90^{\circ} - (\varphi + \xi + 16').$$

Ако за места, где најдужи дан траје 24 и више часова желимо знати трајање најдуже ноћи, треба нам само да нађемо време,

које протиче од тренутка, кад је часовни угао при исходу Сунца $= 0$, и онога тренутка, кад је часовни угао при заходу Сунца опет $= 0$. Ако место Сунчевога средишта узмемо горњи крајак његов у обзир, имаћемо :

$$\cos (90^{\circ} + \xi + 16') = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta = \cos (\varphi - \delta)$$

дакле :

$$(\varphi - \delta) = (90^{\circ} + \xi + 16') \quad \text{и} \quad \delta = -(90^{\circ} + \xi + 16' - \varphi);$$

кад је дакле на местима, којих је географска ширина $= \varphi$, деклинација Сунчева добила вредност : $-(90^{\circ} + \xi + 16' - \varphi)$, дакле постала јужна, онда се на њином хоризонту горњи крајак Сунца последњи пут указује, а за тим настаје ноћ, која траје све донде, докле деклинација Сунца није наново добила исту вредност.

Четврти задатак. Сутон.

161.

Ми смо ову појаву напред у неколико објаснили, а сад ћемо што је најнужније да поменемо о рачунању места, где сутон настаје. У овој целији нужно ће бити, да напоменемо најпре ово. Кроз неко извесно време пред исходом Сунца а тако исто и после захода, види се над хоризонтом још за неко време; ово видело зове се Сутон и долази услед одбијања Сунчаних зракова од горњих ваздушних слојева, које Сунце, пре но што се родило, или пошто је већ село, кроз неко извесно време обасјава. Из искуства се зна, да кад је Сунце од прилике за $18\frac{1}{2}^{\circ}$ испод хоризонта, онда сутона (јутром) већ настаје, а да се већ прилично види, кад је Сунце за 6° до 7° испод хоризонта. Да би нашли трајање сутона за једно извесно место на Земљи, ми морамо као и пре да тражимо часовни угао τ_1 Сунчев за онај тренутак, кад је његова зенитна даљина $= (90^{\circ} + 18\frac{1}{2}^{\circ} = 108\frac{1}{2}^{\circ}$ или у другом случају, кад је зенитна даљина $(90^{\circ} + 6^{\circ})$ или $(90^{\circ} + 7^{\circ})$ као и часовни угао τ за тренутак, кад је зенитна даљина $= 90^{\circ}$, разуме се без обзира на преламање светлости, пошто се при оваквим рачунима велика тачност не тражи. Разлика $(\tau_1 - \tau_2)$ подељена са 15° даје време, за које сутон траје. Ако је дакле φ географска ширина места и δ Сунчева деклинација, онда ћемо са обзиром на једначину 1) другог задатка, добити по најпре :

$$\cos \tau = \frac{\cos z - \sin \delta \cdot \sin \varphi}{\cos \delta \cdot \cos \varphi}$$

а за тим :

$$\cos \tau_1 = \frac{\cos 108\frac{1}{2}^\circ - \sin \delta \sin \varphi}{\cos \varphi \cdot \cos \delta}; \quad \cos \tau_2 = -\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta$$

где промену у Сунчевој деklinацији, која је свакад мала, нисмо у рачун узели. Ако из ових образаца израчунамо τ_1 и τ_2 онда ће: $\frac{\tau_1 - \tau_2}{15}$ бити трајање (јутрењег и вечерњег) сутона за дотично место. Ако је географ. ширина места таква, да зенитна даљина Сунца око поноћи није већа од $108\frac{1}{2}^\circ$ онда настаје непрекидан сутон, по што тада вечерњи сутон у јутрењи прелази и обрнуто. Да би за једно место на Земљи нашли онај дан, кад се то први пут дешава, треба нам само из једначине:

$$\cos 108\frac{1}{2}^\circ = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos 180^\circ = -\cos (\varphi + \delta)$$

да израчунамо δ . Из исте једначине добијамо:

$$108\frac{1}{2}^\circ = 180^\circ - (\varphi + \delta) \quad \text{и} \quad \delta = 71\frac{1}{2}^\circ - \varphi,$$

дакле онога дана, кад је Сунчева деklinација: $(71\frac{1}{2}^\circ - \varphi)$, настаје непрекидни сутон, који траје све дотле, докле Сунчева деklinација не постане опет $= (71\frac{1}{2}^\circ - \varphi)$.

Пети задатак. Опредељење деklinације.

162.

Ако је $\Omega L = \alpha$ ректасцензија Сунца S ; i косина Еклиптикина $= L \Omega R'$; да се нађе деklinација δ . Ми имамо из Тригонометрије образац:

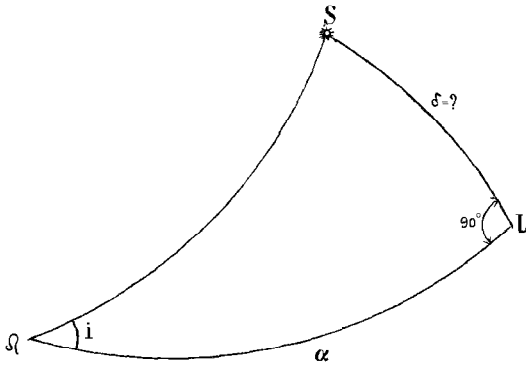
$$\operatorname{cotg} b \cdot \sin c = \operatorname{cotg} B$$

дакле је c погледом на слику 129:

$$\operatorname{cotg} \delta \cdot \sin \alpha = \operatorname{cotg} i$$

или:

$$\frac{1}{\operatorname{cotg} \delta \cdot \sin \alpha} = \frac{1}{\operatorname{cotg} i}$$



Сл. 129.

одакле се добија:

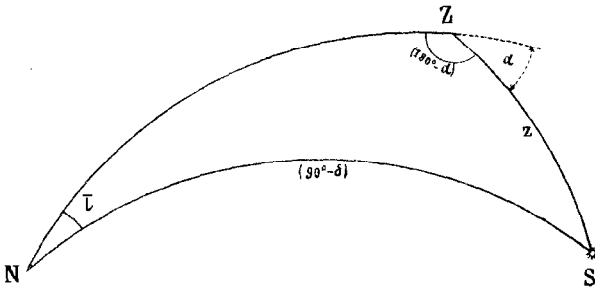
$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} i \cdot \sin \alpha$$

и ово је образац за Сунчеву деклинацију.

Шести задатак. Опредељење азимута.

163.

Из деклинације δ , часовног угла τ и зенитне даљине z какве звезде S , да се нађе азимут a .



Сл. 130.

Из сфернога троугла (слика 130.) NZS где је:

$$SN = (90 - \delta); \quad ZNS = \tau; \quad SZ = z; \quad NZS = (180 - a);$$

имамо по образцу из Тригонометрије:

$$\frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin a}{\sin A},$$

дакле код нас :

$$\frac{\sin z}{\sin \tau} = \frac{\sin (90^\circ - \delta)}{\sin (180^\circ - a)} \text{ или } \frac{\sin (180^\circ - a)}{\sin \tau} = \frac{\sin (90^\circ - \delta)}{\sin z}$$

а одавде:

$$\frac{\sin a}{\sin \tau} = \frac{\cos \delta}{\sin z}$$

па дакле и:

$$\sin a = \frac{\cos \delta \cdot \sin \tau}{\sin z}$$

Кад се зна *sinus*, онда је лако наћи и сами угао, дакле и азимут *a*.

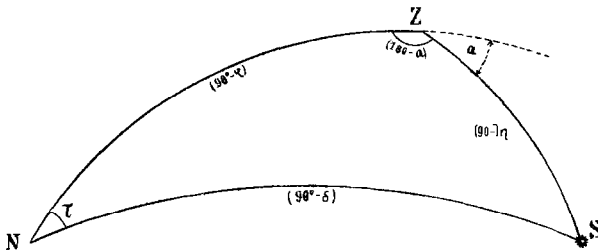
Седми задатак. Опредељење географске ширине.

164.

Познат је часовни угао τ , азимут a , деклинација δ и висина h звезде S , да се нађе географ. ширина φ за место посматрања.

Из сфернога троугла NZS (слика 131.) имамо из Тригонометрије по Неперовим аналогијама:

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (a - b)}{\operatorname{tg} \frac{c}{2}} = \frac{\sin \frac{1}{2} (A - B)}{\sin \frac{1}{2} (A + B)}$$



Сл. 131.

а како је овде:

$$(A) = 180 - a; \quad (B) = \tau; \quad (a) = 90 - \delta; \quad (b) = 90 - h; \quad (c) = 90 - \varphi;$$

и осем тога још даље и:

$$(a - b) = 90 - \delta - 90 + h = (h - \delta), \quad \text{то је:}$$

$$\frac{1}{2} (A - B) = \frac{1}{2} (180 - a - \tau) = \frac{1}{2} [180 - (a + \tau)] = 90 - \frac{1}{2} (a + \tau),$$

$$\sin \frac{1}{2} (A - B) = \sin [90 - \frac{1}{2} (a + \tau)] = \cos \frac{1}{2} (a + \tau);$$

$$\frac{1}{2}(A + B) = \frac{1}{2}(180 - a + \tau) = \frac{1}{2}[180 - (a - \tau)] = 90^\circ - \frac{1}{2}(a - \tau),$$

$$\sin \frac{1}{2}(A + B) = \sin [90 - \frac{1}{2}(a - \tau)] = \cos \frac{1}{2}(a - \tau).$$

Помоћу:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(a - b) = \operatorname{tg} \frac{1}{2}(h - \delta); \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \frac{1}{2}c = \operatorname{tg} \frac{1}{2}(90 - \varphi)$$

слеђује најзад:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(90 - \varphi) = \frac{\cos \frac{1}{2}(a - \tau) \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2}(h - \delta)}{\cos \frac{1}{2}(a - \tau)}$$

Кад се има $\frac{1}{2}(90 - \varphi)$, може лако и сама географска ширина φ да се нађе.

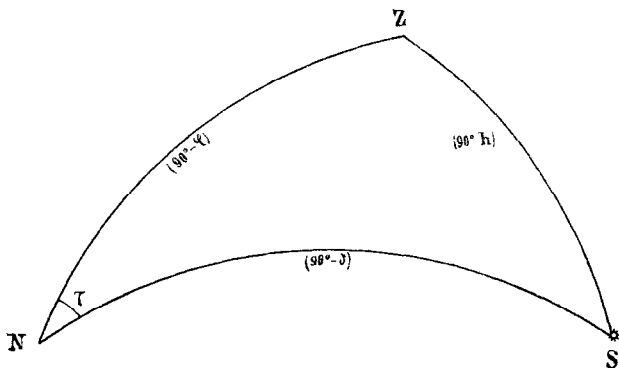
Осми задатак. Опредељење географске ширине и деклинације.

165.

Позната је висина једне звезде при њеној кулминацији и она је H , њена висина после t часова је h ; да се нађе географска ширина φ места посматрања и деклинација звезде.

Ако је S место, где је звезда t часова после своје кулминације, то је у сферном троуглу NZS (слика 132.) по образцу из Тригонометрије:

$$\cos b = \cos a \cdot \cos c + \sin a \sin c \cdot \cos B,$$



Сл. 132.

а пошто је овде:

$$(b) = (90 - h); \quad (a) = (90 - \delta); \quad (c) = (90 - \varphi); \quad (B) = \tau;$$

то је:

$$\cos (90-h) = \cos (90-\delta) \cos (90-\varphi) + \sin (90-\delta) \sin (90-\varphi) \cdot \cos \tau$$

или

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau.$$

У тренутку кулминације је $\tau = 0$, дакле је:

$$\sin H = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi = \cos (\varphi - \delta)$$

а одавде:

$$(\varphi - \delta) = (90^\circ - H),$$

Одузимањем $\sin h$ од $\sin H$ добијамо:

$$\begin{aligned} \sin H - \sin h &= \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi - \sin \delta \cdot \sin \varphi - \\ &\quad \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau = \cos \delta \cdot \cos \varphi (1 - \cos \tau) \end{aligned}$$

а одавде слеђује:

$$\cos \delta \cdot \cos \varphi = \frac{\sin H - \sin h}{1 - \cos \tau};$$

но како је у опште $\sin \frac{x}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos x}{2}}$ то слеђује:

$$\sqrt{\frac{1 - \cos \tau}{2}} = \sin \frac{\tau}{2} \text{ и одавде } (1 - \cos \tau) = 2 \sin^2 \frac{\tau}{2}$$

дакле заменом и:

$$\cos \delta \cdot \cos \varphi = \frac{\sin H - \sin h}{1 - \cos \tau} = \frac{\sin H - \sin h}{2 \sin^2 \frac{\tau}{2}}$$

Ако сад заменимо ову вредност још у $\sin H$, онда добијамо:

$$\sin H = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \frac{\sin H - \sin h}{2 \sin^2 \frac{\tau}{2}}$$

одакле је:

$$\sin \delta \cdot \sin \varphi = \sin H - \frac{\sin H - \sin h}{2 \sin^2 \frac{\tau}{2}}$$

а одузимањем $\sin \delta \cdot \sin \varphi$ од $\cos \delta \cdot \cos \varphi$ добијамо:

$$(\cos \delta, \cos \varphi - \sin \delta, \sin \varphi) = \frac{\sin H - \sin h}{2 \sin^2 \frac{\tau}{2}} - \left(\sin H - \frac{\sin H - \sin h}{2 \sin^2 \frac{\tau}{2}} \right)$$

како је пак из Тригонометрије

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

то сљедује:

$$\cos(\delta + \varphi) = \frac{\sin H - \sin h}{\sin^2 \frac{\tau}{2}} - \sin H.$$

Из овога образаца добијамо $(\varphi + \delta)$ а како је пак $(\varphi - \delta)$ познато, то онда можемо лако одузимањем и сабирањем да нађемо географску ширину φ па и деклинацију δ .

Девети задатак. Опредељење деклинације и географске ширине.

166.

Ако је висина Сунчева за t и t' часова после кулминације била h и h' да се нађе деклинација Сунчева δ и географска ширина φ за место посматрања.

Из образаца који смо у задатку осмом нашли:

$$\sin h = \sin \delta, \sin \varphi + \cos \delta, \cos \varphi, \cos \tau$$

сљедују ове једначине за висине h и h' :

$$\left. \begin{aligned} \sin h &= \sin \delta, \sin \varphi + \cos \delta, \cos \varphi, \cos \tau \\ \sin h' &= \sin \delta, \sin \varphi + \cos \delta, \cos \varphi, \cos \tau_1 \end{aligned} \right\} 1$$

где под τ и τ_1 разумемо часовне углове за t и t' часова после кулминације.

