

Библиотека СЕКРЕТАРА
Астрономско друштво
и Ружер Бошковић



**Предавања
из
историје
астрономије**

НЕНАД Ђ. ЈАНКОВИЋ

**АСТРОНОМСКО ДРУШТВО „РУБЕР БОШКОВИЋ“
БЕОГРАД**

I. ПОРЕКЛО И СТАРОСТ АСТРОНОМИЈЕ

Давнашња је тежња људскога рода да се вине у небо, до Месеца и поврх Месеца, међу планете и звезде, како би сазнао шта се тамо уистини збива — и зашто — да ли су звезде само неке мале светиљке или огромни огњеви, другачији од оних на Земљи. А било би лепо видети и како Земља изгледа са висине до које ни птице не долећу. Ова тежња обистиниће се, донекле, тек у новије време. Али, немогућност да се попне у небо не смета да се оно пажљиво посматра, да се прате збивања на њему, записују, доводе једно са другим у везу, тумаче и осветљавају. Тако је постала наука астрономије.

Људи посматрају небо од најстаријих времена, може се рећи и пре настанка цивилизације. Хеленски филозоф ПЛАТОН наводи да је астрономија у Египту стара већ десет хиљада година. Ово не изгледа толико претерано зна ли се да други хеленски писци старост астрономије у долини Нила померају много више у прошлост, чак до 630.000 година. А неки мисле да је она настала у Месопотамији пре 1.400.000 година! Слична гледишта усвојиће потом и други писци, римски и средњовековни.

Данас ова мишљења морамо сматрати претераним, нарочито уколико се ради о науци астрономије. Али у време када песничка виђења не познаваху границе, оволика старост астрономије изгледаше прихватљива. Као последица убеђења да је астрономија толико стара, с једне стране, и размаха маште, с друге стране, потекло многи митови и легенде о постанку астрономије и оснивачима ове науке. Веома често оснивачима науке о небу и небеским појавама сматрају се разни богови и јунаци, па и митска бића доста различита од људи.

У староме Египту оснивачем астрономије сматра се ТОТ. Овај бог са главом ибиса пронашао је писмо и календар, па му је зато посвећен и носи његово име први месец египатскога календара. Постоје, истина, и нека сведочанства да је први зналац египатскога неба АНУБИС, бог који има главу шакала. Занимљиво је да су и Тот и Анубис богови доњег света, пратиоци и помоћници сунчаног бога Осириса, онога који

ноћу силази у област испод Земље да би осветлио мртвима. Нешто даље на истоку, у Вавилонији, сличну улогу има ОАНЕС, биће изишло из мора, делом човек а делом риба. Оанес поучава људе, упућује их у корисна знања: геометрију, грађевинарство, земљорадњу — а земљорадницима је потребније извесно астрономско знање.



Израда календара је посао астронома, па се он доводи у везу са вишим бићима, необичним, и у другим земљама. У древној Кини то је симболично биће ФУ СЈИ, које проналази календар и дели годину на мања раздобља. У Индији пак за бога године и проналазача календара сматра се ГАНЕША, који се приказује у лику слона. Иако раздвојени огромним просторствима океана, људи понекад имају слична схватања. Пример је стари Мексико. У њему се међу прве посматраче неба убраја сунчани бог Кецалкоатл или Кукулкан. Јавља се у два различита оваплоћења: као перната ЗМИЈА и као ЧОВЕК. У оба случаја окићен је перјем раскошних боја птице кецал.

Вратимо се Хелади, земљи чију је културу и цивилизацију наследила цела Европа. Срешћемо се са сличним схватањима о божанском пореклу астрономије. Оснивача ове науке има више, јер су Грци обично несложни. Један од њих био би Уран,

А. Јанковић је одржао курсеве 1980 и 1981. у Вавилонији, а Н. Јанковић је одржао курсеве 1981. у Египту.

Од отварања Народне опсерваторије 1965. г. држе се курсеви за сараднике. Први предавачи били су Р. Данић, Н. Јанковић и А. Кубичела, касније З. Ивановић, А. Томић, Н. Чабрић, М. Вулетић и Л. Поповић. За поједине теме последњих година „гостују” и други предавачи. Све време историју астрономије држао је Ненад Јанковић, до 1980. г. уживо, а од тада његова предавања су снимљена и емитују се уз пројектовање дијапозитива.

Уређивачки одбор је одлучио да у Вациони (од броја 1/1991) објављује предавања Ненада Јанковића, на странама које ће бити посебно пагиниране. Тако ће их читаоци моћи да издвоје у посебну свеску. Тиме ћемо, верујемо, бар донекле задовољити захтеве наших читалаца да се упознају и са предавањима која се одржавају на Народној опсерваторији.

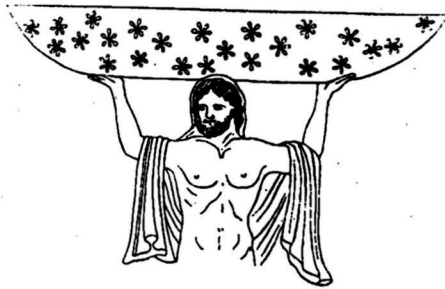
Уређивачки одбор

први бог неба, или његов син титан Хиперион, који је отац Хелија — Сунца, Селене — Месеца и Еоје — Зоре, богова на дневном и ноћном небу. Каже се да је Хиперион добро познавао кретања небеских тела, као и смене годишњих доба, те се зато назива Оцем Звезда. Своја знања сопштио је људима. Неки у једном другом титану, ПРОМЕТЕЈУ виде оснивача астрономије.



Прометеј је, по миту, начинио од глине кип човека, али не беше у његовој моћи да га оживи. То је учинила Зеусова кћи богања Атена. Прометеј је пријатељ људи, хоће да им помогне, а нарочито да дођу до више знања и вештина. Зато је са неба, из Хефестове ковачнице, донео људима огањ. Због ове крађе гневни Зеус прикова га на кавкаску стену и нареди једноме орлу да га кљује. Тако мора вечно испаштати што је људима помогао да се знањем приближе боговима.

Прометејев брат АТЛАНТ такође добро познаје астрономију. За њега се прича да је први представио свет у облику лопте, па се зато замислила да на далеком западу, код Хераклеових Стубова, „на плећима држи и обрће небески свод окићен огњеним звездама,” како пише Вергилије. По другима пак, Атлант држи небеску сферу за казну. Он је најиме помогао Гигантима када се побунише против олимписких богова, те га Зеус осуди да држи небески свод.



Али и у овом потоњем случају Атлант има везе са звездама: његове кћери су седам Плејада, седам звезда у Влашићима, а по некима и Хијада, по којима се зове отворено јато у Бику. Атланта ће доцније Персеј, када му показа одсечену Медузину главу, скаменити и претворити у планину, која се и данас тако зове. На ту планину први ће се попети управо Атлантов син Хеспер, љубитељ звезда, да би их посматрао, али наиђе силни ветар и Хеспер нестаде у вихору. Поверовало се да је пренет на небо, те претворен у звезду вечерњачу. Међу прве астрономе Хелени такође убрајају песника Лина, писца једне космогоније у којој се описују путање Сунца и Месеца, иначе Аполонова сина. Ту је најзад и мудри кентаур Хирон. Он се сматра најстаријим астрономом зато што је за потребе Аргонаута, када кренуше по златно руно у далеку Колхиду, израдио календар и начинио небески глобус са означеним главним звездама. Колико су стари Хелени ценили астрономска знања види се и по томе што их ставише под заштиту једне од муза, УРАНИЈЕ, која се зато приказује са небеским глобусом у руци или крај ногу. Уранија је кћи Зеуса и Мнемосине, богиње памћења.

Оволико митова са разних крајева света, независних један од другог, показују да је астрономија заиста веома стара наука. Нема митова о постанку, на пример, географије, оптике или биологије, иако се овим наукама баве већ класични философи. Отуда су и први људи који се помињу као познаваоци неба више легендарне него историске личности. Један од њих био би египатски краљ Сасихес, о коме говори Диодор са Сицилије. Краљ је своје поданике упућивао како да посматрају небо.

Иста заслуга приписује се у Персији краљу Нимроду или Заратустри. Према апокрифном старозаветном предању, први човек, Адам, имао је три сина: Каина, земљорадника, Авела, сточара и Сита — астронома. Сит је први запазио кретања седам планета, па и називе им дао, а поред тога поделио је годину на месеце и недеље. Предвиђајући пропаст света због неваљства људи, Ситови потомци његову науку о звездама исписаше на два стуба: један од печене глине, а други од камена. Рачунали су: пропадне ли свет у општем пожару, сачуваће се слова на првоме стубу, а ако дође до потопа, одржаће се камени стуб. Свет пропаде од потопа. Када вода отече камени стуб пронађе Каинан и прочита Ситову науку. С обзиром да је Каинан предак Халдејаца, они ће постати најбољи астрономи старог века. Историчар првог века, Јосиф Флавије каже да су се у његово време још могли видети остаци тог стуба. Легенду о два стуба помињу и српски средњовековни писци, а ваљда као последњи Захарије Орфелин.

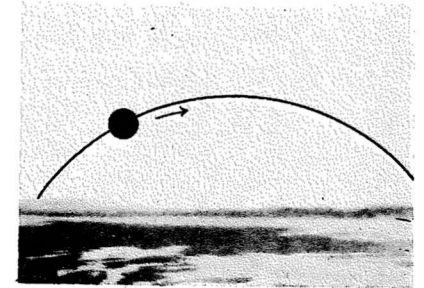


Међу оснивачима астрономије је и Манко Капак, легендарни оснивач царства Инка, који је живео око 1200 године. Он је први Инка, син Сунца, који га је довео у Куско и наредио му да се ту настани. Слично у Египту, по једном предању, један од синова Сунца био је добар зналац астрономије и упутио у њу Египћане.

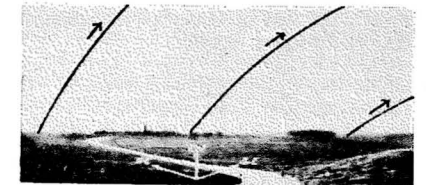
Оставимо сада митове и легенде и размотримо чињенице. Да ли оне указују на велику старост астрономије?

Неке астрономске појаве толико су упадљиве, да се морају приметити, а по некима се мора и живот ускладити. Ово се односи и на животиње. Како се мртви издалека непогрешно враћају у свој мравинак, иако га не могу видети? Много даље одлећу пчеле, па ипак знају пут до кошнице. Испитивања

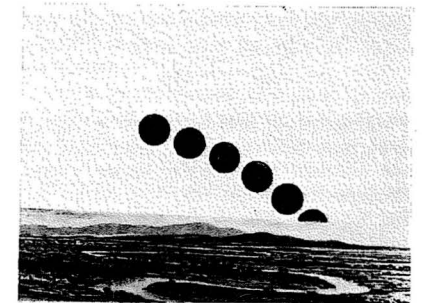
показују да се и мрави и пчеле оријентишу по Сунцу. Огледи у планетаријуму указују да се птице селице ноћу управљају према звездама. Утолико пре ће се човек управљати по небеским светлима.



Дневно кретање Сунца од истока западу морало се уочити у најстарије време. Ако нису само гледаоци већ и посматрачи, они који настоје да појаве запамте и дођу до неких сазнања, људи ће лако установити да Сунце прелази са једне стране неба на другу. Дуже посматрање откриће им да се Сунце креће по једноме луку, не увек истом, да се



не појављује стално изнад исте тачке на видику, нити нестаје иза иста тачке на супротном делу видика. Није потребно наглашавати да су се људи морали прилагођавати овој



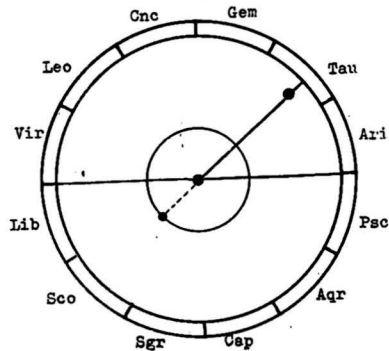
Положај Сунца у размацама по 3 минута

појави, те дању ићи у лов или сакупљање плодова, а ноћу се крити од дивљих звери по

пећинама или другим склоништима.

Друга појава на небу која не може промаћи ни најнемарнијем гледаоцу јесте Месећ. И он се по луку креће, ноћу, али за разлику од Сунца, увек округлог и подједнако сјајног, Месећ из ноћи у ноћ мења изглед, од узаног српа до пуног круга и опет до узаног српа. Ове промене догађају се увек у истим временским размацима, за исти број дана, приближно 28.

Теже је уочити годишње кретање Сунца испред звезда, а које потиче од кружења Земље око њега, зато што се звезде дењу не виде — у планетаријуму то је могуће. Пажљивији посматрач приметитиће последицу годишњег кретања Сунца: различиту дужину лука на небу, односно трајање обданице, већу или мању подневну висину и промене тачака изласка и заласка. Међутим, много раније осетиће последицу тога кретања — промене годишњих доба. Али док се дневни ход Сунца и мене Месеца могу пратити само простим оком, за тачније одређење годишњег кретања Сунца потребан је неки инструмент, макар најпростији. То ће бити гномон, прави штап пободен управно у тле, који баца сенку на супротну страну од Сунца. Но, да би се из посматрања гномоном добили научни подаци, потребно је да она буду дуготрајна, тачна, па и да се бележе, што вероватно не беше могуће пре проналазка писмености и бар најосновнијег рачуна.



На ноћноме небу мноштво је више или мање сјајних тачака, звезда, насумице разбацаних. Не беше тако у старо време, тврде неки Индијанци: звезде беху правилно распоређене, по сјају, али највећ један кот, удари их репом и растури. У којој ваља свакако видети комету. Гледајући ноћно небо, људи би у мислима међусобно повезивали блиске и приближно истога сјаја звезде и уз помоћ маште у њима видели слике неких бића или предмета, као што ће учинити се Великим Медведом. Тако постадох сазвежђа, скупови звезда на једном вештачки омеђеном делу

неба. С временом ће о већини сазвежђа постати "бајке сањарки чудесне", како каже песник, као она о Касиопеји и об лижњим сазвежђима на северноме небу.

Пошто смо се упознали са најважнијим небеским појавама, можемо поставити питање: зашто људи од вајкада посматрају небо? Да ли ради разоноде у доколици, или уживања у лепоти, или неке користи. Одговор би био: ради једног, другог и трећег. Али свакако да корист од посматрања учини да она постану дуготрајна, пажљива, да се бележе када то поста могуће и да се потом обрађују. Посматрања небеских појава омогућују човеку, као прво, да се сналази у простору и времену. Али постоји још нешто што ће их наводити да погледом претражују небо. На Земљи се скоро све мења, обично непредвидљиво. Не може се унапред знати када ће бити олује, где ће ударити гром, да ли ће се уловити нека звер или победи од друге. А на небу све се одиграва по усталеном реду. Сигурно је да ће се Сунце сваког јутра појавити на истоку, да ће Месећ увек за исти број дана изменити своје мене, да ће звезде увек бити на својим местима. Небо дакле пружа спокојство и сигурност, показује да у свету постоје извесни закони. На човеку је да их открије.

По изласцима и заласцима Сунца приближно се одређују две стране света, исток запад, а сенка усправног штапама, у подне омогућује да се тачно одреди правац север — југ. Излишно је објашњавати колико је потребно познавање страна света ако се жели путовати у удаљене крајеве. Њихово познавање постаће још потребније када се човек буде отиснуо на морску пучину. У време без компаса једино небеска тела омогућаваху да се приближно одреде стране света. Дању ће послужити Сунце, а ноћу звезде. Поморци ће уочити да се небо врти око једне тачке, а сазвежђе или звезда најближа њој биће поуздани показатељ севера. Зато ХЕСИОД у —IX веку саветује бродарима да пазе на годишња доба повољна за пловидбу по пространом мору, а девет векова доцније Вергилије препоручује морнарима да се упознају са звездама и мотре на оне упадљивог сјаја, како би тачно усмеравали своје бродове. Он чак сматра да су морепловци дали називе звездама. Као покровитељи пловидбе јављају се бохански близанци Кастор и Полидеук, по којима се зове једно зодијачко сазвежђе и две најсјајније звезде у њему.

Значај страна света за старе види се по томе што их стављају под заштиту посебних боханстава. На феничанској ЗДЕЛИИ виде се четири главе четири боханстава главних страна света. У Кини је њихов чувар демон ЛЮКАТАЈА. Стари словенски бог Сунца, Свето-

вид, приказује се са четири главе, зато што се сматра да влада четири страна света. У Мексику је Миклантекутли бог севера, а уједно и бог смрти. Тамо Маје имају посебне графичке знаке за сваку од страна света. Зато се важне и велике грађевине оријентишу, по правилу, према странама света, било ивицама било угловима: пирамиде у Египту, Месопотамији, Мексику, Минг Тханг, кинеска кућа календара, ве—щина храмова, у римскоме царству и улице градова.



Четири стране света — Кина 8. век. У средини — демон Локатела

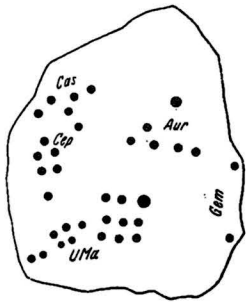
Наведене небеске појаве омогућују и мерење времена. Јасно је да дан мора бити прва и основна јединица времена. Али како бројати непрекидни и дуги низ дана? Који од њих узети за почетак? Срећом, ту је Месећ. Иако се мења постепено, он сваког седмог дана добија изглед који се лако разликује од осталих: када је сасвим узан срп, затим као пола круга, па пуни круг и опет као пола круга, али испупчен на супротној страни. И тако непрекидно. Словенски реч Месећ је заиста постао мерач времена: ограничава већу временску јединицу, 28 дана, четири пута по седам, од једног до другог јасно уочљивог изгледа. То је, уствари, приближно време потребно нашем пратиоцу да обиђе око Земље. За почетак месеца обично је узиман дан прве појаве узаног српа на западноме небу, а ову појаву многи народи свечано су прослављали, уз разне обреде поздрављали боханство које су видели у Месецу.

За прве људе, оне који живе од лова и сакупљања плодова, дан и месец могли су бити довољне јединице времена. Али развој културе, а наручито земљорадње, наметнут ће потребу за већом јединицом — годишном. На Земљи је утолико топлије уколико се Сунце дуже задржава на небу и његови зраци стрмије падају. Тада ће бити летња половина године. Насупрот томе, када Сунце описује мали лук, па су дани краћи, а његови зраци падају под мањим углом, Земља се хлади и биће на њој зимска половина године. С обзиром да је живот биљака тесно повезан са овим променама, земљорадници морају о њима водити рачуна. Према томе, дан када треба отпочињати неке пољске радове мора се одредити по Сунцу. За ту сврху служи календар, важан и због празника. Истина, већина народа у старо време није се могла одрећи Месеца, те настојала да 12 месеци који заједно чине 354 дана некако уклопи у сунчану годину од 365 дана. Зато им је календар био замршен и морао се стално дотеривати. Једино су Египћани годину рачунали по Сунцу, не водећи рачуна о Месечевим менама.

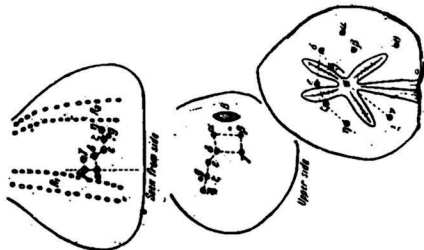
Важност астрономије за земљорадњу уочавају класични писци. Хесиод препоручује земљорадницима да по небеским појавама подешавају најповољније време за поједине радове у пољу, а у ту сврху Вергилије саставља своје "Георгике". Платон такође сматра да грађани, поред друге науке треба да проучавају и астрономију потребну ратарима, бродарима, па и војсковођама. Ови последњи морали би имати бар нека основна знања како би умели одредити доба дана или ноћи, израчунати за које се време неки задатак може обавити, пре мрака или док ноћ траје. Доцније ће астрономија пружати драгоцене услуге и другим наукама, као хронологији, историји, географији, па чак физици и хемији. А у средње веку лекари су морали бити и астролози, те при прописивању и давању лекова проверити да ли су звезде распоређене повољно или не, што је, наравно, бесмислица.

Отуда је природно што се астрономија прво развила у народа којима је главно занимање обрада земље и бродарење. То ће бити Египћани, Вавилоњани, Кинези, потом Грци и у Америци Маје. Много ведрих дана и благо поднебље, уз рану писменост и развијену културу додаће свој удео развоју астрономије. У овим земљама зато треба потражити поузданије податке о најстаријим посматрањима. Но пре тога осврнућемо се на неке материјалне доказе о старости астрономије, који додуше не потичу из поменутих средина, али показују да и друге народе занимаху небеске појаве.

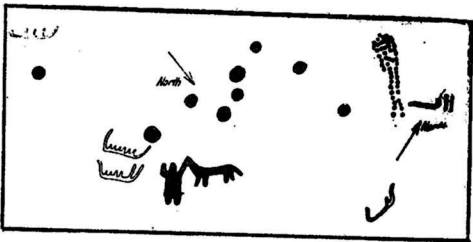
На једној стени откривеној у ДАНСКОЈ давнашњи љубитељ астрономије оставио је



претече неких сазвежђа. Распознају се Касиопеја, Кефеј, Кочијаш и Велики Медвед. Неће се претерати ако се каже да је овај непознати љубитељ и претеча првих астронома, јер је своје посматрање забележио за потомство, уз доста времена и труда, потребног да се у тврду стену уклеше велики број рупа које представљају звезде. Други пример је окамењени морски ЈЕЖ, који је такође из присторискога доба. На њему су урезане звезде

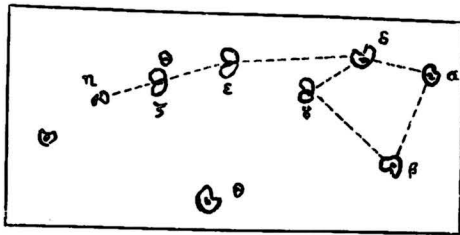


Великога Медведа. Своја посматрања забележио је и непознати неолитанин у ШВЕДСКОЈ, такође на стени — виде се звезде у Касиопеји.



У неким случајевима постоји могућност да се утврди време тих давних посматрања. На једном амuleту налазе се звезде Великог Медведа. Приметна је доста велика разлика у њихову распореду. Није у питању непажљивост или невштина посматрача и записивача, него велико сопствено кретање главних звезда у овоме сазвежђу. Сопствена кретања

занемарљива су за краћа раздобља, јер су често мања од једне лучне секунде годишње. Али ако се нагомила много векова и хиљадугодишта, сопствена кретања учиниће да се распоред звезда у сазвежђу знатно измени. Сада се могу измерити правци и величине сопствених кретања, па се може израчунати како је неко сазвежђе изгледало пре више хиљада година и како ће изгледати у далекој будућности. У случају ВЕЛИКОГА МЕДВЕДА, односно његових седам главних звезда, утврђено је да је пре педесет хиљада година изгледао управо онако како је приказано на амuleту, односно на горњој слици. У средини је данашњи изглед, а доле изглед кроз педесет хиљада година. Располажемо, дакле, доказом, да је пре педесет хиљада година живео



бар један астроном. Можемо га тако назвати без бојазни да ће се садашњи астрономи увредити. Он тај назив заслужио иако је од инструмената имао само оштар камен, а служио је и поштовање јер је у оно претешко време, усред борбе за опстанак, имао времена и воље да посматра и прикаже звездано небо, иако му то никакве материјалне користи неможе пружити.

Тачније датовани подаци биће из времена много ближем нашем. За почетак календара, са сунчаном годином од 365 дана, Египћани узеше дан када се подударају два за њих веома значајна догађаја: када плавеће воде Нила дођу до Хелиопоља, тадашњег средишта науке, и када се Исидина звезда Сирије, први пут појави пред изласком сунца. Поводањ стиже увек у исти дан, али година нема тачно 365 дана, већ шест часова више. Зато се дан јутарњег рађања Сирија постепено помера, да би се поново подударало са набујаломшћу реке. И прва јутарња појава Сирија беше праћена нарочитим свечаностима. Подударане двеју појава догађаја се тек сваке 1460. сунчане године. У време четврте династије, оне која гради велике пирамиде, већ се употребљава овај календар, а то је било око — 2840. године.

Значи да је једно раније подударане поплаве Нила и појава Сирија морало означити почетак египатског календара. Израчунато је да би то морало бити — 4240. године по јулијанском календару, на дан 19. јула, односно првога тога по египатском календару. То би био најстарији поуздано утврђени датум у историји, не само у астрономији.

Нешто су млађе неке глинене таблице нађене у Месопотамији, из — 4000. година отприлике. Ту се о зодијаку знало, изгледа, већ у — XVIII веку. Ово се доста добро слаже са податком да су халдејски астрономи Александру Великоме, када је заузео Вавилон, показали посматрања од пре 1903 године. Најстарије добро познато помрачење Месеца забележено је у Халдеји. Догодило се — 720. године. Познато је Птолемеју у другом веку и он га користи за своје таблице Месеца.

Према кинеским подацима, поларна звезда посматрана је у тој земљи око — 2850. године. ХУАНГДИ, жути цар, први од петорице суверена, истина полумитских, ступио је на престо — 2696. године. Зна се да је он подигао једну опсерваторију, а она би морала имати бар једнога астронома и бар један инструмент, гномон као најстарији. Доцније, под годином — 2137., забележено је како су прошла двојица астронома, први којима знамо имена: Сји и Хе. Као дворским астрономима дужност им беше да прате небеске појаве и предсказују их. На њихову несрећу, пропустише да предвиде једно помрачење Сунца, од ове године. Грех је био велики, а још већи што су у то време помрачења Сунца били пијани. У Кини се вероваше да су помрачења лоша знамења, али њихове последице могу се отклонити ако цар благовремено обави извесне обреде, за ту сврху прописане. Пропуст двојице астронома затече цара неспремног, па су последице могле бити несagleдиве. За немар ове врсте постојала је само једна казна — смртна, те су Сји и Хе одмах погубљени. Они су први, али не и последњи астрономи које ће задесити ова судбина. Мора се приметити како није нимало вероватно да су Кинези у оно време могли израчунати када ће доћи до помрачења Сунца. Али астрономи су морали знати и израчунати када ће бити младина, а у томе случају помрачење је могућно, иако се ретко догађа, па цар треба за сваки случај да буде спреман.

Хелени се као астрономи јављају доцније. Основе ове науке примише од Халдејаца и Египћана. Хеленски писци радо помињу помрачење Сунца од 28 маја — 584. године, тврдећи да га је предвидео Талет из Милета, египатски и халдејски ученик. Помрачење је познато и по томе што се догодило управо у току битке између Лиђана и Миђана. Борци схватише ову појаву као опомену са неба,

те закључише примирје. Ето још једне астрономске појаве која може служити људима.

У делима песника ХОМЕРА у — X веку и столеће доцнијега Хесиода има података из којих се може закључити шта су знали о небеским појавама, па и изгледу Земље. Познато им је да се Венера појављује на истоку, пре Сунца, али вероваху да Сунце вози Хелије на своје четворопрегу, израњавајући из Океана, да је Сунце мало тело, небо ниско, а Земља равна плоча. Међутим, велики је допринос хеленских филозофа што су науку одвојили од митова и легенди, почев од Талета и његових непосредних ученика Анаксимандра, Анаксимена и Питагоре, да природне појаве објасне служећи се посматрањима и рачунима. Знамо да су чинили велике грешке, били у многим чему у заблуди, али ипак показаше пут којим треба ићи, пут који доведе астрономе до садашњих достигнућа.

Уобичајено је да се повест човечанства дели на велика раздобља: праисторијско доба, стари, средњи и нови век. За разграничење служи неки случајни догађај, догађај који ће у великој мери утицати на будућност. Тако са почетком писмености престаје праисторија, пад Рима 410. године обележава почетак средњег века, а пад Цариграда 1453. новог. Чудно је да почетак новог раздобља почиње са падом најкултурнијих држава у руке варвара, Германа односно Турака. Подразумева се, међутим, да само један догађај, ма колико био значајан, не чини прекретницу. Нешто пре и нешто после њега збиле су се у свету велике промене, не само на политичком већ и на културном пољу, те све заједно обележавају почетак новог доба.

Слично томе и повест астрономије може се поделити на више раздобља, али независних од предњих. Астрономија је првенствено посматрачка наука, па су од пресудног значаја инструменти којима се астрономи служе. Зато се праисторијом астрономије може сматрати време до проналаска гномона, првог инструмента за астрономска посматрања. У ово доба појаве се искључиво објашњавају митовима и легендама. Гномон и други инструменти за мерење углова дуго ће бити једина помагала астрономима. Али са овим инструментима у руци астрономи ће почети трајна посматрања, мерења и бележења, те ће се тако постепено развијати астрономска наука.

До важног преокрета долази 1608. године, када је пронађен дурбин, инструмент којим се могу мерити углови, још тачније, али који пружа и много више могућности: да се небеска тела привидно приближе, увеличају, да се виде појединости на њима и да се открију она која се ненаоружаним оком не виде. Отприлике у то време долази и до теоријских

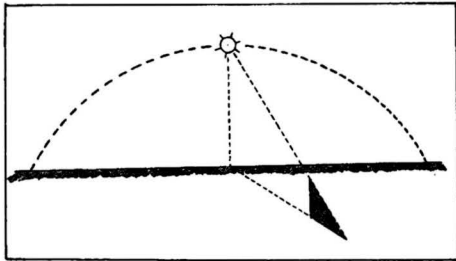
напредака: Коперников систем, Кеплерови и Галилејеви закони.

Дурбини и телескопи који ће бити ускоро потом пронађени, употребљавају се и данас, али године 1802. помаља се нови проналазак, спектроскоп, који омогућује нови скок у развоју астрономије, јер се њиме може испитивати физички и хемијски састав небеских тела, дознати како се развијају звезде, па и васиона

ИНСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ УГЛОВА

Неке астрономске појаве могу се пратити слободним оком, као дневно кретање Сунца и Месеца, или привидно дневно кретање неба у току ноћи, па и за посматрање Месечевих промена, помрачења и звезда падалица, око може изгледати довољно. Оно то и јесте ако се не тражи велика тачност. време се такође може мерити без икаквог инструмента, приближно, посматрајући положај Сунца и мене Месеца. Међутим, ако се жели већа тачност, како у положају небеских тела, тако и протока времена од једне до друге појаве, неопходна су нека помагала — инструменти.

Првим инструментима којима се астрономи служе могли су се мерити углови на небу и време. Иако доста грубе израде, занатске, усавршени с временом они ће учинити — уз зналачку и вешту употребу — да астрономска наука достигне високи ступањ развоја. Нека посматрања овим инструментима доведоше до резултата који се од садашњих разликују само за понеку секунду лука или времена, па и мање. Великом тачношћу одликују се посматрања вавилонских астронома. Они, на пример, дужину године израчунаше са грешком мањом од 0,001% у односу на вредност коју данас знамо. У овоме погледу такмаци су им Маје. Њихова година краћа је од наше данашње за само 79 стохиљадитих делова (365,242129 место 365,242198 дана).

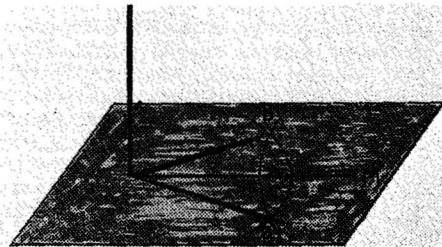


Можемо бити сигурни да је први астрономски инструмент гномон. То је обичан штап пободен у правно у тле. Висина му може бити произвољна, али најчешће је осам стопа. Гномоном се мери висина Сунца: угао

као целина. И ово ново доба у астрономији још траје, али се претала у новије, у овоме столећу, када је пронађен радио - телескоп, који омогућује да се испитају и невидљиви радио - зраци.

У доцнијим предавањима видеће се како је било могућно од првих схватања о маломе и блискоме Сунцу допрети до тела удаљених милијардама светлосних година.

који заклапа водоравна површина сенке са правцем врх сенке — врх гномона — Сунце. Истовремено одређује се и правац на коме је Сунце, астрономским речником његов азимут. Гномоном се може одредити правац север — југ. Око подножја гномона опише се круг, па како се Сунце постепено диже и спушта по небу, на кругу се обележе две тачке на којима га додирне врх сенке. Добијени угао подели се на два дела, па ће његова симетрала бити правац север — југ.



Не зна се ко је и када пронашао гномон. Свакако да је пронађен у разним земљама, независно. На опсерваторији кинескога цара Хуангдија, у -XXVII веку, морао је постојати бар један гномон, вероватно као једини инструмент којим је мерена висина Сунца, али и време. Четврти од петорице првих кинеских суверена Танг Јао, ступио је на престо године -2356. За њега се каже да је на четири стране света послао своја четири астронома, два брата Сји и два брата Хе. Задатак им беше да посматрају неправилности у кретањима Сунца и Месеца и установе које звезде означавају равнодневнице и солстиције, како би се утврдила дужина године. Требало је, свакако, да се позабаве и мерењем земљописне ширине појединих градова царства, што се постиже гномоном. Много доцније, око -1100., у Луојангу живи Чоу Кунг, који помоћу гномона одређује нагиб еклиптике и солстициј. Три хиљаде година потом француски астроном Лаплас провериће Чоу Кунгова посматрања и наћи да су веома тачна.

Изложено је мишљење да су Египћанима

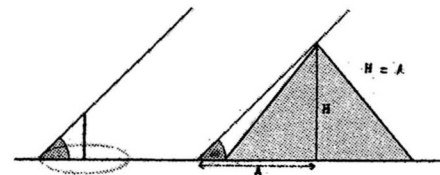


Танг Јао четврти од пет првих цара.

обелисци служили као огромни гномони. Не изгледа да је то тачно, јер је сенка обелиска нејасна. Такође је, по својој прилици, сама прича да је атински астроном Фаин уместо гномона користио брдо Ликабет, у његово време близу Атине, а сада окружено њеним кућама. Фаин је, истина, могао стати у подножје брда с тим да му Сунце буде на његово врху и тако му измерити висину.

У Плинија постоји запис да је Талет из Милета (-VII до VI век) за време боравка у Египту показао како се може измерити висина пирамида, у његово време, старих већ 2000 година. Мерио их је, може се рећи, помоћу штала и канала. Око штала - гномона - пободеног у песак описао би каналом круг полупречника једнаког висини штала. Затим би чекао да врх сенке падне на описани круг. У правоуглом троуглу катете - штап и сенка имају исту дужину. За ово мерење може се сматрати да су Сунчеви зраци паралелни, па ће у истом тренутку и висина пирамиде бити једнака дужини сенке. Сенку је лако измерити, па се тако сазнаје колико је пирамида висока. Но без сумње да су Египћани, вешти геометри, ово мерење могли сами обавити. Што се тиче Грка, свакако да гномон преузеше од Египћана и Халдејаца, иако неки писци проналажење овог инструмента приписују неким старијим филозофима Јонске школе, Талетовим ученицима.

У рукама способних астронома гномон је

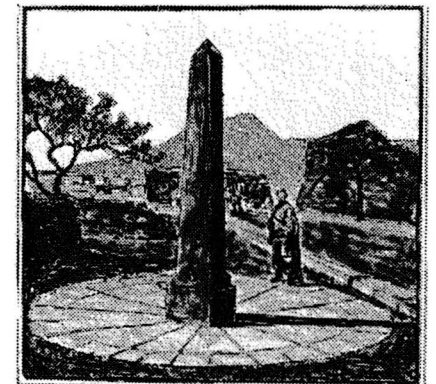


Мерење висине пирамиде гномоном.

могао послужити да се утврде, не само стране света и висина и азимут Сунца, већ такође дужина године, неједнакост годишњих доба, равнодневница и солстиција, затим да се на небу обележе полутар, повратници и стојерници, измери нагибе еклиптике. Помоћи ће и у изради земљописних карата.

Гномоном се мери и време, али само дању, кад има Сунца. Служи дакле и као часовник. Сунце се привидно креће по небу, равномерно, а сенка гномона исто тако око подножја гномона, али у супротном смеру. Помоћу пешчаног или воденог часовника време од изласка до заласка Сунца лако се може поделити на једнаке часове, па се сваки час обележи на подножју, кадрању, гномона. Тако се часови, па и мање поделе, могу непосредно читати на кадрању. Као сунчани часовник, сунчаник, гномон је био познат у Атини. У Аристофановој комедији "Брбљивице", настало је на прелазу из -V у -IV век, жена поручује мужу да на вечеру дође када сенка сунчаника стигне до десетог подеока. Подеоци свакако беху обележени на плочнику око гномона.

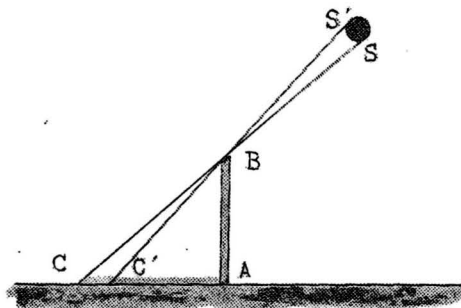
Римљани први сунчаник опљачкаше од Самнићана - 298., а други из Катаније на Сицилији -261. Показа се да овај последњи, постављен у Риму, не показује тачно време. Слаби астрономи Римљани, нису знали да сунчаник начињен за једну земљописну ширину не може бити тачан на другој, а разлика између Катаније и Рима износи преко 4 степена. Први сунчаник направљен за Рим, који би требало да буде тачан, израђен је читав век доцније. Још касније један сунчаник, у облику обелиска, израђен је у Августово време, -9. године, на Марсову пољу. Сенка падше на мраморни плочник, а бронзаним плочицама на њему беху обележени часови. Астроном Манилије, савременик Августов, ставио је на овај гномон лоптицу, по угледу на хеленске



Сунчаник у Риму.