Из ових једначина добијамо одузимањем:

$$\sin h - \sin h' = \cos \delta, \cos \varphi (\cos \tau - \cos \tau_1) \quad \text{или}$$

$$\cos \delta, \cos \varphi = \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1}. \quad 2)$$

Ако заменимо ову вредност у горњу једначину за $\sin h$, онда добијамо:

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} \cdot \cos \tau$$

а одавде:

$$\sin \delta \cdot \sin \varphi = \sin h - \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} \cos \tau. \quad 3)$$

Сабирајући $\cos \delta \cdot \cos \varphi$ и $\sin \delta \cdot \sin \varphi$ добијамо:

$$\cos \delta \cdot \cos \varphi + \sin \delta \cdot \sin \varphi = \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} + \sin h - \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} \cos \tau$$

или пошто је из Тригонометрије познато:

$$\cos (\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

то сљедује:

$$\cos (\delta - \varphi) = \sin h + \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} (1 - \cos \tau);$$

а пошто је као што знамо: $(1 - \cos \tau) = 2 \sin^2 \frac{\tau}{2}$ (ВИДИ ЗАДАТАК ОСМИ) то је:

$$\cos (\delta - \varphi) = \sin h + \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} \cdot 2 \sin^2 \frac{\tau}{2}. \quad 4)$$

На сличан начин добијамо замењујући из 2) $\cos \delta \cdot \cos \varphi$ у $\sin h'$ под 1) да је:

$$\sin \delta \cdot \sin \varphi = \sin h' - \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} \cos \tau_1.$$

Одузимањем од $\cos \delta \cdot \cos \varphi$ добијамо:

$$\cos \delta \cdot \cos \varphi - \sin \delta \cdot \sin \varphi = \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_2} + \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_2} \cdot \cos \tau_1 - \sin h'$$

или

$$\cos (\delta + \varphi) = \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} (1 + \cos \tau_1) - \sin h',$$

но како је из Тригонометрије:

$$\cos \frac{x}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos x}{2}} \text{ дакле: } 2 \cos^2 \frac{x}{2} = (1 + \cos x),$$

то је:

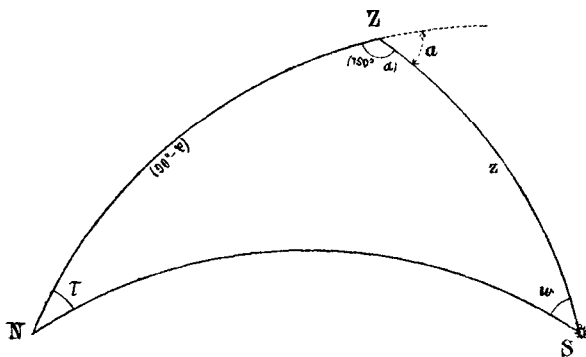
$$\cos (\delta + \varphi) = \frac{\sin h - \sin h'}{\cos \tau - \cos \tau_1} \cdot 2 \cos^2 \frac{\tau_1}{2} - \sin h'. \quad 5)$$

Из образаца 4) и 5) из којих добијамо $(\delta - \varphi)$ и $(\delta + \varphi)$ сабирањем и одузимањем можемо да добијемо: δ и φ , деклинацију и географску ширину за место посматрања.

Десети задатак. Опредељење часовнога угла.

167.

Из зенитне даљине z , азимута a једне звезде и полне висине φ места сматрања, да нађемо часовни угао τ .



Сл. 133.

Из троугла (слика 133.) NZS где је:

$$SZ = z; \quad NZS = 180^\circ - a; \quad NZ = (90^\circ - \varphi)$$

ако ставимо још зарад лакшег рачуна: $\sphericalangle ZSN = w$, онда имамо по Неперовим аналогијама, стављајући место:

$$(a) = 90^\circ - \varphi, \quad (A) = w, \quad (b) = z, \quad (B) = \tau, \quad (C) = 180^\circ - a;$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (w + \tau) = \frac{\cos \frac{1}{2} (90 - \varphi - z)}{\cos \frac{1}{2} (90 - \varphi + z)} \operatorname{cotg} \left(\frac{180^\circ - a}{2} \right)$$

исто је тако:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (w - \tau) = \frac{\sin \frac{1}{2} (90 - \varphi - z)}{\sin \frac{1}{2} (90 - \varphi + z)} \operatorname{cotg} \left(\frac{180^\circ - a}{2} \right)$$

а пошто је:
$$\operatorname{cotg} \left(90 - \frac{a}{2} \right) = \operatorname{tg} \frac{1}{2} a$$

то добијамо:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (w + \tau) = \frac{\cos \frac{1}{2} (90 - \varphi - z)}{\cos \frac{1}{2} (90 - \varphi + z)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} a$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (w - \tau) = \frac{\sin \frac{1}{2} (90 - \varphi - z)}{\sin \frac{1}{2} (90 - \varphi + z)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} a.$$

Кад знамо $\frac{1}{2} (w + \tau)$ и $\frac{1}{2} (w - \tau)$ онда можемо сабирањем или одузимањем да нађемо w и τ , па је дакле часовни угао τ познат.

Једанајести задатак. Опредељење азимута и зенитне даљине.

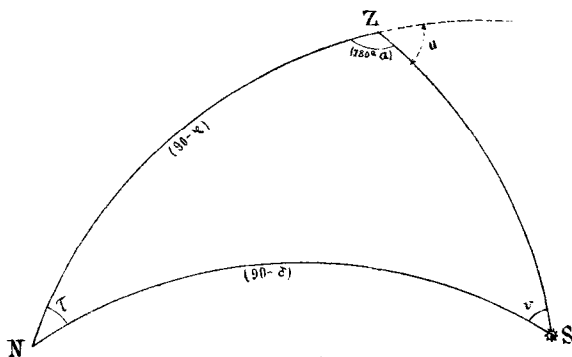
168.

Из часовног угла τ , деклинације звезде δ , и географске ширине φ каквога места посматрања, тражи се азимут a и зенитна даљина z .

Из троугла NZS (види слику 134.) где су

$$SN = (90^\circ - \delta); \quad NZ = (90^\circ - \varphi); \quad \sphericalangle ZNS = \tau;$$

$$\sphericalangle NZS = (180^\circ - a); \quad \sphericalangle ZSN = v$$



Сл. 134.

добивамо по Неперовим аналогијама, стављајући $(A) = (180^\circ - a)$ $(B) = v$; $(a) = (90^\circ - \delta)$; $(b) = (90^\circ - \varphi)$; $(C) = \tau$:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (180 - a + v) = \frac{\cos \frac{1}{2} (90^\circ - \delta - 90^\circ + \varphi)}{\cos \frac{1}{2} (90^\circ - \delta + 90^\circ - \varphi)} \operatorname{cotg} \frac{1}{2} \tau$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (180 - a - v) = \frac{\sin \frac{1}{2} (90^\circ - \delta - 90^\circ + \varphi)}{\sin \frac{1}{2} (90^\circ - \delta + 90^\circ - \varphi)} \operatorname{cotg} \frac{1}{2} \tau;$$

или:

$$\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tg} \left(90^\circ - \frac{(a-v)}{2} \right) = \frac{\cos^{1/2}(\varphi - \delta)}{\cos \left(90 - \frac{(\varphi + \delta)}{2} \right)} \operatorname{cotg}^{1/2} \tau \\ \operatorname{tg} \left(90^\circ - \frac{(a+v)}{2} \right) = \frac{\sin^{1/2}(\varphi - \delta)}{\sin \left(90 - \frac{(\varphi + \delta)}{2} \right)} \operatorname{cotg}^{1/2} \tau \end{array} \right. \quad \text{или}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{cotg}^{1/2} (a-v) = \frac{\cos^{1/2}(\varphi - \delta)}{\sin^{1/2}(\varphi + \delta)} \operatorname{cotg}^{1/2} \tau \\ \operatorname{cotg}^{1/2} (a+v) = \frac{\sin^{1/2}(\varphi - \delta)}{\cos^{1/2}(\varphi + \delta)} \operatorname{cotg}^{1/2} \tau, \end{array} \right.$$

из којих се једначина налазе $^{1/2}(a-v)$ и $^{1/2}(a+v)$ а сабирањем се добија и азимут a звезде S .

Из сферног троугла NZS а по Неперовим аналогијама добијамо и за z , стављајући:

$$(A) = 180 - a; (B) = v; (a) = (90^\circ - \delta); (b) = (90^\circ - \varphi); (c) = z:$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tg}^{1/2} (90^\circ - \delta + 90^\circ - \varphi) = \frac{\cos^{1/2} (180^\circ - a - v)}{\cos^{1/2} (180^\circ - a + v)} \operatorname{tg}^{1/2} z \\ \operatorname{tg}^{1/2} (90^\circ - \delta - 90^\circ - \varphi) = \frac{\sin^{1/2} (180^\circ - a - v)}{\sin^{1/2} (180^\circ - a + v)} \operatorname{tg}^{1/2} z \end{array} \right.$$

или

$$\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tg}^{1/2} (180 - \delta - \varphi) = \frac{\cos \left(90 - \frac{(a+v)}{2} \right)}{\cos \left(90 - \frac{(a-v)}{2} \right)} \operatorname{tg}^{1/2} z = \operatorname{tg} \left(90^\circ - \frac{(\varphi + \delta)}{2} \right) \\ \operatorname{tg}^{1/2} (\varphi - \delta) = \frac{\sin \left(90 - \frac{(a+v)}{2} \right)}{\sin \left(90 - \frac{(a-v)}{2} \right)} \operatorname{tg}^{1/2} z. \end{array} \right.$$

Одавде добијамо:

$$\left\{ \begin{aligned} \cotg \frac{1}{2}(\varphi + \delta) &= \frac{\sin \frac{1}{2}(a + v)}{\sin \frac{1}{2}(a - v)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} z \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\varphi - \delta) &= \frac{\cos \frac{1}{2}(a + v)}{\cos \frac{1}{2}(a - v)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} z \end{aligned} \right.$$

а најпосле и:

$$\left\{ \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} z &= \frac{\sin \frac{1}{2}(a - v)}{\sin \frac{1}{2}(a + v)} \cotg \frac{1}{2}(\varphi + \delta) \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} z &= \frac{\cos \frac{1}{2}(a - v)}{\cos \frac{1}{2}(a + v)} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\varphi - \delta) \end{aligned} \right.$$

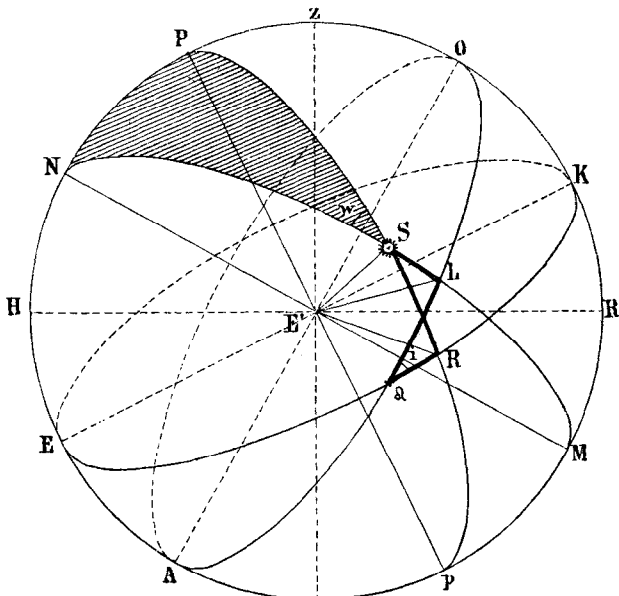
из којих обеју једначина и то из сваке за се, може да се изнађе зенитна даљина z .

Дванајести задатак. Опредељење дужине и ширине.

169.

Позната је ректасцензија α , деклинација δ неке звезде S и косина еклиптикина i , да се нађу дужина звездина λ и ширина њена β .

Из троугла NPS (види слику 135.) имамо:



Сл. 135.

јер је: $\oslash L = \alpha$; $NS = (90^\circ - \delta)$

$SL = \delta$; $QK = NP = i$; $\oslash R' = \lambda$; $SR' = \beta$;

$(HNS = (90^\circ + \alpha) = AL)$; $SPN = (90^\circ + \lambda) = ER'$; $PSN = w$

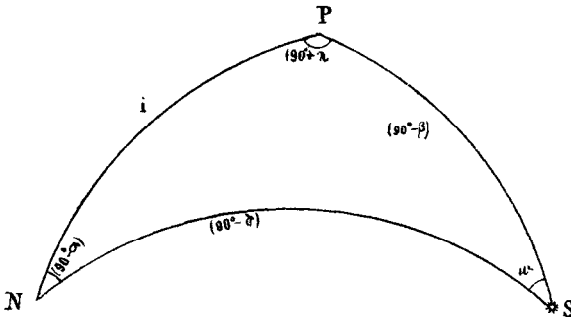
из $HNS = (90^\circ + \alpha)$

сљедује да је: $\sphericalangle PNS = 90^\circ - \alpha = QL$.

Ми имамо дакле по Неперовим аналогијама стављајући:

$(A) = (90^\circ + \lambda)$; $(B) = w$; $(C) = (90^\circ - \alpha)$; $(a) = (90^\circ - \delta)$;

$(b) = i$; $(c) = (90^\circ - \beta)$



Сл. 136.

$$\operatorname{tg}^{1/2}(90^\circ + \lambda + w) = \frac{\cos^{1/2}(90 - \delta - i)}{\cos^{1/2}(90 - \delta + i)} \operatorname{cotg}^{1/2}(90^\circ - \alpha)$$

$$\operatorname{tg}^{1/2}(90^\circ + \lambda - w) = \frac{\sin^{1/2}(90 - \delta - i)}{\sin^{1/2}(90 - \delta + i)} \operatorname{cotg}^{1/2}(90^\circ - \alpha)$$

и из ових двеју једначина добијамо:

$$^{1/2}(90 + \lambda + w) \text{ и } ^{1/2}(90 + \lambda - w)$$

одакле се λ може израчунати.

Даље помоћу образаца, који гласи: у сваком сферном троуглу синуси страна сразмерни су синусима насипрамних углова:

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

МОЖЕМО да нађемо и β ширину звезде, јер је:

$$\frac{\sin i}{\sin w} = \frac{\sin (90^\circ - \beta)}{\sin (90^\circ - \alpha)} = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} \quad \text{дакле}$$

$$\cos \beta = \frac{\sin i \cdot \cos \alpha}{\sin w}$$

где је w познато, пошто се из $(\lambda + w)$ и $(\lambda - w)$ може лако израчунати.