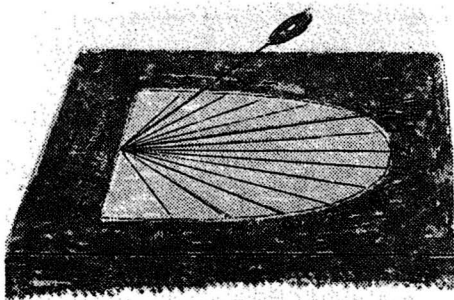
гномоне.

Време се може мерити не само по положају сенке, већ и по њеној дужини. Међутим, с обзиром да се дужина сенке у исто доба сваког дана мења, мора се водити рачуна о дану у години. За ту сврху састављене су посебне таблице, по правилу за гномон са иглом високом 8 стопа. Под насловом "Часовник" овакве таблице налазе се и у српским рукописима.



Гномон. Полусенка врха игле настаје због великог привидног полупречника Сунца.

Услед тога што Сунце није светла тачка него тело великога пречника, гномон има један недостатак. Његова сенка је нејасна, односно постоји полусенка која отежава читање. То се види на слици. Стари су знали за овај недостатак и домишљали се како да га отклоне. Неки стављаху на врх игле гномона лоптицу, па у том случају средина сенке лоптице означаје средиште Сунца. До овога усавршавања дошло се тек у Аристотелово време, дакле у - IV веку. Такав гномон види се на једној медаљи из тог доба. Други би на врх игле ставили плочицу са рупицом. У овоме случају средишту Сунца одговара сре-

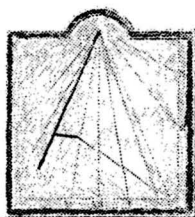


Зидни сунчаник са рупицом.

диште осветљенога дела. Уколико је познато, гномоном са плочицом служи се у X веку арабљански астроном ибн - Јунис. Вероватно

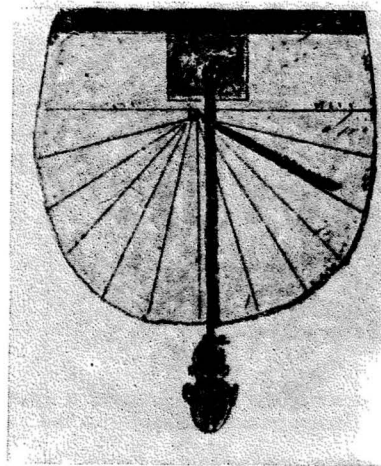
од њега или неког другог арабљанског астронома, а преко персијских, за ово усавршање сазнаје Гоучоу Ђинг, али тек у XIII веку. Додуше, за разлику од дотадашњих гномона високих 8 стопа, његов је имао висину од 40 стопа и на врху бакарну плочицу с рупицом.

Уколико служи за мерење времена грађанима, zgodније је да сенка игле пада на усправну површину, јер се часови могу прочитати са веће даљине. Пример је атинска "Кула ветрова", која и данас постоји. Осмоугаона кула тако се зове што је на горњем делу сваког зида имала рељеф који показује по један од осам ветрова. Ниже рељефа на неким зидовима постављене су металне шипке, под нагибом. Урези на зиду показивали би колико је часова када сенка игле падне на њих. Један такав сунчаник налази се на јужноме зиду богородичине цркве Студеница — бројеви који означавају часове још су приметни, иако је игла нестала. У Студеници је нађен и један други сунчаник, од камена, из новијег доба. Сунчаници су прављени у мањим размерама, на водоравним и усправним површинама, па и косим и кривим, што је зависило од домишљатости конструктора. Развила се и посебна наука, гномоника, о томе како се израђују сунчаници. Већ у старом Риму, а и вековима доцније, прављени су мали сунчаници, преносни, путнички, често од скупочених материјала, понекад на склапање. Пре него што би се време на њима читало, морали су се доста тачно оријентисати. Имајући у виду да неки нису имали ни 3 цм у пречнику, може се сумњати у њихову тачност.



Сунчаник на вертикалној и водоравној подлози.

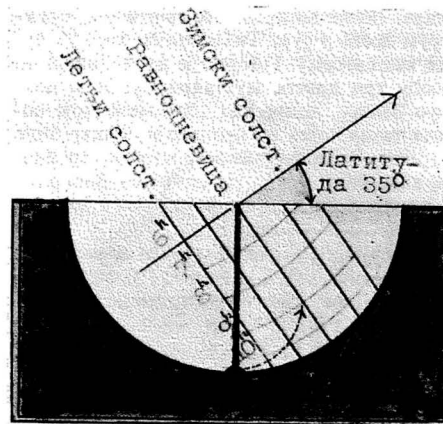
Пре него што се вратимо у старо време, ради упознавања са неким посебним врстама сунчаника, додајмо да се Коперник одушевљаваше гномоном. његов ученик Ретикус, да би му испунио жељу, намеравао је да у Кракову подигне сунчаник — обелиск висок 15 м. То је једини инструмент израђен по божијем савету, док су остали дела људских руку, говорио је.



Египатски висећи сунчаник.

За мерење времена по Сунцу прављени су у старо време инструменти доста различити од гномона. Сенку може правити висак, као на овој слици на којој се види египатски сунчаник. На горњем делу слике је други египатски сунчаник — добија се сенка квадратнога стуба. У трећем случају египатски часовничар начинио је сунчаник с тим да време показују или сенка положенога лењира или висак.

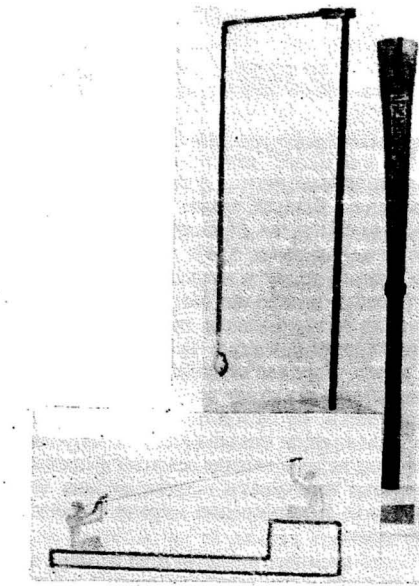
Понекад се праве сунчаници огромних размера, као што је онај у индијској опсерваторији Џантар Мантар. Сунчаник је на великом кругу од камена. Па и познати Стоунхенџ у Великој Британији можда је нека врста сунчаника, који истовремено служи и за верске обреде.



Вертикални пресек скафеја.

Скафеј или полус утолито је сличан сунчанику, односно гномону, што се и на њему посматра сенка игле. Он има извесне предности над гномоном. Састоји се од шупље полулопте, по правилу од камена, са иглом причвршћеном за дно, док јој се врх налази у средишту полулопте окренуте отвором нагоре. Полулопта скафеја је као нека умањена и извртута слика небеске полулопте. С обзиром да сенка пада на полулопту, она се по њој креће истом брзином као Сунце на небу, а и подеоци су на једнаким размацима. У томе је предност скафеја. Јер ако сенка пада на било коју другу површину, подеоци морају бити на неједнаким размацима. Висина Сунца се, дакле, непосредно чита и то у степенима. Има доста сачуваних скафеја из грчко-римскога доба. Полулопта не мора бити цела, јер сенка игле може пасти само на један њен појас. Мисли се да је скафеј послужио александриском астроному Ератостену да измери висину Сунца и помоћу ње нађе колики је обим Земље.

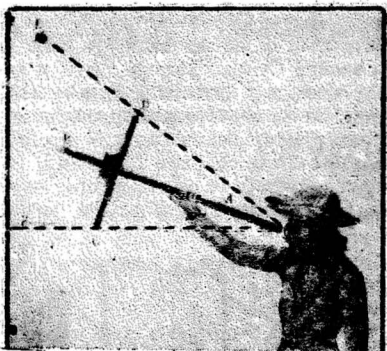
Астрономи се не задовољавају само мерењем висине Сунца. Морају знати и како се крећу и звезде и планете, колике су њихове висине. За ове сврхе мора се пронаћи неки други инструмент. Једним од њих вероватно најстаријим служе се стари Египћани. Зове се мерхет, а састоји се од две палице које се држе у руци. Једна је снабдевена виском,



Мерхет, египатски инструмент за мерење привидних положаја звезда.

а друга на горњем делу има процеп. Потребна су двојица посматрача, који се поставе у раван меридијана, с тим да је млађи неколико степеника више од старијег. Млађи данас бисмо рекли асистент-држи палицу са виском, а старији кроз процеп и преко виска нишани у звезду. Висина звезде одређивала се веома грубо. Према сачуваним подацима бележило се: „Код левога лакта“, или „изнад десног уха“ — мисли се на млађег посматрача и томе слично. Веома сличним инструментом служе се и астрономи старог Мексика као што показују сачувани цртежи. Остало је само мало њихових посматрања, јер већину уништише освајачи.

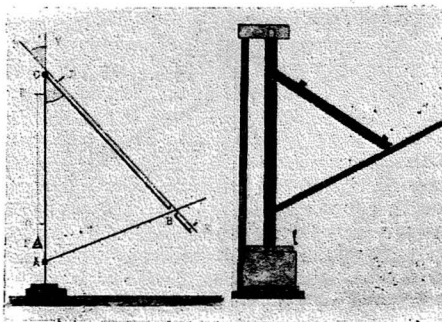
У раном средњем веку појављује се инструмент под називом Јаковљев штап. Служи за мерење висина звезда и Сунца, а помиње се и као *Crux geometrica* (крук геометрија), геометриски крст. Израда је једноставна: дуж лењира са подеоцима клизи пречка, па



Арбалета употребљена „с преда“.

се може приближавати и удаљавати од ока посматрача. Висина звезде мери се на тај начин што се пречка примиче и одмиче док се преко њеног доњег краја нишани у хоризонт, а преко горњег у звезду. Затим се прочита поделак на лењиру на којем се пречка зауставила и тај поделак помоћу пригодне таблице претвори у угао. Тако се добија висина звезде. Уколико се ради о висини Сунца, погодније је ако му се окрену леђа, због јаке светлости, па се у њега нишани помоћу сенке. Јаковљевим штапом могу се мерити и углови под којима се виде земаљски предмети, па тако израчунати њихова висина или ширина, ако је непосредно мерење немогуће или отежано.

Уместо висине, трикветрумом се мери зенитна даљина, а то је углавно растојање неке звезде од зенита. Посао је нешто олакшан, јер је лакше довести инструмент у вертикални положај него у водоравни-користи се

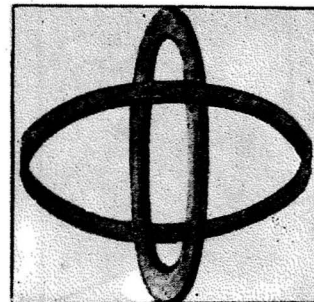


Трикветрум Региомонтануса и Трикветрум (Паралактички лењир) — схема.

висак уместо нишањања у хоризонт. Трикветрум се зове тако што се састоји од три међусобно повезане полуге. Замислио га је Птолемеј у II веку, али много више користе га доцнији астрономи, све до Коперника, па и он сам. Усправни стуб са јачим постољем доведе се помоћу виска у вертикални положај, па је, према томе, усмерен у зенит. За његов горњи део, помоћу осовине око које се може обратити, повезана је полука снабдевана гледачом и нишаном. Преко њих нишани се у звезду дизањем или спуштањем слободнога краја полуге. А њен доњи крај клизи по лењиру са подеоцима. Када се нишани у звезду прочита се одговарајући поделак и помоћу приручне таблице претвори се у угао. То је угао између стуба и полуге, исти са унакрсним углом који заклапају правци посматрач — зенит и посматрач — звезда, дакле зенитна даљина. Коперник је сам направио овај инструмент, обележивши подеоке мастилом. Био је висок пет метара. После Коперникове смрти овај трикветрум доспе у руке Тиха Браха, који га чуваше као светињу. Говорио је да је Коперник помоћу три дрвета зауставио Сунце и покренуо Земљу, додајући: „Успомене које оставља такав човек не пропадају, макар биле од дрвета. Злато би завидело њиховој вредности, када би је могло проценити“. Коперников трикветрум доцније је изгорео у једном пожару.

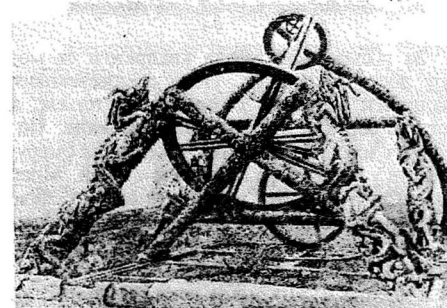
Описујући Рамесеј, скуп храмова и других грађевина које је саградио Рамсес II крај египатске Тебе, Диодор са Сицилије пише како се изнад Рамзесових гробница, када се уз стубиште попне на врх, налази златни круг обима 365 лаката. Круг је подељен на толико делова због броја дана у години. На њему беху исписани изласци и заласци небеских тела, па и предвиђања астролога. Диодор додаје да овај круг опљачкаше Персијанци када је Камбис освојио Египат. Ово је само при-

ча, како неки мисле, јер обим круга износио би 200 метара. Али можда има и мало истине: да је круг постојао али не тако велики, а свакако да је служио за астрономска посматрања. У том случају он би био нека врста претече инструмента који се зове армила или армиларна сфера.



Армила из александријског времена.

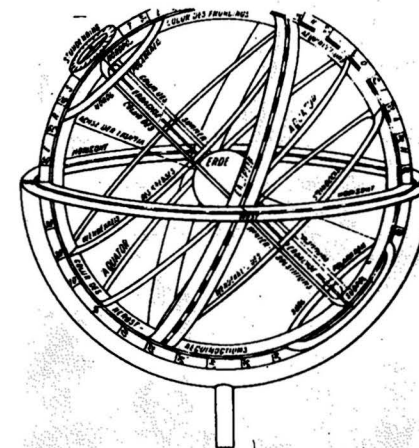
Пореклом из Халдеје, армила је омиљени инструмент александријских астронома. Армиле треба донекле да дочарају, или материјализују кругове које астрономи, у мислима, повукоше по небу. Једноставне армиле састоје се од два кружна прстена који се могу обратити један у другоме. Обично су од бакра, издељени на степене. У горњем случају је солстицијална армила, која се постави у раван меридијана, да би се мерила висина Сунца, највиша и најнижа. У доњем случају ради се о равнотничкој армили. Назив казује чему служи. Положени прстен постави се у раван полутара, а усправни у раван меридијана. О равно дневицама Сунце ће преко целог дана бити у равни косо положеног прстена. Исто-времено се на усправном прстену чита подневна висина Сунца. Сложеније армиле састоје се од више прстенова, као ова кинеска коју придржавају змајеви. Потпуна армила,



Астрономски инструмент из XIII века старе кинеске опсерваторије.

којом се служе и други средњевековни астро-

номи састоји се од великог броја прстенова, који представљају полутар, повратнике, стожернике, меридијан, еклиптику, хоризонт.



Армиларна сфера, средњевековна.

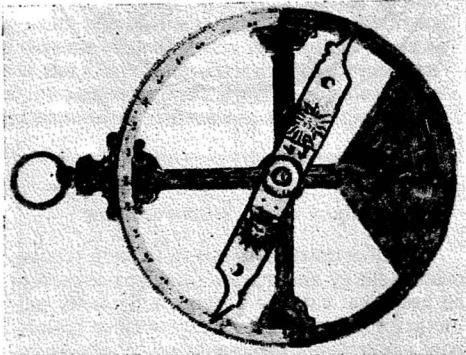
Да би се армилама могли мерити углови, снабдевене су диоптрама. Диоптра се састоји од два дела: гледаче и нишана. Има их различитих конструкција, а служе да се помоћу њих нанишани у звезду или друго небеско тело. Гледача и нишан могу бити причвршћени за прстен армиле или клизити по њему. Када се преко гледаче и нишана поглед усмери на звезду, на подеоцима се прочита њена висина или растојање између две звезде. Уколико се посматра Сунце, подеси се да сенка нишана падне на гледачу.

Диоптра може бити и самостални инструмент за мерење углова. Њоме се користио Дикеарх из Месине, географ, за мерење висина планина у — IV веку. Посебну врсту диоптре имађаше Архимед за мерење привидног пречника Месеца. У ове диоптре дуж лењира са подеоцима клизи мали усправни ваљак, који се оку приближује и од ока удаљује. Када ваљак потпуно закљони Месец, прочита се поделак на којем је и тако добије привидни пречник. Овим простим инструментом Архимед је добио веома тачне резултате највећег и најмањег привидног пречника нашега пратиоца. Познат је изглед Хипархове диоптре. Лењир је дуг четири лакта и на једном крају има гледачу. Дуж лењира помера се клизач погодног облика и подеси на одстојање потребно да се измери тражени угао. Тако ова диоптра изгледа као нека претходница Јаковљевога штапа.

У средњем веку много се употребљавао астролоаб. Постоје два инструмента истога назива, али различитог изгледа. Сферни астро-

лаб доста је сличан армили, јер се састоји од кружних прстенова који се секу. Мисли се да га је пронашао Хипарх. Описаће га Птолемеј и казати да се састоји од седам кружних прстенова, који један другога обухватају, с тим што се највећи постави у раван меридијана и углави на неко постоље. Један од унутрашњих прстенова покретан је око светске осе а помоћу других мери се латитуда. Астролаб омогућавао мерење разлике у латитуди и лонгитуди двеју звезда. Од Грка, а преко Арабљана, доспео је у Европу.

Постоји затим равни или планисферни астролаб. Мисли се да је Хипарх и њега пронашао. Овај астролаб састоји се од округле

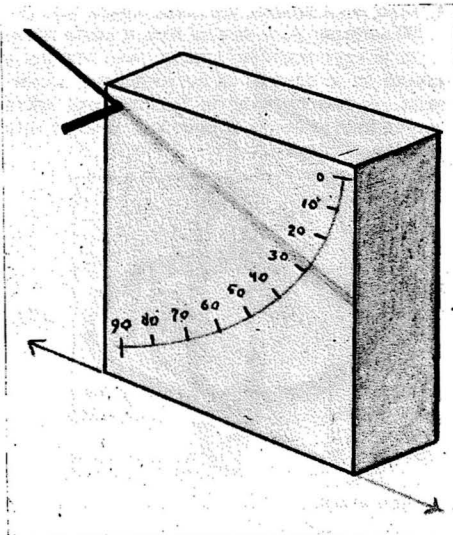


Астролаб.

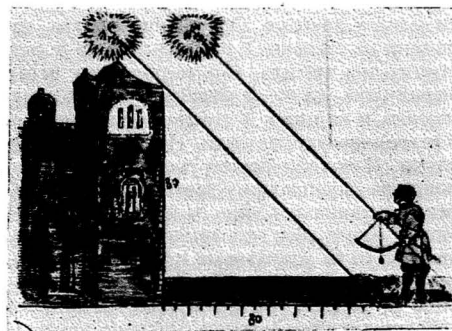
плоче са дршком. На једној страни плоче је стереографска пројекција небеске сфере за одређену земљописну ширину, са означеним главним звездама, а на другој страни покретна диоптра за нишањење и мерење висине звезда. Из познате висине неке звезде може се израчунати час ноћи.

Астролаб нарочито користе астролози за израду хороскопа, јер је лак за руковање. Због распрострањене употребе, више писаца оставља дела о изради и употреби астролаба.

Инструмент под називом квадрант помиње се у давнашњој Кини, где је снадобен дугом цеви. Али у западном свету први опис је у Птолемеја. Квадрант је врло једноставне израде. Квадратна камена плоча постави се у раван меридијана, ради мерења подневне висине Сунца, али могућни су и други положаји. При горњем углу плоче налази се мали ваљак. Осветљен Сунцем он баца сенку која се пружа дуж плоче. А на плочи су подеони, на једној четвртини круга, отуда назив квадрант. На подеонима се непосредно чита висина Сунца. За мерење висине Сунца служи и поморски квадрант, који се држи у руци. Он има покретну диоптру која се упери на Сунце, па се на луку прочита његова висина.



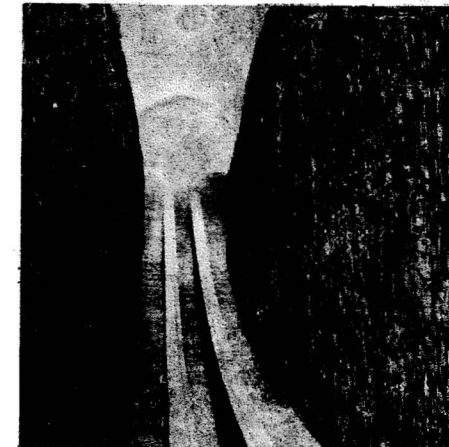
Птолемејев квадрант (реконструкција).



Мерење висине Сунца квадрантом.

За посматрање звезда квадранти се морају доста изменити. Неки средњевековни квадранти су мали, стони, са постољем, а могу се обртати око водоравне осовине. Посматрач их лако усмерава у жељеном смеру, нишани у звезду и на луку чита степен. Могу бити и ручни, нешто различите израде. Лево су двојица посматрача са таквим квадрантима, док друга двојица држе равне астролабе. Оваквим ручним астролабом може се мерити и висина Сунца, па и неке грађевине, на начин који слика довољно јасно показује. У средњем веку праве се квадранти разноразних облика. Посматрач у средини мери

није велико. Један степен на луку овога квадранта, само делимично откривеног, дуг је 33 центиметра.

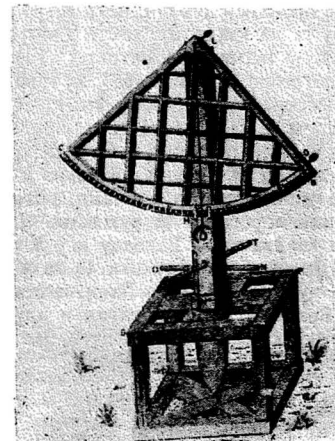


Квадрант Улуг Бека у Самарканду.

На своју несрећу, Улуг Бек је био и астролог. На основу астролошких рачуна поверова да ће га старији син збацити са престола. Зато поче повлађивати млађем, а старијега одстрањивати са послова. Не знајући зашто је изгубио очеву наклоност, а и бојећи се за наследство, старији син се побуни. Улуг Бек побеже, али после извеснога времена, несмотрен, врати се. Ускоро је убијен, али и старији син после два дана. Понекад и астролози поводе.

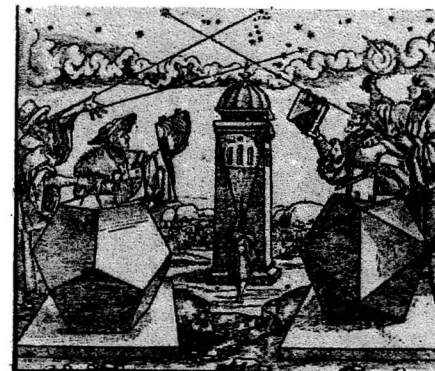
У велике квадранте убраја се и онај којим располагаше Тихо Брахе. Свакако је највећи у Европи. То је зидни квадрант, тако назван зато што је причвршћен за зид. Полупречник лука износио је два метра, а ширина 13 центиметара. Када се гледачом која клизи по луку нанишани у звезду, на луку се одмах прочита њена висина. Могла се, разуме се, мерити и висина других небеских тела, али само када су у меридијану. Мањи је био зидни квадрант који је изумео француски астроном Пикар, али изграђен је тек после његове смрти. Њиме се Пикаров ученик Лаир служио 35 година.

Квадранти XVI и XVII века, у Европи, могу бити различите употребе, у зависности од врсте посматрања. Онај којим се служио немачки астроном Хевел био је подешен тако да се може обртати око усправног стуба, што омогућава да се посматрања обављају на било којем азимуту. Зато се зове азимутални квадрант. Он се диже и спушта захваљујући водоравној осовини при врху стуба, а када се помоћу диоптре усмери у неко небеско тело, конач виска показује његову висину.



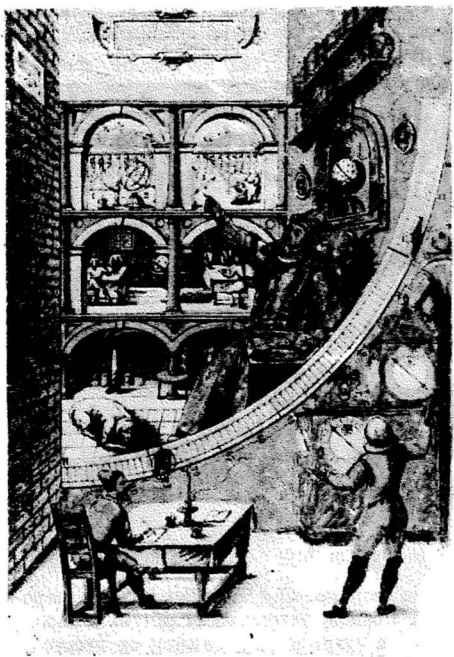
Квадрант.

ширину куле Јаковљевим штапом, а двојица лево и десно растојање између звезда квадрантима. Посматрач сасвим десно држи равни астролаб, а онај сасвим лево мери углове раширеним прстима и то је могућно.

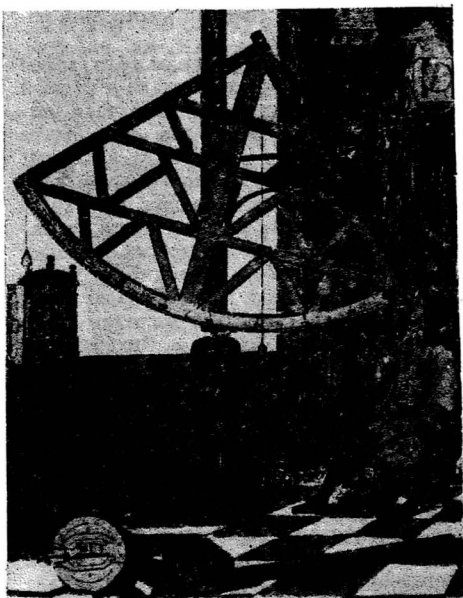


Мерење угла, средњевековни цртеж.

Квадранти су понекад огромни. Срећу се углавном на истоку. У Багдаду је кратко време у X веку постојао квадрант полупречника 15 лаката. Али највећи је свакако онај у Самарканду, на опсерваторији коју је саградио Улуг Бек у XV веку. Овај унук татарскога хана Тимура Ленка, или Тамерлана, и сам владар, био је одличан астроном. На своју опсерваторију довео је више десетина ученика, па су на њој израђене таблице астрономске и каталог звезда на основу нових посматрања. О квадранту беше записано да је велики као црква свете Софије у Цариграду. Источњачко претеривање — мислило се. Али када је отпочело откопавање давно порушене опсерваторије, показа се да претеривање



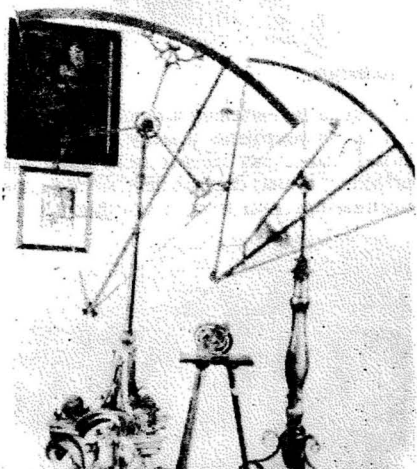
Тихов зидни квадрант.



Два Тихова секстанта са опсерваторије у Прагу (Атлас, 59).

Када је пронађен дурбин, неки астрономи стављају га на квадрант, место диоптре, чиме омогућују тачнија посматрања. Такав квадрант употребио је Пикар 1667. за триангулационо мерење меридијана у Француској.

С временом се увидело да за астрономска посматрања није потребно имати инструменте са луком од 90 степени. Довољно је 60 степени, па је тако постао секстант, сличан квадранту али спретнији за руковање. Пред великог квадранта, у Багдаду је у X веку постојао и секстант пречника 40 лаката, подељенога лука на секунде. Лаки секстант има Тихо Брахе, а њиме се служе и други астрономи, после њега, али не дуго, јер ће их из употребе истиснути дурбини.



Од поменутих секстаната битно се разликује онај са огледалом. О инструменту за мерење углова уз употребу одбијене светлости размишљају Њутн и Хук, али је изграђен тек у XVIII веку. Прво је направљен октант, са осмином лука, али убрзо замењен погоднијим секстантом. Он се све до садашњег доба користио за одређивање положаја брода, те отуда назив поморски секстант.

Астрономска посматрања имају утолико већу вредност уколико су тачнија, а од њихове тачности у великој мери зависе и теоретски резултати. Закон гравитације Њутну не изгледаше тачан све док није, 1682, сазнао за ново премеравање Земље које је Пикар завршио 1670. Или, други пример: без довољно тачних посматрања, које му омогућаваше његов дурбин, Бесел не би могао измерити паралаксу једне звезде, за коју је нашао да износи

само $0''.35$. Зато неће бити на одмет упознати се са повећањем тачности мерења, током векова, захваљујући све усавршенијим и новопронађеним инструментима: У — II веку Хипарх је помоћу армила мериро углове са тачношћу од 4 лучна минута; у XVI веку Тихо Брахе најсавршенијим квадрантом постиже тачност од 1 минуте; На гриничкој

опсерваторији у XVII - XVIII веку Флемс-тид може измерити лук од само 10 секунди; Бољим дурбином, у XIX веку Бесел мери лук од само 0,2 секунде; У истом веку на првим фотографијама могу се разликовати тачке на растојању од само $0''.1$; На доцнијим фотографијама, у нашем веку, тачност је један четрдесети део секунде.

ПРОНАЛАЗАК ДУРБИНА И ТЕЛЕСКОПА

Астрономски инструменти за мерење углова достигше своје савршенство крајем XVI и почетком XVII века у квадрантима Тиха Браха и Јована Хевела, када се њима могаше измерити угао од само једног минута. Оволика тачност Тихових мерења омогућиће Кеплеру да утврди којом се врстом путања крешу планете — по елипсама а не круговима, као што се дотле веровало од пре три хиљаде година. Захваљујући овим мерењима Кеплер ће открити своја три закона. Међутим, и када би се ови инструменти још усавршили, када би се њима могли мерити још мањи углови, њима се многе небеске тајне не би могле објаснити. Да би одговорили на многобројна питања која астрономи себи постављаху, морало се чекати на проналажење сасвим нових инструмената, битно различитих од свих до тадашњих. Ови нови инструменти — нови како у погледу материјала од којег су им основни делови, тако и у погледу конструкције, учиниће да се коначно покопају многобројне старе, вековне заблуде и да се назову нови видици. Срушиће се заблуда да је Земља средиште свих кретања, дакле привилеговано обиталиште привилегованих бића — људи, и доказати да небо није чврста љуска која се обрће око Земље, већ безмерни простор, са мноштвом светова сличних нашем. Неки просвећени умови у то већ беху уверени, али мрачњаштво инквизиције спутаваше њихове речи, па и живот им одузимаше. Може се поменути, међу њима, само Ђордано Бруно, кој је жив спаљен на ломачи 1600. године, оне године у којој је нови инструмент већ постојао, али не беше познат јавности.

За нови инструмент, дурбин или рефрактор, користе се особине стаклених сочива да скупљају или расипају светлосне зраке. Од њих се праве два основна дела дурбина. То је објектив, сабирно сочиво велике жижне даљине, а пошто светлост прође кроз њега прелама се у окулару, који може бити сабирно или расипно сочиво.

За провидна сочива знало се у давно време. У рушевинама некадашње асирске пре-

стонице, Ниниве, на реци Тигру, нађено је сабирно сочиво од кристала. Блиски предмети кроз њега гледани морали су изгледати увеличани. Оваква сочива беху позната и старим Грцима, као што сведочи разговор у Аристофановој комедији „Облакиње“. Један препредени сељак прича како ће уништити тужбу противу њега поднету. Наместиће се, каже, иза писара и држећи у руци кристално сочиво истопаиће слова тужбе. Ово би било могућно, јер у оно време, а то је -V век, у Грчкој се писало на дрвеним таблицама превученим воском. Оштри врх стила оставља траг слова, али она се могу избрисати затупљеним крајем стила или истопити под утицајем топлоте Сунчевих зракова пропуштених кроз сочиво. Нажалост, из тога времена нема података да је неко гледао кроз такво сочиво и приметио да мали предмети изгледају увеличани.

О могућности да се помоћу сочива побољша вид има спомена тек из првога века. Забележено је да се римски цар Нерон користио углачаним смарагдом да би боље пратио гладијаторске игре, јер беше доста кратковид. У исто време Неронов учитељ Сенека зна да ситни предмети изгледају већи, боље се виде, ако се посматрају кроз стаклену лопту испуњену водом. И она се унеколико понаша као сабирно сочиво. Доцније се помиње како се пропуштањем сунчане светлости кроз овакву лопту могу упалити лако запаљиве материје, а да се вода не угреје.

Према томе, у старо време знало се за главне особине сочива, али као да се на њих заборавља. После Неронова смарагда прва стакла за побољшање вида помињу се тек у XIII веку, после више од хиљаду година. Тада се јављају наочари, на велику радост старца, јер им омогућују читање. Прве наочари праве се од минерала берила, а доцније од стакла. С временом, због велике тражње, у западној Европи развила се занатска вештина брушења стакала за наочари.

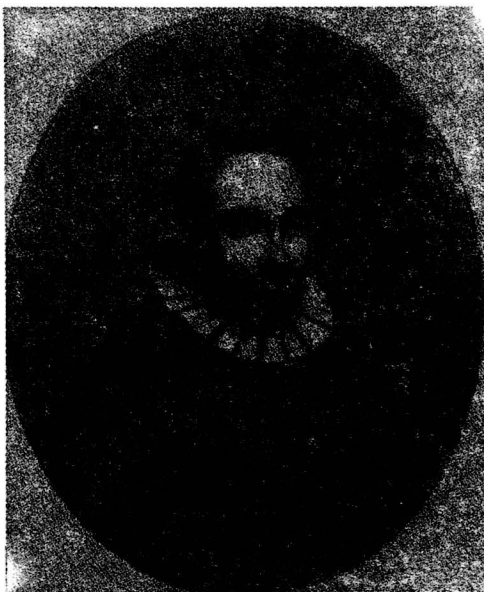
У истоме веку живи у Енглеској Родер Бекн, астролог, алхемичар, мађионичар, али

и плодан писац озбиљних дела. Он поминје да се помоћу погодно постављених провидних тела могу не само видети сићушни предмети, већ и веома удаљени, и то тако као да су сасвим блиски - и најмања слова могу се читати са велике даљине. Бекн иде даље, тврдећи да се помоћу неких направа из Француске могу посматрати градови и тврђаве у Енглеској, са једне обале на другу. Међутим, Бекн није објаснио каква треба да буду та стакла и како их треба распоредити. Зато се мора закључити да је он само маштао, а дурбином није располагао. Ипак, његови земљаци склони су веровању да је Бекн проналазач дурбина. Уствари, треба чекати почетак XVI века, када је умро Леонардо да Винчи, сликар и вајар, али и свестрани научник. Леонардо оставља неке белешке, са цртежима, на којима се виде циви са сабирним сочивима, али не изгледа да је отишао даље од теоријских разматрања. У истоме веку, али доцније, 1538, његов земљак Франкастор посматра предмете кроз два сочива и вели да се удаљени предмети тако боље виде, изгледају ближи и већи. Па и Месец изгледа ближи посматра ли се кроз дебело стакло. На прагу је проналаска дурбина, али на прагу и остаје. Сличан је случај и са неким другим физичарима овога века. А при његову крају италијански физичар Порта оставља податак да се два сочива могу поставити тако да се јасно виде и увећавају, како блиски тако и удаљени предмети. Можда је и дошао до дурбина, али није волео да пише о својим пословима, те оста неизвесно да ли је пронашао инструмент којим ће астрономија кренути новим путем. Порта је умро 1615, када је дурбин увелико коришћен, али не изгледа да се позивао на своје право проналаска...

Није искључено да су појединци располагали дурбинима у последњој деценији XVI века, али шира јавност за њих сазнаје тек 1608, па се та година сматра годином проналаска овог инструмента. Дурбини се појављују у Холандији. Један од тобожњих проналазача био би Захарнас Јансен, торбарски трговац по занимању, човек доста мрачне прошлости. Док се Холанђани боре против Шпанаца за своју слободу, Јансен прави лажни новац, да би помогао родољубима. То му се свакако осладило, па после прави лажни новац да помогне себи. Осуђен је да буде бачен у котао са врелом водом, али некако се извукао и наставио да тргује. Поред наочари и друге ситне робе, Јансен продаје и дурбине, али није познато како је до њих дошао. Свакако да није имао довољно знања да их сам измисли. То, уосталом, признаје и његов син, јер каже да је отац правито дурбине од 1604. угледајући се на један дурбин

набављен у Италији са утиснутом годином израде 1590.

Исте године 1608, у истоме граду - то је Миделбарх - јавља се као проналазач дурбина Ханс Липершеј, прво зидар а потом оптичар, који се бави израдом наочара. За његову децу прича се како су посматрала црквени торањ кроз два стакла за наочари, приметивши да изгледа веома близак и тако пронашла дурбин. Отац га је после направио и од власти затражио патент као за свој проналазач, заштиту за 30 година и откуп неколико примерака. Одбијен је. С обзиром да се патент издаје првome проналазачу, очигледно да су власти установиле да проналазачи нису ни Липершеј ни његова деца, већ неко трећи, али оста непознато ко.



Ханс Липершеј

Још један Холанђанин ове године тражи патент за дурбин. Јакоб Адриансон, звани Метиус, уствари не тврди да је пронашао дурбин, већ само да његов исто исто толико добар као остали. И он је одбијен.

И поред свег труда историчара да установе ко је пронашао овај драгоцен инструмент, успех изостаде. Док се скоро две деценије скоро ништа није знало о дурбинима, иако су можда постојали, Портини или не, вест да их има у Холандији брзо се пронела светом. У новембру 1608. о дурбину већ пишу неке новине, као о направи којом се могу боље видети звезде, али и као о направи која се може корисно употребити у рату - да би се видело шта непријатељ у даљини ради.

До дурбина се, међутим, доста тешко долазило у то прво време. Француски краљ Анри IV није га могао набавити до почетка 1609, иако беше веома заинтересован за њега. Нема га ни Кеплер, али разлог је други: недостатак новца.

За астрономска посматрања дурбин се користи од 1609. Изгледа да прво Енглец Херит њиме посматра и црта Месец. Ускоро за дурбин сазнаје Галилеј, па по опису начини неколико мањих инструмената ове врсте. Захваљујући дурбину потврдише се мишљење Орфеја, Филолаја и Плутарха да на Месецу има планина и долина; доказаће се да на небу има много више звезда него што их види и најпро дорније око - а да је Млечни Пут састављен од безброј ситних звезда, као што је две хиљаде година раније учио Демокрит; даће се за право Копернику, да Меркур и Венера, па и Марс, морају имати мена, што је доказ да се окрећу око Сунца, а не око Земље; откриће Јупитерових сателита биће очигледан пример постојања више средишта кретања, о чему је писао Ђордано Бруно и



Сл. 1. Ђордано Бруно.

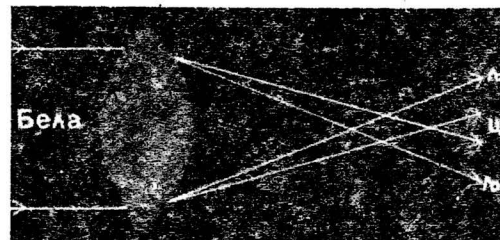
зато, поред осталог, био жив спаљен 1600. године; престаће сумња да се у Влашићима само седма звезда, Меропа, удата за смртнога Сисифа, стиди због мужа па се крије, не види се, јер се у овоме јату налази на десетине исто тако лудскоме оку скривених звезда. Поред тога, схватиће се да је васиона много, веома много већа него што се дотле замишљаше, а постепено ће се доћи и до доказа о кретањима Земље.

Галилеј се служи дурбином који за окулар има расипно сочиво, а такви беху и дурбини продавани у Холандији. Отуда им назив Галилејеви или холандски дурбини. Не-

што доцније, 1611, Кеплер предлаже да се као окулар употреби сабирно сочиво мале жижне даљине. Кеплеров окулар има извесне предности па се зато користи за астрономска посматрања. Слика је нешто боља, иако је видни угао мањи. Међутим, слика је изврнута, што астрономима не смета. Смета за земаљска посматрања, па се за њих употребљава Галилејево дурбин. Кеплеров окулар омогућује да се у дурбин, у жижу окулар стави микрометар, мрежа кончића којима се могу мерити мали углови, растојање између звезда, пречници планета.

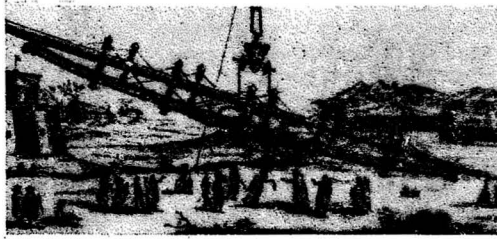
Природно је што први дурбини дају лошу слику. Зато Галилеј није сигуран да ли види Марсову мена, нити зашто Сатурн изгледа издужен. То неће знати у почетку ни други астрономи. Посебну тежињу представља посматрање Сунца. У њега се не сме гледати кроз дурбин, јер се може изгубити вид од претеране светлости и топлоте. Зато астрономи посматрају Сунце када је ниско над хоризонтом, или кроз маглу. Убрзо ће се досетити и посматрати Сунце у пројекцији. Дурбин се уперу у Сунце, а његови зраци, пошто прођу кроз објектив и окулар задрже на беломе заклопу. На тај начин може се без замора и сасвим лако посматрати изглед и кретање пега.

Али и када су сочива била боља, савршене избушена, остаје један велики недостатак: хроматска аберација - Светлосни зраци различитих таласних дужина неједнако се преламају у сочиву: највише се преламају љубичасти, а најмање црвени. Зато је жижа љубичастих зракова ближа сочиву, а жижа црвених даља од њега. Последица је објектност предмета који се посматра, што представља знатну сметњу.



Сл. 2. Хроматска аберација.

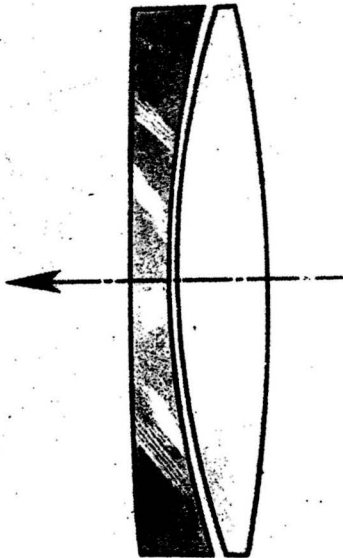
Зато започе израда дурбина са великом жижном даљином, јер је нађено да они имају мању хроматску аберацију. Израда оваквих дурбина веома је сложена. Хезел ипак успева да начини дурбин дуг 49 метара. Он је без праве циви, да би му се смањила тежина. Гвозденим шипкама повезане су међусобно квадратне плоче са округлим рупама. Да би се могао окретати у свима правцима, дизати, спуштати, дурбин је обешен о катарку високу



Сл. 3. Готињезов дурбин.

29 метара, помоћу котурача. Нешто доцније Белгијанац Готињез успева, у Риму, да начини дурбин смештен у праву цев, са конструкцијом сличном Хевеловој: катарка и котураче. Хајгенс, суочен са истим тешкоћама, прави такозвани „ваздушни дурбин“, без цеви. Објектив, постављен на високи стуб, може се обртати у разним правцима помоћу ужета за њега привезаног. На другом крају ужета, где је жижа објектива, привезан је окулар. Обилазећи око стуба и по потреби пењући се на лестве, посматрач може нишанити у жељени део неба. Овакав дурбин имала је и париска опсерваторија.

Поред свих тешкоћа које имају при руковању дурбинима велике жижне даљине, астрономи су задовољни. Постигли су значајне успехе: открили мрље на Марсу и утврдили да се обрће око осе, приметили пруге на Јупитеру, објаснили изглед Сатурнова прстена, запазили атмосферу Венере, открили многа јата и маглине.



Сл. 4. Ахроматско сочиво.

На отклањању хроматске аберације раде чувени астрономи, као Њутн, Хајгенс, Ојлер, Гаус, али без успеха. Решење ће наћи оптичар Долонд 1758. Он за објектив узима сложено сочиво, сабирно и расипно, с тим да заједно представљају сабирно сочиво велике жижне даљине, али не као дотадашњи дурбини. Сабирно сочиво је од крон стакла, а расипно од флинт стакла. Ове две врсте стакла различито преламају светлост, па ако се на погодан начин избрусе, хроматска аберација отклониће се, истина не сасвим. Ахроматски објективи отада се користе при изради свих великих дурбина у XIX веку, као што су онај на Маунт Хамилтону, у Паризу, Пулкову.

Ако се место сочива као објектив употреби удубљено огледало, добиће се инструмент који се зове телескоп или рефлектор зато што одбија светлост.

И удубљена огледала позната су старима. Поменимо податак, иако га морамо сматрати легендарним, који се односи на једно од 7 светских чуда, кулу светиљу на острву Фару, на улазу у Александриску луку. На врху светионика, који се по острву зове Фар, горела је ватра, да би бродовима показивала где је лука. Прича се да су чувари Фара помоћу неких стакала, можда удубљених огледала могли видети лађе које се иначе због даљине не виде. Плутарх, када пише о живото Нуме Помпилија, другог римског краља, помиње свети пехар којим је добијана небеска ватра у Вестину храму. Каже: „За ту сврху користе се удубљени пехари, са унутрашњом страном углачаном у виду равностранних правоуглих троуглова, тако да све праве повучене од њихова обима падају у исту тачку. Овај пехар изложи се Сунцу, па се одбијени зраци од свих тачака обима помешају у средишту; они прореде ваздух и разложе га; они одбијањем добијају природу и моћ огња те брзо запале лаке и сухе твари које им се изложе“. На сличан начин паљена је у Хелади олимпијска ватра, да би била чиста, небеска. У новијој изведби то мало дручије изгледа.

Говори се, затим, да је Архимед, у III веку п. н. е, помоћу оваквих огледала паљено римске бродове када нападаху Сиракусу. Могао им се примаћи до на 30 корака. Проверено је да се то може постићи и помоћу већег броја равних огледала, ако се слика Сунца управи на исто место. Знамо да је Архимед по заузећу града убио један римски војник.

Класични писци не говоре много о удубљеним огледалима. Артемидор I век п. н. е. пореди дугу са сликом у оваквоме огледалу и додаје: „Ако начиниш удубљено огледало од половине једне стаклене лопте, пресечене

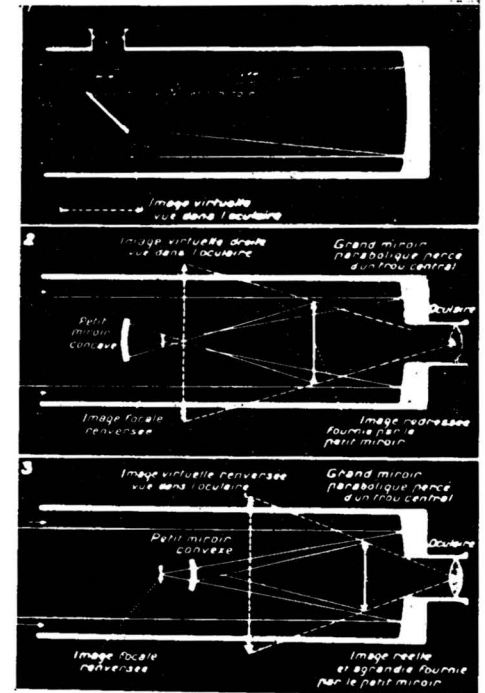
на два дела, и ако се наместиш изван њенога средишта, они који стоје поред тебе изгледаће ти изврнути и ближи теби него огледалу“. Доцније Теон из Александрије, у IV веку, такође помиње да се удубљеним огледалом може упалити ватра. Још доцније, у V веку Прокло по цртежу на Архимеда огледалима пали непријатељску флоту која напада Цариград. Дакле, главне особине удубљених огледала биле су познате старима, али неће бити искоришћене у науци.

Почетком XVII века више научника бави се удубљеним огледалима, али се задржава на теорији. Међу њима је Марин Мерсен, од кога постоји цртеж на којем се види како се светлосни зраци одбијају од удубљеног огледала. Цртеж је из 1635. године. Огледало је пробушено, а у жижи великог издубљеног огледала налази се мало испупчено, па и оно одбија светлост. Требало је само додати окулар, иза великога огледала, и телескоп би био готов. Али Мерсен то није учинио. И неки други Италијани баве се проучавањем одбијања светлости од удубљених и испупчених огледала, али ни они не иду даље од Мерсена.

Нешто даље иде Дубровчанин Марин Геталдић, пријатељ Галилејев, чувени математичар и физичар XVII века. Геталдићева кућа налазила се јужно од градске калије Плоча, али је више нема. Испод куће још постоји велика пећина, звана Бетина шпиља, у којој се Геталдић бавио разним физичким огледалима. У те огледе спадало је и топљење метала помоћу великог удубљеног огледала. У Дубровнику се сазнало нешто о овим огледалима, те се поче причати да Геталдић може запалити бродове ако му се довољно приближе. Зато се рибари труде да плоче подале од Бетине шпиље, јер Бете, чаробњак, то је сам Геталдић. Међутим, више заслужује пажњу једно писано сведочанство. По њему Геталдић је имао неки инструмент налик на бубањ без једног дна, или на суд за мерење жита. Жито се у оно време мерило не по тежини, него по запремини суда одређене величине. Оба поређења указују на широку а кратку цев, са једне стране затворену. Исти извор казује да је Геталдић помоћу својих огледала могао видети бродове удаљене од 25 до 30 миља тако добро, као да су у дубровачкој луци. Сасвим је поуздано да је Геталдић имао велика удубљена огледала, али да би помоћу њих могао видети удаљене бродове, неопходан је и окулар. Према томе, он је имао два основна и неопходна елемента телескопа: огледало и окулар, иако их вероватно није конструктивно повезао, то јест није их ставио у заједничку цев.

У Геталдићево време, па и нешто после његове смрти, 1626, доста се разматра могућ-

ност замене објектива у дурбину огледалом. Праве се разне комбинације: огледало и једно или два сочива; једно удубљено и једно испупчено огледало, веће и мање. Испитује се одбијање звучних и светлосних таласа од параболичног огледала. Али до остваренога решења није се дошло. Најдаље је отишао Енглец Грегори, који 1663. описује како би морао изгледати телескоп израђен од два удубљена огледала, при чему је оно велико, објективно, пробушено. Али Грегори не успева да нађе оптичара способног да начини овакав инструмент, иако га тражи по Лондону. Инструмент по његовој замисли израдиће други и биће у доста великој употреби много после Грегорија.



Сл. 5. Три типа рефлектора.

После свих ових неуспех или недовршених покушаја, јавља се Њутн, 1672. године. Начинио је телескоп отвора 16 центиметара, који увеличава 38 пута. Њутнов објектив није пробушен, већ мало равно огледало скреће светлосне зраке под правим углом, те улазе у бочну узану цев у којој је окулар. И Њутн наилази на тешкоће када жели да направи већи телескоп — нема ко да га изради.

Само неколико недеља после Њутна јављује се и трећа врста телескопа. Касгрин, Француз, предлаже такође објектив са отвором у средини, али зраке ће слати у окулар

мало испупчено огледало.

Када се погледа пресек кроз сва три помешана телескопа, уочава се лако њихова разлика. Горе је Њутнов телескоп са равним огледалом, постављеним под углом од 45 степени, и кратком бочном окуларном цеви. У средини је Грегоријев телескоп, са малим удубљеним огледалом, који одбијене зраке шаље у окулар кроз отвор на објективу. Најзад, доле, види се пресек Касренова телескопа, сличног Грегоријевом, али је мало огледало испупчено.

У прво време телескопи немају много успеха. Њутнов не беше бољи од дурбина жижне даљине 4 стопе. Телескопи имају ту предност што се зраци одбијају а не преламају, те нема хроматске аберације. Али ту је и велики недостатак. Огледала за телескопе праве се, у почетку, од метала, а он је подложен брзој корозији, рђању. Стога најмужотрпнији посао, глечање огледала, треба понављати после не одвећ дуге употребе.

Застој у изради и коришћењу телескопа траје око 100 година, све до Вилиама Хершела, који поче израђивати огледала од стакла. Једном углачана, ова огледала превуку се танким слојем метала који одбија светлост. Када због корозије огледало постане неупотребљиво, метал се хемиским путем скине и поново нанесе. Притом се стаклена површина не мења и не мора се поново глечати. Хершел сам глеча огледала, прво мања па све већа. Он уноси и једну новину у конструкцији телескопа. Огледало поставља у дну цеви под малим нагибом, тако да му жижа буде при отвору цеви, уз саму ивицу. Посматрач је окренут леђима небу и посматра кроз окулар у правцу огледала. Хершел би окулар држао у руци, а доцније израђени телескопи имају окулар причвршћен за цев. Први већи Хершелов телескоп има пречник огледала 48 центиметара, а жижну даљину 6 метара. Док је цев још на тлу, Хершела посети краљ Ђорђе III, у пратњи једнога бискупа. Хершел, иако аматер већ беше познат по својим открићима, па се краљ заинтересова за његов инструмент. Забављајући се, краљ се провуче кроз цев, позивајући бискупа да га прати: „Хајдете, господине бискупе, да Вам покажем пут до неба“. Доцније Хершел прави телескоп од 122 центиметра у пречнику. Ови телескопи омогућују Хершелу да открије многобројне двојне звезде, јата, галактичне и вангалактичне маглине, па и да први помоћу сонди, покуша утврдити облик и састав Млечнога Пута.

У изради великих телескопа Хершела следе Шредер у Либиенталу код Бремена, затим лорд Рос, богати поседник, и он аматер. Росов први телескоп има отвор од 36 инча, што

је нешто мање од метра. Други је већи: пречник огледала 183 центиметара, а цев дуга скоро 17 метара. Њиме је открио да су вангалактичке маглине уствари скупови звезда, а да неки од њих имају изглед двоструке спирале.

Са напретком машинске технике монтажа телескопа постаје боља, инструменти су стабилнији, спретнији за руковање, као Фукоов или телескоп Париске опсерваторије.

Проналазак фотографије учинише да се могућности дурбина и телескопа умногоструче, те да они постану још драгоценији за астрономска посматрања. Ма колико дуго гледали у неку звезду, она неће изгледати сјајнија. Друкчије је са фотографском плочом. Уколико слика неке звезде дуже остане на њој, оставиће црњи, већи траг. На тај начин, уколико је експонажа дуга, на плочи ће се појављивати све више звезда, па и оних које се оком не могу запазити ни највећим дурбином или телескопом.

Иако је фотографија пронађена тек у прошлом веку, фотографски апарат има свог далека претходника. То је камера обскура, мрачна комора.

У последњој деценији XIII века у Паризу је живео мало познати астроном Гијом од Сен — Клуа, први хришћански астроном који сам, 1290, одређује нагиб еклипике. Дobar посматрач, Гијом за проучавање Сунца користи мрачну комору: Сунчеву слику која пролази кроз сасвим мали отвор хвата на беломе заклоњу. Уз нека помагала могао му је тако мерити висину и азимут, а и пратити померања. Пола века пре проналазач дурбина то чини и Рајнхолд, професор у Виртембергу до 1552. О правој мрачној комори, дакле затвореној кутији која на једној страни има рупицу за пролаз светлости а на супротној прозачну хартију на којој се појављује изврнута слика осветљенога предмета, говори Леонардо Да Винчи, који је умро 1519, али проналазач не приписује себи. Постоји мишљење да је мрачну комору пронашао Роџер Бекн у XIII веку, дакле савременик Гијомов. О мрачној комори више се говори у другој половини XVI века, када долази до њеног усавршавања. Наиме, већ помињани Порга, који се прво служи обичном мрачном комором, долази на мисао да на њен отвор стави сабирно сочиво. Тако је добио јаснију слику, јер отвор може бити много већи. Уједно је стекао и глас чаробњака, јер испред коморе ставља покретне слике.

Мрачну комору користи потом, 1611, Јохан Фабрициус за посматрање Сунчевих пега, те уочи да се оне крећу једнаком брзином, да нестају, али се враћају. То је, по њему доказ да је Сунце чврсто тело које се обрће око своје осе.

Портина мрачна комора као да је претходница чаробне лампе, али са обрнутим положајима светлоснога извора и слике. Светлосни извор налази се, наиме, у кутији, а слика се добија на спољноме заклоњу. Није јасно ко је проналазач чаробне лампе. У другој половини XVII се зна за њу, а описује је Роберт Хук 1668. као направу за коју се може користити Сунчева или вештачка светлост. Даљи развој чаробне лампе доведше до данас познатих диа и кино пројектора.

Фотографски поступак пронашли су Нисефор Ниепс и Луј Дагер и објавили га 1839. За фотографију одмах сазнаје Сава Текелија, те записује: „То тако акуратно представљено стане, како чтоо действителни предмет“. У астрономији се фотографија примењује већ од 1840. године. Иза окулара дурбина или телескопа стави се фотографска комора, па се на мутноме стаклу добије слика. Она може бити увећана ако зраци прођу кроз окулар. На овај начин снимљен је поменуто године

Месец, као први. Физо 1845. добија успешни снимак Сунца, а Фуко снима 1860. протуберанце. Следе снимци планета, па браћа Анри добијају први успешни снимак Јупитера и потом Сатурна.

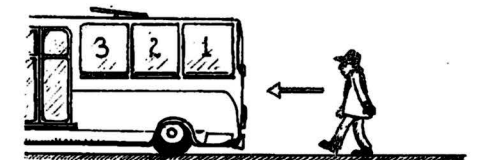
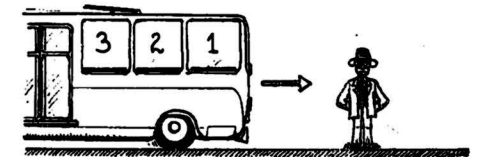
Не могу се навести све могућности примене фотографије у астрономији. Споменуће се само да она не само омогућује откривање нових небеских тела, него о постојећима пружа много више обавештења. Помоћу ње се лакше откривају сопствена кретања звезда, двојне звезде, неке за око невидљиве маглине зато што зраче ултраљубичастом светлосћу, променљиве звезде. Фотографија је такође драгоцена при одређивању положаја звезда и за израду звезданих карата и каталога. А примењена на спектрографу, фотографија ће открити спектроскопске двојне звезде, радијалне брзине и да ли се нешто ипак налази у простору између нас и звезда, који иначе изгледа празан.

СИСТЕМИ СВЕТА

У најстарије време сви народи вероваху да је Земља равна плоча, са планинама и долинама занемарљиво малим према њеној величини. У то време небо беше ниско, као неки чврсти поклопац украшен звездама и планетама, малим светиљкама или рупицама, и нешто већим Сунцем и Месецем. Овако гланим цртама обележен, тај првобитни систем света познат је у Египту, Месопотамији, Кини, Мексику, па и Хеллади у време Хомера и Хесиода. Али хеленски философи, иако ученици Египћана и Халдејаца, почеше самостално размишљати о свету и појавама у њему, постепено се ослобађати наслеђених митова, легенди и учења. Настојаће да природне појаве објасне на основу посматрања и научног размишљања.

Када је један од њих, Питагора са Сама, изложио учење да је Земља лоптаста а не равна, па зато мора бити без ослонца, усамљена у простору, дотањи систем света морао се битно изменити. Ново учење о облику Земље захтеваше да се на нови начин објасни где су, колико су далеко, колика су и како се крећу небеска тела. Појавише се скоро истовремено, два учења. Она се битно разликују по томе шта стављају у средиште света и кретања: Земљу или Сунце. У првом случају ради се о геоцентричном систему, у другом о хелиоцентричном. Може се поставити питање: откуда два толико опречна схватања и да ли је до њих морало доћи?

Разлог је у релативности кретања, а до опречности у схватањима морало је доћи, јер се у старо време не могаху разликовати привидна кретања од стварних. Погледајмо је-



Релативност праволинијскога кретања.

дан пример. Аутобус на горњем цртежу креће се, а пешак стоји. Испред пешака промицаће прво предњи део аутобуса, па прозори 1,2,3... На доњем цртежу аутобус стоји, а пешак се креће, али у супротноме смеру. Опет ће испред пешака проћи прво предњи део аутобуса, па прозори 1,2,3... Исти је случај и са кружним кретањем. Нека је вртешка у дечјем парку непокретна, док дете обилази око ње. Испред детета налазиће се, наизменично, гондоле 1,2,3... А стоји ли дете, док се вртешка обрће у супротноме смеру, гондоле ће се ређати испред детета истим редом 1,2,3...

У оба случају на основу осталих кућа, дрвећа, плочника, лако је установити шта се креће: аутобус или пешак, вртешка или дете. Међутим, кад је у питању Земља — када се постави питање да ли се она креће или пак небо — гледаоцу је та могућност ускраћена, све до наших дана. Астронаути који су се нашли на Месецу могли су својим очима видети како се Земља обрће око своје осе. Обрће ли се небо од истока према западу, или Земља са запада на исток, појаве ће бити потпуно исте: Сунце, Месец и звезде рађаће се на истоку, правити лукове по небу и залазити на западу. Ставимо усред ове просторије један глобус који се обрће и на њега мртва посматрача. Он види како му изнад главе промићу разна лица или предмети и ако не осећа подрхтавање глобуса закључиће да се просторија обрће око њега, непокретног. Тако и човек види како се небо креће, док је кретање Земље неосетно. Ово се односи и на годишње кретање Земље. Посматрач може без великих тешкоћа установити да Сунце за годину дана прође кроз сва зодијачка сазвезђа, на чини пун круг на небу, јер и то се види. Кретање



Земља у небу.

Земље око Сунца — а оно је стварно — не види се, не осећа. Докази за кретања Земље постоје, али у време настанка геоцентричног и хелиоцентричног система њих још нема.

Геоцентрични систем ближи је староме систему са равном Земљом, па зато изгледа природније да је први настао. Али хелиоцентрични систем је, бар уколико знамо, раније уобличен и изложен, па ћемо се зато прво на њему задржати. Треба почети од Питагоре и његових ученика. Од Питагоре зато што први признаје Земљи лоптасти облик, а од једнога ученика зато што је први покренуо Земљу и изједначио је са планетама.

Пошто је био у Феникији и Сирији, Питагора одлази у Египат и тамо проводи 22 године. Можда је био у Вавилону, а неки

мисле и у Индији. После Египта враћа се на Сам, али не успеши ту да отвори школу иде на запад, у Велику Грчку — то је данашња јужна Италија — и настанује се у Кротону. Ту ће око 510. године п. н. е. отворити школу. Знајући да је Питагора ученик египатских и халдејских свештеника, који је био посвећен — једини странац — у њихове мистерије и примио њихова знања, ученици пожурише у Кротон из свих крајева Грчке. Помиње се да их је било око 600. Али сви ученици нису једнаки. По угледу на Египћане, он највиша знања не саопштава свима, већ само маломе броју изабраника, обавезаних да чувају тајну. Па и када њима говори, изражава се симболично, тако да га само посвећени разумеју. Ова два учења, јавно и тајно, могу бити различита, чак и противречна, а нека од њих не свиђају се водећим личностима у Кротону, јер Питагора се не бави само природним наукама, већ такође друштвеним, па и религијом, можда и политиком.

Ученици се окупљаху у кући Милона Кротоњанина, најславнијег атлете старог века, победника на олимпијади, који је и сам ученик. Но једнога дана, предвођени богатем Килоном, грађани Кротона нападоше питагористе, Милонову кућу спалише и скоро све ученике побише. Није јасно шта се догодило Питагори. По некима и он је тада страдао, а по другима он је пре напада на Милонову кућу прешао у Метапонт и тамо ускоро по нападу умро, можда хотимично од глади. Само неколико ученика спасло се и побегло у друге градове или у Грчку, али је школа надживела свога оснивача скоро шест векова.

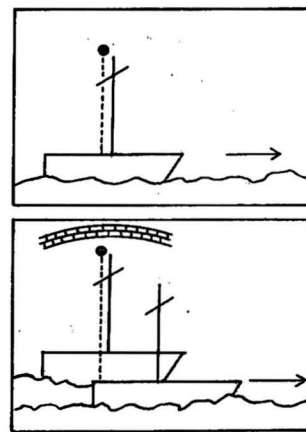
Један од избеглих питагориста био је Филолај, и он из Кротона, али је дуго живео у седмобратој Теби, затим поново у Кротону и Метапонту, а умро је у Хераклеји, око 420. године п. н. е. Филолај није могао бити непосредни Питагорин ученик, јер је у време његове смрти био мали или се још није ни родио. Али знао је за Питагорина учења, наставио их и проширио. Свакако да је и он допринео да Питагора постане скоро митска личност, а и за живота му се приписиваху натприродне особине. Говорило се да је Питагора Аполонов син, или ученик Хиперборејца Абариде, који је легао на Аполоновој стрели, да је могао бити истовремено на два места, да је силазио у Хад и тамо видео душе Хомера и Хесиода, да је кротио дивље звери, предвиђао земљотресе, једини могао чути хармонију сфера, а и једини који се сећаше својих ранијих живота: да му је душа, поред осталих, била у Еуфорбу, Тројанцу кога је убио Менелај, па његов штит и оружје однео у храм у Аргу, где га је Питагора препознао.

Од старијих питагориста Филолај је могао сазнати да је Земља лоптаста, усамљена у простору, па можда и да се креће. Филолај ово изричито тврди, и чак да има двојако кретање: око своје осе и око Сунца. Филолајева дела, као ни осталих питагориста, нису сачувана, али има више сведочанстава о његовом учењу. Он у средиште света ставља огањ у којем „борави начело управљања“. Огањ је и спољни омотач света, сфера некретница. Око средишног огања, на различитим одстојањима, круже планете, међу њима и Земља. Планета најближа огуњу зове се Антихтон или Противземља. Даље од Антихтона су Земља, Месец, Сунце и остале планете. Људи не могу видети ни огањ ни Антихтон. Постоје две могућности зашто се Антихтон не види. Он је увек са друге стране огања, јер се око огања окреће истом угловном брзином као Земља, па је, у првом случају, увек у горњој конјукцији, дакле иза огања. Он се неће видети ни ако је у доњој конјукцији, јер у томе случају увек је између Земље и огања. Што се тиче огања, не види се зато што се Земља обрће око своје осе за исто време за које обиђе око огања, исто онако као што се Земља не види са друге стране Месеца. Земљу не осветљава средишњи огањ, него Сунце. По Филолају, оно није само по себи светло, већ као нека стакласта маса која одбија светлост и топлоту огања у средишту света. С обзиром да Земља, при кружењу око огања, окреће Сунцу наизменично целу своју површину, за њене становнике Сунце ће се рађати и залазити, смењиваће се дан и ноћ.

Одмах ће се ставити примедба да Филолајев систем није хелиоцентричан, јер у средишту кретања није Сунце него огањ. Чак и да је то пуна истина, Филолај би био заслужан што је Земљи приписао двојако кретање. Међутим, треба се подсетити онога што је малочас речено: о јавном и тајном учењу Питагоре и његових следбеника, па и о њиховом прогањању и скоро истребљењу. Њихово учење свакако вређаше ондашња схватања, сматраше се опасним по друштво. Зато се крије. И више од два столећа после Питагоре, један питагорист тамнује. Филолај се крије на тај начин што за јавност говори да је у средишту света огањ — он се у оно време поштоваше — и да нека непозната планета постоји између Земље и огања. Својим пријатељима и ученицима пак говори да је у средишту света Сунце, а Антихтон није друго до Месец, или можда она нама супротна половина Земљине лопте која ноћу заклања Сунце.

Филолајево учење није усвојено. Чак и неки питагористи одустају од кружења Земље, не могући доказати га. Платон слуша предавања питагориста Тимеја и Архите, от-

купљује Филолајево списе, али не прихвата његов систем. Истина, изгледа да се у старости због тога покајао. Велики противник беше Аристотел, али и други философи и астрономи, истичући више разлога против кретања Земље. Пре свега, Земља је огромна, тешка, па зато мора бити у средишту света, према којем падају сви испуштени тешки предмети. Затим, њено кретање не осећа се, док се кретање звезданог неба лако уочава. Кад би се Земља обртала са запада на исток, морао би стално дувати ветар са истока — тврдило се. Погрешно! Атмосфера је саставни део Земље и учествује у њеном кретању. Један оглед истицан је као важан доказ против обртања Земље. Испусти ли се камен са веће висине, он пада тачно на тачку изнад које се налазио. Ако би се Земља обртала, за време падања камена она би се измакла испод њега, те би пао више на запад. Дакле, Земља се не обрће. Истина је да камен неће пасти на тачку изнад које се налазио, али пашће источније а не западније од ње. При слободном падању слажу се два кретања: кружење камена заједно са Земљом и слободни пад према њеном средишту. Камен пада по једној кривој линији, али с обзиром да има већу линеарну брзину од површине Земље, пашће нешто источније. Због слагања кретања и авион мора испустити бомбу много пре него што доспе изнад мете коју гађа.



Камен испуштен са јарбола лађе у покрету пада у његово подножје, а испуштен са моста пада ближе крми.

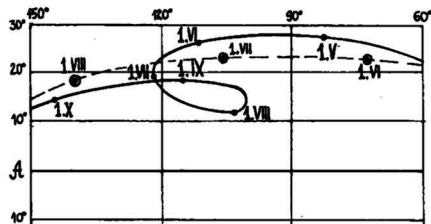
Због несразмерно велике разлике између величине Земљина пречника и висине са које се испушта камен, скретања на исток је мало па га стари не могаху приметити, али један прост оглед могао би их навести на закључак да падање камена на тачку изнад које је био није доказ против обртања Земље. Ако мор-

нар са врха јарбола лађе у покрету испусти камен, он ће пасти у подножје јарбола, јер учествује у кретању лађе. Уколико би се пак камен испустио са моста изнад врха јарбола, пахће ближе крми, јер ће се лађа измаћи испод њега за време падања, с обзиром да нема слагања кретања. У XVII веку извршен је оглед који би имао доказати да ли се Земља обрће или не. Ђуле из топа испалено је право увис. Место да се врати у топовску цев, оно је нестало. Свакако да није одлетело на небо, већ пало негде далеко, због нетачно постављене цеви или ветра. У поновљеном огледу ђуле је пало више стотина метара од топа.

Обиљан покушај да се утврди скретање на исток, чиме би се доказало обртање Земље, чини Роберт Хук, такође у XVII веку. Он пушта да камен падне са висине од 27 стопа, али скретање не може измерити. Тек крајем XVIII и почетком XIX века ово скретање је доказано у више огледа. Успех је постигнут када је камен пуштен да пада у рударско окно дубоко 235, а потом 262 стопе. Скретање је било веома мало, али у оно време мерљиво.

Против кружења Земље око Сунца истицан је следећи приговор: у сазвежђима према којима се Земља креће у обилажењу око Сунца звезде би се морале размикати, а у истим сазвежђима звезде би се међусобно примицале, после пола године, када се Земља од њих буде удаљавала. То је исти случај као када се иде према некој кући, на пример, па се види под све већим углом, изгледа већа, а мања када се од ње удаљује. У случају звезда то се не примећује, па према томе нема кретања Земље.

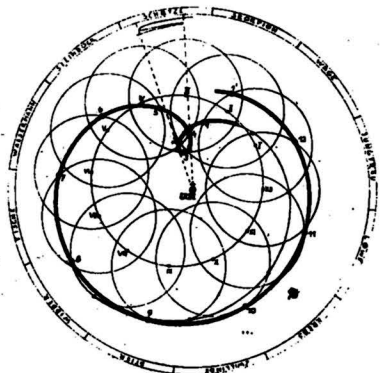
Тако је због недостатка доказа Филолајево учење о двојакome кретању Земље одбачено.



Петља коју прави Венера посматрана са Земље.

У IV веку п. н. е. својим ученицима у Академији Платон даје следећи задатак: објаснити кретања планета, с тим да њихово кретање мора бити једнаке брзине и то по правилним круговима. У оно време планете задавају велике муке астрономима због тешко објашњивих путања. Може се узети за пример једна унутрашња планета, Венера.

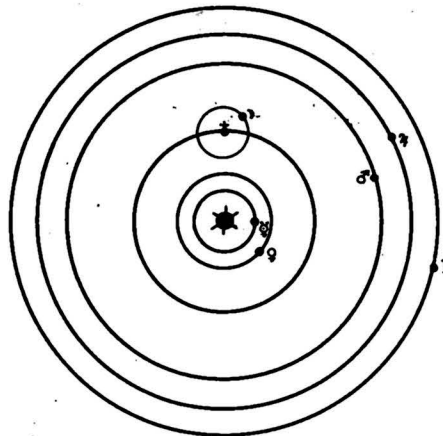
Она се креће са запада према истоку, застаје, враћа се натраг, опет застаје, па онда неко дуже време опет усмерава своје кретање према истоку. Притом прави као неку петљу на звезданоме небу. Слично је и са спољним планетама. Види се случај Марса, који такође прави неку петљу на небу, али друкчијег изгледа. Остале планете понашају се слично, а поред тога све се крећу наизглед неједнаким брзинама. Месец и Сунце не праве петље, али ни они се не крећу увек истом брзином. У оно време сматраше се да небеска тела, савршена, морају имати савршена кретања: по кругу као савршеној линији и непроменљивом брзином. Отуда онакав Платонов захтев.



Путања Марса по Птолемејеву систему.

На решавању Платонова задатка раде двојица његових ученика, Аристарх и Еудокс, али долазе до потпуно различитих решења, први хелиоцентричног а други геоцентричног.