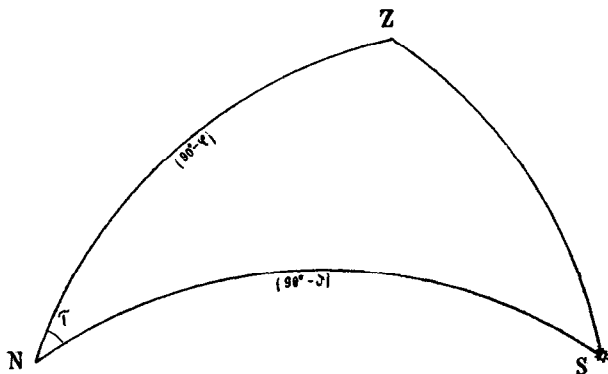
Тринајести задатак. Опредељење зенитне даљине.

170.

Из деклинације δ , часовног угла τ звезде S и географске ширине φ места посматрања, тражи се зенитна даљина z .

Из троугла NZS (слика 137.) имамо:

$$NZ = (90^\circ - \varphi); \quad NS = (90^\circ - \delta); \quad ZS = z; \quad \sphericalangle ZNS = \tau;$$



Сл. 137.

а увођењем у косинусну једначину добијамо:

$$\cos z = \cos (90^\circ - \delta) \cos (90^\circ - \varphi) + \sin (90^\circ - \delta) \sin (90^\circ - \varphi) \cos \tau$$

или
$$\cos z = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau.$$

Четрнајести задатак. Опредељење часовнога угла.

171.

Позната је деклинација δ , висина h звезде S , као и геогр. ширина φ тражи се часовни угао τ .

Из сфернога троугла NZS (слика 137.) имамо:

$$NS = (90^\circ - \delta); \quad SZ = (90^\circ - h) = z; \quad NZ = (90^\circ - \varphi); \quad \sphericalangle ZNS = \tau;$$

па дакле и :

$$\cos (90 - h) = \cos (90 - \varphi) \cos (90 - \delta) + \sin (90 - \varphi) \sin (90 - \delta) \cos \tau$$

$$\text{или} \quad \sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau,$$

$$\text{одакле:} \quad \cos \tau = \frac{\sin h - \sin \varphi \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta}.$$

Овај часовни угао τ могли смо да нађемо и на други начин само треба ставити: $\varphi + \delta + h = 2s$ или $\frac{\varphi + \delta + h}{2} = s$ и тада по обрасцу :

$$\operatorname{tg}^{1/2} A = \sqrt{\frac{\sin (s - b) \sin (s - c)}{\sin s \cdot \sin (s - a)}} \quad \text{који добијамо делењем:}$$

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin^{1/2} (a + b - c) \sin^{1/2} (a - b + c)}{\sin b \sin c}}$$

$$\text{са} \quad \cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin^{1/2} (a + b + c) \sin^{1/2} (b + c - a)}{\sin b \sin c}},$$

можемо изнаћи часовни угао τ . Ми смо ово већ једном напред на-поменули под брџем 46. (види стр. 139 до 141) и нашли смо :

$$\operatorname{tg} \frac{\tau}{2} = \pm \sqrt{\frac{\sin (s - \varphi) \sin (s - \delta)}{\sin s \cdot \sin (s - z)}}; \quad \text{где је } z = (90^\circ - h),$$

а тамошње D заменуто са δ

Петнајести задатак. Опредељење кулминацијоне висине.

172.

Географска је ширина једнога места φ , а деклинација звезде δ , тражи се висина звезде при њеној кулминацији.

Ако уведемо $\tau = 0^\circ$ у образац који смо у осмом задатку нашли, дакле у :

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau$$

онда с обзиром на то што је: $\cos \tau = \cos 0^\circ = 1$, добијамо :

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi,$$

а како је из Тригонометрије у опште:

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

то је и: $\sin h = \cos(\alpha - \delta)$ или

$$h = 90^\circ - (\varphi - \delta) = 90^\circ - \varphi + \delta.$$

За $\varphi = \delta$ добија се $h = 90^\circ$, што значи: оне звезде, којих је деклинација једнака са географском ширином места, пролазе кроз зенит места, што је и иначе и на први поглед увиђавно.

Кад је најдужи дан, онда је $\delta = i$, а кад је најкраћи дан онда је $\delta = -i$, дакле је у првом случају: $h = 90^\circ - \varphi + i$, а у другом $h = 90^\circ - \varphi - i$, и ове две вредности од h представљају кулминационе висине звезде за време, кад је дан најдужи и најкраћи.

Шеснајести задатак. Опредељење ректасцензије.

173.

Из дужине звездине λ , ширине β , и косине Еклиптикине i , тражи се ректасцензија α (види задатак дванајести).

Из троугла NPS (види слику 136.) по Неперовим аналогјама добијамо једначине:

$$\operatorname{tg}^{1/2}(90 - \alpha + w) = \frac{\cos^{1/2}(90 - \beta - i)}{\cos(90 - \beta + i)} \operatorname{cotg}^{1/2}(90 + \lambda)$$

$$\operatorname{tg}^{1/2}(90 - \alpha - w) = \frac{\sin^{1/2}(90 - \beta - i)}{\cos^{1/2}(90 - \beta + i)} \operatorname{cotg}^{1/2}(90 + \lambda)$$

и из ових се образаца, израчунавањем вредности за $^{1/2}(90 - \alpha + w)$ и $^{1/2}(90 - \alpha - w)$ може лако сабирањем да добије ректасцензија α .

Седамнајести задатак. Опредељење пролећне тачке.

174.

Пролећна је тачка веома важна за определење положаја звезданих на небу, и с тога је вредно да поменемо, како се она налази.

Из пређашњег је познато, да је у месецу Марту (за време пролећне равнодневице) и у месецу Септембру (за време јесење равнодневице) дан раван ноћи и да се у то време (види страну 145.) Сунце налази у полутару. У тачкама, у којима се Сунце у

поменуто време налази, сече и еклиптика полутар, јер је овај једини највећи упоредник, чији је дневни лук раван ноћноме луку. Осем овога познато је и то, да полутар сече такође и хоризонат у двома тачкама (види страну 9) у источној и западној тачци хоризонтовој и у сљед овога је лако увиђавно, да ми можемо у време једне ма које равнодневице да посматрамо исход и заход Сунчев, те да тако одредимо горе поменуте тачке источну и западну; а имајући пак ове тачке, ми имамо још само истога дана у подне да замислимо, да су ове две тачке везане са Сунцем, па да положај полутарев за време равнодневица уочимо.

Исто овако радећи са еклиптиком, али за време краткодневице или дугодневице, можемо ми лако да уочимо положај еклиптикин и да одредимо обе равнодневичке тачке, па дакле и тражену пролећну тачку. Овога ради имамо само да се сетимо, да је Сунце за време равнодневица осем у еклиптици и у равни полутаревој, и да оно тада пада уједно са источном и западном тачком хоризонта. Ако ми сад знајући све ово, опажамо Сунце у данима летње дугодневице или зимње краткодневице и то у подне, онда равнодневичке тачке падају у једно са источном и западном тачком хоризонтовом, а пошто су ове две последње тачке познате, то су и оне равнодневичке познате, од којих она у којој се Сунце налази 9. Марта јесте тражена пролећна тачка.

Овај укратко наговештени начин изналажења као што се и по себи разуме, само је приближно тачан, тачније би се радило са инструментима за то, али како би нас то далеко одвело, то се задовољавамо са овим што је горе поменуто.

Решавање неколико задатака употребом земскога, вештачкога шара (глоба).

175.

Употребом земскога шара, (који се у свакој нашој школи налази) на коме су у смањеној мери осем појединих делова света и државе, мора, главније реке, важнија места и све познате важније линије, полутар, упоредници, подневци, еклиптика, и т. сл. уцртани, могу да се реше многи космографски задатци и ми ћемо у кратко да се дотакнемо и тога излажући и кратак упут за решавање.

Претпостављајући познавање земскога шара и његових делова хоризонта, подневнога колута и т. д. имамо да поменемо, да

је за ово решавање задатака, као што се и по себи разуме, преко потребно, да се земски шар како ваља намести. т. ј., да се он тако постави, да дотично место, на коме желимо извесни задатак решавати, буде тачно оријентирано према странама света, да дакле при томе падне северни пол земскога шара тачно на север, јужни пол на југ, исток на десно, а запад на лево. Ако земски шар има и бусолу, онда се помоћу ње и познате магнетске де-клинације може оријентирање и са свим тачно да постигне.

Налажење географске ширине каквога места на Земљи. Да би нашли географску ширину каквога места ми доводимо то место испод подневнога колута, па нам онај број ступања и минута, који читамо на подневноме колуту а тачно изнад онога места, даје географску ширину његову.

Налажење полова висине за какво место на Земљи. За изналагање *полове* (обртне) *висине* за какво место на Земљи налазимо најпре по пређашњем начину географску ширину истога места, за тим стављамо северни пол за исто толико ступања и минута над хоризонтом колика је и нађена географска ширина, па је половина висина за то место опредељена. Ово је на основу става, који је напред изведен и који гласи: половина висина каквога места равна је географској ширини његовој.

Налажење географске дужине каквога места на Земљи. Изналажење *географске дужине* за какво место бива на тај начин, да дотично место доведемо испод подневнога колута, па да бројимо на полутару (у смислу од запада ка истоку) колики је број ступања и минута између првога (почетнога) подневка и подневка истога места. Тако добивени број ступања представља тражену географску дужину онога места.

Налажење разлике између подневака за два места на Земљи. Да би нашли разлику између подневака за два места на Земљи или боље *разлику географских дужина* њихових и то разлику изражену *временом*, ми доводимо једно од места са свим тачно под подневни колут и стављамо часовну казаљку, која се на северном полу земскога шара наводи на 12 часова. За тим okreћемо земски шар док оно друго место не дође испод подневнога колута па нам казаљка показује временом изражену разлику између подневака једнога и другог места. Ако казаљка при томе показује на какав час по подне, онда лежи оно друго место на источној, а ако показује казаљка на какав час пре подне, онда лежи оно друго место на западној страни од првога места. Но ако би хтели

да знамо, колика је та разлика изражена ступњима и минутима. онда радимо овако. Пошто смо довели једно место под подневни колут, онда читамо број ступања и минута који представљају географску дужину тога првога места, окрећемо за тим земски шар док и оно друго место не дође под подневни колут па читамо географску дужину и онога другог места, и најзад одузимамо мањи број од већег, добивена разлика представља нам тражену разлику подневака. Ако је пак при кретању шара морао и први подневак да прође испод подневнога колута, онда се мањем броју мора додати 360 ступања, па онда тек одузети као што је поменуто.

Да би нашли *небески знак*, у коме се Сунце извеснога дана у години находи, ми тражимо тај дан у календару на хоризонту вештачкога земскога шара, па ће небески знак и број ступања, у коме се Сунце тада налази, бити онај знак и онај број ступања, који је забележен наспрам онога дана.

При изналагању *положаја Сунчевог* (или Земљиног) у еклиптици за извесни дан у години, најпре решавamo горњи задатак, дакле налазимо небески знак у коме се Сунце налази, па за тим тражимо на хоризонту у еклиптици, нађени број ступања, па тако нађено место представља место, где се тада налази Сунце у Еклиптици.

Да би нашли географске ширине оних места у којима извесни дан има извесну дужину, ми тражимо, (као што је у претпоследњем у задатку показано) место Сунчево за тај дан, водимо за тим оно место испод подневнога колута и намештамо казаљку на 12 часова. Сад окрећемо земски шар на запад, док казаљка не покаже онај број часова, који представља половину дате дужине дана, па онда померамо подневни колут (остављајући шар у стању у коме је) док нађени ступањ еклиптикин не падне у једно са западном тачком хоризонтовог, па нам хоризонт одређује половину висину у ступњима, која је са траженом географском ширином једнака.

Налажење небескога знака у коме се Сунце извеснога дана у години находи.

Налажење положаја Сунчевог (или Земљиног) у еклиптици а за извесни дан у години

Налажење географске ширине оних места, у којима извесни дан има извесну дужину.

XXII. Пертурбације (сметања) у сунчаном систему и у опште.

У опште о пертурбацији.

176.

У шестом делу, а под бројевима 97., 98., 99., видели смо, да се све планете у нашем Сунчаном систему крећу по елиптичким путањама око Сунца, као централнога тела, и да оно све планете при томе кретању руководи привлачном силом, која је у њему. И ако је ово у опште овако, опет кад би право (истинско) оптицање сваке поједине планете упоредили са оним кретањем, које по тач-

ним рачунима, а на основу Кеплерових закона сљедује, онда би нашли, да планетске путање свакад у неколико одступају од израчунатих.

Ово одступање има свога узрока у општој *узајамној* привлаци небеских тела. Јер, као год што Сунце у главноме утиче својом привлачном снагом на чланове Сунчаног система, тако и свака поједина планета, утиче на све остале и узајамним дејством привлаке и проузрокују се горња одступања, која су позната под именом *пертурбација* или *сметања* у Сунчаном систему.

Кад би само Сунце имало привлачне силе, а планете и споредне планете не, онда би као што се и по себи разуме путање биле заиста потпуне елипсе и тада не би ни било поменутих одступања, али како закон привлаке влада целом васионом, то сва небеска тела утичу узајамним дејством једно на друго и тиме и проузрокују она одступања, која не треба буквално схватити, као сметања у обичном смислу. Строго узев, то и нису сметања, пошто су свагдања оптицања па и путање свакога небескога тела резул-

Пертурбације су посљедица узајамне привлаке у васиони.

Појмање пертурбације у опште.

тат свију утицаја, који у опште у Сунчаноме систему постоје и назив пертурбације (сметања) оправдан је само у толико, у колико ти утицаји у неколико компликују иначе просте односе при кретањима светских тела, те тиме астрономима у неколико задаћу отежавају. Далеко од тога, да су то права сметања, поменута су одступања још и од користи, јер од како су она нађена, коракнуло се и у изналажењу у напред, што би без њих готово немогућно било.

Корист од Пертурбација.

По природи својој пертурбације се разликују на тако зване *перијодске* и на *вековне*. Узајамно дејство привлаке између планета

Перијодске и вековне пертурбације.

чини, да поједина планета одступа од своје тачно елиптичке путање, т. ј. да она не заузима оно место, које би требала, по дужини и ширини да заузме. Место сваке поједине планете зависи очевидно од узајамнога положаја свију осталих планета, а пошто планете овај положај и по извесноме времену опет поново заузимају, то се и пертурбације, које отуда долазе поново јављају, и с тога се зову *перијодске*. Као што се у неколико измењује

Перијодске су пертурбације одступања места планетских.