Живот Аристарха са Сама спада већим делом у III век п. н. е. Као ученик Теофрастов, он је Платонов унук у науци. Аристарх мора знати за Филолајево учење, можда и оно тајно, а зна и за приговоре који му се стављају. Ипак ће усвојити хелиоцентрични систем и изречно тврдити да је Сунце у средишту кретања свих планета, па и Земље, док само Месец кружи око ње. Као последица кружења Земље око Сунца и нагиба њене осе појављује се привидно кретање Сунца кроз зодијачке знаке и смена годишњих доба. Земља се и обрће око осе, те тако настаје смена дана и ноћи. Аристарх сматра да је васиона много већа него што астрономи мисле. У средишту те васионе је Сунце са планетама, а сфера некретница је скоро бескрајно далеко. Зато се примицање и размикцање звезда не може приметити. У односу на даљину звезда, Земљина путања око Сунца је као тачка, средиште лопте према њеној површини.



Аристархов систем.

Аристарх је први мерио величину Сунца и нашао да је оно много веће од Земље, истина ни близу онолико пута колико данас знамо. Зато му изгледаше природније да се Земља окреће око њега, него оно око ње.

Поред тога, Сунце је толико важно за Земљу и живот на њој. Велика предност хелиоцентричног система у томе је што на једноставан начин објашњава привидна кретања планета, њихове застоје, петље, па и неједнаке брзине: све су то последице истовременог кружења планете и Земље око Сунца.

Међу онима који нападосе Аристарха били су физичари, астрономи и теолози. Први, физичари, замерају му што је покренуо Земљу — не могу замислити да се креће нешто тако огромно и тешко, као што се крећу небеска тела, мала, састављена од чистог огња. Они други, астрономи, примећују да Аристарх не објашњава неједнаке угловне брзине Сунца и Месеца — и по њему сва тела морала би се кретати по правилним круговима и једнаким брзинама, а то се у природи не догађа. Најзад, теолози пронађоше да Аристарх вређа богове — чак је и тужба подигнута против њега, али оста без последица.

Многобројни противници, на челу са Аристотелом, беху уверени у непомицност Земље, те Аристархово учење одбацише. Он није оставио непосредне ученике, па се тек у II веку п. н. е. јавља као присталица Селеук из Вавилона. Последњи који у староме веку иде за Аристархом био би римски цар Јулијан Отпадник, у IV веку, који сматра очигледним да планете круже око Сунца.

Еудокс из Книда, у Карији, који је живео од 407. године п. н. е. до 354. године п. н. е. непосредни је Платонов ученик. Он ће настојати да задатак реши задржавајући Земљу

у средишту света, непокретну, окружену низом замишљених сфера. О сферама планета говори већ Питагора, па се у старо време замишљаше да оне стварно постоје. Потпуно су провидне, од чистог кристала, тако да се кроз њих виде звезде. Свака планета има по једну сферу која при обртању око Земље производи неки звук. Отуда приче о музици сфера које надахнују песнике. За Еудокса овакве сфере не постоје у физичком свету. Његове сфере су математичке фикције, непостојеће сем у мислима и рачунима, као ни кругови које астрономи повлаче по небу, или границе сазвежђа. Да би објаснио кретања Сунца и Месеца, Еудоксу су потребне по три сфере, за остале планете по четири, што са сфером некретница чини укупно 27 сфера. Све сфере имају средиште у средишту Земље, а обрћу се око ње разним брзинама, у два различита смера, према истоку и према западу. Осим тога, осе сфера су под различитим нагибима. Највећа и од Земље најудаљенија сфера има осу која се подудара са осом сфере некретница и обрће се за 24 часа. Ову сферу као да пробија оса непосредно мање сфере, која се врти у супротноме смеру, дакле са запада на исток. Слично је са трећом а по потреби и четвртом сфером, с тим што су им осе под различитим нагибима. На најнижој сфери налази се небеско тело, као да је причвршћено за њен полутар.

Умешаће се Аристотел. Као физичар, он хоће да зна не само како, него и зашто се сфере крећу. Мора постојати неки узрок. Зато измишља обратне, реактивне сфере. Оне служе, прво, за полунавање празнина између Еудоксових сфера и, друго, да од највише сфере, првога покретача, пренесу кретање до оне најниже, Месечеве. Сада има укупно 55 сфера, јер је Калип додао својих седам, када је тачније израчунао дужине годишњих доба.

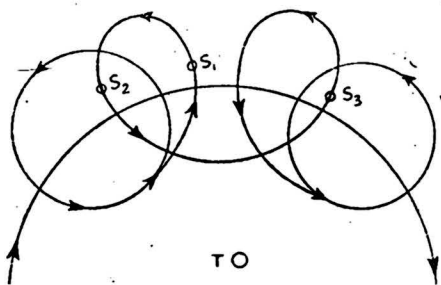
Главни недостатак Еудоксова система брзо је откривен. Ако је средиште сфере на којој је планета у средишту Земље, она мора увек бити на истој одстојању, а посматрана то оповргавају — зна се за променљивост Месечева пречника и промене сјаја неких планета.

Ради отклањања недостатака Еудоксова система, створена је нова теорија, и она геоцентрична. Њен зачетник је Аполоније из Перга у III веку п. н. е., разрадиће је Хипарх у следећем, а употпуни и уобличиће Птолемеј у II веку наше ере. Систем света који доби назив по Птолемеју, одржаће се до XVII века.

Уместо сфера јављају се кругови. Ексцентрик је правилан круг по којем се креће планета око Земље, али Земља није у његово средишту већ изван њега. Ексцентриком се доста добро објашњава неједнака брзина Сун-

чевог привидног годишњег кретања, иако је уствари једнака, како се вероваше. Два лука АВ и А'В' једнака су и Сунце их прелази једнаком брзином и за исто време. Али посматрачу са Земље, који је ближи луку АВ, изгледаће да се Сунце по њему спорије креће, будући да га види под већим углом.

Деферент је велики круг око Земље, али планета се не креће по њему. По деференту клизи, замишља се, средиште малог круга, епицикла. Планета се креће по том кругу, малом. Изгледа као да средиште епицикла „вуче“ свој круг и планету на њему по деференту. Када се ова два кретања, кретање средишта епицикла по деференту и планете по епициклу сложе добиће се једна врста спирале, различите за сваку планету. Планета се приближује и удаљује од Земље, па се објашњава промена сјаја, а објашњавају се истовремено застоји, обратна кретања, па и петље, поготову ако се епицикл не налази у равни деферента.

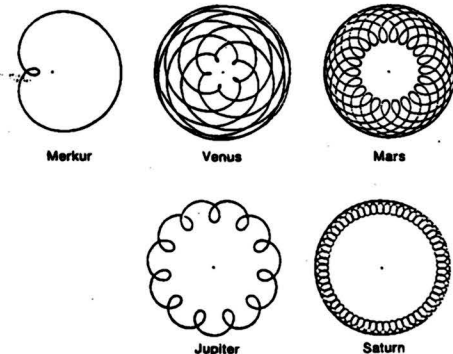


Спирално кретање планете по деференту и епициклу.

Иако у основи једноставан, тај систем неће такав остати када се буде тражила већа тачност. Жеља свих астронома је да могу израчунати где ће нека планета бити у одређено време. Показаће се да се за ту сврху морају унети многе допуне. Деферент може бити и ексцентрич, његово средиште може правити мали круг око неке замишљене тачке, раван епицикла не мора бити у равни деферента, а може се додати епицикл на епицикл. Док се Вудковске сфере могу поредити са главницом купуса, догле је Птолемејев систем налик на механизам некога часовника, са много осовина и зупчаника међусобно повезаних и зависних. Хипарх признаје да ће се његови рачуни после око 600 година морати дотерати на основу нових посматрања, а у XIII веку шпански краљ Алфонс X, и он по мало астроном, рећи ће: „Да сам место Бога ја стварао свет, он би био много једноставнији“.

Израчунају ли се путање свих планета по

Птолемејеву систему, оне ће изгледати као на овоме цртежу, веома сложене, за разлику од путања по Аристарху — правилних кругова. То није све. На овоме примеру спољних планета види се да после извеснога времена долази до прекида. То је знак да механизам кругова, ма колико дотериван, није довољно тачан.

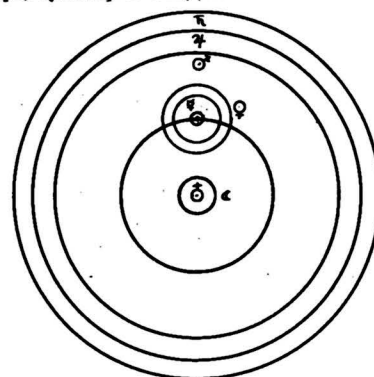


Путање планета по Птолемејевом систему.

Замерке Птолемејеву систему почеше доста рано, у IV веку, када Халкидије примећује да он није у складу с Аристотеловим учењем. Арабљански астрономи присталице су Аристотела, па се ни њима не свиђа Птолемејев систем, али не нађоше ништа боље. Замерке су тројаче. Прво, астрономи запајају да се путање планета не могу довољно тачно израчунати. Друго, физичари сматрају немогућим да се велико тело које постоји у природи, планета, окреће око непостојеће тачке — што математичарима не смета, јер они пружају објашњење а не траже узроке. Ту су, најазад, филозофи, који систему замерају што је претерано сложен, док природа обично налази једноставнија решења.

Птолемејев систем, са најзрађенијим математичким апаратом, заменио је оне који му претходиле, али није потпуно потиснуо један доста старији, досада непоменут. Иако пореклом из Египта, познат је под именом Хераклида са Понта, који га је усвојио и разрадио у IV веку п. н. е. И Хераклид је Платонов ученик, па и Аристотелов. У Египту и Халдеји, а после и у Грчкој, познато је да се Меркур и Венера не удаљују много од Сунца: Меркур до 28 степени, а Венера до 48 степени. Поред тога, обе планете виђају се, наизменично, са једне и друге стране Сунца, а никад на небу супротно од Сунца као остале планете. Оваква кретања Меркура и Венере наведоше Египћане и потом Хераклида на мисао да је Сунце средиште њихова кретања. Сунчева путања око Земље била би за ове две планете деферент, а њихове путање

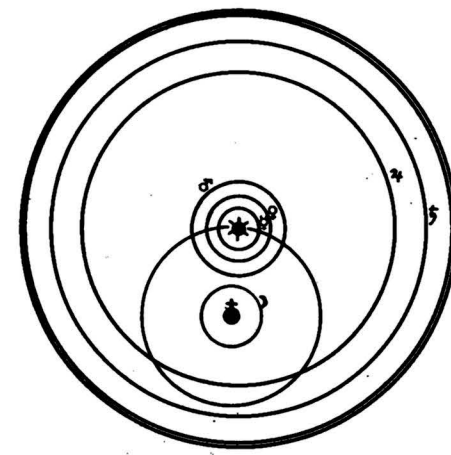
око Сунца два епицикла, мањи и већи. Хераклидов систем је, према томе, следећи: око Земље кружи Месец, затим Сунце са Меркуром и Венером, а изван Сунчеве путање су Марс, Јупитер и Сатурн.



Хераклидов систем.

Иако није стекао опште признање, Хераклидов систем стално се има у виду, све до XIV века. Помишља се да је већ Хераклид у пратиоце Сунца уврстио и друге планете, сем Месеца, али то није доказано. Његове прве присталице, међу којима су у I веку п. н. е. римски архитект Витрувије, у II веку Теон из Смирне, а у IV до V веку Макробије и Капела, задржавају се на Меркуру и Венери. Међутим, један хришћански писац, Еригена, Ирац или Шкот који живи у Француској, у Сунчеве пратиоце убраја још и Марс и Јупитер. Па и доцније у средњем веку, из којег је овај приказ Хераклидова система, он се не заборавља. У XIV веку спомиње га Пиетро д'Абано, јеретик који се пожурије да умре пре него што га се доцнела инквизиција — уместо вега спаљује му слику. Нешто потом и Гијом из Конша помиње како Сунце привлачи планете.

Као последњи изданак Хераклидова система био би онај који је објавио Тихо Брахе. Њему је познат Коперников систем, можда се у души и слаже са њиме, јер Коперника веома уважава, али не жели да дође у сукоб са католичком црквом и њеном инквизицијом. Тихо иде само корак даље од Еригене, јер допушта да и Сатурн кружи око Сунца, па заједно са њиме око Земље. Тако Земља има око себе два деферента, један за Месец а други за Сунце, док је овај други опкољен са пет епицикала. Тиховим системом уствари ништа се не постиже, остају и даље тешко објашњиве петље, путање које се не затварају, те се морају стално дотеривати, а положаји планета не могу се израчунати много унапред. Ипак, аристотеловци могу бити задовољни, јер се планете окрећу око постојећег тела, па су



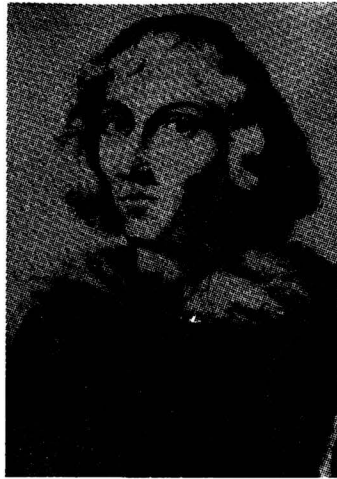
Тихов систем.

избегнуте бар неке измишљене тачке као средишта њихових кретања. Биће задовољна и католичка црква, јер Земља остаје у средишту и непокретна.

Иако је замислио да својим системом замени Коперников, јеретички, Тихо у томе не успева. Повесница иде својим незадрживим током и када дође време одбацује погрешна схватања.

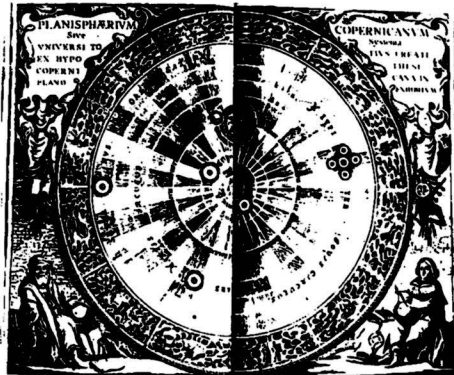
Миколај Коперник, пољски каноник рођен 1472, добро познаје класичне писце, па му не промиче ни Аристархово учење. Више срцем него разумом, Коперник осећа да Птолемејев систем не може одражавати право стање у природи. Претерано је сложен, а ипак недовољно тачан. Схвата да је све много једноставније ако се Земља покрене и Сунце стави у средиште планетских кретања. На ову мисао изгледа да га нарочито наводи променљиви сјај Марса. Размишљајући о могућем устројству света, Коперник долази до извесних закључака, који ће га навести да Сунце постави у средиште кретања.

Говорило се, и у његово време, да би се Земља због брзине обртања око осе распала. Коперник примећује да би се утолико пре морало распасти небо, јер је његова линеарна брзина кретања несравњиво већа. А то се не догађа. Ветар са истока само је прича. Њега нема зато што ваздух прати обртање Земље, док се комете, које су изнад њега, могу кретати у разним правцима. Предвиђајући неслагање цркве, Коперник убеђује будуће читаоце, да непомичност више приличи небу, где се замишљају више силе, него Земљи, настављеној смртним бићима. Што се тиче кретања планета, оно је лако објашњиво ако се и оне и Земља окрећу око Сунца. То се види на примеру једне планете. Земља има већу брзину,



Коперник.

те планета заостаје за њом. Ако се истим бројевима обележе истовремени положаји Земље и планете, видеће се да се планета привидно мора кретати прво брже, па спорије, затим ће застати, враћати се натраг, опет застати и продужити кретање према истоку. Коперник је свестан да му недостају докази, опипљиви, да се Земља креће, те зато не тврди то, него само каже да је вероватније кретање Земље него неба.

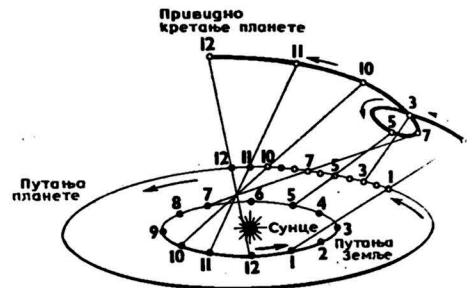


Коперников систем.

Коперников систем изгледа веома једноставан, као што показује цртеж из првога издања његове књиге, из 1543. Уствари није сасвим тако. Као сви дотадашњи астрономи, и Коперник је убеђен да се планете морају кретати по круговима, па и кад су у питању путање око Сунца. Но, посматрања се не слажу сасвим са прорачунима. Зато Коперник задржава ексцентрике и епицикле, и то у

великом броју, с тим што се сада по ексцентрику креће Земља, а епицикли су на деференту који има у средишту Сунце. Онако једноставан као на цртежу, Коперников систем изгледаће тек после више од шест деценија.

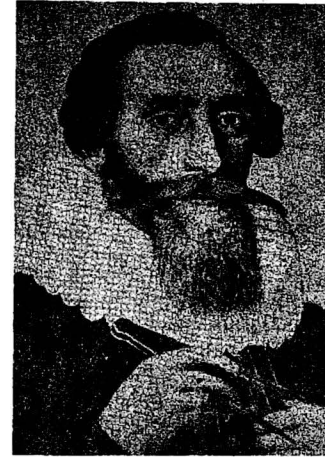
Дошавши до поменутих закључака када је имао само 33 године, 1525, а пошто је свој систем научно обрадио, Коперник 1514. написа своје чувено дело „Де револуционибус орбиум целестриум“. А онда са објављивањем чека 29 година, до 1543, када ће умрети. Зашто? Иако инквизиција у Пољској није онолико ревносна као у неким другим земљама западне Европе, треба бити опрезан. Пред суд инквизиције, у тамницу, на мучење, па и на ломачу иде се не само за учење које је противно црквеном, већи за много мање „грехе“: зато што неко не једе свињско месо постоји сумња да је Јеврејин или муслиман, зато што носи чисту кошуљу, значи да више мисли на тело него на душу и тако даље. Зато Коперник чека, али ученицима и пријатељима показује своје дело, дозвољава да га преписују. Штампану књигу добио је, каже се, на самртничкој постељи.



Објашњење застоја и ретрограднога кретања спољне планете.

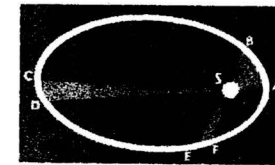
Опрезност Коперникова можда је била претерана, јер у прво време не изазва оштру осуду. Тек после седам деценија стављена је у списак забрањених књига, а брисана из њега тек 1822. Али противника је доста. Међу астрономима то су Тихо, Рићоли, Шајнер. Познатији су следбеници Коперникови: Ђордано Бруно, Местлин и његов ученик Кеплер, Галилеј. Они ће победити.

Дошавши после доста мука до астрономске заоставштине Тиха Браха, свога претходника у заву царскога математичара у Прагу, Кеплер је почео пажљиво проучавати. И њега привлаче белешке о посматрањима Марса, те се упушта у израчунавање његове путање око Сунца. Појави се неслагање од 8 лучних минута. Да је у питању неки други посматрач Кеплер би закључио да је почињена грешка. Али Тихо не може толико погрешити. Грешка је у рачуну, па га понавља.



Кеплер.

Опет оних 8 минута. Ново рачунање, са истим резултатом. Онда Кеплер покуша са елипсастом путањом и грешка нестане. Тако је дошао до свог првог закона: планете се крећу по елипсима, са Сунцем у једној од жига. Уследиће и друга два закона која носе његово име: други, да радијус вектор, који спаја средишта Сунца и планете, оцртава површине сразмерно времену потребном за њихово оцртавање; и трећи, да су квадрати времена обилажења планете у истој сразмери као кубови средњег одстојања од Сунца. То је био крај ексцентрицима, деферентима и епициклима.



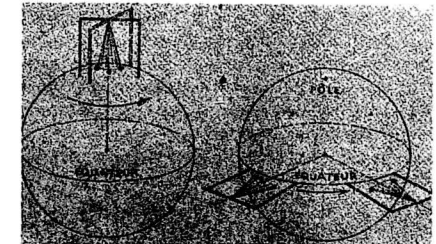
Елипси.

Остаје осврт на доказе да се Земља обрће и окреће, како би се дало за право Филолају, Аристарху, Копернику и Кеплеру. Један оглед којим се доказује обртање Земље око осе већ је наведен: скретање на исток тела при слободном падању. Други је извео Фуко 1852. у Паризу. О врх веома високе куполе Пантеона обесио је клатно са великим тегом, који на доњем крају има шиљак. Када при клаћењу достигне највећу висину, шиљак смакне мало песка постављеног на прстену усред дворане. Из физике је познато, у то се свако може лако и сам уверити, да клатно не мења раван у којој се креће — због инерције — без обзира да ли се обрће оно о шта је обешено или подло-



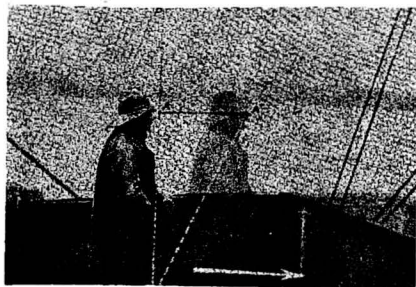
Фукоово клатно.

га испод њега. Зато би требало да шиљак Фукоовог клатна стално наилази на пролаз у песку једном начињен. Међутим, то се не догађа. Шиљак постепено оставља све нове и нове трагове на песку, до одређенога места, па се враћа на почетни траг. И тако свакога дана. С обзиром да клатно не мења раван осциловања, значи да се обрће оно испод њега, а то је Земља. Оглед је извршен у Паризу, на средњој земљописној ширини, па је зато песак смакнут на ограниченом броју степени прстена. Да је извршен на једном од полова — слика лево — Земља би се испод клатна обрнула 360 степени. На полутару пак — слика десно — обртање Земље не би се одразило на клатно, зато што се равна клаћења налази у равни полутара.



Фукоово клатно на полу и на екватору.

Доказ за кружење Земље око Сунца појавио се 1727. године, када је Бредли открио аберацију светлости. Ради поређења погледајмо брод у покрету, на киши. Док право надоле падају кишне капи, брод се помера водоравно. Последњица сложенога кретања биће да капи више падају на груди морнара, него на леђа. Због ове појаве при ходу по киши, кишобран се мора нагнути напред, иако нема ветра па киша пада управно на тле. Исти је случај са светлошћу: слажу се њена брзина и брзина кружења Земље око Сунца, па се за-



Морнар.

СУНЦЕ, МЕСЕЦ И ЊИХОВА ПОМРАЧЕЊА

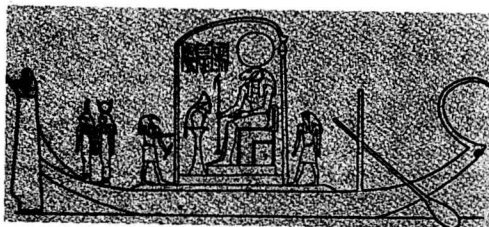
Несумњиво је да су људи од астрономских појава прво запазили смењивање дана и ноћи. Оно је последица обртања Земље око њене осе, при чему наизменично излаже Сунчевим зрацима целу своју површину. Међутим, дуго је требало да се ова истина схвати и прихвати. У старо време мислило се да Сунце за 24 часа обилује око Земље. Кад је над њеном површином онда је дан, а када испод ње, или је некако заклоњено, онда је ноћ. Овакво схватање опстало је све док се Земља савијавала са великом равном плочом. Али и када је, после Питагоре, у науци прихваћено учење о лоптастој Земљи, већина научника оста при гледишту да је Земља непокретна, а да се Сунце и остала небеска тела окрећу око ње. Они малобројни који тврде да се Земља обрће, а Сунце стоји, лако су ућуткани и заборављени, јер своје твђење не могаху поткрепити доказима. У средњем веку пак, могли су бити од католичке цркве осуђени — некима се то и догађало, све до XVII века. Зато ћемо се задржати на привидноме кретању Сунца, за које већина сматраше да је стварно, све до Коперника, Кеплера и Галилеја.

Дневно кретање Сунца у Египту се прати са великом пажњом, из верских разлога. Свештеници свакога јутра поздрављају појављивање сунчаног бога обављајући посебне обреде. Неки од храмова посвећених Сунцу грађени су тако да се ујутру Сунце види кроз источне вратнице, затим прелази преко нива дворана без крова, а залази иза највећег светилништа окренутог западу. То је зато што Египћани, као и многи други народи, у Сунцу и другим небеским телима виде неко божанство, које их носи или управља њиховим кретањем. Ово божанство може познати Сунце у лађи или на колима, или бог са Сунцем јаше на коњу.

Обично се сматра да је Сунце веома брзо.

то дурбини морају мало нагнути да би се видела жљена звезда. Нагињање је веома мало, незнатно, јер је брзина светлости многоструко већа од брзине Земље, па је зато тако доцкан откривено. Аберација може на неки начин бити и видљива. Посматра ли се током године једна звезда и тачно бележе њени положаји, установиће се да она по небу описује једну малу елипсу, а та елипса је уствари пројекција Земљине путање на небеској сфери.

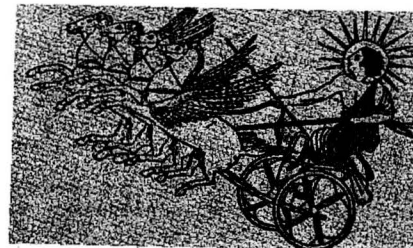
Поред наведених доказа о кретању Земље око осе и око Сунца има и доста других, доцније изведених.



Лађа Сунца.

Отуда се у староме Египту замишља као соко. То је Сунчева птица, па се бог Сунца, Ра или Хор, приказује са главом сокола, а над њоме је Сунчев котур. Осим тога, Египћани замишљаху да Сунце пливи у лађи свога бога. Ова лађа може се видети на многим релефима и сликама. Ако се погледа према морској пучини, далеко, где се привидно небо спаја са морем, граница између њих не мора изгледати јасна. Нема одсечног прелаза од воде ка ваздуху. Отуда поређење неба са водом, Океаном. За Египћане Океан је река која тече ка свом извору, окружујући целу насељену Земљу, копно. Увече, када се Сунце спусти са неба, оно у својој лађи наставља пловидбу по земаљском Океану, од Запада преко севера до истоку. Ту ће прећи на небески Океан, или небески Нил, и наставити пловидбу по луку изнад Земље, до запада. Слично томе и хеленски бог Сунца Хелије израња из Океана, на далеком истоку, где су ружичасти дворни његове сестре Боје, Зоре, али преко неба прелази у четворопрегу који вуку крилати коњи. И Хелије се на западу спушта на воде Океана.

Када Египћанима прича о спуштању Сунца на Океан и пловидби по њему поста невероватна, нађоше друго објашњење: Сунце ноћу пролази испод Земље, кроз доњи свет,



Хелије.

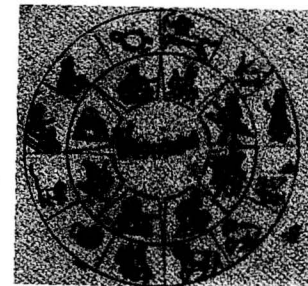
и светли мртвима. Египатски доњи свет, Туат, веома је сличан нашем, а такав је и доњи свет по старинским представама у нашем народу. И кроз доњи свет бог Сунца, у овоме случају то је Амон са главом овна, вози се на лађи. И у многих других народа бог Сунца је и бог доњег света или има неке друге везе са њиме. Тако је и у Халдеји, одакле је овај печатни ваљак на коме се види, лево, бог Сунца како излази из подземног света. Крилат је, а из рамена му излазе по три зрака. Па и словенски Световид, Вид, односно Дабог, силази у доњи свет и тамо има своје дворе.



Крилати бог.

Осим дневног кретања са истока на запад, Сунце има и годишње кретање са запада на исток. Оно се не може пратити нити његово трајање измерити без инструмената. У прво време биће довољан гномон. Последица овога кретања и нагиба Земљине осе јесу смене годишњих доба. Стари народи, нарочито они који се претежно баве земљорадњом, знају за ово друго привидно кретање Сунца и умеју да му измере трајање, то јест дужину године, и то са великом тачношћу.

У веома давно време, можда у другој миленији пре наше ере, примећено је да Сунце има своју сталну путању међу звездама када се креће према истоку. То је еклиптика. С обзиром да путање планета леже у равнима које са еклиптиком заклапају мале углове, образован је са обе стране еклиптике појас који доби назив зодиак. Овај појас подељен је на 12 једнаких делова, по 30 степени, тако да се Сунце у сваком делу задржава по месец



Зодијак.

дана. Звезде у свакоме делу, знаку, сазвежђу, образују у магли слику неке животиње, па отуда назив овога појаса, од грчке речи зоон, животиња. У Египту је сваки зодиачки знак подељен на три дела, по 10 степени, који се зову декани. У свакоме од њих Сунце проводи по 10 дана. Ово што је речено односи се на класични зодиак, онај који су од Халдејаца примили Грци. Кинези имају два зодиака, један од 12 знакова и један од 28. Тако и у Индуса, један од 12 и други са 27 знакова. Овај други зодиак је Месечев. У Мексику Маје деле зодиак на 13 делова.

Запажено је, у доста давној прошлости, да раван еклиптике заклапа извесан угао са равни полутара. Овај нагиб може се измерити гномоном, па то чине многи стари астрономи. Прво такво мерење вероватно је извршено у Египту. Доцније је познато мерење кинеског астронома Чоу Кунга, објављено - 1100 године. Око три века потом и Грци знају нешто о нагибу еклиптике, јер Хесиод спомине да се зими Сунце налази тачно над главама црнаца, иако је тада ниско на грчкоме небу, а у поларним областима види се поноћно Сунце.

Када је реч о кретањима Сунца, треба поменути, на крају, још два, али стварна, откривена у новије доба. По проналаску дурбина, 1608, могле су се на Сунцу видети пеге и помоћу њих установити да се Сунце обрће око своје осе. Још доцније, 1783, Вилхелм Хершел открива да се Сунце креће кроз међузвездани простор, а као тачку према којој се креће означаје звезда гама у сазвежђу Херкула. Више астронома пре њега већ наслућиваше ово кретање.

О величини Сунца стари беху дуго у великој заблуди. Судећи по цртежима и списима које оставише, сматраху да је оно мало. Неки велу: онолико колико изгледа. Други, да има једну стопу у пречнику. У Срба се Сунце пореди са јабуком, дињом, погачом, у песмама и пословицима, а постоји и једна прича, у више варијанти, која потврђује да је Сунце мало тело. Каже се да је Дабог —

а то је некадашњи бог Сунца — украо Сунце са неба, натакао га на копље и носио по Земљи. Када се Земља потужи Богу да ће сва изгорети, Бог посла једнога свеца да Сунце некако преотме. Светац сиђе на Земљу, придружи се Дабогу и, ходајући са њиме, стигне до морске обале. Он тада предложи Дабогу да се такмиче ко може дубље заронити. Пошто овај пристаде, светац зарони први и донесе песка са морскога дна. Ред је на Дабога, али сумњичав је, боји се за Сунце. Зато плуње, од његове плувачке створи се сврака и он је остави да чува Сунце, на коплу пободеном у тле. Чим је Дабог заронио, светац прекрсти море и оно се заледи, а он са Сунцем побеже на небо. Док се Дабог, на крештање свраке поврати и разби лед, светац му је са Сунцем умакао. Прича је занимљива не само што показује да је Сунце замисљено као мало тело, већ и да је од меке материје, као восак или масло, са којима се у загонеткама пореди. Оваква схватања постају разумљива када се има на уму да је некада небо било ниско.

Јаснија представа о величини Сунца могла се добити тек пошто се оно измери. Заслуга за то припада Аристарху са Сама, који уз велику домишљатост — истина и уз велику грешку — измери релативну даљину Сунца и Месеца. Нашоа је да је Сунце око 19 пута даље од Месеца и толико веће. Сунце је уствари 389 пута веће од Месеца. Доцније Птолемеј израчуна да је Месец удаљен од Земље око 60 њених полупречника, а Сунце 1210 полупречника. По њему, Сунце би било пет и по пута веће од Земље. И то је далеко од праве вредности — Сунце је 110 пута већег пречника од Земље. Но и поред овако грубих грешака, проузрокованих недовољно тачним инструментима, а не примењеним методама, астрономи сазнаше да је Сунце велико тело, веће од Земље. Због тога беше природније да се оно стави у средиште света, као што је учинио Аристарх, али он оста несхваћен.

На свима египатским приказима Сунца оно је спљоштени круг, као на овој стели, из времена XIX династије, на којој се види бог Сунца са главом сокола и Аментет, богиња запада. Сунце је спљоштени круг на глави бога, а обавија га змија, уреј, која симболише његово кретање. Египатско запажање је тачно, уколико се ради о Сунцу близу хоризонта. Оно тада изгледа спљоштено због астрономске рефракције. Његова спљоштеност иначе је незнатна и стари је не могаху измерити.

Природа Сунца дуго је загонетна. Мишљења о њој поделићемо на она пре и она после проналаска дурбина. Прва беху плод размишљања и нагађања, док се друга — и она углавном погрешна — ослањаху на посматрања.



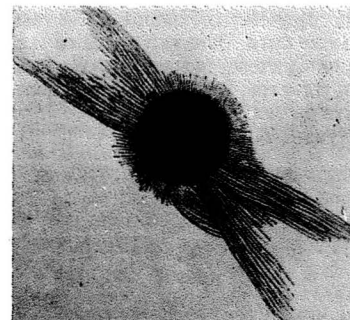
Стела из времена XIX династије.

У старој веку сматра се да је Сунце од чистог огња, небеског. А огњ се гаси у додиру са водом. Стога се и Сунце свако вече гаси када се спусти на океан, а ујутру се јавља друго, ново Сунце. Ово се поткрепљује и грчком речи дисис, запад, која значи утапање. Причало се како становници Шпаније, тада далскога запада, када Сунце тоне у Океан чују неко цврцање, као када се усијано гвожђе спусти у воду. Хераклит из Ефеса, који живи у VI до V векун. н. е., такође је мишљена да је Сунце мало, то је огњ у некој здели, који се свакога дана изнова пали и гаси, а храни се испарењима.

Да би се земаљске ватре одржавале, морају се стално додавати сагорљиве материје. То је за одржавање потребно и онима на небу. Хераклитов савременик Ксенофан из Колофона такође сматра да Сунце траје само један дан, да се ујутру пали од честица огња, а увече гаси. У усијаној стањи одржава се захваљујући испарењима са земље — Хераклит истиче да су то испарена морске воде. Слична мишљена имају и неки други астрономи у IV веку п. н. е. Треба издвојити Филолаја из Кротона, зачетника хелиоцентричног система, јер он сматра да Сунце није усијано, већ се састоји од неке стакласте масе која упија топлоту и светлост средишног огња и потом је зрачи у простор. О Сунцу као чистоме огњу расправљало се и у Платоновој школи, а од њега су и звезде, док је Месец од огња „друге густине“.

Међутим, неки рани мислиоци не слажу се са овим гледиштем, бар не у потпуности. Према једном, Талет из Милета, VI век п.н.е., тврдио је да је Сунце земаљске природе, а Анаксагора из Клазомене у V веку п.н.е. да су и звезде камените и земаљске природе.

Сенека у I веку то објашњава: чисти огњ растурио би се у простору, па мора имати за ослонац неко чврсто тело. Средњевековни астрономи већином се устежу да изнесу своје погледе. Ипак, Василије Велики у IV веку сматра да је Сунце топло зато што се врти, док Еригена, у IX веку мисли да Сунчеви зраци у празном простору кроз који пролазе нису топли. Ниједно од ова два мишљења немају за подлогу посматрања. Може се споменути и Никола Кузанац, који у XV веку истиче да су небеска тела истог састава као Земља, али да су њихови састојци спојени на други начин и у другим сразмерама; осим тога, по њему, Сунце има само светли и топли омотач, испод којег је облачна атмосфера и још ниже чврста лопта, као Земља.



Корона.

Посматра ли се Сунце голим оком — то се сме чинити када је ниско на небу или кроз маглу, нагарављено или обојено стакло, — оно изгледа по целој површини подједнако сјајно и чисто, од чистог огња, по старима. Тек по проналаску дурбина установише се да то није сасвим тачно. Али једна појава на Сунцу примећена је веома давно. Није тако давно описана, већ наликана. То је Сунчева корона, венац, ретка појава јер се види само о потпуним помрачењима. Корона се понекад пружа лево и десно од Сунца до и на два његова пречника. У другим случајевима она је мања, свуда унаоколо око Сунца, као на овоме снимку из 1860. У старој Египту веома је распрострањен цртеж који се зове крилати Сунчев котур. Налази се, почев од треће миленије, на надвратницима храмова, у гробницама, на саркофазима, папирусима и другим предметима, понекад у релефу или у боји. На цртежу је спљоштени Сунчев котур са два уреја, две змије, а лево и десно пружају се крила, свакако соколова, јер је Сунце некада обожавано као соко, птица која брзо прелеће преко неба. Када је доцније овај бог антропоморфизован, замисљен у људском об-



Корона 1860.

лику, задржао је само соколову главу. А остао је и крилати Сунчев котур, јер су стари Египћани видели Сунце са короном упоредили је са птичијим крилима. Овај цртеж, који поста симбол Сунца, свидео се и другим народима Блискога Истока, те га употребљавају у нешто измењеном облику.



Крилати диск.