свако поједино место сваке поједине планете, тако се у низовима година очевидно морају услед истога узрока

измењивати и целокупне *путање* појединих планета, дакле и њихове ексцентричности, нагиб, положај и т. сл. Ова измењивања понављају се после веома дугога броја година или боље после векова па и хиљада година,

Вековне су пертурбације одступања планетских путања.

и разликују се од оних првих називом *вековне* пертурбације. Ове вековне пертурбације и ако имају веома дугачке *перијоде*, опет не расту у бесконачност, већ шта више, оне расту донекле само, па се после дугих низова година смањују и на неки начин завршују, те да опет после много векова и хиљада година достигну при-

Кретања вековних пертурбација ни су опасна за сунчани систем.

ближно оне вредности, које су и пређе имале. Да оваква измењивања не могу да постану за опстанак сунчаног система опасна, то је и по себи увиђавно. Ми ћемо се ниже укратко дотаћи још само важнијих пертурбација.

Перијодске пертурбације.

177.

Од перијодских пертурбација ми ћемо се дотаћи оних, које су познате под називима: *Евекција* и *Варијација*, и које се тичу Месеца наше Земље, а долазе од утицаја Сунчеве привлаке на Месец и на нашу Земљу.

Да би Евекцију и Варијацију како ваља објаснити могли, ми ћемо да видимо како Сунце својом привлаком дејствује на Месец при његовом оптицању око наше Земље. Очевидна је ствар, да кад је Месец млад, кад дакле, он стоји између Земље и Сунца, да тада Сунце јаче утиче на Месец наше Земље и он показује тежњу, да се од Земље удали. На против, кад је пун Месец, тада се налази

Земља између Месеца и Сунца, и ово онда утицај Сунчев на Месечеву путању. јаче дејствује на нашу Земљу и резултат привлаке Сунчеве и у овоме је стању опет удаљавање Месечево од Земље. За време четврти је одстојање Месечево од Сунца једнако са одстојањем Земљиним од Сунца, и тада их Сунце привлачи једнаком снагом, али како ова привлака бива у правцу ка средреди Сунчевој, то је појамно, да је резултат овога привлачења, приближавање Месеца ка нашој Земљи, но које је много незнатније но што је горе поменуто удаљавање његово од ње. Из овога сљедује дакле: да Сунце утицајем својим на Месец у опште, мења Месечеву путању у правцу ка средреди Сунчевој и да је у том правцу прави дужом, а у правцу, управном на овај правац опет стиснутијом.

Овај утицај Сунчев узрок је Евекцији Месечевој, усљед које се одстојање Месечево у развоја доба знатно

мења. За време Сизигија најјаче је измењивање Месечеве путање и тако, да је у то време Месец од Земље најдаље, и тада је брзина Месечева усљед повећаног удаљења његовог много мања; у квадратурама пак, дакле усљед приближавања Месечева нашој Земљи, испада брзина његова већа, но што би по другом Евекција Месечева. Кеплеровом закону требала да буде. Ова неправилност у оптицању Месечевом износи до 1·5 ступањ и позната је под називом *Евекције*, која има перијод од скоро 32 дана.

Осем Евекције важна је и тако звана Варијација Месечева, која долази од заједничкога утицаја Земљине и Сунчеве привлаке на Месец, а нарочито од различности правца, у коме се Месец креће.

Ако бацимо поглед на таблицу XIV. онда видимо, да при кретању Месечевом у другој квадранту, (дакле од положаја A_3 до у положај A_5), као и при кретању Месечевом у четвртој квадранту, (дакле од A_7 до A_1), и Земља и Сунце дејствују готово у истоме правцу и *убрзавају* Месец, на против у првом (од A_1 до A_3) и трећем (од A_5 до A_7) квадранту због са свим противних прилика Месечевога кретања, успоравају Месец како Земља тако и Сунце на томе делу његовога оптицања. Овим убрзавањем и овим успоравањем постаје путања Варијација Месечева. Месечева у правцу, који је управан на правац Земља—Сунце, нешто дужа и тиме се мења дужина Месечева за скоро 0·7 ступња. Ова измена има перијод од 14·8 дана и позната је под именом *Варијације*. У Сизигијама и Квадратурама ишчезава ова Варијација, јер у Сизигијама бива пертурбација у правцу Земља—Сунце, а у Квадратурама трпе и Земља и Месец подједнаку привлаку од Сунца, и тако и у једном и у другом случају не трпи тада дужина Месечева никакву измену.

Вековне пертурбације.

178.

Од вековних пертурбација ми ћемо се укратко до-таћи опет само вековних пертурбација Месечевих и наше Земље.

Као што је познато, Месечева путања заклапа са еклиптиком угао од $5^{\circ} 8'$ и $44''$ (види стр. 395) и према томе Месец се налази час северно над еклиптиком, а час јужно испод ње. Земља и Сунце налазе се пак у еклиптици и утичу привлаком својом на Месец, и он, кад не би било његове брзине, спустио би се толико, да би се његова путања најзад идентификовала са путањом наше Земље; а како ово баш са брзине Месечеве не може да буде, то се опажа колебање Месечеве путање, које је час јаче, а час слабије и које, пошто Месец при

Кретање Ме- сваком своме оптицању око Земље мора да сечеве линије прође кроз еклиптикину раван, причињава пресека. да се линија пресека креће (види стр. 396.)

и то самоме Месецу на сусрет, дакле од истока ка западу. Ово кретање линије пресека узрок је, што је Змајев месец дана краћи од осталих месеца дана (види стр. 396 и 397).

Осем кретања линије пресека, као што је познато, постоји и кретање апсидне линије (види стр. 396), које је такође посљедица вековне пертурбације. Са овим кретањем ово је у ствари. При објашњењу Евекције ми смо видели, да Сунце својом привлаком чини, да путања Ме-

Кретање Ме- сечева у извесноме правцу испада дужа но сечеве апсидне линије. што би требало, а ово утиче очевидно не мало и на сами положај велике осе Месечеве

путање. Услед ове пертурбације мења велика оса Месечеве путање (или апсидна линија) свој положај у свету и то тако, да она прелазећи годишње по више од 40° , за напред поменуто време (види стр. 396) свршава једно

пуно оптицање од запада ка истоку. Последица овога кретања је измицање Перигеума и Апогеума испред Месеца, што опет чини, да је аномалистички месец дана дужи од Змајевога месеца дана (види стр. 397).

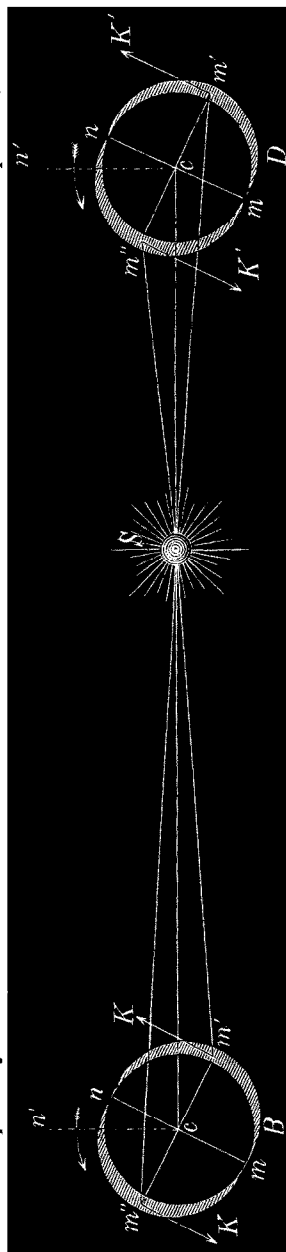
Од ових напред поменутих много су важније за нас вековне пертурбације, које наша на половима спљоштена Земља од Сунца и Месеца трпи, и које су познате под називима *помицање равнодневица* (Præcessio) и *колебање светске осе* (Nutatio).

Обе ове пертурбације у вези су и долазе од тога, што је наша Земља на половима спљоштена а последица су од Сунчеве, нарочито пак од Месечеве привлаке. Кад би наша Земља била потпуна лопта и са подједнаком густином, или и кад би раван полутарева падала са Еклиптиком уједно, онда би Сунце привлачило све партије наше Земље подједнако и тада она не би при своме кретању никаквих сметања трпела. Међу тим, усљед познате спљоштености наше Земље и веће масе њене око полутара, у ствари је са свим другаче са нашом Земљом, и за рад објашњења ове разлике служи нам слика 138. (на следећој страни) на којој S представља Сунце, B и D положаје наше Земље у време летњег и зимњег поврата Сунчевог (види слику 40.), nt Земљину осу.

Ако уочимо положај Земљин за време зимњег поврата Сунчевог, онда видимо, да је оса Земљина nt нагнута тако према еклиптици, да понајвеће нагомилавање Земљине масе на полутару, лежи тата северно од централне линије Ss . У положају Земљином у B , дакле за време летњег поврата, са свим је противно случај, тада понајвеће нагомилавање Земљине масе око полутара лежи јужно од поменуте централне линије. На потпуно лоптасте делове Земљине масе не утиче Сунце сметајући, али што се тиче масе m'' у положају D и масе m' у положају B , на те дејствује Сунце и то тако, да оно привлачећи у првом случају m'' а у другом опет m' са

јачом снагом, тежи да помоћу сила K и K' постави осу
емљину nt управно на централну линију Sc , дакле да

За време
зимњег повората Сунчевог.



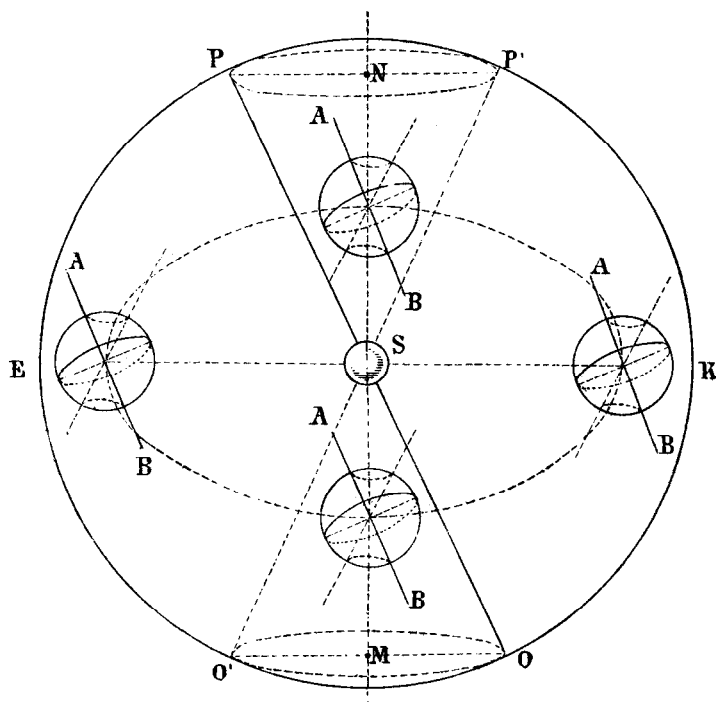
За време
летњег повората Сунчевог.

ту осу доведе у
положај $n's$. За
време равнодне-
водневица.

вица, дакле у по-
ложајима Земљиним A и C
(види слику 40.) налази се
оса Земљина у равни, која је
управна на Еклиптику, тада
пада централна линија у по-
лутареву раван, и тада је
утицај од пертурбације ра-
ван нули. У овима положа-
јима дакле нема никакве пер-
турбације и ова почиње да
постаје све јача и јача, што
се Земља више и више при-
ближава дугодневичком или
краткодневичком положају.
Пертурбације су као што ви-
димо у овима положајима у
максимуму, а од времена,
кад су највеће биле опадају
оне до равнодневица. Сунце
као што смо горе видели,
тежи да постави Земљину
осу управно на Еклиптику,
али немогући то, оно мења
донекле само положај Зем-
љиноме па и небескоме по-
лутару и посредно чини, да
Земљина оса AB (види слику
139. на следећој страни) под
поменутиим утицајем описује

Сл. 138.

око нормале MN у времену од скоро 26000 година коничку површину, при чему се пол Земљине осе $P(Q)$ око Еклиптикинога пола $N(M)$ све у једном и истом удаљењу од приближно $23\frac{1}{2}^\circ$ у кругу окреће. Посљедица је овога кретања па и измењивања положаја поменутих полутара, да се земски, па дакле и небески полутар секу у другим и другим тачкама са еклиптиком, што је идентично са помицањем равнодневичких тачака у опште, па дакле



Сл. 139.

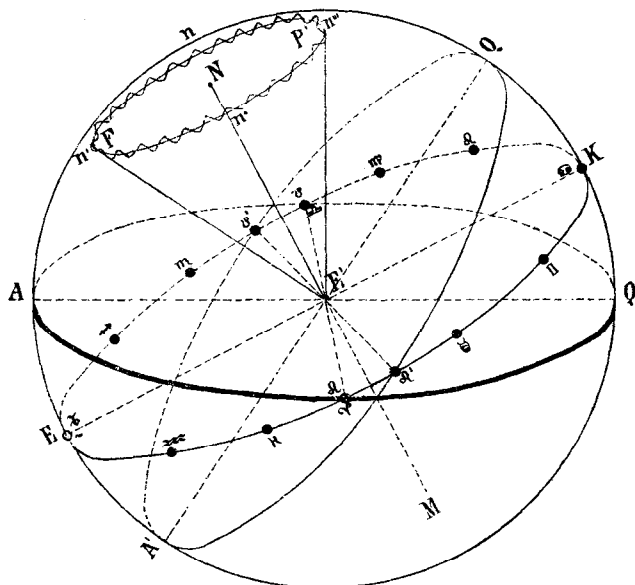
и са помицањем пролећне тачке еклиптикине на по се (види стр. 129; 149; 150 и 219). Ово помицање бива тако, да за поменути број година равнодневичке тачке обиђу сав Еклиптикин круг, те да се опет нађу на месту, одакле је ово оптицање и отпочело. Ово се помицање зове још прецизније исказано, с тога, што долази од

Сунчево помицање равнодневичких тачака. (Precession).

утицаја Сунчевога и Сунчано помицање равнодневичких тачака.

На сличан начин дејствује и Месец на спљоштену Земљу нашу, само што је ово његово дејство много јаче (готово три пута јаче) од Сунчевога, јер је, као што знамо, Месец готово 400 пута ближи нашој Земљи од Сунца. Кад би се Месец кретао у Еклиптици, онда би он за се производио сличну, али само много јачу пертурбацију, која би такође проузроковала помицање тачака, у којима се Еклиптика са земским полутаром сече. Оба утицаја заједно причињавају, да се Земљина оса креће као

што је напред поменуто по коничкој површини, Колебање светске осе но да у исто време врши и вијугаво кретање (Nutatio). $n n' n'' n'''$ (види слику 140.). Ово се кретање на-



Сл. 140.

зива колебање светске осе (Nutatio), које се с тога, што долази од Месечевога утицаја може још прецизније да назове и Месечево колебање светске осе.

Слика 140. (на страни 512) показује нам како помицање тако и колебање светске осе, и на њој је AQ небески полутар за извесну епоху, $A'Q'$ представља небески полутар за епоху од прилике 13000 година доцније, EK је Еклиптика, NM нормала на Еклиптици. Из слике је и по себи разумљиво, да док полутар AQ доспе из положаја AQ до у положај $A'Q'$, описује пол Земљине осе P' једну половину оне вијугаве линије, дакле $n'''n''$; при враћању полутаревом из положаја $A'Q'$ до у пређашњи положај AQ (што бива у времену других 13000 година) описује Земљин пол F' ону другу половину вијугаве линије $n'n''n'''$. Колебање светске осе бива перижодски и један перижод има од прилике 19 година (види стр. 413).

Узајамно дејство како напред описаног утицаја Сунчевог тако и овога Месечевог па и свију планета то је оно на стр. 219 поменуто мењање положаја пролећне тачке, која се усљед тога креће годишње за више од 50·2 сек.

Усљед помицања пролећне тачке мења се, као што смо видели положај небеског полутара па и небеске осе и отуда сљедеће, да звезда друге величине α малога Медведа или Киносура, која се сада северњачом зове (зато што је сада северном полу најближа) неће то на свагда остати (види страну 129); њој ће се северни пол приближавати још за време од 300 година све више и више, и тада ће одстојање његово од северњаче бити само 21 минуто. После 2300 година приближиће се северни пол другој звезди, а на име звезди γ у јату Кефеа, и она ће тада вредети као северњача, ма да ће још одстојати за $1^\circ 51'$ од северног пола. После много већег броја година постаће северњачом звезда β , за тим α у јату Кефеа, па најзад и δ у Лабуду, докле од прилике после 12000 година не постане Вега у Лири звезда прве величине северњачом; за овом ће сљедовати звезде Херкула и Змаја, док после 26000 не постане северњачом опет садања звезда α малога Медведа или Киносура.

Према ономе што смо напред казали о пертурбацијама у опште, и по себи се разуме, да би могло још бити говора и о пертурбацијама репатица, као и свију

осталих планета у сунчаноме систему, али како би нас то далеко одвело, то се задовољавамо са овим, што је до сад наведено.

XXIII. Прилив и одлив.

179.

И ако не у смислу напред описаних пертурбација истоветно, то опет као нешто слично са њима, имамо да поменемо потпуности ради и величанствену појаву *прилив* и *одлив* морских вода на нашој Земљи. Биће познато, да се воде већих мора, (јер је то на њима и најочљивије) правилно издижу, или боље рећи да воде расту, но и да се спуштају или опадају и то сваки дан за време од 24 часа *два пут*; ово кретање воде на више и на ниже бива овако. Вода се из свога најнижега стања за 6 часова издиже поступно, мало по мало, све

У опште о више и јаче покрива све спрудове, плави приморја и најзад улази и у ушћа појединих приливу и од- оближњих река, и то бива све дотле, докле ливу морских вода. вода не достигне своје *највише стање*. Ових

6 часова називљу се *часови време*) *прилива*. Време овога прилива не траје дуго; убрзо се опажа за овим опадање воде, које се опет дотле продужава, докле за следећих 6 часова вода не падне опет на своје *најниже стање*. Ових 6 часова за које вода поступно опада, зову се *часови (време) одлива*. По кратком времену и пошто је вода достигла своје најниже стање, почиње она опет да расте и тако се напред описано растење и опадање воде правилно мења из дана у дан.

Ми смо простоте ради горе поменули, да ово опадање и растење бива у временима од по 6 и 6 часова, у ствари и строго узев, није то са свим тако. Растење и опадање морских вода бива у временим интервалима

од по 24 часа и 50 минута. За ово време два пут воде расту и два пут опадају и то тако, да ако је рецимо највише стање воде било једнога дана тачно у 12 часова, дакле у подне, то ће оно сутра за 50 минута доцније бити, т. ј. оно ће бити у 12 часова и 50 минута по подне, преко сутра у 1 час и 40 минута по подне и т. д.

Периода у којој се прилив и одлив понављају.

Пажљивијим опажањем дошло се до закључка, да правилно наступање прилива и одлива и њихова периода стоји у вези са синодским Месецом дана и да нарочито зависи од *новог и пуног Месеца*, дакле од нарочитих положаја Месечевих према нашој Земљи.

Месец је узрок приливу и одливу, али он није и једини узрок тој појави. О овоме се уверавамо, ако кроз неколико Месеца непрестано опажамо прилив и одлив. Оваквим се опажањем дознало, да су много већи приливи, који падају са новим и пуним Месецом уједно, него ли што су они, који падају у доба Месечевих квадратура, дакле Месечевих четврти. Осем тога, приметило се и то, да су приливи и одливи свакад већи, што год су и Месец и Сунце Земљи ближе и обрнуто. Уочена веза ове појаве са положајем Месечевим и Сунчевим, као што је и по себи разумљиво, навела је и на тумачење па и објашњење прилива и одлива. Слика 141. (на следећој страни) служи нам за објашњење прилива и одлива.

Прилив и одлив је последица Месечевих положаја према нашој Земљи.

И Сунце утиче на прилив и одлив морских вода.

Јачина привлаке зависи од одстојања светских тела у опште. Тачка *a* на нашој Земљи, најближа је Месецу и с тога мора она да трпи и најјачу привлаку, којој се за време новог Месеца и привлака Сунчева присаједињава. Услед овога је очевидно, да ће вода, која се налази у тачци *a* па и она околна, тежити да се на томе месту нагомила, те да тако произведе *прилив*. Слично стање наступа и на противној страни Земље, дакле у *b*.

Објашњење прилива и одлива. Ова је тачка *b* најудаљенија од Месеца и у њој је привлака од стране Месеца у то време најмања и вода ће, која би се на томе месту па и околина налазила, под мањом привлаком и као осло-

бођена тежити опет да се нагомила на месту *b* и тако ће да производе прилив. Пењање воде на местима *a* и *b* или боље, прилив у тим тачкама, производи онадање вода на местима *d* и *c* или тако звани одлив. На слици 141. узето је да је Сунце са Месецом у једној и истој правој линији и очевидно је у свима таквим случајевима прилив и највећи пошто и Сунце и Месец у исто време дејствују на воде на нашој Земљи. У времену, кад је Месец у квадратури, дакле за четвртину свога пута око Земље даље отишао, очевидно је, да ће при-



Сл. 141.

лив па и одлив бити у то доба мањи, пошто у овоме случају дејствује Сунце за се а тако исто Месец.

XXIV. Напомена о постанку света.

180.

Земља наша а тако и цео Сунчани систем на сваки начин нису били свакад у овоме стању, у коме се данас налазе. Навикнути, да је све промени подложно, што је око нас, ми не можемо другаче цео овај свет ни да схва-

тимо, већ као дело, које је имало свога почетка, свога развијања и које ће зар морати најзад да подлегне и потпуноме преображају садањег стања (види одржање Сунчане топлоте и могућан крај света). Према у опште о данашњем ступњу науке, ми нисмо још кадри Космогонији. да потанко изложимо све оно, што од вајкада са нашом Земљом па и Сунчаним системом било, али не могући то потанко, ми можемо бар у најкраћим потезима да се дотакнемо и онога, што је у питању о Космогонији за сада познато.

И ако се на ово питање не може ништа поуздано одговорити, опет је већи број научника покушавао, да оснује Космогонију на овај или онај начин и тако имамо покушаје од Leibnitz-a, Newton-a (види страну 96, 97, 98, 99, објашњење Земљине спљоштености) Cartesius-a, Buffon-a, Franklin-a, Kant-a и Laplace-a, али међу њима биће најбољи покушај Kant-Laplace-ов, са којим ћемо се ниже и упознати.

Кант-Лапласова претпоставка о постанку света.

181.

Лаплас је при оснивање своје претпоставке о постанку света пошао са познатих особина, које имају све планете у Сунчаноме систему, а на име: њихово годишње и дневно окретање од запада ка истоку, њихова незначатна ексцентричност, па и веома мали нагиб њихових путања. Ма какав да је узрок, који је горње особине произвео, он је по Лапласовом мишљењу морао обухватити све планете у исто доба, а пошто су планете на великим одстојањима једна од друге, онда би се поменути узрок могао да тражи само у каквој ваздушастој маси или ако можемо тако да се изразимо, у каквој ваздушастој течности, која је некада морала грдно велика бити.

Планетске особине основа за Лапласову Космогонију.

Тај узрок (као што смо видели на Коперниковом систему) учинио је, да су сва планетска кретања приближно кружна и у једном и истом смислу, а како сва планетска кретања бивају око Сунца као централнога тела, то је поменута ваздушаста маса морала омотавати и наше Сунце исто онако, као што ваздушна атмосфера нашу Земљу омотава. Осем овога Лаплас је мишљења, да је овај некадањи ваздушаста Сунчев омотач, услед веома велике топлоте у почетку заузимао гдно велики простор, који је и путању самога Нептуна обухватао, па се можда и много даље од њега простирао и да се тек поступним хлађењем и сгушњавањем најзад свео на садању Сунчеву границу.

Према овоме, Сунце наше било је некад као оно каква звезда маглином омотана или боље као какво светло језгро са сферним маглинским омотачем. Пре овога стања можда овај зачетак Сунчев, ово светло језгро, није ни постајало и све је више личило на гдно велику хаотичну маглину, а кад је ово језгро постало и почело да се креће (за што је довољна била и привлака оближних тела ван Сунчеве атмосфере) онда се и цела Сунчева атмосфера морала кретати, а како је овим кретањем у космоскоме простору она првобитна велика топлота поступно опадала, то је појамно, да је услед тога у најдаљим слојевима Сунчеве атмосфере могло наступити и одељивање појединих слојева, који су се према постојећем стању кретања такође кретали; а ако је у појединим слојевима било и какве гушће масе, која се местимце, у оним слојевима што су се хладили и одвајали, могла лако образовати, то се она најзад при-
 влаком околних слојева могла мало по мало
 Постапак пла-
 нета и њихо-
 вога кретања. и заокруглити, те тако и саме планете об-
 разовати. На овај се начин објасњава како
 постапак планета тако и њихово кретање око Сунца у
 смислу од запада ка истоку. Но исто тако може да се

објасни и дневно обртање појединих планета око својих оса. Делови планета, који су од Сунца даљи због обртања целог Сунчевога тела око осе, имали су веће брзине од брзина оних делова планетиних, који су језгру Сунчевом ближе, и на тај је начин, усљед неједнаке брзине на периферији једне и исте планете, морало да наступи и обртање појединих планета око својих оса и то разуме се опет у правцу дотадањег правца кретања, дакле од запада ка истоку.

Најзад на овој претпоставци а усљед кретања и обртања појединих планета и њихових првобитних омотача, може да се објасни и постанак планетских пратиоца (месеца) у Сунчаноме систему, а тако исто и незнатан нагиб планетских путања, пошто су се ове, као производ оних слојева, што су се од маглинске Сунчеве атмосфере одељивали и хладили, усљед обртања Сунчевога око осе, морале што ближе око полутара Сунчевога и образовати. Ова претпоставка, која може да се сматра само као добар покушај за Космогонију позната је у науци под именом Кант-Лапласове претпоставке, јер је и Кант засебно од Лапласа у своме спису «Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels» на сличан начин тежио да одговори на питање о постанку света.

Постанак пратиоца и незнатних нагиба планетских путања.

Истина је, да ова претпоставка пати и од извесних мана, које су у томе, што се по њој не може да објасни, како су планете одељивањем од Сунца изгубиле своју самосталну сјајност, а Сунце је и дан дањи има, и за што густине планетске не опадају сразмерно удаљењима од Сунца, али и поред свега тога, остаје Кант-Лапласова претпоставка као добра основа за даље и темељније напредовање у Космогонији.



ТАБЛИЦА СРЕДЪЕГА ПРЕЛАМАЊА.