Писани спомен о корони касни више од две хиљаде година. Помиње се 96. године, када се око Сунца видео венац сличан дуги. Следећи податак о посматрању короне је од 1567 године, па од 1598. Први посматра Клавије из Рима и мисли да види Сунчеву ивицу, док ће Кеплер претпоставити да су у питању зраци које растурају честице у близини Сунца или Месеца. Било је и других нагађања, све до 1842, када је захваљујући спектроскопији и фотографији установљено да је корона састављена од веома разређеног гаса у окolini Сунца.

Познатије су Сунчеве пеге, које се по проналаску дурбина редовно посматрају. Могу се видети и голим оком, али само ако су довољно велике. Помишља се да се могаху посматрати из дугих ходника египатских пирамида, пре него што су затваране, али писани подаци су много каснији. Отприлике -320 помиње их Платонов ученик Теофраст. За неке друге спомене несигурно је да ли се односе на пеге. С друге стране пак, неке белешке да су на Сунцу виђени Меркур или Венера уствари су посматрања пеге, јер ове две планете, иако могу проћи испред Сунца за посматрача са Земље, не могу се видети без дурбина. Више десетина пута спомињу се пеге у кинеским анализима, па и овај кинески цртеж птице на Сунцу мора бити нека велика група пеге.

Чим је дурбин доспео у руке неког астронома, он њиме посматра Сунце и приме-



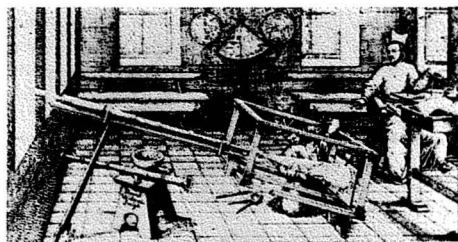
Кинески цртеж.

ћује пеге. Зато је било спорова око тога ко их је први открио. Вероватно да Галилеј није био први, али он их пажљиво посматра, неке и црта — ово је његова бележница са пегамма — сматрајући да се налазе на Сунчевој по-



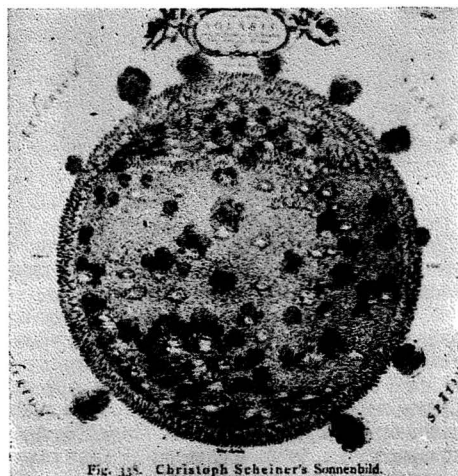
Галилејева бележница са пегамма.

вршини. Ревноснији посматрач биће Кристоф Шајнер. Сунце махом посматра у пројекцији, као на слици, а помаже му ученик Цизат. Када је овај изобразио слику, узвикну узбуђено да Сунце има више прних капљи, као да лије сузе или има пеге. Уверивши се да пеге заиста постоје, Шајнер, језуит, оде до свог претпостављеног да га обавести о налазу. Пошто га саслуша, он му одговори да је више пута прочитао сва Аристотелова дела, али није нашао ни спомена о пегамма на Сунцу. Зато Шајнеру препоручује да се смири и погледа нису ли му стакла нечиста. Шајнер наставља са посматрањем, али пада у грешку: мисли да су пеге планете које се окре-



Шајнер.

ћу око Сунца у његовој непосредној близини. Грешку убрзо увиђа и постаје најревноснији посматрач пегамма у то време. Од њега је и овај цртеж, доста маштовит, јер се пеге, замишљене као задимљени вулкани, налазе свуда по Сунчевој површини, па и тамо где их не може бити. Запажајући да се пеге померају по Сунчевој површини, увек у истоме смеру и једнаком брзином, Шајнер долази до закључка да се Сунце обрће око своје осе, па и израчунава за које време.



Шајнеров цртеж Сунца.

Астрономи примећују да су пеге по ободу нешто светлије него у средини, у језгру. Али ни језгро није онолико тамно као што због контраста изгледа. Иако је много слабијега сјаја од фотосфере, оно је ипак 5000 пута сјајније од пунога Месеца. Примећено је такође да језгро изгледа ниже од полусенке, што је нарочито приметно када се пегамма приближи ивици котура.

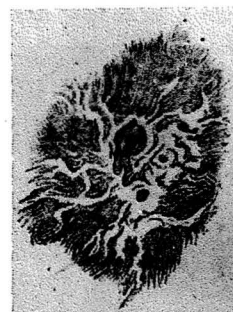
У XVIII и XIX веку многи астрономи обраћају пегамма велику пажњу. Неки их цртају, као Џон Хершел — види се његов цртеж од 1845. Хајнрих Швабе посматра Сунце 43



Хершелов цртеж из 1845.

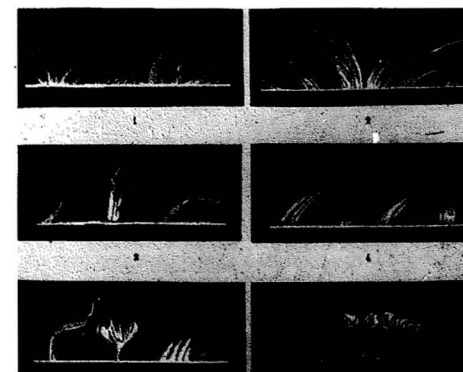
године, од 1826 до 1868, у нади да ће открити планету која се креће унутар Меркурове путање. У томе није успео, али је открио да пегамма има наизменично више и мање, те да од једног до другог максимума пегамма прође око 10 година. Доцније срањивање са старим посматрањима показало да период пегамма није увек једнакога трајања. С временом ће се запазити и друге појединости о пегамма, њихову распореду, кретању.

Уз пеге често се појављују буктиње или факуле, места светлија од околине. Запажају их већ Галилеј и Шајнер, па Хевел. Реч факула измислио је Шајнер, по латинској речи факс, буктиња. Појављује се на овоме цртежу од 1865 као светле траке које се гранају.



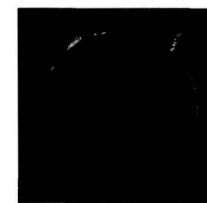
Буктиње.

Протуберанце, које се као и корона виде само за време потпунога помрачења Сунца запажене су тек 1706. Потом су доста пута виђене, али не зна се шта су. Помишља се на Сунчеве планине, или да су у вези са Месецом, можда само оптичке варке. Њихова



Протуберанце.

природа расветљена је тек 1842, када је Араго несумњиво утврдио да припадају Сунцу, и потом 1860, када су снимљене на фотографску плочу. Жансен у њихову спектру види сјајне линије, 1868, доказ да су то усижани гасови.

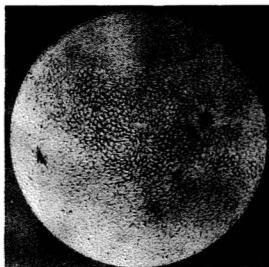


Протуберанце, фотографија.

Могло се и установити од којих су гасова састављене: преовлађује водоник. Али примећена је и једна сјајна линија дотле непознатог порекла. Године 1895 установиће се да потиче од гаса који по Сунцу, на којем је откривен, доби назив хелијум. Са протуберанцама откривена је и хромосфера, најдебљи слој Сунчеве атмосфере, ружичаст од водоника, дебело десетак хиљада километара. Испод хромосфере, а десет пута мање дебљине је слој који 1871 откри Чарло Јанг. Због мале дебљине види се само неколико секунди пошто Месец потпуно закљони Сунце. Тада у спектру блесне мноштво сјајних линија. То су оне исте линије, али обрнуте, место тамних, које се виде у обичном Сунчевом спектру, сада су сјајне. Отуда назив обртни слој. Он је образован од мешавине разних гасова који упијају зрачење фотосфере на оним таласним дужинама на којима сами емитују светлост када су усижани. Када, заклоњена Месецом, светлост фотосфере, Сунчеве површине, не пролази кроз обртни слој, његови гасови образују у спектроскопу сјајне линије.

Поменуто је да Сунчева фотосфера, односно-

но површина, изгледа свуда подједнако сјајна и глатка. Ближа проучавања показале да то није сасвим тачно. Фотосфера је веома узбуркана. То примећује Џејмс Шорт 1748. Рећи ће да му површина Сунца личи на тањир супе од пиринча. То ће и други приметити. Ова зрнаца пиринча нису сталне творевине, брзо се мењају, једна настају, друга нестају, спајају се и раздвајају, све у року од два минута. Ред величине зрна је од 700 до 2000 километара. Друго, Сунце није по целој површини подједнако сјајно. То ће установити Анђело Секи посебним огледом, а примећује се и на фотографикама. По ободу Сунце изгледа тамније, иако то уствари није. Међутим, за посматрача са Земље зраци који потичу са обода Сунчева котура пролазе кроз дебљи слој атмосфере, па су више ослабљени.



Грануле.

Проналазак дурбина и откриће пега изазва нова размишљања о природи Сунца. Поста јасно да оно није од чистог огња. У XVII веку појављује се више теорија ради разјашњења пега. Слично филолају, Жил Робервал мисли да Сунце није само по себи усјано: оно као неки сунђер упија топлоту из васионскога простора, па потом зрачи из себе. Хевел држи да су пеге облаци, па зато трају неко време, а онда се растура. Париски астроном Жан Касини износи другу претпоставку: Сунце има тамно тело, а око њега је светла атмосфера, која се креће, кључа, па кроз њу повремено провире врхови Сунчевих планина, а то су тамна језгра пега. Нешто млађи Лаир сматра да је Сунце течна, а по тој течности пливају огромна острва од чврсте материје, која ми видимо као пеге; острва повремено тонуту, а онда се на тим местима могу појавити светле буктиње. Распра се преноси у XVIII век. Александер Вилсон, откривши да су пеге удубљења, такође држи да је Сунце у основи тамно и чврсто тело, а када се у његову омотачу, усјаном, појави пеге, удубљење, кроз њу се види тамна површина. Завршио са Вилиамом Хершелом, који сматра да Сунце има чврсто језгро и дебелу атмосферу, сас-

тављену од два слоја. Онај горњи, усјани, зрачи топлоту и светлост, а доњи је хладан и толико густ да ту топлоту и светлост највећим делом упија. Отуда на чврстој језгру можда има и живота. Слична гледишта делиће и неки астрономи и у другој половини XIX века, иако је Араго 1811 помоћу поларископа несумњиво утврдио да је Сунце гасовито, што ће потврдити и мерења температуре. У овом последњем веку доста се расправља о одржању Сунчеве енергије, о томе чиме се „храни“, како би то рекли стари, али до коначнога решења није се дошло.



Тот.

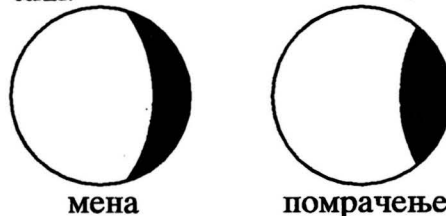
Пређимо на Месец, после Сунца најважније тело на небу, оно које је послужило за израду првих календара. Зато је египатски бог календара истовремено и бог Месеца. Додуше, у Египту је Месец стављен под заштиту и других божанстава. То је у првом реду Исиде, која се приказује са краљевим роговима — они подсећају на Месечев срп — и Месечевим котуром између њих. Исиде, једна од најпоштованијих богиња древнога Египта, сматра се супругом сунчаног бога Осириса и мајком Хора, такође сунчаног бога. Егип-



Исида.

ћани приметите да Месечев срп изгледа већи од неосветљенога дела Месеца, онога који може бити благо осветљен Сунчевим зрацима одбијеним од Земље — пепељастом светлошћу.

Отуда један други бог Месеца, Хонсу, приказан је са Месецом на глави, при чему је његов срп нешто већег пречника. И Хелада има више месечних богиња. Најизразитија је Селена, Хелијева сестра, али и Артемида, Аполонова сестра близнакиња, па Ија и неке друге. Остали народи такође поштују Месец, па је његов бог у Персији Мах, у Индији Сома, у Месопотамији нарочито Иштар, али и Син који се сматра оцем сунчаног бога Шамаша.



Мена и помрачени Месец.

Месечеве мене захтевају објашњење. У Месопотамији прво се сматра да је Месец танка округла плоча, која се лагано обрће око своје осе, па се тако смањује њен видљиви део. Објашњење је неприхватљиво, јер ако се округла плоча гледа искоса, она ће се претварати у све издуженији елипс, а никако у срп или пола круга. По увиђању заблуде налази се друго решење: Месец је лопта са једном светлом и једном тамном половином. Ово је у основи тачно, али првобитно се мисли да светла половина има сопствени извор светлости. Мене би се могле објаснити, али не и помрачење, које би такође требало да настаје обртањем око осе, али наглим. Посматрање се не слаже са овим. Ако је у мраку подједнаки део Месечевог пречника, као на слици, друкчије ће изгледати у мени, а друкчије када на њега падне Земљина сенка. До истине се најзад долази. Зна се да је Месец ближи од Сунца и да му је осветљена површина све ужа уколико је ближи Сунцу, па и нестаје из вида увек када би требало да дође тачно испред Сунца, па се закључило, у Халдеји, да је Месец тамна лопта која светлост добија од Сунца.

Хеленски филозофи -VI века као да не знају за халдејски закључак, те лутају за објашњењем мене. Анаксимандар замишља да се око Земље врти огроман точак који на наплатку, са унутрашње стране има округлу рупу. Кроз ту рупу види се светлост од огња у унутрашњости точка — и то је Месец. Мене настају зато што се рупа постепено затвара. Хераклит мисли, као за Сунце, да је Месец огањ који сагорева у некој здели, а здела се лагано обрће па се огањ све мање и мање види. Поменимо још само Ксенофана. За њега је

Месец само огњени облак који се наизменично пали и гаси. Још увек се мисли да Месец има сопствену светлост. Ипак, прави се разлика између његове светлости и оне горње, сунчане и звездане. Месец је ниско на небу, близу Земље а далеко од етарске области са чистим огњем. То се најбоље види по томе што има мрље, нечистоћу, ради које светли слабије од Сунца, иако је ближи.

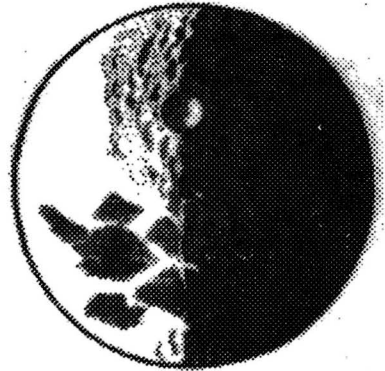
Иако са доста устезања, халдејско учење да је Месец тамно тело биће прихваћено у Грчкој. Прихвати га Талет из Милета у -VI веку, а потом Анаксагора и други, тако да од -V века углавном нико не сумња да је Месечева светлост лажна, како се говорило.

Обичне људе више занимају мрље на Месецу, те покушавају да у њима открију ликове људи или животиња. Многи мрље на Месецу изгледају као зец, као Кинезима, који оставише цртеже тога зеча. Исту животињу виде на Месецу и у Мексику судећи по њиховом цртежу. Другим народима причињавају се друге слике на Месецу, јер машта нема граница. Срби тамо виде ковача или циганина, ђавола или дрвара, девојку која преде. Српски и словенски бог Месеца забрављен је по имену, али се о њему говори посредно, у причама и песмама о женидби Месеца и сродству са Сунцем и звездама. Као несвесни траг некадашњег бога остаје слика у једном рукопису: Месец има човечије лице, а слично је и са Сунцем.

Мрље на Месецу занимају и научнике, који желе да докуче шта су оне. Занимљиво је да већ веома давно постоји гледиште да је Месец сличан Земљи. У Египту се о њему говори као о „етерастој Земљи“, дакле Земљи која се налази у пределима етра, на небу. У Хелади први Орфеј претпоставља да је Месец веома сличан Земљи, да на њему има планина и градова. Са тиме се слаже и Филолај, допуштајући могућност да на Месецу има биљака и животиња. Савременик му Анаксагора у мрљама на Месецу види планине и равнице, а слично је и Демокритово мишљење.

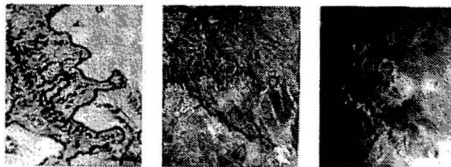
Опширну расправу о Месецу пише Плутарх. Износи стара мишљења, али и сопствени закључак: да Месец није никакво огњено тело, већ налик на Земљу. На њему нема облака ни кише, а и ваздух је саваког реда, што, међутим, не мора значити да нема живих бића — она не морају имати исте потребе као земаљска.

После проналаска дурбина показаће се да су ови научници добро предосетили — истина не сасвим — какав је Месец. Када је Галилеј уперо свој мали дурбин на Месец, заиста је на њему видео планине и равнице, што показује његов први цртеж.



Галилејев цртеж Месеца.

Са бољим инструментима појавиће се и боље карте Месечеве површине. Многи ће цртати делове Месечеве површине, па и поједине објекте на њему. То ће се чинити и после примене фотографије у астрономији. Наиме, неки детаљи на Месецу боље се могу приказати цртежом, него фотографијом. Треба, поред тога, подсетити да Сунчеви зраци падају на Месец, у зависности од мене, под разним угловима, те различито осветљавају његове неравнине. Уз то, различите очи могу исти предмет различито видети, а и од вештине руку зависи како ће их нацртати. Отуда један исти предео на Месецу може изгледати доста различит, према томе ко га је нацртао — слика лево и у средини — у односу на фотографију — десно.



Цртеж и фотографија Месеца.

Као за многе друге природне појаве, тако и за помрачења Сунца и Месеца прво се тражи митско објашњење. Једно од тих објашњења у Египту јесте да Сунце, док пливи по небескоме Нилу у својој лађи, напада змија Апоп. Она излази из водених дубина и хоће да прогута Сунце. Посада лађе брани га, отима од Апопа и оно поново светли пуним сјајем. По другима, Сунце брани његов бог Ра у лику мачка, те ножем убија змију и ослобађа Сунце. Слично је са Месецом, али њега напада нека крмача, гута га, па га богови ослобађају.

Други народи имају такође своје нема-

ни које нападају ова два небеска тела. Неко необично чудовиште напада Сунце у Кини настојећи да га прогута. У Срба то покушава ђаво, вукодлак, вештица или нека хала са по шест прстију на рукама и ногама. Учени људи устају противу прича о вукодлацима, већ у XIII веку, али оне се сачуваше до овога века.

У Индији се помрачења Месеца приписују демону Рахују. Он га стално прогања и понекад успе да га прогута. У давно доба, када је после узбуркавања Млечног океана из њега изишао божански лекар Гханвантари, носећи у беломе пехару амрту, напитао од којег се стиче бесмртност, Рахуј се устреми на пехар у намери да га испије. Успе да узме један гутљај, али у томе трену пристиже бог Вишну и одсече му главу. Отада стално, бесмртна Рахујева глава покушава да дограби Месец. С времена на време стигне га и прогута, али будући да је смртно тело пропало, Месец прође кроз Рахујев пресечени врат и опет светли на небу. Иако Петер Апиан у XVI веку добро зна како настају помрачења — уме и да их израчуна унапред — он у својем спису приказује неко чудовиште које напада Сунце и Месец, ваљда зато да излагање буде сликовитије.

Халдејска посматрања помрачења веома су стара. Аристотел их је добио за период од преко 2000 година. Они умеју и да их предвиде. Дуготрајна посматрања и бележења датума откриће Халдејцима да се слична помрачења понављају после око 19 година. Ово раздобље зваће се сарос. Саросом се сигурније предвиђају Месечева него Сунчева помрачења, зато што се ова последња не виде са целе Земљине површине на којој је дан.

Теже беше открити прави узрок помрачења, те није сигурно где је и када откривен. Ако је Сунце мало, а Земља велико тело, као што се у почетку мисли, Земљина сенка морала би се ширити у виду купле. У томе случају Месец би се помрачавао о свакоме уштаку, а то се не збива. Лакше беше доћи до истине, и у ово време, о узроку помрачења Сунца. Сунчева помрачења догађају се увек пошто се, иза последње четврти Месечев срп сасвим истањи и нестане у Сунчевим зрацима. Уз бележење протока времена и знање да оба тела имају скоро исти привидни пречник, могло се закључити да ће ближи Месец заклонити Сунце, иако не увек о младини.

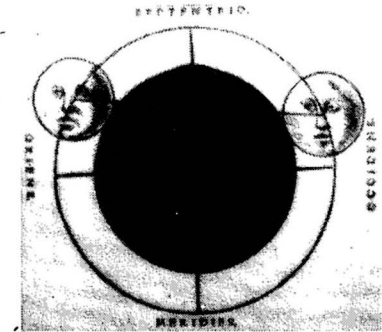
Исте сумње море и најстарије хеленске астрономе. Талет свакако зна за сарос — он је захваљујући њему предказао једно Сунчево помрачење — па и да Месец заклања Сунце. Али како долази до Месечевих помрачења? Имајући у виду његову представу о равној Земљи, тешко је замислити да је могао доћи на мисао да Месец улази у њену

сенку, понекад а не увек када је супротно од Сунца. Његов ученик Анаксимандар претпоставља да се рупа на његовој тојци повремено нагло затвори, па настаје помрачење, а Хераклит их приписује наглим превртањима својих здела у којима је огањ. Присталице хелиоцентричнога система лакше долазе до истине. Питагористи помишљају да је узрок помрачења Антхитон, планета која уствари не постоји, али да се Месец можда помрачи када уђе у Земљину сенку. Зна се да је њихова Земља лоптаста. Још мање тешкоћа имаће Аристарх. Он је нашао да је Сунце веће од Земље, према томе њена сенка је купа која се сужава, па Месец може али не мора проћи кроз њу. Подсетимо да је Аристарх управо на основу знања о помрачењима Сунца и Месеца измерио њихове релативне величине.

Међутим, и без хелиоцентричнога система, али са лоптастом Земљом, Анаксагора схвата да помрачење Сунца изазива Месец, а Месец Земља. У ово друго није сасвим сигуран, те претпоставља да и неко друго тело може заклонити Месец. Од тога времена, дакле од краја -V века у Грчкој престаје сумња у погледу настанка помрачења.

Користећи се старим посматрањима, махом халдејским, Хипарх у -II веку, водећи рачуна о паралакси и сводећи рачуне на средиште Земље, може саставити таблице Сунца и Месеца и предвидети време помрачења са грешком од само два до три часа. Преузи-

мајући њихове радове, Птолемеј саставља таблице помрачења којима се могу послужити и астрономи без великог астрономскога знања. Захваљујући добро познатој кретању Сунца и Месеца, помрачења се и у Птолемејеву систему лако израчунавају. Тако ће бити све до XVI века, из којег је овај цртеж са схемом помрачења. Види се како Месец улази у Земљину полусенку и улази у сенку дотичући се њеног северног дела. Цртеж приказује помрачење од 2. априла 1558.



Цртеж помрачења од 2. априла 1558.

У прошлости било је могућно израчунати сва помрачења Сунца и Месеца до 2161, односно 2163 године, па и до 33 века уназад.

СТАРЕ ТЕОРИЈЕ О КОМЕТАМА И МЕТЕОРИМА

Већина астрономских појава догађа се у правилним временским размацама, очекују се, сматрају редовним, те не изазивају нарочиту пажњу обичних људи. Али има и таквих појава које изгледају нередовне, јер се не могу предвидети, нарочито у старо време. То су помрачења, комете и метеорске појаве. Неочекиване, оне изазивају страх и тумаче се као предзнаци немилних догађаја. То су нарочито комете, зато што имају необичан изглед, не крећу се по зодијаку, бар не увек, не трају дуго.

Уколико је комета већа, изазиваће јачи страх, као комета од -146, која се видела пре ахајскога рата и као да га је наговестила. Слично за комету од 511 године византиски летописац Теофан каже да је била страшна, да се цели свет уплашио од ње. Обично се верује да комете најављују кугу, ратове, земљотресе, па и глад, јер тобоже исушују земљу.

Према хеленскоме миту, у граду Орхомени завладала је куга и никако да престаје. Онда се две девојке, Менипа и Метиоха, кћери дива Ормиона, одлуче да спасу грађане

жртвујући себе. То и учинише, жртвоваше се богу и богињи доњег света, Хаду и Персефони. Дирнути њиховом великодушномшћу, владари царства мртвих примеше њихове душе, а тела им се претворише у комете.

Појаве комета доста често доводе се у везу са земаљским владарима, јер — мислило се — најављују промене на престолу. Говорило се да комета од -43 није друго до душа римскога војсковође Гаја Јулија Кесара. По Овидију, њу је Венера, заштитница дома Јулија, понела на небо и душа се постепено преобратила у комету. Године 79 на римскоме престолу је цар Веспасијан, већ доста стар и болестан када се појавила комета. Сазнавши да народ шапуће како ће цар ускоро умрети, Веспасијан, који није сујевеан, рече дворанима да ова комета нема везе са њиме, него са парћанским краљем који је космат, а он, Веспасијан, ћелав је. Наиме, реч кометес на грчком значи космат. Доцније се од једне комете много углашио француски краљ Луј Први, Његов страх искористиле бискупни и наговорили га да цркви подари вели-

ка имања. Није помогло, умро је после три године, 840. Другога владару, Вилхелму Освајачу комета је донела срећу: победио је енглескога краља и загосподарио Британијом. То је била комета од 1066, доцније названа по Халеју. Мисли се да је Вилхелмова жена, краљица Матилда, својеручно извезла ову комету на једноме сагу.

Има и страшнијих прорицања по кометама: да ће уништити цели свет. По заратустарском учењу, људи ће се много искварити, па ће зато једна комета пасти на Земљу и запалити је. Потећи ће реке од истопљених метала и сагорети све зле људе, али за оне добре ове реке биће као топло млеко. Пошто се Земља тако очисти, наступиће ново доба, доба праведника. Да комета може изазвати пропаст света говори у XVII – XVIII веку Вилијам Вистон. Тада је нађено да комета од 1680 има периоду од 575 година, па Вистон некако израчуна да је она некада изазвала потоп, а када другом приликом прође поред Земље привући се и запалити. У оно време није се знало да су масе комета веома мале, те не могу пореметити планетске путање.

У време када се није знало од које су материје комете, страховало се да су можда отровне, па би жива бића могла страдати ако би Земља прошла кроз реп неке комете. То се догодило 1861, када је Земља прошла кроз реп комете од исте године. Астрономи су знали да ће се то догодити, али су ћутали да се свет не би узнемирио. Ништа се није догодило. Нико није ни приметио да је Земља била у кометином репу. Изузетно, комете могу бити и „добре“. Тако се говорило за комету од 1811 због које је, говорило се, жетва и берба била изузетно обилна.

Комете су различитих облика, али на њима се обично могу разликовати три дела: звездасто језгро окружено магличастом главом и реп, који може бити различите дужине и изгледа. Отуда у нас назив репацица или репата звезда. Не само да се комете једна од друге разликују по изгледу, него се и једна иста комета с временом мења. И то ће бити разлог што у старо време мишљаху да комете нису небеска тела, јер она морају бити вечна и непроменљива.

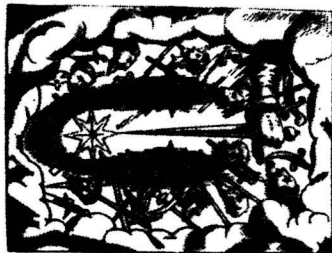
Ако комету посматра неастроном, машта му може дочарати свашта, као што показује овај цртеж од 1527. На комети се не види оно што стварно постоји, већ оно чега се људи плаше. Наравно, други цртач може на истој комети видети нешто друго. На цртежима могу да преовлађују мачеви и брадате главе. На другоме крају света, у Мексику, Ацтеци у комети виде нешто налик на змију која се

појављује из полукружнога неба.



Приказ комете из 1527.

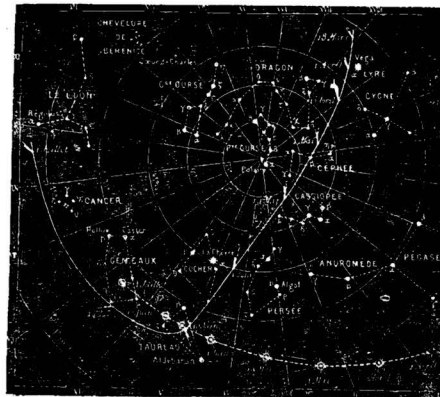
Веома рано Грци разврсташе комете по облику: на купасте, брадате и оне у којих се светлост шири на све стране, али има и других подела, као она по Плинију. Доцније, у Византији, основна подела биће на мачеве, копља, зубље и греде, а биће и потподела. Хевел у својој „Кометографији“ од 1668 донекле следи ову поделу, те црта поједине облике комета, и он са доста уобразиље. Различити облици комета појављују се на цртежима и доцније. И на њима комете као да имају браде, али без главе.



Цртеж комете из 1532. године.

Има, међутим, и из ранијега времена доста вернијих приказивања комета. Такав је и овај на којем је комета од 1532, са језгром у виду звезде. Примећује се човек, који мачевима као да гаси комету — ваљда да не би запалила Земљу.

Хеленски астрономи и филозофи доста се баве кометама: нагађају шта би оне могле бити, од чега су, где се налазе, зашто се мењају, али кретање им слабо прате. О кометама је било разних мишљења, али могу се грубо поделити на две групе: по првој, комете су појаве у Земљиној атмосфери, по другој, оне су у простору етра, у ванземаљском.



Путања комете из 1881. године.

Мора се запитати: шта је проузроковало ову подвојеност? Нешто је већ споменуто: необични и променљиви изглед и изненадне појаве, што више подсећаше на облак или огањ него на трајна небеска тела. У кретањима планета — оне су испред звезда — показује се извесна правилност, иако су им путање сложене, а комете, не само што се крећу неједнаким брзинама, него им путање могу бити далеко од зодиака. То је случај са кометом од 1881. — прошла је близу севернога пола. Затим, док се за планете може унапред знати када ће се појавити на небу, и у којем сазвежђу, за комете је то сасвим неизвесно. Додајмо да су комете прозачне, јер им је материја веома ретка, сем у језгру, па се кроз њих виде звезде. Ово је познато већ Демокриту у -V веку. Тихо Брахе бележи да је кроз реп комете од 1557. видео три звезде. Зато ће доцније, почетком прошлога века Џон Хершел рећи да су комете „негативне сенке“. Сенка је — изразимо се тако — тамно „ништа“ на светлој подлози, а реп комете обрнуто, светло „ништа“ на тамној позадини неба. Додајмо да се у старо време није могла измерити паралакса комета, што је такође изазивало сумњу да су она небеска тела.

О томе шта халдејски астрономи мисле о кометама постоје два опречна податка, оба из хеленских извора. По Епигену, из -IV века, Халдејци држе да су комете као неки пламени вртлози који се се крећу кроз ваздух. Век доцније Аполоније из Минда тврди како Халдејци у кометама виде права небеска тела, па им прате кретања. Аполоније се слаже са њима. Па и Диодор са Сицилије наводи да су комете по египатскоме учењу небеска тела, тамошњи астрономи чак очекују њихове повратке. Сем Аполонија и питагористи мисле да су комете изван Земље, сличне планетама, али они ће и у овоме погледу остати усамљени. Диста, у хеленском

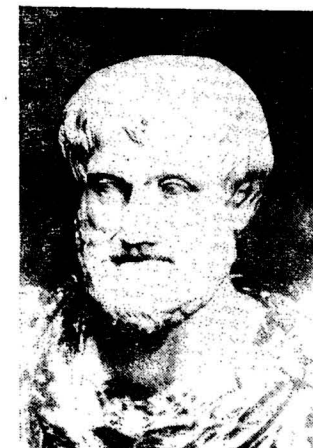
свету већина је склона мишљењу да су комете у Земљиној атмосфери. Тако се изјашњава Ксенофан, у -VI веку, па и Хераклид у -IV веку. Обојица у њима виде облаке, а не слажу се утолико што су ти облаци по Ксенофану сами по себи светли, док Хераклид мисли да су осветљени одозго.



Демокрит.

Временски између ове двојице живе Демокрит из Абдере и Анаксагора из Клазомене, Периклов учитељ. Демокрит долази на чудну мисао, да комете настају приликом конјукција планета: када дође до конјукције, светлости двају тела мешају се, па њихови здружени зраци осветле простор, стварајући издужену слику; не мора доћи до додира, довољно је само приближавање. Анаксагора је сличнога мишљења.

Демокрита и Анаксагору оштро ће нападати Аристотел. Он је лично, пише, посматрао неке конјукције планета, али при њима није дошло до појаве комета. Знамо да је он по-



Аристотел.

сматрао конјункцију Јупитера са једном звездом у Близанцима. Аристотел се опредељује за атмосферско порекло комета, па зато о њима пише у својој „Метеорологији“. Са површине Земље, сматра, дижу се разна испарења, сува и топла. Она се могу уздићи до високих слојева атмосфере, па се ту запале и укључују у дневно кретање неба — оно се, по Аристотелу, обрће око Земље. Тиме објашњава чињеницу да се комете унеколико крећу и заједно са звездама. У зависности од количине испарења, комета ће трајати краће или дуже време, тако испарења не сагоре. Аристотелови ученици, а и многи други астрономи поведоше са за њиме, те комете прогласише атмосферским појавама.



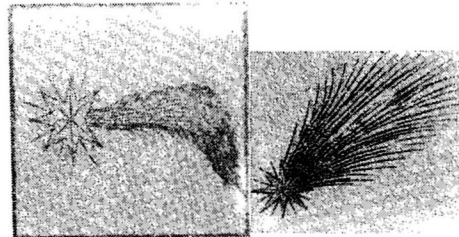
Сенека.

После Аристотела кометама се озбиљније бави Сенека у првоме веку. О њима пише доста опширну расправу у којој излаже сва стара гледишта која је могао прибавити. Он лично опредељује се за оно које у кометама види небеска тела која се налазе у међузвезданоме простору. Проти он доста векова до потврде овога мишљења, јер тек Тихо Брахе у XVI веку успева да измери паралаксу једне комете и тако утврди да се она заиста креће у међузвезданоме простору.

О броју комета нема много података у старих писаца. Сенека вели да их има много, а Кеплер ће рећи да их је „као риба у Океану“. До проналаска дурбина забележено је око 400 комета, али морало их је бити много више, јер само у другој половини прошлог века откривено их је двеста. У каталогу од 1899. има их 1277. Појаве комета више бележе летописци него астрономи. Ови последњи, сматрају их за неастрономске појаве, те на њих не обраћају већу пажњу. Зато су подаци о кометама често оскудни: датум појаве,

кратак опис, можда сазвежђе у којем се видела, ређе опис путање, али скоро обавезно који је важан догађај наговестила. Навешће се само једна од ових бележака, написана руком непознатог Србина у једноме летопису: „Године 7086. појави се репата звезда... и пружала се као уже. И главом беше нагнута западу, а репом Цариграду. И на репу имађаше малу звезду, а пред њом 3 звезде напоредо. И сијала је од 8. октобра до 14. децембра увече, када зађе за облак.“ (1577. по нашој ери). Остали посматрачи видеше ову комету тек у новембру: Местлин 12, Тихо 13, а Кинези 14. новембра. Местлин је закључио да комета има кружну путању са Сунцем у средишту, док је Кеплер мислио да су путање комета праве линије, па их не вреди проучавати јер се не враћају. Други астрономи неће се сложити са њиме, па прате кретања комета, бележе њихове положаје на небу и настоје да открију облике путања.

Тек 1680. Њутн установљује да комета од те године има параболичну путању. Преварио се. Накнадно је утврђено да јој је путања елипса и да има периоду од 575 година. То је она иста комета, раније поменута, која по Вистону треба да уништи Земљу. Они који буду живели године 2255. сазнаће да ли је Вистон у праву. Њутн је погрешно зато што се три криве, хипербола, парабола и елипса међусобно мало разликују на делу близу жиже, па и малта грешка у посматрању може навести на погрешан закључак.



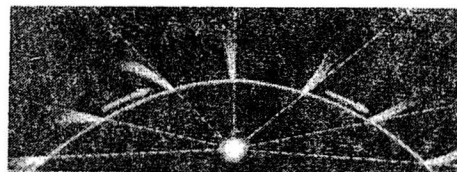
Слика лево — цртеж комете из 1531. године; слика десно — цртеж комете из 684. године.

Бавећи се проучавањем путања старих комета Едмонд Халеј примети да неке од њих имају скоро истоветне путање. То су комете од 1531, 1607. и 1682. Халеј израчуна да се комета појављује у размацама од по 76 година и да јој је полуса 18 пута дужа од Земљине. Комета је била на небу 684. године, према овоме цртежу, а и много пута пре тога; можда је за њу Овидије рекао да је Кесарова душа. Халеј је предвидео да ће се комета, по њему названа, вратити 1757. или 1758. године. Није потпуно сигуран, јер Јупитер може унеколико променити њено кретање.



Халејева комета, 1835. година.

Може се замислити са колико нестрпљена астрономи очекиваху повратак комете. Она би потврдила тачност Њутнова закона, који још има доста противника. Комета се заиста појавила у предвиђено време — нешто поправљено на основу новијих података — те је први угледа астроном Јохан Палич 25. децембра 1758. Отада је Халејева комета прошла кроз перихел још три пута: 1835, 1910. и 1985. године. На слици су цртежи Халејево комете када се приближила Земљи 1835. Халејева комета тако је редак гост на нашем небу, зато што има веома издужену путању, као што показује цртеж: удаљује се више од Нептуна. Доцније ће бити откривено доста других периодичних комета, па и таквих са периодом од око 3 године.