| ПРИВИ- ДНА ВИ- СИНА | | | ПРЕЛА- МАЊЕ | | | ПРИВИ- ДНА ВИ- СИНА | | | ПРЕЛА- МАЊЕ | | | ПРИВИ- ДНА ВИ- СИНА | | | ПРЕЛА- МАЊЕ | | | ПРИ- ВИДНА ВИС. | | ПРЕЛА- МАЊЕ | |
|---------------------------|----|----|----------------|----|----|---------------------------|----|----|----------------|----|----|---------------------------|----|----|----------------|----|----|-----------------------|---|----------------|--|
| О | ' | " | О | ' | " | О | ' | " | О | ' | " | О | ' | " | О | ' | " | О | " | | |
| 2 | 0 | 18 | 9 | 0 | 5 | 49 | 16 | 0 | 3 | 19 | 30 | 0 | 1 | 40 | 44 | 60 | | | | | |
| | 10 | 17 | 23 | 10 | 5 | 43 | | 20 | 3 | 15 | 20 | 1 | 38 | 45 | 58 | | | | | | |
| | 20 | 16 | 41 | 20 | 5 | 38 | | 40 | 3 | 11 | 40 | 1 | 37 | 46 | 56 | | | | | | |
| | 30 | 16 | 1 | 30 | 5 | 32 | 17 | 0 | 3 | 7 | 31 | 0 | 1 | 36 | 47 | 54 | | | | | |
| | 40 | 15 | 23 | 40 | 5 | 27 | | 20 | 3 | 3 | 20 | 1 | 35 | 48 | 52 | | | | | | |
| | 50 | 14 | 48 | 50 | 5 | 21 | | 40 | 2 | 59 | 40 | 1 | 33 | 49 | 50 | | | | | | |
| 3 | 0 | 14 | 15 | 10 | 0 | 5 | 16 | 18 | 0 | 2 | 56 | 32 | 0 | 1 | 32 | 50 | 48 | | | | |
| | 10 | 13 | 44 | 10 | 5 | 11 | | 20 | 2 | 53 | 20 | 1 | 31 | 51 | 47 | | | | | | |
| | 20 | 13 | 15 | 20 | 5 | 6 | | 40 | 2 | 49 | 40 | 1 | 30 | 52 | 45 | | | | | | |
| | 30 | 12 | 48 | 30 | 5 | 2 | 19 | 0 | 2 | 46 | 33 | 0 | 1 | 29 | 53 | 44 | | | | | |
| | 40 | 12 | 24 | 40 | 4 | 57 | | 20 | 2 | 43 | 20 | 1 | 28 | 54 | 42 | | | | | | |
| | 50 | 12 | 1 | 50 | 4 | 53 | | 40 | 2 | 40 | 40 | 1 | 27 | 55 | 40 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 56 | 39 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 57 | 38 | | | | | | |
| 4 | 0 | 11 | 39 | 11 | 0 | 4 | 49 | 20 | 0 | 2 | 37 | 34 | 0 | 1 | 25 | 57 | 38 | | | | |
| | 10 | 11 | 18 | 10 | 4 | 44 | | 20 | 2 | 35 | 20 | 1 | 24 | 58 | 36 | | | | | | |
| | 20 | 10 | 59 | 20 | 4 | 40 | | 40 | 2 | 32 | 40 | 1 | 23 | 59 | 35 | | | | | | |
| | 30 | 10 | 40 | 30 | 4 | 36 | 21 | 0 | 2 | 29 | 35 | 0 | 1 | 22 | | | | | | | |
| | 40 | 10 | 21 | 40 | 4 | 32 | | 20 | 2 | 27 | 20 | 1 | 21 | 60 | 33 | | | | | | |
| | 50 | 10 | 3 | 50 | 4 | 29 | | 40 | 2 | 24 | 40 | 1 | 20 | 61 | 32 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 62 | 31 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 63 | 29 | | | | | | |
| 5 | 0 | 9 | 47 | 12 | 0 | 4 | 25 | 22 | 0 | 2 | 22 | 36 | 0 | 1 | 19 | 63 | 29 | | | | |
| | 10 | 9 | 31 | 10 | 4 | 21 | | 20 | 2 | 20 | 20 | 1 | 18 | 64 | 28 | | | | | | |
| | 20 | 9 | 16 | 20 | 4 | 18 | | 40 | 2 | 17 | 40 | 1 | 17 | 65 | 27 | | | | | | |
| | 30 | 9 | 2 | 30 | 4 | 15 | 23 | 0 | 2 | 15 | 37 | 0 | 1 | 17 | 66 | 26 | | | | | |
| | 40 | 8 | 48 | 40 | 4 | 11 | | 20 | 2 | 13 | 20 | 1 | 16 | 67 | 25 | | | | | | |
| | 50 | 8 | 36 | 50 | 4 | 8 | | 40 | 2 | 11 | 40 | 1 | 15 | 68 | 23 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 69 | 22 | | | | | | |
| 6 | 0 | 8 | 23 | 13 | 0 | 4 | 5 | 24 | 0 | 2 | 9 | 38 | 0 | 1 | 14 | 69 | 22 | | | | |
| | 10 | 8 | 12 | 10 | 4 | 2 | | 20 | 2 | 7 | 20 | 1 | 13 | 70 | 21 | | | | | | |
| | 20 | 8 | 0 | 20 | 3 | 59 | | 40 | 2 | 5 | 40 | 1 | 12 | 71 | 20 | | | | | | |
| | 30 | 7 | 50 | 30 | 3 | 56 | 25 | 0 | 2 | 3 | 39 | 0 | 1 | 11 | 72 | 19 | | | | | |
| | 40 | 7 | 39 | 40 | 3 | 53 | | 20 | 2 | 1 | 20 | 1 | 10 | 73 | 18 | | | | | | |
| | 50 | 7 | 29 | 50 | 3 | 50 | | 40 | 2 | 0 | 40 | 1 | 10 | 74 | 17 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 75 | 16 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 76 | 15 | | | | | | |
| 7 | 0 | 7 | 20 | 14 | 0 | 3 | 47 | 26 | 0 | 1 | 58 | 40 | 0 | 1 | 9 | 76 | 15 | | | | |
| | 10 | 7 | 11 | 10 | 3 | 45 | | 20 | 1 | 56 | 20 | 1 | 8 | 77 | 13 | | | | | | |
| | 20 | 7 | 2 | 20 | 3 | 42 | | 40 | 1 | 54 | 40 | 1 | 7 | 78 | 12 | | | | | | |
| | 30 | 6 | 53 | 30 | 3 | 40 | 27 | 0 | 1 | 53 | 41 | 0 | 1 | 6 | 79 | 11 | | | | | |
| | 40 | 6 | 45 | 40 | 3 | 37 | | 20 | 1 | 51 | 20 | 1 | 5 | | | | | | | | |
| | 50 | 6 | 37 | 50 | 3 | 35 | | 40 | 1 | 50 | 40 | 1 | 5 | 80 | 10 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 81 | 9 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 82 | 8 | | | | | | |
| 8 | 0 | 6 | 30 | 15 | 0 | 3 | 32 | 28 | 0 | 1 | 48 | 42 | 0 | 1 | 4 | 82 | 8 | | | | |
| | 10 | 6 | 22 | 10 | 3 | 30 | | 20 | 1 | 47 | 20 | 1 | 3 | 83 | 7 | | | | | | |
| | 20 | 6 | 15 | 20 | 3 | 27 | | 40 | 1 | 45 | 40 | 1 | 3 | 84 | 6 | | | | | | |
| | 30 | 6 | 8 | 30 | 3 | 25 | 29 | 0 | 1 | 44 | 43 | 0 | 1 | 2 | 87 | 3 | | | | | |
| | 40 | 6 | 2 | 40 | 3 | 23 | | 20 | 1 | 42 | 20 | 1 | 1 | 90 | 0 | | | | | | |
| | 50 | 5 | 55 | 50 | 3 | 21 | | 40 | 1 | 41 | 40 | 1 | 0 | | | | | | | | |
| | 9 | 0 | 5 | 49 | 16 | 0 | 3 | 19 | 30 | 0 | 1 | 40 | 44 | 0 | 1 | 0 | | | | | |

ПОДРОБАН САДРЖАЈ

ПО АЗБУЧНОМ РЕДУ.

(БРОЈЕВИ ПРЕДСТАВЉАЈУ СТРАНЕ).

А.

Аберација 169, 170, 171.
Августова поправка календара 240.
Азимут 93, 133.
Акронијтички исход 200.
Аламак 18.
Алгол (перијодска звезда) 266.
Ал-јат 17.
Алкциона 274.
Алмамум калиф 92.
Алмагест (Magna Constuctio) 92, 283.
Алмукантарат 12.
Алфавит 26.
Алферд 17.
Анџсагора 77.
Андромеда 18.
Андромедина (алињман) 44.
Алињмански начин 24.
Антинус 19.
Антинусов алињман 48.
Анаксимаанда 107.
Апмалија (планетина) 184.
Антиподи (подиожници) 126, 197.
Апсидна линија 182.
Арго лађа (звезд. јато) 18.
Арагово упоређење светлости 274.
Араско мерење Земље 92.
Аристотело 77, 107.
Архимед 78, 107.
Асирјани о облику Земље 75.
Астрологија 78.
Астрогнозија 23.

Астрономски дан 231.
Атмосфера Земљина узрок зори и сутону 200.
Атмосфер. висина (гравица) 201.
Атмосф. Месечева 403.

Б.

Бенетнаш 17.
Беселове димензије 102.
Близанци 18, 174.
Близнаца алињман 28, 41.
Боја озвездинских појава 463.
Бразде на Сатурну 385.
Бразде по Јупитеровој површини 380.
Брегови на Месецу 398.
Брзина полутаревих тачака 129.
Брзине тачака у Краљевини Србији 130.
Брзина Земљ. око Сунца 184.
Број Сунчевих и Месечевих помрачења 419.
Број озвездина 447, 448.
Бројање астрономских часова 231.
Број звезда по Хершелу 248.
Брзина озвездинска 448.
Бугосло мерење Земље 101.

В.

Вавилоњани и облик Земље 75.
Важн. репатице у XIX. веку 434, 435, 436, 437, 438.

Варијација Месеч. 507.
Ватрене лопте 455, 456.
Вега 24.
Вегин алињман 36.
Вековне пертурбац. 508.
Велики медвед (кола) 16, 17.
Великог медведа алињман 27.
Великог пса алињман 54.
Великог лафа алињман 28, 40.
Велики пас 18.
Велики лаф 17, 147.
Величина наше Земље 71.
Велика полуоса планетских путања 304.
Венера, физички опис њен 365, 366, 367.
Вереничине косе алињман 38.
Вечерњача 341.
Вечерња даљина 134.
Вече (запад) 10, 199.
Владарица планета 235.
Висина звездина 133.
Висна паралактика 161.
Влашићи (плејаде) 20.
Вољујарка (Сиријус) 18.
Возар 18.
Возаров алињман 32
Водолпја 19, 148.
Водолин алињман 64.
Време Сунчаног обртања око своје осе 318.
Времена подела 3.
Време Земљиног обртања 129.
Времена разлика последица обртања Земљиног 198.
Време оптицања 301.

Вурмов закон за планетска удалења 374.
Вучица 19.

Г.

Гавран 20.
Гавранов алињман 57.
Географске координате 192.
Географска дужина (подневица) 191.
Географска ширина (полутарска даљина) 189.
Географска миља 104.
Геодан облик Земље 103.
Геод 103.
Геометријски хоризонт 67.
Геоцентрич. дужина планетина 305.
Годишња паралакт. 166.
Година дана (година) 236.
Голуб 18.
Голубов алињман 56.
Горе и доле (појам) на Земљи 127.
Горња кулминација 13.
Грешка Јулијанске године 240.
Грађански дан 230.
Граница осветљења 174.
Григорије XIII. папа и његова поправка календара 241, 242.
Грчка година дана 238.
Гулдови знаци 375.
Гуштер 19.

Д.

Дан раван ноћи 211.
Дан 15, 196, 220.
Даљина небеских тела (изналажење) 162.
Даљина еклиптичнога обрта 152.
Двојне звезде 268.
Двојне су звезде везане оптички и физички 269.
Двојне звезде подлеже Кеплеровим законима 271.
Дедамброво мерење 101.
Де-ла-хир-ово мерење Земље 96.
Делимично помрач. Сунчево 416.
Делови репатица, језгро, магњина, реп 431.

Декаде 236.
Деклинац. (скретај) звезде 136.
Депресија хоризонтова 84.
De Revolutionibus orbium coelestium 93.
Дименз. су васионе бескрајно велике 185.
Димензије Земљине елипсе 102.
Дисоцијација 319.
Дјевица 19, 147.
Дјевичин алињман 57.
Длето 18.
Дневно привидно кретање звезда 14.
Дневни лук звездин 15.
Дневна паралактика 161.
Догледни круг 2.
Доказ лоптастог облика 96.
Доказ обртања Земље око осе пасатским ветровима 117.
Доказ обрт. Земље око осе скретањем од вертикалног правца 114.
Дообртне (циркмполарне) звезде 13.
Доња кулминација 13.
Други тип звезда некретница 264.
Дугоднев. тачке 153.
Дужина укрснице пењања 304.
Дужина планетина (епоха) 304.
Дужина перихела 304.
Дужина дана на разним местима на Земљи 214.
Дужина метра 102.
Дужина звезде 152.
Дурбиј 19.
Дуб 17.

Е.

Евекција Месечева 507.
Египћани о облику Земље 75.
Егзактне науке и мерење ступња 101.
Елементи планетских путања 298.
Електрична машина 18.
Елонгац. (вајвећа) планетина 341.
Елипсоидан облик Земље 100.

Еклиптикина косина послед. од нагнут. Земљ. осе 179.
Еклиптикини обрти 145.
Еклиптикина косина 145.
Еклиптика 144.
Ексцентричност Земљине путање 183.
Ексцентричност путањина 304.
Ексцентрична аномалија 303.
Еридан река 18.
Еридан реке алињман 66.
Ератостеново прво мерење 90.
Ефемерида (годишњица) 300.

Ж.

Ждрече (звезд. јато) 19.
Ждречетов алињман 48.

З.

Закон гравитације и мерење Земље 94.
Запад (вече) 10.
Западна страна 10.
Западна хемисфера Земље 13.
Застој нашега сазнања 78.
Заход 197.
Застајивање планетина 339.
Зашто не осећамо Земљино обртање 125.
Зашто не осећамо прекренуто стање 125.
Звезде падалице 449.
Звездане гомиле 275.
Звездане планете 271.
Звездани дан 221.
Звездана Сунчева година 219.
Звездана јата 15.
Земља се обрће једнаком брзином 128.
Земљина велика полуоса 102.
Земљина мала полуоса 102.
Земљина оса 12.
Земљина оса остаје при окрет. око Сунца сама себи упоредна 185.
Земљина оса није на еклиптици управна 176.
Земљин подневак 12.

Земљина оса не пада са еклиптиком уједно 179.
Земљини подневци 13.
Земљин полутар 12, 13.
Земљино површје није правил. елипсоид 104.
Земљ. спљоштеност 102.
Земски крузи 6.
Зенит (темена тачка) 7.
Зенитна даљина звезди-на 134.
Зец 18.
Зечев алињман 56.
Зидарски квадранат 19.
Зима 206.
Зимња краткоднев. (Solstitium) 209.
Зимњи Сунч. поврат 146.
Змај 19.
Змајев алињман 30.
Змија 19.
Змијин алињман 59.
Змијоношин алињман 59.
Знаци појединих планетоида 375.
Зодијак (животињ. круг) 146.
Значење зодијаков. звезданог јата 147.
Зодијакова јата и небески знаци не падају уједно 149.
Зодијакова светлост (маглински колути) 470.
Зона без сенке на Земљи 216.
Зона са две сенке на Земљи 216.
Зоне са једном сенком на Земљи 217.
Зора 200.
Зорњача 341.
Зрачна тачка, зрачење звезда падалица 449.

И.

Идентичност географске дужине са временом разликом 195.
Извори Сунчане топлоте 329, 330, 331, 332, 333, 335.
Изражавање времена луком 4.
Изражавање лука временом 5.
Израчунавање догледи. круга 83.
Израчунавање Земљине сенке 412.

Имена месеца у години 233.
Инђијанци о облику Земље 75.
Инорог 18.
Инорогов алињман 54.
Исток (јутро) 10.
Источна страна 10.
Источна хемисфера (Земље) 13.
Источ. скретање од вертикалног правца 114.
Исход 197.

Ј.

Јарам 148.
Јегипћанска година дана 238.
Јелен 18.
Јеленов алињман 69.
Јесен 206.
Јесења равност. 145.
Јован Рише 96.
Југ (подне) 9.
Јужни обрт (пол) света 9.
Јужни поларни круг 210.
Јужна риба 19.
Јужне рибе алињман 64.
Јужна тачка (југ) 9.
Јужна хемисфера неба 11.
Јулијанска година дана 239.
Јупитер, физички опис његов 379.
Јутарња даљина 134
Јутро (исток) 10, 199.

К.

Календар име 229.
Калипова поправка године дана 238.
Калипов круг 238.
Камелопард 17.
Камелопардов алињман 32.
Капела (коза) 24.
Карактеристика горњих планета 342—357.
Карактеристика доњих планета 340.
Карактеристика спољних планета 363.
Карактеристика унутарњих планета 363.
Касинијево мерење Земље 96.
Касиопеја 18, 24.
Касиопејин алињман 32.

Кастор 18.
Катанчић 17.
Квадратура 301, 302.
Кеплер и његови закони 293, 294, 295, 296, 297, 298.
Кеплеров закон вреди и за Земљу 157.
Кеплеров проблем 304.
Кентавор 20.
Кентаворов алињман 57.
Кесе 18.
Кесеов алињман 31.
Киносура 21.
Кит (звездано јато) 18.
Китов алињман 31.
Козорог 19, 148.
Козорога алињман 64.
Кола (велики медвед) 16, 17.
Колебање светске осе (Nutatio) 512.
Колипа (мали медвед) 19.
Колуласти брегови на Месецу 401.
Колуласто помрач. Сунчево 415.
Колути Сатурнови 336.
Компас (звезд. јато) 18.
Компаса алињман 69.
Комутација 305.
Конјункција 301, 302.
Констелац. знаци 301, 302.
Координат. системи 131.
Координате полугарског система 135.
Координате хоризонталног система 133.
Коперник 93, 107 285.
Коперник (на Месецу) 399.
Коперников систем света 285, 286.
Кора озвездинскога камења 459.
Корона (бљештећи венац) 313.
Коса вереничина 19.
Косе вереничине алињман 38.
Космички исход 200
Кратери (имена њихова) 400.
Кратери на Месецу 400, 401.
Краткоднев. тачке 153.
Кретање звезда и кретање линија у спектру 281.
Кретање маглина 279.

Кретање Сиријусово 281.
Круг (кружна линија) 2.
Круг највећи 2.
Кругова даљина 189.
Кругу на небу одговара
круг на Земљи 187.
Круна северна 19.
Кулминација 13.
Кулминационе тачке 13.

Л.

Лабуд 19.
Лабудов алињман 40.
Лавов рој звезда пада-
лица (Леониди) 451,
452, 453, 454, 455.
Ладве зоне (северна по-
ларна и јужна поларна
зона) 216.
Лађа Арго 18.
Лађе Арго алињман 69.
Lambert-ово мишљење о
централном Сунцу 274.
Лапландско мерење Зе-
мље 100.
Летња дугодневица 212.
Летњи Сунчев поврат
(Solstitium) 145.
Лето 206.
Либрације Месечеве 406.
Ликорезачка радионица
18.
Лира 19.
Лирић алињман 36, 39.
Лисац са гуском 19
Личев алињман 48.
Ловац 19.
Ловчев алињман 28, 34.
Лунације Месечеве 406.
Лучна подела круга 3.

М.

Маглине 275.
Маглински колут (свет-
лост зодијакова) 470.
Мале планете (плането-
иди) 373.
Мали лаф 17.
Малога лафа алињман
28, 40.
Мали медвед (колица) 19.
Малога медведа алињман
29.
Мали пас 18.
Малога пса алињман 43,
54.
Mare nectaris 399.
Марс, физички опис ње-
гов 368, 369, 370, 371,
372, 373.

Маса озвездинског ка-
мења Соко-Бања 465.
Маса у ренатица звезда
433.
Маса маглина 280.
Математичка клима раз-
ликује се од физичке
218.

Мегрез 17.
Медлерово мишљење о
централном Сунцу 274.
Мерак 17.
Мерење Земље и закон
гравитације 94.
Меридијан (подневак) 9.
Меридијан почетни 190.
Меркур, физички опис
његов 363, 364, 365.
Месећ дана 232.
Месећ дана (аномали-
стички) 396.
Месећ дана (змајев) 397.
Месећ дана (сиподски)
396.
Месећ дана (Сунчев) 397.
Месећ дана (тропски)
396.
Месеци (пратиоци, сате-
лити, трабанти) 393.
Месеци планете Марса
372.
Месеци Нептуна, Урана
Сатурна, Јупитера,
планетоида Меркура
427, 428, 429.
Месећ наше Земље 394.
Месећ планете Венере
366.
Месећ нам показује јед-
ну своју страну 420.
Месечева година 232,
237.
Месечева путања у Сун-
чаном систему 408.
Месеч. мене (фазе) 405.
Мешен-ово мерење 101.
Метонова поправка го-
дине дана 238.
Мизар 17.
Мишљење о будућности
Сунчевој 336.
Мишљење о постапку
планетоида 378.
Мишљење старих наро-
да о облику Земље 72.
Мишљење старих наро-
да о свету 106.
Млечни пут (кумова сла-
ма) 252.
Могућан крај нашега
свега 336.

Мопертуи - ово мерење
101.
Мора на Месечевој по-
вршини 397.
Мохос 147.
Муха 18.
Мухин алињман 46.

Н.

Нагиб Земљине осе ста-
лап 184.
Надир (подножна тач-
ка) 7.
Називи (имена) географ-
ска ширина и дужина
и постапак 192.
Наименовање дана по
астролошкој основи
235.
Напредно и назадно кре-
тање планета 338.
Небеска оса 9.
Небеска сфера 1, 132.
Небески крузи 6.
Небески подневак 9.
Небески полутар 10.
Небо 1.
Недеља 236.
Недеља зависи од Ускр-
са 244.
Неједнако осветљ. Зем-
љиних половина 205.
Некрегнице звезде крећу
се 272.
Неједнака брзина Зем-
љина и уплив на го-
диншта 183.
Неподесн. правога Сун-
чаног дана за бро-
јање времена 221.
Непокретни празн. 244.
Нептун, физички опис
његов 392.
Неслагање астроном. и
грађан. датума 231.
Никејски први сабор 241.
Нове звезде 267.
Нови календар (Григо-
ријански) 242.
Ноћ 16.
Ноћни лук звездин 15.
Nundinae 236.

Њ.

Њутн 95.
Њутнов закон гравита-
ције 95.
Њутнов доказ лоптастог
облика 96.

О.

Обитаваоци Месеч. 404.
 Обитаваоци Јупитерови 388.
 Обим полутареџ 104.
 Објашњење напредног и назадног кретања доњих планета 345, 346.
 Објашњење једанаестогодишње периоде Сунчаних пега 325.
 Објашњење Сунчаг, привидног кретања 156.
 Објашњ. аберације паралелограмом брзина 172.
 Објашњење прилива и одлива 515, 516.
 Објављивање средњега подза 223.
 Образац за удаљење звезда 225.
 Образов. Сунчаних пора 323.
 Образовање велик. Супчавих пега 323.
 Образов. високих протуберанција 324.
 Обрги (полњи света) 6.
 Обрг. Земље око своје осе 106.
 Обртна (полова) даљина 137.
 Облик наше Земље 71.
 Ован 18, 147.
 Овнов алињман 46.
 Однос аберације према паралактици 170.
 Одлив морских вода 514.
 Озвездинско камење Соко-Бања 462.
 Озвездинско гвожђе 459.
 Озвездинско камење у опште 459.
 Озвездине (метеор.) 442, 443.
 Окретање Земљино око Сунца не производи промене у звезданим констелацијама 185.
 Окрет. Земље око Сунца 155.
 Окулац. Месечева 343.
 Оморово мишљење о облику Земље 74.
 Опозиција 301, 302.
 Опредељење паралактике 164.
 Орао 19.
 Орлов алињман 52.

Оријон 18, 20.
 Оријонов алињман 52.
 Оријентација северњачом 20.
 Оса круга 6.
 Основа за грађанско рачунање времена 219.
 Основне равни Астрономије 153.
 Основи за обртање Земље око осе 108, 109, 110, 111.
 Основа за мерење Земље 90.
 Основица 95.
 Основа за кружно кретање 289.
 Основи за округливу Земље 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89.
 Основа за објашњ. помицања равнодневица 510.
 Особине највећих кругова 6.
 Офијух 19.

П.

Паласово гвожђе 457.
 Паралактика 160.
 Пасатски ветрови последица обртања Земљиног 117.
 Паскалија 245.
 Пегаз 19.
 Пегазов алињман 44.
 Пепељаво осветљ. Месечево 408.
 Перзео 18.
 Перзеов алињман 33.
 Перзеов рој звезда падалица (Перзеиди) 450.
 Перикле 77.
 Периодске звезде и мерења њихове сјајности 265.
 Период прилива и одлива 515.
 Период. репатице 438, 439.
 Перуанско мерење Земље 100.
 Пертурбације последица узајамне привлаке 504.
 Периодске и вековне пертурбације 505.
 Пијар 17.
 Пикард и његово мерење Земље 95.

Питагора 78.
 Питагорино учење о облику Земље 76.
 Планете сијају добивеном светлошћу 342.
 Планетске особине основана за Космогонију 517.
 Плејаде (влашићи) 20, 250.
 Плискавчев алињман 48.
 Повремене звезде 267.
 Поврат козорога 209.
 Површје Земљино 105.
 Подела звезда на класе (величине) 248.
 Подела кружна 3.
 Подела привидног хоризонта 10.
 Подзе 138, 196., 197.
 Подзевак (меридијан) 9.
 Подневица (географска дужина) 191.
 Поднежна линија 10.
 Подневички кругови 192.
 Подножна тачка (надир) 7.
 Подина хоризонтова 84.
 Појава ватрене долте 456.
 Покретни празници 245.
 Поларна звезда (северњача) 22.
 Поларни кругови 210.
 Полак 18.
 Поларисање и поларископ 246.
 Полови (обрги) 6.
 Полукс 18.
 Полупречник Земљин 84, 104, 105.
 Полутарски ступањ 104.
 Помицање равнодневица (Ptolemaeus) 149—219.
 Помрачење Месеца у опште 409.
 Помрачење Месеца (савршено) 411.
 Помрачење Месеца (делмично) 411.
 Помрачења Месечева у XIX. веку 414.
 Помрачење Сунца у опште 414.
 Поноћ 138, 197.
 Поноћно Сунце 198.
 Поре (грануле) језгра на Сунцу 315.
 Посидоније 32.
 Последње поправке календара 239.

Посматрање појава на небу повод подели времена 228.
 Постанак планета и њихова кретања 518.
 Постап. планетских пратиоца и незнатног нагиба планетских путања 519.
 Почетак астрономскога дана 231.
 Почет. грађанскога дана 230.
 Почетак дана у православној цркви 232.
 Почетак нове год. у разних народа 243, 244.
 Права аномалија планетина 302, 303.
 Правн дан грађан. 231.
 Прави Сунчани дан 221.
 Прави хоризонт 7, 8.
 Први вертикални круг 134.
 Први (почетни) меридијан 190.
 Први појам о светском систему 233.
 Први тип звезда некретница 263.
 Прелази доњих планета 353—357.
 Прелазна периода календарска 241.
 Преступне године 239.
 Претварање звезд. времена, у средње Сунчано и обрнуто 228.
 Претпоставке о променљивости звездан. сјаја 267.
 Пречн. догледнога круга 83.
 Приближавање звезда и брзина 281, 282.
 Привидна места небеских тела 131.
 Привидни хоризонт 1.
 Привидно кретање Венерино 343, 344.
 Привидно кретање звезда услед окретања Земљинога 165.
 Привидно кретање Меркурово 338.
 Привидно удаљење небеских тела 131.
 Привидно обртање небеске сфере 8.
 Привидно пењање звезда 84, 85.

Привидно спуштање звезда 84, 85.
 Привлака узрок округлине Земљине 87.
 Приговори против обртања Земље око осе 125.
 Прилив морск. вода 514.
 Пролећ. тачка 135, 149, Пролеће 206.
 Пролећна равнодневица 145, 211.
 Промена на звезданом небу услед окретања Земље 165.
 Протуберанц. 313, 314.
 Птоломеов светски систем 284.
 Путања је Земљина око Сунца елиптична 168.
 Путање озвездина 444, 445, 446.
 Путање планетоида 378.
 Путање репатица 434.

Р.

Равнодневак 16.
 Равноднечико коло 153.
 Равњање времена 223, 224.
 Рад Сунчев 325, 326, 327, 328.
 Раздвајање двојних звезда 269.
 Развој нашег сазнања о облику Земље 71.
 Рак 17, 147.
 Раков алињман 43.
 Распрскавање ватрене доште 459.
 Регулисање часовн. 226.
 Регул 18.
 Резултати спектрал. анализе 262.
 Река Еридан 18.
 Ректасценз. (успоп) 136.
 Репатице звезде (комете) 429.
 Репатице немају утицаја на ток појава у нашој атмосфери 430.
 Решавање задатака 473.
 Рибе 18, 148.
 Рибин алињман 46.
 Рис 17.
 Рисов алињман 41.
 Ртови 19.
 Ртова алињман 43.

С.

Садржина астрономскога календара 230.
 Савремено објашњ. озвездинске појаве 466, 467.
 Савршено (тотално) помрачење Сунчево 313, 415.
 Савршена Сунчева помрач. у XIX. веку 419.
 Сатурн, физички опис његов 383.
 Састав двојних звезда с погледом на њихову величину 269.
 Састојци озвездинскога гвожђа 460.
 Састојци озвездинскога камења 459.
 Састојци Сунчевог омотача 313.
 Светлост озвездинских појава 468.
 Свођењ. географских дужина на произвољан меридијан 194.
 Север (поноћ) 9.
 Северна тачка (север) 9.
 Северна хемисфера неба 11.
 Северне круне алињман 36.
 Северни обрт (пол) света 9.
 Северни поларни круг 210.
 Северњача (поларна звезда) 23.
 Северњачин алињм. 28, 29.
 Седмица (недеља дана) 234.
 Секстанат (звездан. јато) 17.
 Секстантов алињмин 43.
 Сен-Клер Девиљев проналасак 319.
 Сизигије Месечеве 406.
 Сирах 18.
 Сиријус. 18.
 Скафион 90.
 Скиптар бранденбуршки 18.
 Скорпија 19, 148.
 Скоријин алињман 59.
 Скретај звезде (деклинација) 136.
 Слике на звезданим картама 17.