Репови комета.

Још један осврт на кометске репове, односно њихов положај и постанак. У XIII веку Кинез Ма Туанпин примећује да су репови увек на страни супротној од Сунца. То ће потом утврдити и Тихо Брахе, а и други астрономи. Поставља се питање: зашто? Сенека, који такође зна за ову појаву, каже да кометина „коса бежи од Сунчевих зракова“. Кеплер пак мисли да Сунце одвлачи материју из кометина језгра, па се комета постепено троши, нестаје. Било је и других претпоставки. По Њутну, у питању је узајамно дејство топлоте и гравитације Сунца. Доцније Олберс мисли да се ради о електричној појави, а Бесел о магнетској. Објашњење је нађено у светлосноме притиску, који је огледом доказан 1900. године.

На крају нешто о открићима комета. Од проналаска дурбина комете обично откривају астрономи, али доста заслуга имају и аматери. Највећи број комета открио је француски

астроном Шарл Месје (1730-1817) — њих 16. Зато га је краљ Луј XV назвао „њушкалом комета“. Једна прича о њему гласи. Управо када је Месје умрла жена, један други астроном, Монтењ откри једну комету, 1772. Када пријатељи дођоше да Месјеу изјаве саучешће, он им одговори: „Открио сам их једанаест, па зар је тај Монтењ морао да ми преотме дванаесту!“ Приметивши потом да му саучешће не изјављују због комете, Месје се присети и рече: „Ах, да, била је то врло добра жена“, али настави да оплакује комету.



Цртеж комете из 1874. године.

Метеорске појаве, за које хеленски научници такође мишљаху да се догађају у ваздуху, можемо поделити на звезде падалице, на болиде и метеорите, према томе како их посматрач види, иако међу њима нема велике и суштинске разлике. Осмотримо их поменутим редом.

Ни метеорске појаве не остају без митова и легенди. За звезду падалицу у Индији се каже да је дух Вишна — видимо га како спава на завојима космичке змије — једног од тројице највиших богова. Прича каже да се његов дух појављује као звезда падалица како би указао на грехе неког велможе и потребу да се он казни. У Мексику Маје сматрају да звезде падалице најављују смрт: то бог смрти Јум Цек најављује свој долазак. Слична веровања постоје и другде. И Срби кажу да када неко умре, његова звезда падне. На небу је звезда колико људи на Земљи — када се неко роди, упали се звезда, а када умре угаси се, падне. По старогрчком миту, када је бог неба био мали имао је јабуку украшену плавим прстеновима, па када би јабуку бацно увис,



Вишну.

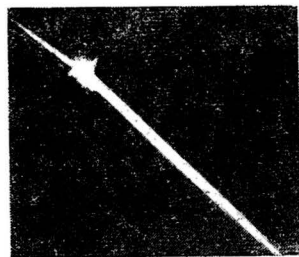
видела би се као звезда падалица. Па и стари Грци и Римљани доводе звезде падалице у везу са душама умрлих. Поред тога, они сматрају да звезде падалице претходе ветровима, што и Вергилије помиње.

Философи су претежно мишљења да се звезде падалице образују у атмосфери. Анаксагора их пореди да варницама које ветар разноси, док их Ксенофан приписује земаљским испарењима која се у висини запале и брзо крећу. То би било и Аристотелово мишљење: на великој висини испарења се запале од огња који се тамо налази, или од сунчаних зракова, па су то звезде падалице. Али било је и различитих гледишта: да су звезде падалице сличне муњама, или огањ који се брзо креће, или су то невидљива тела која падају на Земљу, па и скупови атома.

У старо време, када се мислило да је небо ниско а простор испод њега сав испуњен ваздухом, могло се веровати да ветар откида звезде са неба, те се види како падају. Тада су и праве звезде биле мала тела, светиљке. Други ће рећи да не падају целе звезде, него се од њих откидају делови и падају. Од старих философа највише ће се приближити истини Диоген из Аполоније, који у -VI веку претпоставља да у васиони постоје тамна тела, зато невидљива, а постају видљива тек ако понеко од њих падне.

Расправљајући о звездама падалицама, Сенека одбацује као глупо мишљење да су то праве звезде које се откидају са неба на тле. Када би се то догађало, небо би одавно остало без звезда, јер се звезде падалице виде сваке ноћи, а ми све звезде вековима гледамо на истим местима. Није тачно ни да су то делови звезда, јер у томе случају оне би постепено губиле сјај, а то се не запажа. Зато Сенека претпоставља да звезде падалице постају негде испод звезданог неба, а брзо

се гасе јер немају утврђеног ослоњца. После Сенеке и Плутарх се бави овим појавама. Помиње се како се неки философи противе мишљењу да су звезде падалице некакав етарски огањ, а нису ни земаљска испарења, па мисле да су то небеска тела која круже око Земље, невидљива. Ако им се кружење услед некакве узрока прекине, падају, и то махом у мора па се зато не могу наћи. Ни током многих следећих векова неће доћи до промена у гледиштима. Наш Дубровчанин Никола Гучетић (1549-1610) само објашњава да се звезде падалице уствари не крећу — то нам се само чини. Уствари то су паре које се протежу кроз ваздух, а када се на једноме крају запале, огањ се брзо преноси на други крај, па изгледа као да се крећу.

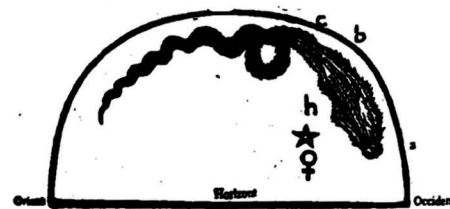


Андромедид.

Звезде падалице најчешће су појединачне појаве, иако их у одређеним ноћима има много више него обично. Међутим, понекад их у толиком изобиљу пада, да се говори о киши звезда падалица. Две такве кише помињу кинески летописци под годинама -643. и +88, а оне се помињу и у индискоме оневу „Махабхарата“. Има података и из познијих извора. Година 902. проглашена је „годином звезда“, јер су једне ноћи падале као снежне пахуљице. Константин Философ, биограф деспота Стефана Лазаревића, свакако је имао у виду сличну појаву, јер пише да су над Београдом падале као искре. То је било 17. јула 1427. У новије време позната је киша звезда падалица коју су 11. децембра 1799. посматрали из Јужне Америке Хумболт и Бонплан. Слична киша поновила се 12. новембра 1833.

Пређимо на болиде. Од звезда падалица разликују се по много јачем сјају, што за собом остављају траг и што понекад од њих потиче неко шуштање или звиждање, па и прасак. Сјај болида може бити толико јак, каже Јосиф Панчић, да је он 14. октобра 1849. при његовој светлости услед ноћи могао читати белешке које је држао у руци. Траг и прасак болида помиње већ Вергилије, те каже: „Грмну изненада гром и с неба полете кроз мрак једна звезда, вукући за собом сјајан реп“. Додаје да се потом осетио сумпоран дим.

Под дејством ветрова траг се може искривити. Ако је болид прешао преко неба дању, траг му неће бити светао већ црнкаст, а ветар га може повити тако да изгледа као змија. То би био случај са овим болидом од 1682.



Болид из 1682.

Болиди се више пута помињу у старим изворима. Познати су и Хомеру. Описују се као јаки пламен или зубља која пролеће преко ноћног неба и, наравно, најављује несрећу за некога.

Записа о болидима има и у нас. Преповођени Шишманом, Бугари продреше у Србију 1290. године, са намером да опљачкају архиепископију у Пећи. Обавештен благовремено, краљ Милутин пође им са војском у сусрет. Бугари не смедоше да га сачекају, почеше бежати, али их краљ сустиже код места званог Ждрело, где се приметну бој. Тада се, пише архиепископ Данило II, појави огњени стуб, силазећи са неба. Бугари се силно уплашише, што од небеског знамења што од Милутинових оружника, те се разбегоше. О друге болиду пише задарски летописац Павле Павловић под 6. јануаром 1388. Тога дана видела се јака светлост, као облачни стуб из којег се расипаше мноштво звезда. Појава је трајала читав час — толико дуго видео се траг на небу, а народ се много уплашио. Па и према запису из Дечана, од 17. октобра 1794, на небу се видео огањ, као велики сноп који се креће од истока према западу, онда је нешто пукло, тако да се црква затресла и била осветљена као Сунцем.

Описи који оставише очевици слажу се у томе, да се види веома сјајно тело које се брзо креће, да за собом оставља светли траг, да из тела прште варнице и да га, понекад, прати тугањ или грмљавина — ако експлодира. Упореди ли се овај опис са описима змајева у српским народним умотворинама, уочиће се скоро потпуно слагање. У нашем народу прави се разлика између аждаје и змаја. Аждаја се замишља као крилати гуштер огромних размера, а назив му је на латинском *dragos*, што се најчешће преводи са змај. Међутим, змај је уствари „као огњевит јунак од којег у летењу огањ одскаче и свијетли“, наводи Вук Караџић народно веровање. Отуда се многи јунаци називају змајевима, као Милош Обилић, Змај Огњени Вук (уствари деспот Вук

Бранковић) или Змај од Ноћаја (јунак Стојан Чупић из првог устанка), па и многи други. И за змаја се каже да лети преко неба, да је топлији од ватре, да док лети из њега прште варнице, да има сјајан реп и огњевита крила из којих „сипа ватра жива“. Подударност са болидом очигледна је, па змај и није друго до антропоморфизовани болид, болид замишљен као људско биће, као што се и у другим појавама виде као нека божанства у облику човека. Змај је то утолико пре што се дружи са људима, жени неком девојком, а његова веза са небеским појавама огледа се, поред осталог, и у сродству са Сунцем, женидби Сунчевом сестром — и о томе се у народу прича.

Пад болида године 1000. један очевидац приказује двојако. Он доста природно црта сјај на небу, изнад којег је ужарена бакља са дугим репом, а из ње избијају као две муње — то је његово виђење варница које испушта болид у распадању. Не знамо, да ли да би показао како је у машти видео ову појаву, или да удовољи ономе што други причаху да су видели, али цртач додаје и крилату змију — тако је написао — црвених ногу, а то су ваљда оне две муње — варнице.

Звезде падалице су сићушна тела која се трењем о ваздух усијају и испаре, не остављајући видљиви траг. Болиди су знатно већи, па им је зато сјај много јачи, реп настаје од делова који се услед топлоте одвајају. Болиди могу пролетети кроз атмосферу и вратити се у међупланетарни простор, или пасти на Земљу. То су онда метеорити или метеорско камење, као онај који је нађен у Мексику 1804. године, тежак 780 килограма и висок један метар



Ензисхајм.

Први спомен о метеориту, односно телу које пада са неба, налази се у слеву о Гилгамешу, краљу Урука, који својој мајци прича сан: видео је, ноћу, како је пало тело од небеске грађе, толико тешко да га не могаше подићи; становници Урука сјатили се да га виде и целивају. Пад мноштва метеорита помиње се у Књизи Исуса Навина. Када је овај јеврејски војсковођа са својом војском гоно Аморејце, на ове се сручи са неба велико камење и побих их више него непријатељски мачеви. Кинези записују падање камена са неба први пут под годином -643, а и више пу-

та потом. Зна се да је један метеорит велики као буре и сребрнасте боје пао између улогорених војски Римљана, под заповедништвом Лукула, и Парта предвођених краљем Митридатом II, у -I веку. Схвативши овај пад као опомену, војске се разиђоше без борбе.

Понекад, дакле, метеорити падну у присуству сведока. То би био и случај са каменом из неба који 1472. паде код Ензисхајма, а Алзасу, у присуству цара Максимилијана и његове пратње, као што показује слика. Био је тежак 276 фунти. На цртежу који приказује овај пад, као и на овоме из XVI века, камен се види док је у ваздуху. Он се тако не може видети, већ као усијана лопта или сноп светлости. Али оба камена пронађена су, па је сликар знао како су изгледала.



Метеорит из 16. в.

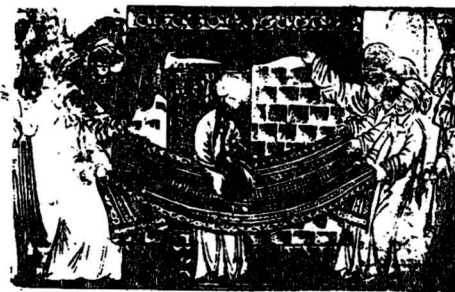
Ни метеорити не остају без митова. Богиња Атена имала је пријатељицу Паладу, коју случајно, у игри, уби. Очајна, Атена начини од дрвета мали кип своје пријатељице, однесе га на Олимп и стави крај Зеусова престола, а за успомену на Паладу својем имену дода и њено. Када је Ил са својим племеном тражио место где ће се настанити, краљ неба баца поред њега Паладин кип, те Ил схвати да се ту треба зауставити. Саградио је град који ће постати славан под називом Троја и у њему храм у који смести Паладин кип, назван Паладион. Предање вели да се Троја не може заузети док је Паладион у њој. Када су Грци опседали Троју, знајући за предање, Одисеј и Диомед увукоше се у тврђаву кроз тајни пролаз и побегоше са Паладионом, као што показује слика на античкој посуди. Римљани, који се сматрају потомцима преживелих Тројанаца, тврдиће потом да су Одисеј и Диомед украли лажни Паладион, а прави се налази у Риму, јер га је сачувао Енеја.

И у Риму је пао метеорит у време Нуме Помпилија, другога краља. Беше налик на штит и звали су га анцила. Чуван је у Марсову храму. Његови свештеници, фламини, начинише још 11 истоветних анцила, како лопов не би знао која је права. Римљани поштоваху и друге метеорите. Један су -203.

године донели из града Песинунта у Галатији, где је био чуван у Артемидиној храму, а за који се знало да је пао са неба пре довршења храма. Камен је представљао лик богиње, говорило се, иако беше налик на купу. Други метеорит донео је из Емесе у Сирији цар Елагабала 218. године. И он је поштован, по царевој жељи или наредби, јер пре него што ће постати цар, Елагабала је био свештеник.

Преко Херодота сазнајемо да је скитски краљ Тартигај оставио за собом три сина, који се не могаху сложити око наслеђа. Утом сазнадоше да су из неба пала четири златна предмета: плуг, јарам, секира и пехар. Када их најстарији син хтеде узети, одуста, јер беху усијани. Није успео ни средњи син. Али када приђе најмлађи, могао их је подићи, те га браћа признадоше за наследника.

Може се претпоставити да су стари Јевреји у ковчегу завета носили свуда са собом неки камен са неба, сматрајући га светињом над светињама. Па и црни камен који се чува у Хаби није друго до метеорит. Видимо како га Мухамед носи из велике почасти.



Мухамед.

Веома давно уочено је да метеорити могу бити различита састава. На сумерском и египатском језику назив за гвожђе је „небески метал“. У то време гвожђе се није могло добијати из руде, било је ретко и долазило само са неба у виду гвожђевитих метеорита. Друга врста каменита је. Спомен о каменитоме метеориту потиче из године -466. Тада је у Егос Потамос, што значи Козја Река, близу Хелеспонта, пао камен велики као товар кола, а у +I веку још се налазио на истом месту. Анаксагора, тада још млад човек, око 34 године, вероватно није видео тај камен, али по опису који је добио закључио је да су небеска тела од камена, дакле слична Земљи, да нису божански огњиви као што вероваше већина његових савременика. По Анаксагори би, дакле, метеорити били небеска тела, односно небеског порекла. У то се неће поверовати ни много векова доцније.

Балтазар Крчелић савременик је пада метеорита 1751, те о њему пише: „Деловањем

Сунца она је повучена из тамошег рудног горња особито из брда Иванчише, где, како је опће познато, има железа. У зраку су се те рудне честице стопиле у једну смесу и створиле отежу куглу. Она је због силе теже и због веће удаљености пала попут муње. Тако је, према науци филозофа, та појава услед привлачне снаге Сунца и није никакво чудо, него потпуно природна ствар“. Крчелић није ни астроном ни физичар, те само преноси знања која су тада владала. Научници ни у XVIII веку не допуштаху могућност да нешто може пасти са неба. Халеј је, истина, помишљао да су метеорити васионског порекла, али оста усамљен. Доцније Ернст Хладни, правник а не астроном, 1794. износи своје мишљење: метеорити су постали распадањем неке планете, њени остаци путују простором и могу пасти на Земљу, усијавши се претходно у ваздуху. Ни њему се није веровало. Истина, већ у XVII веку Ричоли помишља да метеорити могу бити избачени из Месечевих вулкана, за које се мислило да су активни. О томе се размишља и до почетка XIX века, па неки израчунавају коју би почетну брзину камење са Месеца морало имати да би пало на Земљу: 2500 метара у секунди. Зато је Лаплас казао да је Месец непријатан сусед, јер Земљу поздравља бацањем камења.

Доказ о небескоме пореклу метеорита добијен је 1803. Те године, 26. априла, у Нормандији, код места Легл, пала је киша метеорског камења, јер се метеорит распао у ваздуху. Нађено је скоро 3000 комада. Француска академија наука одмах је послала на лице места комисију састављену од својих стручњака. Испитани су сведоци који су видели појаву и прикупили још топло камење: видели су на ведроме небу црни облак из којег се чула тутњава и прасак. Камење се растурило по елипсој површини дугој око три миље, а комади беху тешки и до десет килограма. На основу исцрпног испитивања несумњиво је утврђено да су метеорити васионског порекла. У истоме веку било је више таквих појава које поткрепише овај закључак.

Иако се сада знало одакле долазе метеорити, њихов постанак још је загонетан. Објашњење ће доћи, мислило се, од једне комете.

Један грчку историчар из -IV века наводи да се комета, која је, по њему, изазвала пропаст два града, Хелике и Буре — поплавило их је море — после извеснога времена раздвојила. Сенека не верује у то. Али и Кинези бележе појаву једне троструке комете. Сви други расположиви подаци помињу само по једну комету.

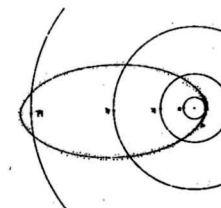
Једна периодична комета обиђе око Сунца за 6.6 година. Први пут виђена је 1772. — то је она комета коју је Монтењ преотео Месјеу — затим се појавила 1805, па 1826.

Очекивана је 1845. и виђена, као обично. Међутим, 13. јануара 1846. она се раздвојила: од ње су постале две комете, са два језгра и два репа. Лагано али стално делови се удаљаваху један од другог, те се показа да је грчки историчар могао бити у праву. Комету, која доби назив Биела, видели су астрономи и 1852. Још више раздвојена, два дела кретала су се истом путањом. Требало је да се комета поново види 1865, али није је било, па 1872. Уместо комете, ове последње године, на дан 27. новембра виђена је киша звезда падалица, приказана на овој слици.



Киша звезда падалица.

Шта се уствари догодило? Комета се распала, а њени делови наставише да се крећу старом путањом око Сунца. Једно од њена два језгра пролазило је сасвим близу Земље, али се није видело као комета, него су његови расути делићи пали у виду звезда падалица. Две недеље раније, језгро комете пресекао је Земљину путању.



Леониди.

Када се комета распадне, делови настављају да круже око Сунца, али под дејством гравитационе силе постепено се развлаче дуж путање, као што је случај — види се на цртежу — са метеорским ројем Леониди, насталим од комете од 1866. Ако Земља пресече њихову путању, привучени, они ће падати на њу у виду звезда падалица, а биће их знатно више ако се Земљи приближи некадашње језгро комете. Постоји више оваквих ројева метеорита. Ако се путање звезда падалица продуже уназад, примећује се да се секу скоро у једној тачки. Ова тачка — радиант, налази се увек у једном од сазвежђа, па се по томе сазвежђу дају називи метеорским ројевима: Леониди, Аквариди, Андромеди, постали од комете Биела, па се зато зову и Биелиди.

НАГАЂАЊА И САЗНАЊА О ОБЛИКУ ЗЕМЉЕ

Први људи, па и много доцнији астрономи, сматрали су да је Земља велика равна плоча, уколико се занемаре неравнине на њеној површини, брда и долине, стене и провалије. На овакво мишљење наводи непосредно посматрање, ако се не води рачуна о неким појавама далеко од Земље. Попне ли се човек на неко узвишено место и погледа унаоколо, простор који се око њега шири изгледа раван, ограничен у даљини кружном линијом дуж које се небо спаја са Земљом. Попне ли се на већу висину, посматрачу утисак остаје исти, само што линија спајања неба са Земљом изгледа удаљенија.

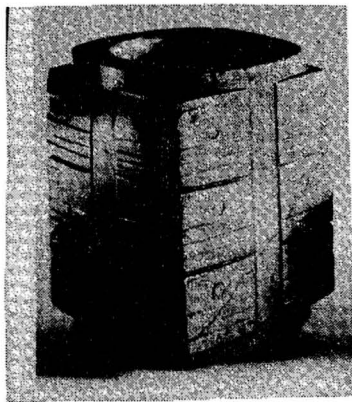
Некада се није толико путовало као сада, али ипак, од путника из далеких крајева могло се сазнати да Земљина површина у основи свуда исто изгледа: равни круг поклопљен небеском полулоптом. Отуда природни закључак да је и цела Земља равна плоча, иако је још нико није преходио с краја на крај.

Философи су се могли запитати: да ли је Земља коначна или без граница, како по дужини и ширини, тако и по дубини. Тешко беше замислити да је Земља безгранично велика у сва три правца, па се већина слагаше да је Земља додуше огромна, али ограничена. Па и грчка реч *оризо* значи ограничити, а од ње потиче реч хоризонт. Он је дакле граничник. То би било заједничко гледиште свих старих народа, али не слагаху се у томе да ли је Земља четвртаста или округла плоча.

По староегипатском схватању, Земља је издужена од југа према северу. На ово схватање одлучише се свакако зато што у том правцу тече Нил, са доста уским настањеним и познатим појасом дуж својих обала. Њихово мишљење у V веку прихвати Архелај, хеленски философ. Осим тога Египћани сматрали су да је Земља у средини удубљена, користа, а изнад ње је равна небо, преко неких стубова наслоњено на Земљу.

У Индији и Кини Земља је такође равна плоча. Кинези је замишљали као горњу површину зарубљене четворостране пирамиде, која је доњим делом уроњена у бескрајни океан. Овај океан не може се видети, али у њега коначно утичу све реке. Изнад четвртасте Земље је округло небо, као половина јајета, јер му је висина већа од даљине до хоризонта. Кинези су на ово наведени астрономском рефракцијом. Због ње, када су Сунце и Месец ниско на небу изгледају већи — дакле ближи — него када су високо. По Кинезима, свет представља оно што је доле четвртасто а горе округло. То би био случај са овом обредном посудом квадратне основе, са округлим поклопцем. Корњача је такође

симбол васионе, јер доњи део оклопа четвртаст је, а горњи округло. Царева кола морају имати округли кров, као и Минг Тханг, кућа календара, која служи за обреде ради обнављања времена. Додајмо да кинеско небо не прекрива целу Земљу, оријентисану ивицама према странама света. Зато над северозападним углом Сунце и Месец увек светле, а народ који тамо живи никада не спава. На супротном углу Сунце и Месец никада не сијају, па тамошњи становници живе бедно, у сну из којег се буде тек сваког петнаестог дана.



Кинеска посуда.

Када шпански освајачи, предвођени разбојником Кортесом, освојише државу старог Мексика, изненадише се видећи на многим местима малтешке крстове — то су крстови са крацима који се шире од средине. Питаху се: откудa неверницима крстови? У ствари, крст сличан малтешком представља четвртасту Земљу по ондашњем схватању Маја и Астека, па се зато често на њега наилази. Амерички народ Пуебло има такође предање о равnoj и четвртастој Земљи, али некада, у давно време, постојала су четири слоја, четири света један испод другог. Преци Пуебла становашу прво у најнижем слоју, белом, али постепено прелазе у све више, црвени, плави и жути, непосредно испод садашњег боравишта. Онда њихова мајка Ијатику чаролијом створи велико дрво уз које се може полети до овога света. Прво жуна и јазавац ископаше рупу, па када видеше да је овај свет леп, полетеше се на њега и преци Пуебла. Ијатику им даде зрно жита — то је њено семе, рече — па ће од њега живети.

По старожјеврејским списима Земља је четвртаста, равна, постављена на стубове. Неки

коментатори пронађоше да она мора имати дужину два пута већу од ширине. Коран прихвати ово гледиште, јер у њему стоји како је Бог равну Земљу раширио као простирку и по њој разбацао планине. У српским предањима Земља је такође равна плоча, четвртаста, која почива било на једном било на четири стуба, или четири бика, који стоје у бескрајној води под њоме. На Земљу се наслања небо, а на четири стране света налазе се планине за које је причвршћено.

Може се претпоставити и да је Земљина плоча округла. Зашто? Свакако зато што је хоризонт кружна линија, било одакле да се посматра. Ово би било старо хеленско мишљење. У прво време, Хомер замишља да је Земља равна округла плоча покривена полулоптастим небом — спајају се са својим ивицама. То проистиче из Хомерових спелова. По њима, богиња зоре, Еоја, одједном обасјава цео свет, а бог Сунца Хелије, док са својим четворопрегом језди преко неба, може преко целог дана надгледати своја стада на острву Тринакији. То је могуће само ако је Земља равна. Она је таква и за припаднике јонске школе, најстарије. Али због тешкоће да се објасни зашто звезде, и пошто потону у Океан, појаве се следеће вече са друге стране увек подједнако распоређене, првобитна небеска полулопта постала је пуна лопта, шупља, коју равна Земља дели на два једнака дела. Да би објаснио како се Земља држи усред неба, Анаксимен каже да је она танка као лист, па може лебдети. Анаксимен је ученик Талета из Милета, као и Анаксимандар, а он Земљу замишља као ниски ваљак, или округлу плочу мале дебљине, која се налази усред небеске лопте. Слично је Леукипово гледиште — он је млађи, из V века — јер пореди Земљу са добоме — настањена је на својој „горњој“ површини. Ни нешто доцније Анаксагора не мења мишљење — остаје при равnoj Земљи, иако иначе има нека нова схватања о небеским појавама.

Усвојивши мишљење да је Земља равна плоча, свеједно да ли четвртаста или округла, учени људи запиташе се: шта бива са Сунцем ноћу? Подсетимо се да се у оно доба замишљало да је Сунце мало тело. Требало је наћи одговор на постављено питање. Нађена су у ствари три одговора: први је у Океану, други у планини која се постепено претвара у купасту Земљу, а трећи у доњем свету. Размотрише се појединачно, да би се указало на развој мисли о облику Земље.

У најстарије време, у Египту, претпостављало се да Сунце дању плыви у својој лађи по небеском океану, или небеском Нилу, од истока до запада. Увече се Сунчева лађа спушта на земаљски Океан, онај који окружује копно, насељену земљу, и ту прелази из

дневне у ноћну лађу. Прима га — то показује овај приказ — Аменти, богиња запада, те са њоме плыви од запада преко севера до истока. Следећега јутра Сунце прелази у дневну лађу и тако стално. А што се ноћу не види? Зато што на северу постоји велика планина, па га заклања. Не само да се онда сматрало да је Сунце мало, него се није знало за растурање светлости у атмосфери. Зато у почетку ово објашњење изгледа уверљиво. Доцније се напушта.



Египатска лађа Сунца.

Халдејци друкчије усмеравају своје мисли: Земљина површина није сасвим равна, већ благо испупчена, слична чамцима који плыве по Тигру и Еуфрату. Од трске су, облепљени иловачом, округли као корпе. Земља би била налик на овакав чамцац, али изврнут, па су људи на испупченом дну. У шупљини чамца-Земље налази се боравиште мртвих, а сасвим доле је Апсу, бескрајни океан. Далеко на северу налази се планина Харзаг Калама око које се, као око стожера, обрће небо са својим звездама, Сунцем и Месецом. Када дође иза ње, Сунце се не види, ноћ је. Слично је и у Египту.

Гилгамеш, краљ Урука у јужној Месопотамији, жели да сазна тајну вечног живота, а њу му може открити само Утнапиштим, његов предак који је преживео потоп. Утнапиштим је од богова добио бесмртност и сада живи на крају света, на ушћу река. Бог Еа подари Гилгамешу мудрост, те он крене на далеки пут. Долази до планине Машу, са два врха и уским кланцем између њих. На овој планини почива небо, а кланцем пролази Сунце. Улаз у кланац бране два чудовишта, људи скорпије, муж и жена. Поглед им је страхан, па се Гилгамеш престрави. Мало после, прибран, поче их молити да га пропусте. Одбијају га, јер тим кланцем пролази само Шамаш, бог Сунца, а ниједан смртник не сме у њега ући. На преклињање људи-скорпије најзад попустише, одобрише Гилгамешу пролаз, и он идући путањом Сунца доспе до велике воде, а пошто је преброди нађе Утнапиштима.

И планина Машу је митска — служи да заклони Сунце ноћу и придржава небески свод. С временом долази постепено до преображаја ове планине, па она постаје сама Земља, облика велике куле заобленог врха. Око пла-

нине-Земље кружи Сунце, те наизменично осветљава све њене делове. На једној од падина планине налази се Халдеја, па када је Сунце изнад ње дан је, а када пређе на супротну страну, осветљава другу падину.

Слична мишљења јављају се и другде. У Ирану је митска планина Елбурз (данашњи Елбрус), повезана са небом, уствари сама Земља облика купасте планине. У Индији се помиње Меру, или Сумеру. У њеном подножју су људи, на падинама, уколико се више пење, бораве божанства све вишега реда, а на врху је бесмртни град. Око ове краљ-планине, највише од свих, круже Савитар и Сома, то јест Сунце и Месец, обасјавајући је својим зрацима, наизменично, са свих страна. Ово би било веома старо мишљење, али следе му и неки астрономи, Ариабхата у шестом и Брахмагупта у седмоме веку. Ариабхата држи да је ова планина далеко на северу, изван свих настањених области, а Брахмагупта претпоставља да око ње круже сва небеска тела, а не само Сунце и Месец. Још две планине, такође митске, помињу се у Индији: Мандара и Каиласа.

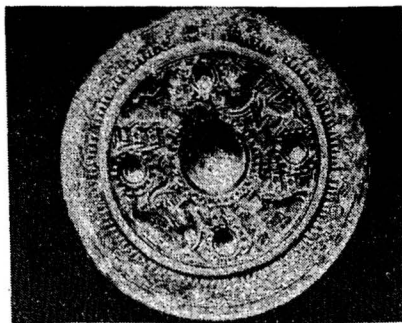
Митска планина може послужити и за неастрономске сврхе. У прадавно време деве и асуре, богови и демони, у жељи да добију амрту, напитака бесмртности, склопише самоуправни споразум. Око светске планине, која је уроњена у Млечни океан, обавише космичку змију, дивовску, па је стадоше вући: богови на једну, па демони на другу страну. Да се планина не би обрнула, бог Вишну је придржава рукама и ногама, као што се види на овоме рељефу — планина је оцртана линијом. На тај начин планина се обртала и мућкала Млечни океан, те се у њему, после извеснога времена направи амрта.



Вишну.

И у Кини постоје митске планине. То је у првом реду, Кхунлун. Ова планина има девет спратова, а на врху јој је извор бесмртности. Од овога извора постају четири реке које теку на четири стране света. Неки кажу да је Кхунлун на западу, а у среди је друга

планина. Кхунлун се види на полеђини овог огледала, у средини. Она друга планина, за коју се такође мисли да је у средишту, зове се Бучоу. Некада је стајала усправно и на њу се наслањаше небо. Али неко чудовиште Кунг-Кунг удари је својим рогом, уздрма и накриви је, па се тада и небо нагнуло ка северозападу. Зато Северњача није више у зениту, као што је некада била.



Кхунлун.

За митске планине, космичкога значаја, знају и многи други народи. Пуебло Индијанци имају их на свакој страни света. Такође и Срби: ове планине држе и подупиру небо, а преко њих се може на њега полети. У песмама често се говори како Сунце, Месец или звезде залазе за планину, или између две планине, а то су подупирачи неба. Па и за неке планине које стварно постоје каже се да су небеске сохе, као за Дурмитор, или да су им се јеле за небо припеле. Грчки Олимп, станиште богова, био је такође митска планина све док се неко није попео на врх и уверио се да да је као све остале. Хеленски философи више се баве Рипском Гором на далеком северу, која би имала улогу да заклања Сунце ноћу. Орфеј каже да она Кимерцима заклања Сунце, а Софокле је назива „ноћном“, што има исти смисао. О Рипској Гори пише и Аристотел, али је сматра обичном планином, иако изузетно великом и високом, а на северу је јер оданде тече највећи број река.

Пређимо на треће објашњење нестанка Сунца ноћу: његов пролаз кроз доњи свет, свет испод Земље. На ову мисао долазе Египћани. Када поста неодрживо мишљење да Сунце плови по земаљском океану, претпоставило се да оно пролази испод Земље, кроз свет мртвих који се тамо налази. С обзиром да је небо тада било чврсти поклопац који налаже на Земљу, требало је наћи објашњење како Сунце пролази кроз тај поклопац, можда од гвожђа, туча или камена. Зато су на истоку и западу замишљени отвори, врата на

небу. Сунце пролази кроз врата на западу да би сишло испод Земље, а кроз источна врата пролази ујутру да би се попело на небо. То су врата хоризонта. Сличну улогу имају и стубови неба, као Осирисов зед. Претпоставка може бити да небо не налаже непосредно на Земљу, него се ослања на стубове. Усађени у Земљу, стубови чине да између Земље и неба постоји извештан размак, довољан да Сунце прође кроз њега.

Уместо стубова може се замислити да небо придржавају сикоморе, висока дрвета између којих се рађа Сунце. Поред оних који поздрављају излазеће Сунце, бога који се рађа, ту је и „теле чистих устију“, симбол младога Сунца. Доцније, када се јавља потреба за мало више стварности, стубове и сикоморе заменише планине које држе небо. Види се Сунце како се рађа између две планине, високе и узане као стубови а заобљених врхова. Ту су и два лава, чувари пролаза. Свет на тај начин постаје некако чвршћи, стабилнији, јер уместо витких стубова и савитљивих сикомора тешко небо има јаке ослонце у четири планине. Слично гледиште јавља се и у Месопотамији, вероватно под египатским утицајем, јер — видесмо — тамо се нестанак Сунца на други начин тумачи. Цртеж је са печатнога ваљка и приказује бога Сунца како излази из Земље између два стуба са лавовима као чуварима: из рамена му избијају зраци.



Бог Сунца.

Вратимо се Египту да бисмо размотрили шта бива са Сунцем пошто на западу прође између стубова, сикомора или планина. Постоје два решења. По првоме, кроз целу Земљу од Запада до истока, на извесној дубини, пролази као неки тунел. Када се Сунчева лађа спусти испод обзора, нађе се на улазу у тунел који чува лав звани „Данас“. Кроз тунел тече река, подземни Нил, па лађа њоме плови до излаза на истоку који чува лав звани „Сутра“. Одатле се лађа опет пење на небо. На слици тунела из гробнице Рамсеса IV види се приказ ноћне пловидбе Сунца кроз тунел. Два лава, као две сфинге чувају отворе, а лађа је наликана изнад тунела, због сликареве маште, или да се боље види.

Друго решење Египћани налазе у доњем свету. Туат или Аментет, доњи свет или свет мртвих, у који се улази са запада, веома је сличан нашем. Тамо су поља Јалу, па их ду-

ше Египћана обрађују као кад су били живи, на овоме свету. Тамо има река, шума, животиња. Па и Сунце над њиме сија када је за становнике горњег света ноћ, јер се Сунце спустило испод видика. Сунце се, према томе не види ноћу јер је испод Земљине плоче, обасјава њену „доњу“ страну. Иако уз ово митско објашњење, египатска Земља као да лебди у простору — што ће учити и припадници јонске школе.

Пролаз Сунца кроз доњи свет учини да у неких народа богови Сунца буду истовремено и богови доњег света, света мртвих. У Египту то је првенствено Осирис, али и други сунчани богови. Некадашњи словенски и српски бог Сунца такође борави и у доњем свету, тамо су му двори, тамо је и његова мајка. Па и по српским народним приповеткама доњи свет сличан је нашем, није мрачан, а у њега се силази кроз јаме или пећине.

Пролаз Сунца испод Земље можда је условно постанак прича о томе на чему стоји Земља, а осим тога, обичном човеку не може бити јасно како Земља, тако огромна и тешка, може лебдети у празном простору без икаква ослонца, подупирача. Зато се у Индији замишља да Земља стоји на слоновима, а они на космичкој корњачи. Ту слоновима имају сличну улогу као планине, јер обезбеђују празан простор кроз који може проћи Сунце. Срби говоре да Земљу држе четири бика, или четири стуба који пониру у бескрајно море под њоме, или пак да стоје на само једном стожеру.

Када почеше размишљати о нестанку Сунца, грчки философи одбацише митске представе. Покушаће да реше загонетку на основу доступних им посматрања. Помишљају да је округла Земљина плоча нагнута од севера ка југу у односу на путању Сунца. Уздигнута северна страна Земље заклањала би Сунце на његовоме путу од запада до истока. Ни ово решење не може поднети терет чињеница добијених накнадним посматрањима.

Стара схватања о плочастој Земљи и ноћном нестанку Сунца сада изгледају наивна, па и смешна. Али не треба заборавити са како су мало искуства, посматрачких података и знања природних закона располагали стари народи који су већ поменути, који су до ових схватања дошли у освиту цивилизације. А и потребе су биле различите, више се тежило предањима, митским представама и објашњењима, што је природно за оно време када је човек био толико слабији у односу на природу. Међутим, доћи ће доба промена, па ће се настојати да се природне појаве објасне само на основу посматрања. Тако ће се постепено доћи и до тачнога познавања облика Земље.

Видесмо да је Земљина површина по једнима равна, по другима удубљена, а по трећима испупчена. Шта ће потврдити посматрања? Земља је равна, а Сунце се диже над хоризонтом. Види се да оно мора, у томе случају, одједном обасјати целу Земљу, а и при даљем кретању видеће се са целе њене површине. То би био Хомеров поглед на свет, са Хелијем који целога дана види острво Тринакију. У случају удубљене Земље лако се запажа да би у томе случају Сунце које се рађа прво осветлило њене западне уздигнуте области, док би источне биле још неко време у мраку, заклоњене источним издигнућем Земље. Када би Земља била испупчена од истока према западу у томе случају Сунце прво осветљава њене источне делове, док су западни заклоњени испупченошћу Земље. Само ове треће решење одговара посматрањима. Доказ ће пружити Месечева помрачења. Почетак им је тренутна појава и види се истовремено са свих крајева Земље којима је Месец над видиком. Међутим, за почетак једног истог помрачења астрономи бележе различита времена: уколико је посматрач даље на западу помрачење ће забележити у ранији час ноћи. Примера ради: ако је посматрач у Индији забележио почетак помрачења у 3 часа, за онога у Вавилону почеће у 1 час, за онога у Атини у поноћ, у Кротону већ у 23 часа, а на Херакловим стубовима у 22 часа — све је по данашњем рачунању. С обзиром да се часовници свуда регулишу по Сунцу, јасно је да Земља мора да буде заобљена од истока према западу, па се Сунце раније рађа на истоку него на западу.

А да ли је Земља заобљена у правцу север-југ? Из крајева са средњом земљописном ширином, као што је Грчка, види се како неке звезде праве по небу пуне кругове, никада не залазе, а друге залазе: Крене ли се на север, у Тракију или Македонију, биће више звезда са пуним круговима. Напротив, ако се пође на југ мање је звезда које не залазе, али се појављују нове, јужне звезде, које се дотле нису виделе. Ово је могуће само ако је Земља испупчена и у правцу север-југ. Овове треба додати посматрање лађе која се приближава са пучине: прво се помалају катарке и једра, а пошто се лађа довољно приближи видеће се и њен труп — све без обзира са које стране света лађа долази. Према томе, Земља је са свих страна заобљена, а то може бити само ако је лоптаста.

Неки наговештају да би Земља могла бити лопта налазе се и у старим митовима. Египатски бог Хнуму приказан је на овој слици како обликује свет на грнчарскоме вртлу. Свет је, истина, јајаст, али и то је доста блиско лопти. Кинези имају дива по имену Пан Ку, који учествује у стварању света. Он

у рукама држи свет обликован као лопта.



Хнуму.

Од научника који су расуђивањем на основу чињеница дошли до закључка да је Земља лопта први је Питагора са Сама. Његово мишљење делиће и сви ученици, а један од њих, Филолај из Кротона, покреће Земљу. Гледиште питагористи изгледа лако прихватају познији хеленски философи, у првом реду Платон, па Аристотел, иако се противе њеноме кретању. Аристотел износи и доказе којима се утврђује лоптасти облик Земље.

У IV веку представа хеленских научника о свету била би следећа: у средишту света налази се Земљина лопта, окружена такође лоптастим небом, које се око ње обрће за 24 часа. Сунце се креће око Земље по косоме кругу у односу на Земљин и небески полутар. Заједно са небом окрећу се звезде некретнице. Са оваквом Земљом лако се објашњава:

— зашто звезде праве кругове око севернога пола, никада не залазећи, док оне удаљеније од пола залазе; а окрене ли се посматрач југу, видеће како звезде у току ноћи праве полукругове;

— биће потпуно јасно да за посматрача на северноме полу све звезде морају правити пуне кругове напоредне хоризонту, обилазећи око непокретне Северњаче у зениту; то нико у оно време није могао видети, али закључак се сам намеће;

— схватиће се, такође, да посматрачу који би се налазио на полутару звезде морају описивати полукружне путање око осе дуж његова хоризонта која се пружа од северног до јужног пола, при чему је и Северњача на хоризонту;

— звезде пак на средњим земљописним ширинама описују по небу косе кругове око пола, с тим што оне близу пола никада не залазе а оне удаљеније од њега имају путање делом испод хоризонта; осим тога, неке јужне звезде виде се само кратко време и ниско на небу, а оне још јужније никада.

Сазнање да је Земља лопта захтеваше измене неких гледишта, а осим тога изазва неке спорове који ће се вековима повлачити. Ако је Земља равна, путање свих тела у слободном падању биле би међусобно напоредне, као и правци вискова.

Међутим, у случају лоптасте Земље ови правци сећи ће се у средишту Земље, према којем падају сва тела. Конци вискова биће под углом, утолико већим уколико су вискови даље један од другог. Ово је некако прихваћено доста лако од већине философа.

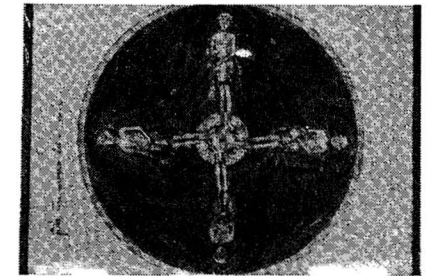
Спорно ће бити да ли на супротној страни Земље, оној под нашим ногама има људи и како су они окренути. Парменид из Елеје, присталица лоптасте Земље у VI веку поделио је Земљу на пет појасева. У средини, с обе стране полутара је жарки појас, северно и јужно од њега су два умерена, а око полова два ледена. Сматрало се да је живот могућ само у умереним појасевима, а у жаркоме немогућ због претеране топлоте у поларнима због хладноће. Али и за јужни умерени појас постојаше сумња да ли је настањен, јер — мисле неки — тамо би људи стојали на глави.

Један доказ да се може живети у жарком појасу и на супротној страни Земље постојао је већ у VIII веку, али се сматра непоузданим. Фараон Нехо из XXVI династије у томе веку послао је феничанске морнаре да из Црвенога Мора плоче на југ, дуж афричке обале. Свакако је требало да испитају има ли каквих богатстава, а можда их је терала само жеља за истраживањем непознатог. Феничани тада имају мале лађе, носе мало хране, па када је потроше застану, посеју жито, сачекају да сазри и после жетве наставе пловидбу. После око три године угледаше њима познате Хераклове стубове, сад Гибралтар, прођоше кроз њих и улповише у Нил долазећи са запада. Причали су: неко време, док су пловили према западу, Сунце им беше са десне стране. Ово саопштава Херодот, у V веку, додајући да не верује у феничанску причу о Сунцу са десне стране. Уствари, то је доказ да су феничани опловили Африку, прешли без тешкоћа два пут преко жаркога појаса, прво идући на југ а потом на север по Атлантском океану. Осим тога нису морали стојати на глави — то би иначе испричали као највећу занимљивост.

Грчки и римски писци већином прихватају постојање антипода — то су људи на супротној страни Земљине лопте. Међу њима су Плутарх, Кикерон, Макробије, па и неки црквени писци, као Василије Велики. Међутим, доста црквених писаца не признаје постојање антипода, па и један световњак — Косма Индикоплов. Трговац из петог века, добио је такав надимак зато што се мисли да је путовао чак до Индије. Косма је заиста доста путовао, а када се смирио поче се бавити науком. Написао је опсежно дело „Хришћанска топографија“, у многим погледу занимљиво. Косми се не свиђа учење да је

Земља лопта јер — сматра — то је противно Староме завету из којег он црпи сва сазнања о свету, не водећи довољно рачуна о чињеницама. По њему, равна правоугаона Земљина плоча је површина положенога клина, дакле косо нагнуто у односу на путању Сунца, и то од северо-запада ка југоистоку. Сунце кружи око Земље, а ноћу се губи из вида јер доспева иза чела клина. Тада се не види и ноћ је. Промене годишњих доба и неједнаке подневне висине Сунца током године, Косма тумачи његовим спиралним кретањем: удаљује се од средњег положаја, полутара, на север и југ и враћа. Као што се могло приметити, Косма се донекле враћа староме учењу у Хелади, да је Земља нагнуто плоча.

С временом је Космино учење погрешно схваћено — претворило се у давнашње учење о Земљи као купастој планини. Тако га тумачи и Андрија Раичевић када илуструје Космино дело у српскоме преводу од 1649, из пера инок Гаврила Троицанина. У томе није једини. Косма је, разуме се, противник антипода. Као и други, подсмева се онима који мисле да постоје предели у којима људи стоје на глави — ради тога је минијатура истога Раичевића — предели где дрвеће има корење у ваздуху а гране у земљи, где испуштени камен не пада на земљу него лети у небо.



Антиподи

Косма не признаје ни лоптасто небо. И оно мора бити прилагођено неким нејасним местима Старог завета. Свет, по Косми личи на затворену кутију, као што се види на овој слици: доле је равна правоугаона Земља, горе небо као поклопац у виду половине ваљка, који се наслања на усправне зидове иза обала Океана. Космина схватања, иако добро позната, остале без великог утицаја у научноме свету. Он није успео да на своју страну привуче ни озбиљније црквене писце, те остаје само као занимљив покушај да се оповргне једном заувек утврђена научна истина. Како источна, тако и западна црква признале су лоптасти облик Земље, иако се католичка црква противила њеноме кретању, па је због тога и Галилеја осудила.

РАЗВОЈ СХВАТАЊА О ПЛАНЕТАМА

Планете су познате старим народима са развијеном цивилизацијом: Египћанима, Халдејцима, Хеленима, Мајама. Од звезда их разликују само по томе што се померају по небу, између звезда, што не трепере и што неке од њих мењају сјај. Грчка реч планета је од корена *πλαναο*, који значи варати или лутати. Зато се у старим српским рукописима реч планета преводи са Ластница или плавајшуста звезда — она која vara односно која лута. Старима заиста изгледаше да звезде лутају, јер се крећу, час на исток час на запад, а varaју их јер беше тешко израчунати где ће се нека планета налазити и како ће се кретати. Отуда им у Египћана назив неуморне, док ће Халдејцима оне бити тумачи, јер по њима предвиђаху будуће догађаје на Земљи.

У старо време сматраше се да постоји седам планета — у њих убрајају такође Сунце и Месец, јер се и ова два тела крећу испред звезда. У најстарије време помишљало се да можда има девет планета. Меркур и Венера виде се понекад увече, а понекад ујутро, па се мислило да постоје четири различита тела. Када је утврђено да се исто тело појављује испред или иза Сунца, ујутру односно увече, број планета усталло се на седам, све до XVIII века, када је откривена још једна — Уран.

По једном грчком извору, планетама да-досе називе прво Етиопљани, па Египћани, Халдејци и Хелени. Сви им дају називе по именима богова, и то важних. Сматрало се да кретањем сваке планете управља неки бог, онај коме је она посвећена. Зато Халдејци сматрају да из положаја планета могу сазнати вољу богова. Зато се планетама одаје пошта. Египћани замишљају да свака планета, као усталом Сунце и Месец, има свога бога, који са њоме плови у лађи по небескоме океану. Више од других планета поштована је Венера, свакако зато што је најсјајнија — у нас Даница, дневна звезда, јер се може видети усред дана, а ноћу баца сенку. Осим тога, она се обично сматра, у митовима, блиска Сунцу. У Халдеји Венера је посвећена богињи Иштар када се види као Вечерњаца, па се зове "Светлост неба и Земље"; док је Дилбат њен назив када је јутарња звезда, Зорњача. И у Кини има два назива: ујутру је "велика бела", или "Отварачица светлости", а увече је "Закаснела". По Мајама она је "Велика звезда" и ужива посебни углед и култ, па се прича како је Кедалкоатл принео себе на жртву, а по протеклу 8 дана његово срце претворило се у Венеру — тиме би се објаснио њен привре-

мени нестанак са неба. Па и Срби посвећују велику пажњу Венери, сматрајући је, у народним песмама, невестом или сестром Сунца, односно Месеца.

Дуготрајније и пажљивије посматрање планета показаше да нису толико варљиве и луталице, као што се првобитно мислило. Египћани примећују да у њиховим кретањима има извеснога реда, да се окрећу под нагнутим круговима, косим у односу на небески полутар. Познато им је такође да се кретање обавља каткад према истоку, а каткад према западу, па и да се повремено задржавају на истоме месту. Више пажње обраћа се планетама у Халдеји, због помениутог веровања да се по њима може прорећи будућност. Једно од сачуваних посматрања Марса гласи: "Када Марс беше у највећој моћи, поста блистав и такав оста више узастопних седмица; онда, током исто толико седмица би ретроградан, да би затим опет кретао уобичајеним током и тако претрало два односно три пут исту путању. Величина тако пређене ретроградације беше 20 степени". Постоји и доста других посматрања сачуваних на таблицама од печене глине. Посматрања халдејских астронома одликују се великом тачношћу. Као пример може послужити мерење синодичког лука Јупитера, који износи 33 степена. Леверје је у прошлome веку израчунао да су погрешили само за 1/80000 део тога лука.

Дуготрајна посматрања, бележења и рачунања омогућише Халдејцима да саставе њихове таблице, ефемериде. Има их од пре 6000 година, али тачније су и чувеније оне које потичу од Набу-Риманија, из -V века. Израдом таблица баве се и астрономи потоњих векова. Већи углед уживају оне које израдише Чанг Цесјин у V веку, па ибн-Јунис у IX веку. После Хипархових и Птолемејевих таблица у Европи су најпознатије Толедске или Алфонсове, тако назване по месту израде и краљу Алфонсу X, који је 1248-1252. за њих дао 40000 дуката. Прве таблице по Коперникову систему су Рајнхолдове од 1551, али им он додаје и таблице по Птолемеју. Само по Копернику су такозване Рудолфове таблице, по цару Рудолфу II, али које је уствари саставио Кеплер и објавио их 1627.

Револуције планета — време за које оне начине цели круг око неба — могу се доста лако израчунати: мери се време потребно да планета поново дође на исто место међу звездама, пошто прође кроз све зодијачке знаке. По Еудоксу оне износе: за Сунце, Меркур и Венеру 1 годину, за Марс 2, за Јупитер 12 и за Сатурн 30 година. Грешке нису вели-

ке, сем уколико се ради о Меркуру и Венери, што је последица погрешнога схватања да се планете окрећу око Земље, а не око Сунца.

Током својих опхода планете се за поматрача са Земље могу веома приближити једна другој или некој звезди — виде се приближно у истом правцу. Тада се каже да су у конјункцији. Иако конјункције немају никакву нарочиту важност — само су занимљиве — стари астрономи, а нарочито астролози, придаваху им посебан значај. Виде се два стара цртежа конјункција, алегорична, први приказује конјункцију Јупитера и Сатурна, а други истовремену конјункцију Јупитера, Марса и Сатурна у Раку, 1504. године. У Индији се сматрало да се после сваких милион осамдесет година све планете нађу заједно у конјункцији. Па и године — 2448, за владе кинскога цара Чуан Јуа, све планете нађоше се у сазвежђу Риба. Аристотел помиње једно своје посматрање, када је Јупитер заклонио једну звезду у Близанцима, али тој појави не поклања нарочиту пажњу. Иначе астролози прете да ће бити несреће ако се више планета нађе у конјункцији, као што се десило 1186. године, али година прође као све друге. Немачки астроном и астролог Штефлер није добро прошао са својим предсказањима. Мислио је, прво, за конјункцију горњих планета у Рибама да ће изазвати потоп, али као за пакост овај месец био је изузетно сув, иако је било оних који у направили лађу сличну Нојевој, да би се спасли. Потом Штефлер "израчуна" да ће умрети на свој рођендан 1530, што се обистинило. Он је чак пронашао да ће умрети од тешкога предмета који ће му пасти на главу. Иако сигуран у своје рачуне, хтеде избећи смрт, те одлучи да тога дана не излази из куће. Позва неке пријатеље на разговор. Не могаху се сложити око нечега, па Штефлер оде да потражи доказ у једној књизи, високо на полици. Полица се претури, удари га и он умре од повреде. Али да се није бавио астрологијом, тога дана радио би као и обично и не би страдао.



Конјункција Јупитера и Сатурна



Конјункција Јупитера, Марса и Сатурна

Стари астрономи правилно закључише да је нека планета утолико више удаљена од Земље уколико јој револуција дуже траје. Најближи је дакле Месец, а најдаљи Сатурн. Међутим, стварне удаљености се нису могле мерити, већ само нагађати. Питагора, који машта о музици сфери, сматра да су међусобна одстојања планета као тонови скале. Од Земље до Месеца одстојање је један тон, од Месеца до Меркура пола тона, као и од Меркура до Венере, од ње до Сунца одстојање је један и по тон, од Сунца до Марса један тон, а између осталих планета и сфере некретница по пола тона, при чему би један тон износио 63 000 стадија. Његов следбеник Филолај има другу рачуницу. Узимајући да је полупречник његовог средишњег огња један, до најближе планете, а то је Антхтон, било би 3, до Земље 9, до Месеца 27 и тако редом — сваки претходни број множи се са три. Па и Платон зна за игру бројевима, па су одстојања планета од Месеца до Сатурна: 1, 2, 3, 4, 5, 9 и 27.

Када је израчуната даљина Месеца, доста тачно, и Сунца — ова друга веома погрешно — астрономи покушаше да, полазећи од њих, израчунају даљине осталих планета. Томе послу приступају Адрас у првом и Теон из Смирне у другом столећу. Њихово размишљање иде овим правцем. Свака планета има своју сферу, а сфере суседних планета додирују се, тако да између њих нема празнине. Сфере су шупље, али имају одређену дељину. Ова дељина тачно је толика, да у њу стане епицикл планете. Да поновимо: епицикл планете је мали круг по којем се она креће, а средиште епицикла кружи по деференту, великом кругу око Земље. По двојници поменутих астронома, епицикли суседних планета додирују се, па је највећа удаљеност, на пример Марса, једнака најмањој удаљености Јупитера. Пречници епицикала могли су се доста тачно израчунати: они унутрашњих планета из елонгација, а спољних из ретрограднога кретања. Зна ли се највећа удаљеност Месеца, то ће бити најмања

удаљеност Меркура, највећа удаљеност Меркура је најмања удаљеност Венере и тако редом, до Сатурна и сфера некретница. Овако израчуната удаљеност Венере била би 1150 Земљиних полупречника, а с обзиром да је за најмању удаљеност Сунца нађено 1160 Земљиних полупречника — разлика је сасвим мала — чинило се да је овај начин одређивања даљина и осталих планета поуздан. По њему је нађено да су некретнице далеко 20 110 полупречника Земље. Грешке су огромне, сем уколико се ради о Месецу, и зато што је даљина Сунца око 20 пута мања од стварне.

Добијање много тачнијих података о даљинама планета омогућиће проналазак дурбина. Тада се мери паралакса планета, а то је угао под којим се са планете види Земљин полупречник. У ту сврху посматра се положај планете са два места на Земљи, по могућству што више удаљена. Разумљиво је да су за ово мерење најпогодније суседне планете, и то када се највише приближе Земљи. Тако је прва паралакса измерена 1672, када је Марс био у опозицији. Нађено је да износи 25". Даљине планета се лако израчунавају на основу трећег Кеплеровог закона. Време обилазке око Сунца подигнуто на квадрат даје куб средњег одстојања од Сунца.

Поједини стари астрономи мисле да се могу измерити привидни пречници планета на основу посматрања инструментима за мерење углова. Тако је Тихо Брахе нашао да је привидни пречник Меркура 130", а уствари креће се од 12" 9 до 4" 5. Зато су им и прави пречници веома погрешни. По ал-Батанију, који у X веку наводи пречнике планета, они би износили — у односу на Земљин пречник: Меркур 1/26, Венера 3/10, Марс би био мало већи од Земље, Јупитер доста већи — 4 1/3, а Сатурн нешто мало већи од Јупитера.



Билд 19. Figur der Sonne mit den Planeten Saturnus mit Ring, Jupiter mit 4 Monden, Mars, Erde mit Mond, Venus und Merkur. Zeichnung „Vera Planetarum ad Solem proportio“ v. Chr. Huygens um 1664

Планете по Хајгенсу

Тек ће дурбин омогућити да се измере привидни пречници планета, а уз познавање њихових даљина знаће се и прави пречници. То је учинио Хајгенс 1667, па је на овоме цртежу приказао релативне пречнике планета у односу на Сунце. Види се да одступања

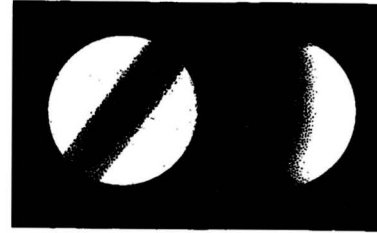
од садашњих вредности нису много велика, сем у случају Сатурна, који је много мањи од Јупитера него у стварности.

Стари астрономи не могу ништа поуздано знати о природи планета. Углавном се слажу да оне имају сопствену светлост, као и звезде. То ће бити гледишта Хераклита, Платона и многих других. Биће, међутим и супротних мишљења. Анаксагора учи да су планете од камена и земље, а Сенека да су то чврста тела која примају топлоту од околне простора. Они који сматрају да су планете усијани огњеви, рећи ће да се "хране" испарењима са Земље. Двоумљење ће престати када на планете буде уперео дурбин. Видеће се да се битно разликују од звезда: имају доста велике привидне пречнике — звезде и у дурбину остају тачке — неке показују мене, на неким се виде мрље, а неке су окружене пратиоцима, месецима. На слици се види како су планете изгледале Галилеју када их је посматрао дурбином.

Осврнимо се сада на поједине планете, идући редом по удаљености од Сунца.

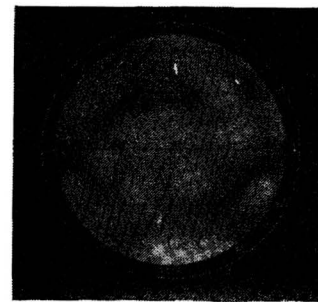
Меркур је планета коју Коперник узалуд тражи на небу. Будући да се може видети само ниско над видиком, обично је скривен у облацима. Лакше се може посматрати из јужних крајева, са чистијим небом. Коперник је ипак предвидео да Меркур мора имати мене, јер је таман и окреће се око Сунца, а не око Земље. Даће му за право Симон Мајер, који је, пре 1615, видео мене кроз дурбин. Као унутрашња, Меркур може доћи између Земље и Сунца, па је тада у доњој конјункцији, а када је иза Сунца, тада је у горњој конјункцији. Када се стекну одређени услови, при доњој конјункцији Меркур се може наћи тачно између Земље и Сунца, па се тада види његов црни кружић како лагано прелази преко блиставог котура Сунца. Неки астрономи записују да су видели пролаз Меркура преко Сунца и пре проналазак дурбина. Забележено је да је такав пролаз виђен у IX веку и да је трајао осам дана. То је очигледна заблуда, јер нити пролаз може трајати толико дуго, нити се Меркур може видети без дурбина на Сунцу. У питању је велика Сунчева пегла. Не треба се чудити овоме астроному, јер се и Кеплер преварио мислећи да је 28. маја 1607. видео на Сунцу црну мрљу, велику "као мршава бува". Мислећи да је то Меркур, написао је расправу о томе пролазу и израчунао да ће се Меркур поново видети на Сунцу 1631. године. Његов прорачун показао се као тачан, те је те године први пут Меркур виђен на Сунцу, али дурбином. Посматрао га је Гасенди и био веома срећан због тога, приметивши да се из ових посматрања може измерити планетина даљина и

величина.



Шретеров цртеж Меркура

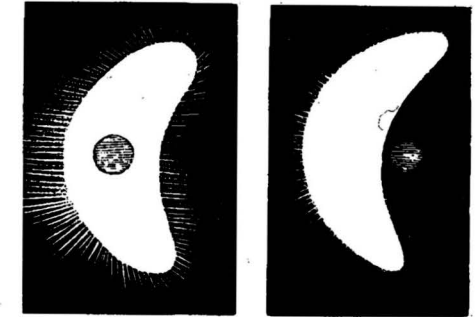
Први цртежи Меркура, па и осталих планета, веома су лоши због слабе каквоће дурбина. Такав је и овај Шретеров цртеж. Могло се ипак приметити да су мрље које се виде сталне творевине, што значи да се види само тло планете. Доцније, бољим дурбином, Скиапарели, 1860, успева да начини карту Меркура, са доста појединости. Сталне мрље омогућују да се измери време обртања око осе. Прво се, истина, мислило да оно траје око 24 часа, али је потом Скиапарели нашао да је много дуже, 88 дана. Још бољи цртеж Меркура, али из овога века, је Ридоов. Знајући да је Меркур веома близу Сунца, француски књижевник Фонтанел (1657- 1757) пише: "Наши најлепши дани тамо су сумрак. Становници не би разликовали предмете; гвожђе, сребро и злато тамо су течни." Људи са Меркура не могу помислити да су ове течности на неком другом свету најтврђа тела за која се зна."



Ридоов цртеж Меркура

Венера, планета посвећена богињи Афродити, каже се да је стално била на небу док је Енеја из Троје лутао, тражећи нову постојбину. Видела се дању да му покаже пут. Постоје и други спомени о њеној видљивости дању. Венерине мене, које је Коперник такође предвидео, запазио је Галилеј већ 1610, те потврдио његово предвиђање. Ускоро ће нама суседну планету посматрати дурбином

и други. Један од њих је Фонтана, који је начинио овај цртеж. Изненађује на њему светла односно тамна мрља. Ова мрља види се и на



Фонтанин цртеж Венере

цртежима једног другог посматрача, Ричолија, из године 1645-1646, али се налази на разним местима. Посматрао ју је као Вечерњачу. И доцнији астрономи залажу мрље на планетној површини, па мисле у почетку, да виде њену површину. Тако мисли и Касини 1666, па их приказује на ова три цртежа. Унутрашња страна Венерина српа изгледа изрецкана, па се претпоставља да су то планине — исто тако је и Месечев терминатор изрецкан. Уверење да се на Венери види чврсто тле навело је Бјанкинија да 1726, нацрта карту Венере у Меркаторовој пројекцији, па и да појединим мрљама надене називе по чувеним поморцима. Доцнија посматрања опозваће ова прва гледишта, јер ће се установити да су мрље променљиве — знак да се види само планетина атмосфера, и то њен горњи облачни слој.

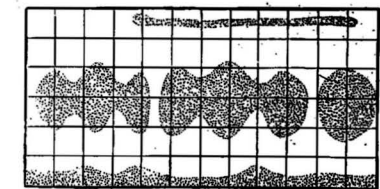
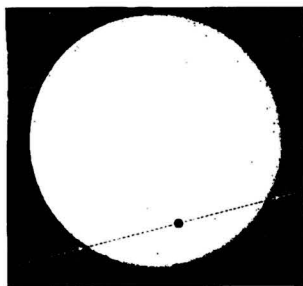


Fig. 814.—Bianchini's Map of Venus.

Бјанкинијева карта Венере

Као Меркур, и Венера може проћи тачно испред Сунца, па ће се видети на њему као црни кружић, али само кроз дурбин. Пролази се догађају по два у размаку од 8 година,

а затим друга два у истоме размаку после више од сто година. На схеми су приказани сви пролази од 1631. до 2021. године. Први посматрани пролаз је онај од 1639. Прате га двојица младих Енглеза, Хорокс и Кребтри и о томе остављају белешке које ће објавити Хевел. Следеће пролазе, од 1761. и 1769, па од 1874. и 1882. посматра велики број астронома. Пролази Венере, више него Меркура, омогућују да се израчуна паралакса Сунца, с обзиром да се ова појава не види једнако са свих тачака на Земљи. Зато се приређују експедиције, као она од 1874, понекад у удаљене крајеве, да би се појава посматрала са што веће раздаљине на Земљи.



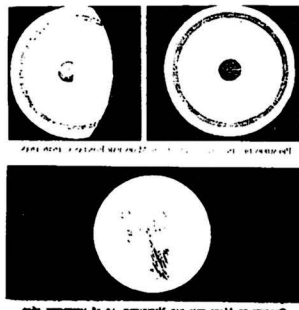
Пролаз Венере од 6. 12. 1882.

Приликом пролаза Венере испред Сунца, као што је овај од 1882, могло се несумњиво утврдити постојање њене атмосфере, која се и раније наслућивала. Када тамни Венерин кружић наиђе на Сунце око њега се види светли прстен — то је Венерина атмосфера. Ово је снимак приликом пролаза од 6. децембра 1882. године. Следеће два пролаза биће тек у следећем веку: 2004. и 2012. године.

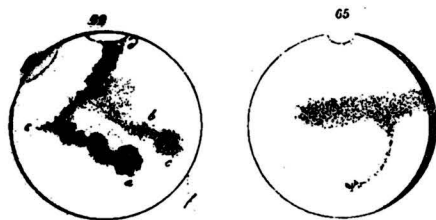
Марс, прва спољна планета, привлачио је пажњу својом црвенкастом бојом. Можда је због боје, боје крви, био посвећен у Грчкој Ареју, богу рата. Осим тога, његове промене сјаја наведоше Коперника на испитивање могућности кретања планета око Сунца. А Марс је заслужан — изразимо се тако — и за открића Кеплерових закона, због доста ексцентричне путање и података које је о њој оставио Тихо Брахе. Марсове мене предвидео је Кеплер, открио их Галилеј 1610, који додуше, није сасвим сигуран да је Марсов котур мало окрњен.

Галилејеве сумње развејаће Фонтана — горе су његова два цртежа Марса од 1636. и 1638. године. Он је видео и неке мрље на планетиној површини. Изгледају доста необично и не слажу се са раним цртежима других астронома, на пример Хајгенса — на слици доле, од 1659. Како се инструменти усавршавају, тако се и Марсова површина све боље

види. То сведоче и ова два Шретерова цртежа од 1798. Сада се зна да на Марсу скоро нема облака, да му је атмосфера сасвим прозирна, па се лепо види његова површина са сталним мрљама. На основу њихових посматрања могућно је измерити за које време се Марс обрне око своје осе: Жан Касини налази да то време износи 24 часа и 40 минута, 1666, иако други налазе само 24 часа. Било је истина, и неких сумњи у сталност Марсових мрља, али тридесетих година двомљеза потпуно нестале, па су Бер и Медлер могли објавити карту целе Марсове површине. Још бољу карту, израдио је Проктор.



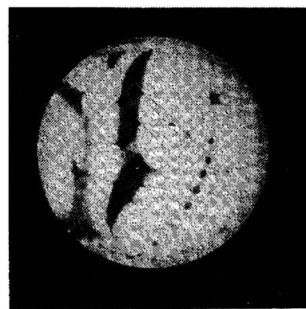
Фонтанини и Хајгенсови цртежи Марса



TROIS DESSINS DE MARS PAR SCHROTTER 1798

Шретеров цртеж Марса

Пре нешто више од сто година велико узбуђење изазвало је саопштење италијанског астронома Скиапарелија да је на Марсу видео неке танке линије, које је неопрезно назвао каналима, иако није мислио да су то канали у правом смислу речи. Ове праве и стотинама километра дуге творевине не могу бити природне, мислило се. Поче се претпостављати да на Марсу постоје жива бића, много развијеније цивилизације од наше, јер иначе не би била у стању да оствари тако огромне подухвате. Нарочито се тобожњим каналима одушевио Американац Ловел, те саградио опсерваторију за посматрање Марса.



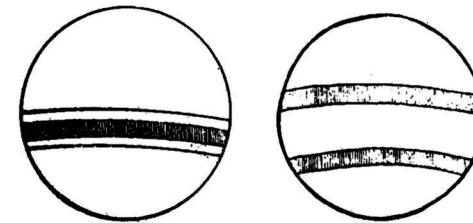
Ловелов цртеж Марса

Ово је његов цртеж црвене планете. На овом и на другим његовим цртежима виде се многобројне тамне линије које спајају исто тако тамне области. Протумачиће се: на Марсу има мало воде, само на половима, па их Марсовци каналима спроводе у умереније појасеве ради наводњавања. На примедбу да би канали, да би се видели са Земље, морали бити широки бар 30 километара, нађен је одговор: сами канали нису толико широки — много су ужи — а оно што видимо то је широки појас вегетације који се, као тамнији, истиче од околних светлијих пустињских предела. Појавише се и противници канала. Као најјачи доказ против њих истакоше да се у моћнијим дурбинима од Ловеловога не виде. Према томе канали ће бити само оптичке појаве, а не производ рада замисљених становника Марса. Један оглед показаше да је у питању оптичка обмана. Деца у разреду предочен је цртеж Марса, без канала, и задато им је да га прецртају. Деца која су седела близу цртежа приказала су верно мрље на њему. Напротив, деца из задњих клупа насликала су танке линије између појединих мрља, сасвим су сличне онима на Ловеловим цртежима. Слабе и мале мрље, оне које су на граници вида, око несвесно повезује, те "види" линије које у стварности не постоје.

Прво што је Галилеј приметио, када је јануара 1610. уперео свој дурбин у правцу Јупитера, биле су четири светле тачке у његовој непосредној близини. Није било потребно да их дуго посматра, па да запази како се брзо крећу око планете. Тако су откривени први сателити у Сунчевом систему, а Галилеј их је нацртао тако како их је видео између седмог и тринаестог јануара. Ово откриће било је важно — био је то очигледан доказ да у васиони може постојати више средшта кретања, а не само један, Земља, као што су већином мислили стари филозофи и астрономи. Сателите је свако могао видети

и уверити се својим очима да постоје, али неки твдоглаво одбијаху ту могућност. Неће ни да погледају кроз дурбин. Један од тих ускоро умре, па Галилеј, заједљив, рече како он, иако није видео сателите са Земље, видеће их сада, пењући се на небо. Приметивши да сателити улазе у Јупитерову сенку, досети се да би ова тренутна појава могла послужити за одређивање земљописне дужине на мору.

Познате пруге на Јупитеру први уочава Фонтана 1630, те их и црта, заједно са Јупитеровим сателитима, а скоро истовремено виде их и други посматрачи, као Цуки и Бартоли, слика лево, а нешто касније и Грималди, слика десно. Убрзо ће се приметити да пруге нису сталне творевине, да се доста брзо мењају, шире и сужавају, да има тамнијих и светлијих. Бољим инструментима видеће се већи број пруга, као на овоме цртежу Руа из прошлога века, на коме се виде такође један сателит и његова сенка на планети. Сателит је лево, а његова сенка близу средине котура.



Цукијев и Бартолијев, Грималдијев цртеж Јупитера

Париски астроном Касини примећује 1665. на Јупитеру велику црвену пегу. Израчунао је да има у дужини око 50 000 километара, а око 10 000 у ширини. Од тада се стално посматра. Видимо је на Касинијевом цртежу од 1691. Црвена пега веома занима астрономе, јер јој се боја мења, а не креће се увек истом брзином као остале мрље на Јупитеру. Прво се мисли да би црвена пега могла бити неки вулкан, али се одустало од тога мишљења када је установљено да мења положај. Да загонетка Јупитерова буде већа, 1901. појави се још једна пега, сивкаста. Добила је назив велика јужна пертурбација. Она се креће брже од црвене пеге, нижа је од ње. Црвена пега прешла је једном преко велике јужне пертурбације, па се потом раздвојише. До краја прошлога века није нађено веродостојно објашњење појава на Јупитеру. Мора се чекати на снимке са вештачких сателита.

Сатурн је Галилеју, када га угледа кроз дурбин, изгледао некако необичан. Није био

округао као остале планете, већ дугуљаст. Тако ће га и нацртати. Галилеј помишља да се уз Сатурн налазе два сателита, сасвим блиска, који скоро додирују планету. Изненађени су и други астрономи — ни у њиховим очима Сатурн није округлао, али га виде различито, како који, па га тако и цртају: неки слично Галилеју, неки са два пратиоца, неки као са неким дршкама. Изненађење ће бити још веће, када необичне слике нестане, па котурић планете поста правилан круг, као у осталих планета. Објашњење ове појаве потећи ће од Хајгенса. Својим бољим дурбином он је могао установити да се око планете налази танак а доста широк прстен, који је нигде не додирује, а налази се у равни полутара. Хајгенс ће објаснити и нестанак прстена, односно зашто може изгледати да га нема. С обзиром да је прстен веома танак — данас знамо да му је дебелина само око 20 километара, он се у два случаја неће видети са Земље: прво, ако се Земља нађе у његовој равни, а у другоме случају ако се Сунце нађе у његовој равни. Када ће се ово догодити, може се унапред израчунати. Сам Хајгенс предвидео је нестанак прстена за годину 1671. Астроном Касини примећује да једна тамна линија раздваја прстен на два дела. Ова линија постаће позната као Касинијева подела — види се његов цртеж од 1676. Доцније ће се установити да не постоји само ова једна подела, већ да их има више, што се види на овим цртежима од средине прошлог века.