Слободно кретање тела 157.
 Словенска имена дана у седмици 235, 236.
 Смук (хидра) 17.
 Смуков алињман 43, 57.
 Свѣлије Вилеброра 93.
 Собјесков штит 19.
 Собјескова штита алињман 62.
 Сократ 77.
 Софокло 77.
 Спект. Алдебарана 262.
 Спектар Ибт-ел-Баузе 262.
 Спектар Јупитеров 382.
 Спектар прогуберанција 314.
 Спектар репатица 442.
 Спектар Сатурнов 384.
 Спектар Сунчев 260.
 Спектрална карактеристика металних елемената 261.
 Сиљоштеност Земљ. последица обртања 111.
 Средња аномалија планетина 302, 303.
 Средње Сунце 222.
 Средње Сунчано време 222, 223.
 Средњи елементи планетских путања 359, 360.
 Средњ. Сунчани дан (подела) 223.
 Средњи Сунчани дан дужи од звезданог 227.
 Стадија 91.
 Стари календар (Јулијански) 242.
 Старе планете 283.
 Стационарно стање планета 342.
 Стране света 10.
 Стрелац 19, 148.
 Стрелчев алињман 59.
 Сунце, централно тело Сунчан. система 306.
 Сунчана светлост уопређена са Кашелином 251.
 Сунчана паралактика 357.
 Сунчане пеге и кретање њихово 315.
 Сунчане буктиње 316.
 Сунчева близина (Perihelium) 183.
 Сунчева величина 310.
 Сунчева година 218, 337.
 Сунчева даљина (Aphelium) 183.

Сунчева маса, запремина и густина 311.
 Сунчев полупречник у разпо доба године 181.
 Сунчев поврат 207—209.
 Сутон, астрономски и грађански 202.
 Сутонска зона 201.
 Сутонски круг 201.
 Суштина Сунчева помрачења 415.

Т.

Тале грчки философ 77.
 106.
 Тацит 77.
 Тачка око које се Сунне окреће 273.
 Тачке застајивања 347, 348, 349, 350, 351.
 Тежни правац 7.
 Телац (звездано јато) 18, 20, 147.
 Телчев алињман 50.
 Темна тачка (зенит) 7.
 Теорија о Сунчаним пегима 318, 319, 320, 321, 322, 324, 325.
 Теразије (холот, звездано јато) 20, 59, 147.
 Терције 4.
 Типа усамљена (звездано јато) 20.
 Тидијусов закон 373.
 Тихонов светски систем 287.
 Тифон 148.
 Топла зона (топли, жарки појас) 215.
 Топлотно дејство Сунчево на Земљу 205.
 Toise du Pegou 101.
 Трајање помрачења Месечевих 413.
 Трајање Сунчевог помрачења 418.
 Трајање озвездинских појава 444.
 Трајање годишта на северној половини Земље 207.
 Трећи тип звезда некретница 264.
 Тријангулација 93.
 Троугао (звездано јато) 18.
 Троуглов алињман 46.
 Троугао зенит — обрт — звезда 139.

Тропска Сунчева година 218.
 Тукидид 77.

У.

Увођење суботе у седмицу 236.
 Увођење календара у разним државама 242, 243.
 Угао за који се клатно-ва равнина мења 121.
 Угаона подела круга 3.
 Угасито црвена боја помрачења 411.
 Угломер (звездано јато) 19.
 Удаљавање звезда и брзина 281, 282.
 Удаљене Сунца од Земље 301, 308, 309.
 Укрсн. путањске (пресеци) 299.
 Укупан број звезданих јата 25.
 Умерене зоне на Земљи 217.
 Упорјеђење Месечевих и Сунчевих помрач. 417.
 Упоредник, упоредници по небеској сфери и на Земљи 12, 187.
 Употреба циркумполарних звезда 13.
 Уран, физички опис његов 389.
 Уронци на Месецу 402.
 Усеци на Месецу 401.
 Услон (ректасценз.) 136.
 Услов за образовање хрђе на Сунцу 322.

Ф.

Фазе (мене) дових планета 351, 352.
 Philosophiæ natural. est. 97.
 Физички stroj репатица 440, 441.
 Физички stroj планетоида 377.
 Фотометријска основа за разликов. класа 251.
 Фраунхоферове линије у спектру 260.
 Фридрихова част 19.
 Фуколтово клатно 118.
 Фуколтов доказ Земљиног обртања 118.

Х.

Наидингер-ова теорија о
ватреним лоптама 469.
Хелијакички исход 200.
Хелиоцентричка дужина
планетина 305.
Хемисфера 11.
Хемијски апарат 18.
Херкул 19.
Херкулов алињман 36.
Херодот 77.
Хидра (срук) 17.
Хијаде 20, 250.
Хипархова поправка ка-
лендара 238
Хомот (теразије) 20, 148.
Хоризонт 1.
Хоризонтова површ. 2.

Хоризонтна паралакти-
ка 161.
Хромосфера 314.

Ц.

Централна сила 292.
Централно Сунце 273.
Централна постојана си-
ла неопходно нужна за
кружно кретање 291.
Централни брегови на
Месецу 401.
Централно помрачење
Сунчево 415.
Центрифугал. и центри-
петална сила 292, 293.
Циркумполарне (дообрт-
не звезде) 13.

Ч.

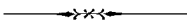
Часовни угао 137.
Часовни круг 137.
Часовница 137.
Четврти тип звезда не-
кретница 264.

Џ.

Џенебола 17.

Ш.

Ширина звезде 152.
Шмрк (звездано јато) 17.
Шмрков алињман 69.
Шта је нужно за опре-
дељење привидних ме-
ста на небу 131.



ВАЖНИЈЕ ГРЕШКЕ ¹⁾.

(РЕДОВИ СУ СВИ ОДОЗГО ВРОЈАНИ).



| СТРАНА | РЕД | | СТРАНА | РЕД | |
|---------------|--------|---|--------|-----------|---------------------------------|
| 1 | 3 | читај: хоризонту | 26 | 24 | читај: тита |
| 1 | 7 | » небројно | 28 | 33 | » који |
| 2 | 6 | » <i>коју</i> место <i>што је</i> | 29 | 11 | » Кеплерови |
| | | | 29 | 16 | » Мизара |
| 3 | 5 | » потподеле | 29 | 14 | » удаљење |
| 3 | 13 | » <i>временска</i> место времена свуд | 29 | 24 | » за тим |
| | | | 30 | 10 | » Змајевом |
| 3 | 25 | » <i>један</i> <i>сталан</i> место <i>један пут за свагда</i> | 31 | 25 | » Млечном Путу |
| | | | 32 | 5 | » Касиопеја |
| 4 | 6 | » <i>дељењем</i> | 33 | 11 | » који |
| 4 | 10 | » <i>ових</i> место <i>следећих</i> | 35 | 24 | » близу |
| | | | 36 | 3 | » тим |
| | | | 36 | 25 | » Северњачи |
| 8 | 5 | » представља | 37 | 35 и 27 | » Маслиновој |
| 8 | 15 | » један пут | 37 | 37 | » правоугли |
| 9 | 12 | » ступања | 39 | 9 | » спирално |
| 10 | 7 | » представљају. | 39 | 26 | » Близу |
| 10 у маргина- | | | 39 | 27 | » <i>који</i> место <i>кога</i> |
| лији | | » хоризонта | 44 | 7 | » Андромеде |
| 10 у маргин. | | » света | 45 | 28 | » примећивања |
| 11 | 17 | » разумеју | 45 | 33 | » интензивним |
| 12 | 7 | » оба | 49 | 5, 10, 22 | » који |
| 12 | 8 | » система | 49 | 33 | » много |
| 14 | 5 | » инструмент | 50 | 24 | » две звезде |
| 14 | 9 | » пасажем | 53 | 25 | » оне три звезде |
| 16 | 27 | » Лав | 55 | 6 | » уху |
| 17 | 5 | » оријентовати | 57 | 8 | » Кентавра |
| 17 | 11 | » <i>што</i> место <i>да</i> | 63 | 15 | » Јупитер и Са- |
| 17 | 16 | » дађа Арго | | | » турн |
| 19 | 13 | » Негош | 65 | 4 | » две звезде |
| 19 | 25 | » змијоноша | 65 | 14 | » Шеат |
| 20 | 5 и 12 | » | 72 | 1 | » мишљење |
| 22 | 12 | » оријентовали | 73 | 8 | » дрвета |
| 23 | 10 | » оријентовање | 74 | 8 | » сумњичење |
| 23 | 12 | » много | 74 | 30 | » Црнога Мора |
| 23 | 15 | » Велики Медвед | 74 | 31 | » Гибралтарском |
| 23 | 19 | » срањивањем | 77 | 2 и 3 | » зарад |
| 24 | 31 | » Хексаметра | 77 | 5 | » философи |
| 24 | 31 | » Римљани | 78 | 31 и 32 | » <i>све</i> место <i>сво</i> |
| 26 | 8 | » Грка, Арапа | 79 | 9 | » неприродне |

¹⁾ Слику 39. са стране 177 треба заменити сликом 38. на страни 175 а ову сликом 39.

| СТРАНА | РБД | | СТРАНА | РБ | |
|--------|------------|--------------------------|--------|-------|------------------|
| 79 | 32 | читај: не може | 241 | 4 | читај: следовале |
| 80 | 6 | » не разбијаху | 241 | 11 | » се није |
| 83 | у маргина- | » | » | 26 | » тридентскога |
| | лији | » величине | 244 | 30 | » Богојављење |
| 87 | 9 | » заузме | 246 | 10 | » не осветљава |
| 90 | 16 | » Стадија | 247 | 23 | » излази |
| 95 | 2 | » мери | 248 | 5 | » не даје |
| 95 | 4 | » од куд | 248 | 8 | » осветљење |
| 97 | 5 | » утркиваху | 248 | 25 | » видети |
| 100 | 8 | » могаше | 249 | 9 | » удаљење |
| 101 | 14 | » отпочеше | 251 | 15 | » у неколико |
| 101 | 27 | » постигнуће | 252 | 4 | » расте |
| 102 | 4 | » поднесен | 252 | 31 | » срањењу |
| 106 | 18 | » својој место на- | 253 | 17 | » квадратни |
| | | шој | 253 | 19 | » млечни |
| 107 | 25 | » утврђиваше | 256 | 25 | » добијемо |
| 108 | 26 | » у противном | 257 | 5 | » Добре Наде |
| 108 | 24 | » доћи ћемо | 259 | 5 | » светлосне го- |
| 114 | 6 | » напротив | | | дине |
| 117 | 6 | » хладније | 259 | 29 | » Ценебола |
| 123 | 27 | » прећи ће | 260 | 12 | » много |
| 128 | 16 | » не долазимо | 260 | 19 | » комплементарне |
| 134 | 7 | » ступања | 262 | 21 | » карактеришу |
| 138 | 23 | » чему | 264 | 9 | » које су |
| 138 | 23 | » о <i>чим</i> место о | 264 | 10 | » састављене |
| | | коме | 265 | 5 | » најновије доба |
| 151 | 6 | » промењених | 265 | 17 | » периодске |
| 151 | 29 | » минимуму | 266 | 3 | » са свим |
| 152 | 15 | » Хемисферу | 266 | 11 | » расте |
| 159 | 5 | » отпочети | 266 | 17 | » не можемо. |
| 161 | 7 | » који место <i>кога</i> | 266 | 23 | » још није |
| 167 | 20 | » ишчекиване | 266 | 27 | » Maupertuis |
| 167 | 23 | » ишчезава | 269 | 9 | » многима |
| 172 | 7 | » гледалац | 269 | 17 | » две звезде |
| 173 | 26 | » однесена | 269 | 25 | » Девици |
| 176 | 22 | » по томе | 270 | 11 | » пратилац |
| 185 | 27 | » без краја | 271 | 20 | » овим |
| 185 | 28 | » бескрајно | 273 | 16 | » 28 место 58 |
| 189 | 5 | » са свим | 273 | 23 | » 30 место 50 |
| 191 | 23 | » одстоје | 275 | 32 | » Добре Наде |
| 205 | 29 | » не силази | 283 | 9 | » философа |
| 205 | 31 | » не престаје | 283 | 25 | » друкчија |
| 212 | 8 | » не залази | 285 | 28 | » свака |
| 212 | 11 | » не рађа се | 286 | 29 | » узе |
| 217 | 1 | » хладноћа | 286 | 8 | » све |
| 217 | 5 | » не могу | 293 | 4 | » једначини |
| 217 | 11 | » свака | 304 | 10 | » епоси |
| 217 | 19 | » обитаоци | 313 | 1 | » бакра |
| 218 | 10 | » суха | 315 | 17 | » појављују. |
| 219 | 8 | » услед | 320 | 27 | » другу |
| 223 | 3 | » часовни | 322 | 1 | » рђу |
| 223 | 21 | » кулминује | 322 | 22 | » рђу |
| 223 | 27 | » меридијана | 322 | 27 | » рђа |
| 224 | 32 | » достиже | » | 29 | » рђе |
| 231 | 26 | » претходнога | » | 33 | » рђе |
| 232 | 21 | » аритметичка | 326 | 22 | » је |
| 234 | 15 | » поделе | 327 | 32 | » замењено |
| 234 | 2 | » који | 329 | 4 | » расклађењем |
| 239 | 13 | » Александринац | 330 | 35 | » згушњавањем |
| 240 | 33 | » девето | 331 | 9, 11 | » згушњавањем |

| СТРАНА | РЕД | | СТРАНА | РЕД | |
|--------|---------|-------------------------|--------|-----|-------------------|
| 331 | 12 | читај: згуснутој | 372 | 7 | читај: пратилала |
| 334 | 33 | » ушавши | 372 | 18 | » пратилац |
| 335 | 21 | » бесконачно | 376 | 29 | » смањује |
| 337 | 8 | » планете | 377 | 15 | » планетоида |
| 337 | 10 | » <i>котураст</i> место | 379 | 17 | » стационаран |
| | | <i>колуста</i> | 379 | 22 | » од куд |
| 340 | 5 | » планете | 382 | 29 | » дејство |
| 341 | 28 | » елонгацију | 382 | 31 | » дејства |
| 342 | 4 и 19 | » стационарна | 383 | 12 | » не говоримо |
| 344 | 6 | » елонгацију | 401 | 1 | » узевши |
| 353 | 12 и 12 | » <i>котура</i> место | 405 | 33 | » млад |
| | | <i>колута</i> | 407 | 27 | » кулминује |
| 354 | 20 | » сваке | 412 | 13 | » од куд |
| 355 | 19 | » <i>котуру</i> место | 417 | 3 | » разликују |
| | | <i>колуту</i> | 434 | 28 | » догакнемо |
| 357 | 24 | » кулминују | 451 | 2 | » Oppolzer |
| 362 | 23 | » не утичу | 455 | 3 | » Oppolzer |
| 363 | 31 | » не удаљује | 466 | 5 | » путањама |
| 364 | 11 | » миље | 470 | 16 | » који мал не до- |
| 365 | 21 | » место чак. још | | | пире |
| 366 | 11 | » она | 515 | 10 | » месецом |
| 366 | 12 | » опажена | 517 | 21 | » оснивању |