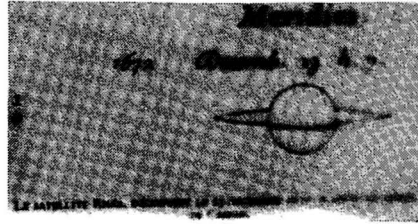


Касинијев цртеж Сатурна

Природу и постанак Сатурнова прстена није било лако објаснити. Помислила се да је прстен постао од материје која се одвојила од планете док је била гасовита или течна, па остао да кружи око ње. Али већ Касини мисли да су питању многобројни ситни сателити. Ово ће се показати као тачно. Рош је 1850. показао да један већи сателит не може опстати на одстојању од планете мањем од 3.11 њенога пречника. Уколико приђе ближе — а то је случај са Сатурновим прстеновима — распаће се и од његових делова образоваће се прстен. Да је прстен састављен од чврстих делова биће и других доказа. Сваки делић, од којих је састављен прстен, кружи око планете независно од осталих, покорављујући се Кеплеровим законима.

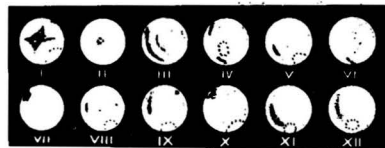
Сатурн има доста сателита. Прво је отк-

ривен онај највећи, Титан, 1655, затим Јапет и Реја. Титана је открио Хајгенс, а друга два Касини — види се његов приказ Сатурна са Рејом, од 1672. године, када је откривена.



Касинијев цртеж Сатурна са Рејом

Завршили смо са прегледом планета познатим пре проналаска дурбина. Прва планета која је откривена захваљујући инструменту била је Уран. Више астронома посматрало га је почев од 1690, али сматрају да је обична звезда само му бележе положај, али не настављају са посматрањем. Тако долазимо до 13. марта 1781, када Вилијем Хершел, претражујући небо својим телескопом, запази тело слаба сјаја, али приметнога пречника. Мења окуларе, али и при јачим окуларима звезде остају тачке, а ово тело све већи кружић. Помислила да је открио комету без репа, јер се ново тело помера међу звездама. још неко време прати његово кретање, а онда, крајем априла 1781, обавештава о открићу Краљевско друштво у Лондону. У то време Хершел је још непознати аматер, многи не знају ни како се тачно зове, али откриће нове планете учини га славним. Оно ће бити и корисно, јер добија имање за опсерваторију и средства за прављење инструмената.



Гопчевићеви цртежи Урана

Многи астрономи дадоше се на израчунавање путање новог тела, Урана, па ће установити да то није комета него планета. Установљено је да путања није правилна, као и да се неправилност не може објаснити само утицајем Сатурна и Јупитера, те се помишља на постојање још једне планете, удаљеније. Уран је далеко од Сунца, па је мале привидне величине, између 5.4 и 6, а то је на граници вида. Оштро око ипак може да га види.

За прве инструменте којима се посматра, Уран као да нема мрља, па је тешко установити којом се брзином обрће. Доцније је нађено да се обрне око осе за 10 часова, на основу једне мрље, а 42 минута дуже на основу спектроскопских посматрања. Уран је доста посматрао наш Спиридон Гопчевић, астроном аматер од кога потичу и ови цртежи.

Неправилностима Уранове путање нарочито се баве двојица астронома, истовремено: Адамс, студент у Кембриџу, и Леверје, тада млад астроном у Паризу. Ниједан од њих не претражује небо телескопом, већ решење загонетке траже за писаћим столом, пером и хартијом. Адамс долази до резултата 1845. и октобра те године саопштава га управнику опсерваторије Гринич. Али овај ништа не предузе, те Адамса претече Леверје. Ова оновремена карикатура то показује. Чим је дошао до резултата, Леверје се писмом од 18. септембра 1846. обрати берлинском астроному Галеу, замоливши га да на месту који му је означи потражи непознату планету. У то време берлинска опсерваторија припремала је звездану карту у појасу зодијака, али још није објављена, па Леверје очекиваше да ће на њој као најпоузданијој, наћи још незабележено тело. Тако је и било. Чим је примио писмо, 23. септембра, Гале упери дурбин у означено место на небу и нађе тело осме привидне величине којег нема на карти. То је била израчуната планета, удаљена само 52 лучна минута од места према рачуну. Добиће назив Нептун.



Откриће Нептуна, карикатура

Већ Кеплер запажа, 1596. да је велико одстојање између путања Марса и Јупитера. Зато мисли да се ту мора налазити још једна планета која је измакла погледима астронома. На ово као да нико не обрати пажњу,

МЕРЕЊА ЗЕМЉЕ

Док се сматрало да је Земља равна плоча, свеједно да ли округла или четвртаста, на

па се тек у другој половини XVIII века поче говорити о томе да би ту планету требало потражити. Најзад, 1800. године Зач на једном састанку астронома предложи да се почне са систематским претраживањем неба, како би се открила још непозната планета између Марса и Јупитера. Област зодијака подељена је на 24 дела, с тим да сваки астроном трага за непознатом планетом на својем делу.

Успех не изостаде, и то веома брзо. На дан 1. јануара 1801, док посматра неке звезде у Бики, Италијан Пиаци приметил слабу звезду осме привидне величине које нема у каталогу. Потражи је следеће ноћи и виде да се померила. Као Хершел, и он је прво мислио да је то мала комета, па после три недеље обавести о налазу миланску опсерваторију. Пиаци се у међувремену разболе, те путању новог тела израчунаше на миланској опсерваторији. Комета није долазила у обзир, јер је ово тело десетого јануара било ретроградно. Показа се да је то тражена планета. Добија име Церера, по римској богињи плодности, па је тим поводом нацртана једна симболична гравира. Откриће још једне планете узбудило је астрономе, али узбуђење ће бити много веће када Олберс објави да је 28. марта 1802. открио још једно докле непознато тело, на истоме одстојању, сличне путање. Добиће назив Палада, по Атениној пријатељици. Уследиће друга изненађења: 1804. откривено је треће тело, Јунона, по римској богињи неба, па 1807. четврто, Веста, по римској богињи огњишта. До 1850. има их већ 14, а до краја века око 400; сада их је око 6000. Нова тела добише назив астероиди, или планетоиди, или мале планете. Доцније ће се открити и планетоиди који одступају од овога правила. Планетоиди су слаба сјаја. Само Веста може достићи шесту привидну величину. То су и мала тела. Највећи планетоид Церера има у пречнику само 770 километара.

Неки астрономи као да се такмиче ко ће више астероида открити. Док се они први служе оком и дурбином или телескопом, сада се користи фотографска плоча. Снимају се делови неба дуж зодијака и затим испитују снимци. На њима су некретнице као тачке, а ако се појави нека цртица, знак је да је у питању астероид. После тога преостаје обман посао да се телу које је оставило траг израчуна путања, јер се само тако може утврдити да ли је ново откривено или неко од већ познатих.

њено мерење није се помишљало. Оно би било неизводљиво и у много развијенијим цивили-

лизацијама, јер би једино било могућно да се измери преношењем неке мере од једне до друге тачке, идући све у истом правцу. То је начин на који је у Старом Египту мерења обрадива земља, да би се знале границе имања која Нил плави. До недавно тако су обављана катастарска мерења свуда у свету.

У оно давно време замишљало се да је копно, чврста земља, одасвуд окружено реком Океаном. Шта је иза Океана није се знало — по некима тамо се воде преливају у ништа, како се говорило још у Колумбово време. Чврсту земљу, превасходно ону која им беше бар донекле позната — а мишљаху да друге и нема — стари Хелени су звали *екумена*, од корена који значи становати, живети, а на латинском је *terra habitata*, дакле насељена земља. Словенски и стари српски превод гласи васељена, односно сва насељена земља.



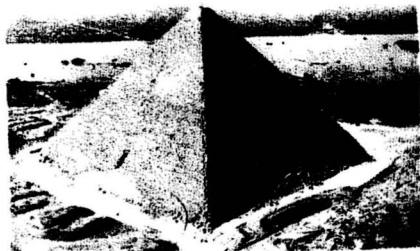
Хомерово васељена

Културним народима источног Средоземља беху доста добро познате обале Средоземног мора, које је, по њима, окружено васељеном. На овој слици види се како се она замишљала у Хомерово време, дакле око - IX столећа. Боље су познати источни део и јужна Италија, тада Велика Грчка. Замишљало се да на далеком северу живе Кимерци и Хиперборејци, на далеком југу Етиопљани и пигмеји. Нешто тачнија биће васељена из доцнијег доба, на карти израђеној по Хекатеју. И на њој васељена је окружена Океаном, али је подељена на три дела: Европу, Либију, то јест Африку, и Азију. Свакако на основу трајања пловидбе нађено је да се Средоземно море пружа више у правцу исток-запад него север-југ, па је, према томе, васељена дугуласта. Неки ће сматрати да јој је дужина два пута већа од ширине. Може се претпоставити да су и у оно време мерења гномоном могла дати доста тачне податке о земљописној ширини истакнутих тачака, те тако послужити да карта буде тачнија.

Нека нагађања о величини Земље не изостају ни у најстаријем доба. По једноме од њих, Земља је дубока, то јест њена плоча дебела, колико је небо високо. Нагађа се да је небо веће од Земље, јер кров мора бити већи

од зграде коју покрива — што се помиње и у средњем веку. А о томе да Земља није претерано велика говори се у спеву о Гилгамешу, краљу Урука. Његов пријатељ Енкиду прича му свој сан: један орао зграбио га својим канџама и понео увис четири часа, а онда му рекао да погледа доле на Земљу и види како му она изгледа. "А Земља је била као брег, а море као мала вода." После друга четири часа летења, "Земља је била као врт, а море као речица која га налаја." Лете још четири часа, па када погледа доле "Земља је била као каша од брашна, а море као валов за воду." Земља, према томе, и за ондашње људе није била претерано велика, када из даљине изгледа као каша од брашна. Она мора бити мала према даљинама звезда, а то је уствари према целој васиони, и по мишљењу Аристарха у -III веку, па Клеомеда у -I, а после и по другима, као Адрасту (I-II век), или Макробију (IV-V век), Бекну (XIII век). Када је Питагора у -V веку изложио гледиште да је Земља лопта, а остали научници то гледиште прихватили, поче се размишљати како би се њена величина измерила.

Нека буде дозвољена једна претходна напомена. Да би се измерио обим круга, није потребно мерити га целог. Довољно је измерити један његов део, један лук и угао који одговара томе луку. На приказаном примеру је угао од 30 степени и његов лук. Да би се добио цели обим круга, дакле лук од 360 степени, треба измерити лук од 30 степени помножити са 12, јер када се 30 степени помножи са 12 добија се 360 степени, пуни угао. Исто је са лоптом. Треба, дакле, измерити неки лук на Земљи и наћи угао под којим се тај лук види из средишта Земље. Рачун је прост, али није једноставно доћи до дужине лука и величине угла.



Пирамида

Примећено је да највећа пирамида, фараона Хуфуа (Кеопс) из IV династије, саграђена око -2900. године, има једну ивицу само 2,2 метра краћу од дужине пола минута на земљописној ширини 30 степени. С друге

стране, хеленски писац Ахилеј Татије, који истина живи тек око 300. године, помиње да су Египћани мерили Земљу. Како, не зна се, али помишља се да ивица пирамиде није случајно добила поменуто дужину, нешто краћу због грешака у мерењу.

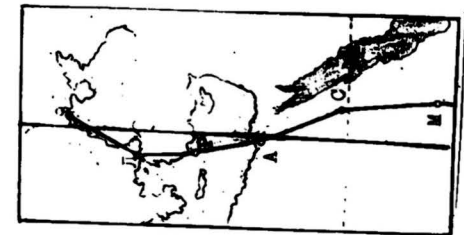
О првом хеленском мерењу говори Аристотел. Каже да су математичари нашли да Земља има у обиму 400 000 стадија, што би било 74 000 километара — велика грешка. Аристотел, нажалост, не вели на који је начин Земља мерена, нити ко је за то мерење заслужан. Може се претпоставити да је Земљу мерио његов ученик Еудокс, и то помоћу лука између Лисимахеје и Сијене и угла између сазвежђа Змај и Рак. Лисимахеја је мали град на Галипољу, а Сијена у старом веку познати град горњег Египта, тамо где је сада Асуан. Претпостављало се да су оба места на истоме подневку, а удаљена једно од другог 20 000 стадија. Што се тиче угла, нађено је да он износи 15 степени. Знано се да када је у зениту Лисимахеје глава Змаја, тада је над Сијеном сазвежђе Рак. Угловно растојање између њих лако је измерити. Оба мерења су непоуздана. Растојање између два града процењено је на основу трајања пловидбе, морем па Нилом, те мора бити сасвим приближно. Ни угао није тачан, јер се не мери од звезде до звезде, него од сазвежђа до сазвежђа, али свакако да се у Грчкој није могао добити податак која је звезда у Раку близу зенита Сијене у одређено доба. Када се 20 000 стадија помножи са 15 степени добија се 300 000 стадија, а не 400 000, по Аристотелу. Обим Земље од 300 000 стадија помиње Архимед у - III веку, али ни он ништа не казује како се до те дужине дошло, нити ко ју је израчунао. Можда он сам?



Архимед

Десетак година млађи савременик Архимедов, Ератостен из Александрије, биће заслужан за прво веома тачно мерење обима наше планете. Он се служи астрономском методом, која се такође састоји од мерења лука и угла који му одговара. По причању, Ератос-

тен зна да код Сијене, на острву Елефантини, постоји бунар дубок 25 стопа у којем се Сунце огледа само једном у години. Он зна да то може бити само на дан дугодневнице, у подне, када се Сунце налази на северном повратнику. Да је бунар северније, Сунце се у њему не би никада огледало, а да је јужније, огледало би се двалут: када се у свом годишњем ходу примиче повратнику, и прелазни га, и када се враћа према полутару. Ератостен такође располаже податком да од Александрије до Сијене растојање износи 5000 стадија. Није га сам измерио, него се послужио египатским премеравањем земљишта. На слици се види њихов поступак; горе: преноси се конопца одређене дужине. На исти начин мерила се земља и у Месопотамији. Ератостен је сабрао све дужине и тако нашао 5000 стадија. Остаје да се измери угао под којим се из средишта Земље види растојање од Александрије до Сијене. Носао је у начелу једноставан. На дан дугодневнице, у подне, дакле када се Сунце огледа у бунару на Елефантини, треба измерити висину Сунца у Александрији. Учиниши то, Ератостен нађе да је зенитна даљина Сунца један педесети део пунога угла, или по садашњем рачунању 7 степени и 12 минута.



Египатско мерење

Добијени угао једнак је углу под којим се из средишта Земље види лук Александрија-Сијена, јер им је један крак заједнички — правац од средишта Земље према зениту Александрије — док су краци паралелни. Према томе, када се 7 степени и 12 минута помножи са 50, добија се 360 степени, а када се дужина од 5000 стадија помножи истим бројем, добија се за обим Земље 250 000 стадија. Претворимо ли стадије у километре, добићемо за обим Земље, по Ератостену 39 690 километара, место 40 000. Грешка је само 310 километара, или 0,77 процената, што је веома мало.

Ератостен је морао починити крупне грешке, неизбежне. Скафеј којим се, вероватно, служио за мерење висине Сунца не може бити довољно тачан. Затим, мало изненађује округли број стадија између Александрије и Сијене. Постоји и грешка изазвана погреш-

ном проценом да су Александрија и Сијена на истоме подневку. Као што се види на овој карти, Сијена је три степена источније, па у тренутку када Ератостен у Александрији мери висину Сунца, оно се више не огледа у бунару.



Карта

Дело у којем је Ератостен описао свој рад није сачувано, а они који га наводе дају само најважније податке. Александријски астроном био је свестан да су му мерења унеколико погрешна, али нашао је начин - нама непознат - да их исправи, а грешке су се свакако делом и међусобно потрле.

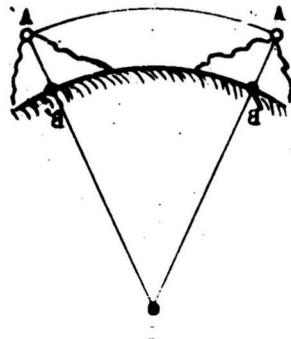
Поменимо затим мерење Посидонија из Апамеје у Сирији, који се настанио на Роду и ту имао опсерваторију. Он замишља да су Род и Александрија на истоме подневку - Род је уствари нешто западније - а растојање између два места процењује на 5000 стадија. Између Рода и Александрије налази се море, па се Посидоније свакако ослања на извештај помораца о трајању пловидбе. Познато му је такође да се звезда Каноп, друга по сјају на небу, издиже изнад хоризонта Александрије 7 и по степени, док се са Рода може видети само тик над хоризонтом. Посидоније, дакле, има лук и угао, који је један четрдесет осми део круга, те за обим Земље добија 240 000 стадија, вредност мање тачну од Ератостенове.

Од старих мерења могу се поменути још два. Птолемеј наводи за обим Земље 180 000 стадија. Колумбо се повео за овим мерењем, те кренуо на запад да открије пут до Индије. Питање је да ли би кренуо да је знао или се поуздао у Ератостеново мерење. О једном старијем мерењу, из II века, постоји спомен у Плинија. Он каже да је Дионисодор, математичар, у својем гробу оставио поруку да од средишта Земље до његова гроба има 42 000 стадија. Непознато је како је дошао до овог податка.

Проћи ће доста векова до следећег ме-

рења Земље. Калифа ал-Мамун наредио је 827. године астрономима да измере Земљу. Изабраше друкчији начин - послужиле се Северњачом. Група астронома окупила се у равници Палмире, Сирија, измерила висину Северњаче и затим се раздвојила: једни пођоше на север, други на југ, мерећи при том земљиште, а и висину Северњачи. Када је прва група дошла до места где је висина Северњаче већа за један степен, а друга група до места где је мања за један степен, зауставише се. Ради провере враћају се истим путем и поново мере земљиште преношењем неке мере за дужину. Нађоше да један степен на Земљи има 56 и две трећине миље, па би обим Земље износио 20 400 миља. Нажалост, није позната дужина њихове миље, па према томе ни тачност мерења.

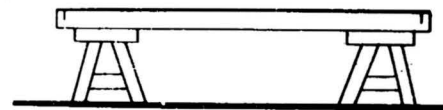
Опет протиче доста векова до нареднога мерења. Обавио га је Жан Фернел, лекар краља Анрија II, писац "Космотеорије". Ово дело изишло је 1528. и после имало преко 30 издања, а Фернел у њему описује свој поступак. Вероватно те године, 26. августа, Фернел је измерио висину Сунца из Париза и израчунао - у то време то није тешко - колика ће бити следећих неколико дана. Затим је кренуо на север, према граду Амјену. Ишао је све док му висина Сунца није постала мања за један степен. Ту је стигао после три дана, 29. августа. У повратку пута мерио је његову дужину обртајима точка на колима. Вероватно је имао неку врсту таксиметра. На овај начин нашао је да дужина лука који одговара једном степеном износи 57 099 тоаза. Тоаз је стара француска мера, једнака 1949 метара. Свакако да је и Фернел на неки начин исправљао грешке које је морао починити, нарочито при мерењу дужине пута, који не може бити ни сасвим прав ни без успона и падова. Било како да је поступио, добио је веома тачну вредност, јер је за један степен у XVIII веку нађено 57 068 тоаза.



Свођење на море

За астронома који жели измерити Земљу веће тешкоће причињава мерење лука на Зем-

љи, него мерење висине или зенитне даљине небеског тела. При свима досада поменутим мерењима, дужина лука није била поуздано утврђена. Зато је пронађена нова метода, метода триангулације. Она се састоји у томе да се на Земљи веома тачно измери једна дужина, основица, а да се потом, на много већој дужини мере само углови. Посматрач који има измерену основицу АВ, може са два њена краја измерити даљину куле С, ако измери угао ВАС и АВС, са два краја основице. Знајући дужину основице и два на њу налегла угла, биће му познате и друге две стране троугла.



Метре

Када се методом триангулације жели измерити Земља, изабере се пространа равница која се пружа у правцу север-југ и на једном њеном крају веома тачно измери основица АА'. Затим се изабере тачка уочљива са оба краја основице, на пример тачка један, па са два краја основице измере углови. Затим се на исти начин иде даље, до тачке два, три, четири, пет, до другог краја равнице и ту измери још једна основица. После се рачунским путем одреди правац меридијана АВ и са те две тачке измери висина Северњаче или неке друге звезде, прерачуната за посматрача из средишта Земље. Пошто обаве овај посао, астрономи се могу вратити кућама и тамо своја посматрања обрадити, те израчунати раздаљину од А до В - то је тражена дужина лука. Приликом триангулације мора се мерити и надморска висина, да би се лук подневка свео на морску површину.

Иако у начелу једноставна, метода триангулације захтева велику пажњу и знатне напоре. Основица мора бити веома тачно измерена, а то се чини на начин који изгледа примитиван, али другог није било. Начине се летве одређене дужине и помоћу ногара поставе у водоравни положај, једна до друге. Оне се не додирују, али свака има на крају рупицу, па се шестаром измери растојање између рупица и дода дужини летве. Уколико се летве не могу поставити у исту раван, мери се и висинска разлика између њих, те и она бележи ради неопходних исправки. Уколико је основица дужа, може се очекивати тачнији резултат, па и њено мерење дуго траје, при чему природа земљишта и климатски услови могу рад знатно отежати.

Уместо летва, неки астрономи користе жицу затегнуту између два сталка. Жица се

затегне помоћу тегова, на оба краја. И она има обележена места, да би се посебно измерило растојање између две суседне жице. А израчуна се и угнуће жице. Остало се ради као са летвама.

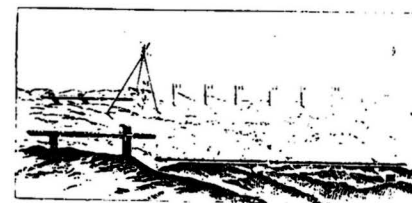


Жица

Као тачке које ће послужити за мерење углова користе се високе грађевине у даљини, ако их има, неко дрво или други уочљиви предмет, а у њиховом недостатку направе се пирамиде од дрвета. Неки астрономи раде ноћу, па им као тачке за мерење углова служе ватре. За мерење углова у почетку се користе квадрант. Њиме се користео Снел, који први примењује методу триангулације, 1617, у Холандији. Следеће мерење је Норвудово у Енглеској 1636, па Ричолијево у Италији 1650.



Premiere TRIANGULATION de la France, par Picard, en 1670 (Bibliothèque de France)

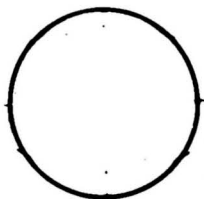


Пикарово мерење француског меридијана

Посебно значајним сматра се Пикарово мерење француског меридијана 1669-1670. Он је добио тачније резултате, јер је за мерење употребљавао дурбине, као што показује горња слика. На доњој се види како се постављају летве за мерење основице. Пикарово мерење значајно је и зато што је оно дало веома тачну вредност обима Земље: један степен износи, по њему, 57 060 тоаза. Захваљујући њему, Њутн је могао формулисати свој закон гравитације.

Седамдесет година после Пикара, у Француској се још једном мери Земља. Сада је на томе послу Касини, 1739. Види се њего-

ва триангулациона мрежа. Уследиће и друга мерења, у разним земљама. Меридијан у Италији, између Рима и Риминија, мери 1751. Руђер Бошковић - видимо га на цртежу - са француским астрономом Кристофом Мером.



Сплљштеност Земље

Данас је добро познато да је Земља на половима спљштена. О тој спљштености постоји спомен у Кикерона, иако није јасно како је дошао на ту мисао. Када Пикар мери Земљу, он је држи за правилну лопту, али примећује да би могла бити спљштена, ради обртања. Није успео да то докаже. Међутим, 1672, пре него што ће поћи у Кајену, француски астроном Жан Реше у Паризу веома тачно дотерује свој часовник са клатном. Дошавши у Кајену, изненађен је приметивши да часовник заостаје, и то не мало - два минута дневно. Шта је узрок томе? Очигледно да је Земљина тежа у Кајени слабија него у Паризу, што би указивало на већу удаљеност од средишта Земље. Поново се покреће питање облика Земље, да ли је спљштена или није. Неки чак помишљају да је на половима испупчена. Њутн и Хајгенс сматрају је спљштеном на половима и износе разлог томе: обртање око осе. Да би се добио коначни и поуздани одговор француска је образовала две комисије за мерење меридијана: једна је имала отићи што ближе полу, а друга што ближе полутару. Поларна комисија одабра Лалонију, а полутарска Перу. Кренуше 1736. Из поређења њихових резултата било је јасно да је Земља спљштена на половима, али, разуме се, не онолико колико је на цртежу претерано показано.

На крају овог предавања, када је већ реч о мерењима, један кратак осврт на мерење времена. Није потребно наглашавати колико је астрономима потребно познавање времена, и то тачног, а време је потребно и грађанима, али, наравно, мање тачно. Нешто о мерењу времена већ је спомињано у ранијим предавањима: да је основна јединица дан, већа месец, па још већа година. За мерење дана постоји природни часовник, веома тачан, а то је Земља. Треба измерити за које време

се обрне око осе, а то се чини од једнога до другог пролаза Сунца или звезде преко меридијана. За ово мерење, уколико се ради по Сунцу, користи се гномон, у старо доба, а ноћу се време одређује другим инструментима.

Међутим, обични људи, који немају ниједан инструмент, оцењују време приближно. У Срба се време мери по висини Сунца, па се каже да је Сунце одокочило толико или толико копаља, или шпанаца. Песник Шарл Бодлер прича о мисионару који се налазио у Кини, у Нанкингу, па немајући часовник упитао једнога дечка на улици: колико је часова? Овај му рече нека мало причека, па се брзо врати држећи у рукама једнога мачка. Погледавши у његове очи, рече колико је часова. Није много погрешно. Ноћу се време процењује по звездама, у Срба нарочито по Влашићима, Штапцима (Орион), Ралу (Велики Медвед), па и Зорњачи. То чине и Кинези, па њихов песник Су Ши каже, у XI веку: "Позлаћени таласи месечине већ нагле; звезде Врпце од Жада дубоко су се нагле" (то је Велики Медвед). Исто сазвежђе обавештава о времену ноћи и Финце, па у спеву "Калевала" стоји:

Ако Медвед стоји право,
С роговима на југ гледа,
А реп му је пут севера,
Онда морам устајати.

Постоје и многи други начини мерења времена: по дужини пређеног пута, по прочитаним странама неке књиге, по скраћивању упале свеће, смањивању уља у лампи, итд.

Са начином мерења времена по Сунцу, користећи гномон или скафеј већ смо упознати, па зато мало о мерењу по звездама. У Египту се користи инструмент мерхет, начињен од палмовог дрвета, којим се мери - више процењује - висина звезде када је на меридијану. Уз помоћ посебних таблица зна се колико је часова ноћу према томе која звезда прелази преко меридијана.



Пешчани часовник

За мерење мањих раздобља, независно да ли дању или ноћу, пронађен је пешчани часовник. Видимо га на слици. Између два једнака суда налази се узани отвор, па суви и ситни песак цури из горњег суда у доњи. Када сав песак исцури, пешчаник се преврне - то је место наврњања - те ради даље. На судовима су урези који показују колико је песак исцурело, а они одговарају различитим временским размацима.



Пресек клеписидре

Постојали су и водени часовници, клеписидре. Клеписидре су сличне пешчаницима, јер показују време на основу истекле воде. Обична клеписидра има при дну мали отвор кроз који капље вода, а спуштање њеног нивоа чита се на усправном стубићу. Клеписидре имају ту незгоду што је притисак воде неједнак, па она отиче прво брже па спорије. Да би се овај недостатак отклонио, у Кини се праве сложеније клеписидре, једна посуда испод друге, да би отицање воде у последњи суд било равномерноје. А постојали су и сложенији механизми који омогућавају

равномерно истицање воде, као што је у ове клеписидре - види се и њен пресек.

Уз помоћ клеписидре Вавилонци су нашли да привидни пречник Сунца износи пола степена, а то је један шездесети део зодијачког знака. Тако је на небу нађен однос 60:1, па подела на минуте и секунде. У Грчкој клеписидре помиње Емпедокле. Оне су дотериване по сунчаницима. Међутим, то није било лако, па Сенека каже да је у Риму тешко знати тачно време - лакше је вели, измирити међусобно завађене филозофе, него сложити часовнике.

За механичке часовнике не зна се тачно када су пронађени. Приписују се Французу Жерберу, који је постао папа под именом Силвестар II. Био је веома учен човек, похађао арабљанске школе, правило сфере за приказивање кретања планета, био астроном и астролог. Говорило се да је у дослуху са ђаволом и да има једну бронзану главу која му одговара на питања шта треба или не треба учинити. Ђаво му је чак рекао да ће умрети у Јерусалиму, али не када. Папа је спокојан, јер не намерава тамо да путује. Али једнога дана, док служи мису у једној базилици, сети се ђаволових речи - црква се звала Санкта круок ин Јерусалем или Свети крст у Јерусалиму. Схвативши да му је дошао крај, исповеди се и после неколико дана умре, 1003. године. Арабљанин ибн Јуни, који је умро 1008, имао је, изгледа, часовник са клатном, а сматра се да је Бернард Валтер 1484. употребио за астрономска посматрања часовник са точковима и теговима. За израду тачних часовника био је заслужан Хајгенс.

СВЕТЛОСТ И СПЕКТРИ

Светлост је до недавно била једина спона између човека на Земљи и далеких звезда, па и још даљих галаксија, скоро на рубу васионе. Сада се користе и друга сродна, електромагнетска зрачења. Захваљујући светлости, као и чињеници да је наше Сунце много ближе ивици Млечног пута него његовом средишту, можемо испитати, па и измерити, најзглед немерљиви васионски простор, видети сићушне звезде падалице, звезде велике скоро као наш Сунчев систем и огромна јата галаксија.

А шта би било да нема светлости, или да су људи створени да живе у вечном мраку, у морским дубинама? Очигледно да никакве културе и цивилизације не би било, а људи би, и поред својих телесних и умних способности, остали на ступњу животиња. У томе смислу говори француски астроном нашег ве-

ка, Есклангон, па се пита: шта би било да је наше небо, као Венерино, увек застрто облацима? Одговориће: у томе случају ништа не бисмо знали о устројству света, о облику и величини Земље, њеном кретању, плима би била потпуно необјашњива, па и смењивање дана и ноћи - ко би помислио да оно настаје од обртања Земље и неког далеког усијаног тела? Јасно је да астрономија не би постојала, али трпеле би и многе друге науке под вечном облачним небом наше планете. Како би се установили календар и хронологија, а без њих нема историје? Или како би се израдиле географске карте?

Зато је светлост предмет пажње свих старих филозофија и религија, а за њу се често везује и сам постанак света. По Египћанима, свет је постао када се из прамора уздигоу брег са лотосовим цветом и из њега се појавио бог

Сунца, те обасјао дотадашњу таму. Слично је и по индуској Рг-Веди: у почетку не беше ничег, само мрак, док се не појави дотле у океану без светлости скривена клица. Па и по хеленском миту, Ноћ је снела јаје из којег се излегао Ерот блиставих крила. Додајмо да је светлост један од четири основна елемента по старом учењу.

За објашњењем светлости вековима се трагало. Можемо се запитати: да ли нам је и данас о њој све јасно.



Цветови

Не ретко, када је Сунце близу захода и заклоњено облацима, кроз процепе облака виде се његови зраци како образују троугласте површине. Вероватно је ово навело Египћане на мисао да су Сунчеви зраци састављени од мноштва троуглова, малих, са теменом према Сунцу. У неким случајевима сликар ће ове троуглове приказати као цветове разних боја, али приближно троугласта облика. То је случај са овом стелом, сада у Паризу, на којој се види како из Сунца, постављенога на главу бога Ра-Харахтија, избија пет низова цветова и осветљава, у доњем свету, умрлу Тант-Шенат.



Обелиск

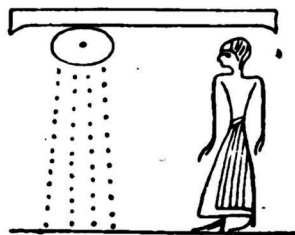
Плиније каже за обелиске да су слике Сунчевих зракова, слика Озирисова, а он је један од богова Сунца и светлости. Обелиск био окамењени Сунчев зрак, па је посвећен богу Сунца. Зато се подиже испред храма који су му посвећени, као у Карнаку, где

је краљица Хатшепсут подигла два обелиска у славу бога Амона. Слично је са пирамидама. Њихове стране су троугли, а неке су саграђене тако да у одређено доба дана не остављају сенку. Ако човек тада стане уз ивицу пирамиде, Сунце ће му бити на њеном врху, па страна пирамиде изгледа као један огромни зрак. Имајући у виду да је троугао слика светлосног зрака, и сама пирамида добија симболично значење, као успон ка Сунцу и небу.



Шамаш

Идући даље на исток, слика се унеколико мења. Види се бог Шамаш, а пред њиме је Сунце. Он је бог Сунца. Од Сунца полазе зраци у виду троуглова, издужених, али уз Сунце су основе троуглова, а не врхови. Слично изгледа Сунце на фрескама византијским, српским, руским. Још даље, у Персији, Заратуштра се приказује са круном шљатих зракова на глави.



Тачке

Корпускуларна теорија светлости као да се зачела у древној Египту. На овој слици, испод хијероглифа за небо, дакле самога неба, види се симбол Сунца као спљоштени круг са тачком, а од њега надолу сливају се зраци као низови тачака. Постоје и слике на којима су зраци приказани као узане праве линије. Када је фараон Ахенатон из XVIII

династије, -XIV век, завео култ Атона, Сунчевога котура, на више слика приказани су зраци у виду дугих руку које полазе од Сунца а завршавају се шакама опруженим према фараону и његовој породици, жени и трима кћерима.



Исида

Задржимо се још мало на подацима из Египта. У њему се за злато каже да је "светлост Раа", бога Сунца, а богиња Исида, мајка сунчаног Хора слика се на хијероглифу за злато, од којег као да се одвајају капи. И другде се злато доводи у везу са Сунцем, па и светлошћу, као у Индији, где је оно "минерална светлост". Инке у Перуу сматрају да је злато „зној Сунца“. Према тамошњој легенди, Манко Капак добио је од свог оца Сунца златну шипку и налог да крене са својим народом у потрагу за новом постојбином, с тим да се заустави тамо где ће шипку моћи да забије у тле. То се догодило - шипка му се сама истргла из руку - па је на том месту основао Куско и подигао храм Сунцу. У храму који је подигао Манко Капак, први Инка, налазио се велики златни круг који представља Сунце, па су му ту приношене жртве и упућиване молбе.



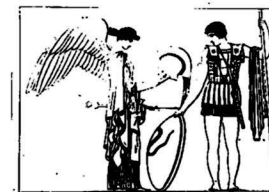
Храм Куско

У хеленскоме свету такође се светлост и Сунце доводе у везу са златом. Зато сунчани богови обично имају златне предмете. Тако Хелије поклања Хераклу златни пехар у којем је он отишао у врт богова на западу, а тамо Хесперице, кћери Ноћи, заједно са

змајем Ладонем чувају дрво са златним јабукама - поклон мајке Геје Зеусу, када се венчао са Хером.

Златна јабука чест је мотив и у српским народним приповеткама, у којима такође замињује Сунце. Када је светац преотео Сунце од Дабога и полетео ка небу, а овај га појурио, светац је бацио за собом златну јабуку, од које Дабог помисли да је Сунце и задржа се да је узме. Постоји приповетка о девојци која силази у доњи свет, у дворе Сунчеве мајке, где је све златно. И она се сва позлати и на златном Сунчевом коњу излети на овај свет као Зора. Сви примери не могу се наводити, али јасно је да постоји тесна веза између светлости и Сунца, са једне, и злата са друге стране.

Задржаћемо се још мало на митовима, и то онима према којима су светлости зраци власи, превасходно златне. Има их много. Индиски бог Вишну има косу од сунчаних зракова, а исто и хеленски бог Сунца Аполон, према песнику Пиндару. Златну косу, или бар једну влас имају и неки смртници. Један од њих је мегарски краљ Нис. Када је критски владар Миној опседао Мегару, не могаše је заузети јер је њена судбина, као и Нисов живот, зависила од златне длаке у његовој коси. Наговорена од Миноја, Нисова кћи Скила ишчупа оцу ову длаку, те Мегара паде.



Ирида

Према Вергилију, када је Тројанац Енеја, после пропасти његова града, са оцем, сином и нешто пратње, после доста лутања морем, Еоловим ветровима отеран на афричку обалу, искрцао се у Картагини. Оснивачица и краљица Картагине, Дидона, лепо га прими, жељна да сазна причу о пропасти Троје. Хтела се и удати за њега, али је Енеја, по вољи богова, морао наставити пут. Очајна због његова одласка, одлучи да се убије и нађе мир у царству мртвих, у доњем свету, којим владају Дис Патер и Прозерпина. Наредила је да се начини ломача, попела се на њу и запалила је. Али узалуд, не може изгорети јер јој Прозерпина није одсекла златну косу. Због златне косе Дидона је, као Нис, у вези са Сунцем. Тек пошто Јунона нареди крилатој Ириди, богињи дуге, да слети са неба и

Дидони одсече косу, краљичина душа изгуби се у ваздуху.

Зраци се пореде са власима и у Срба. Прича се о девојци која у шуми везе, удевајући у иглу Сунчеве зраке. Једна жена хоће да тражи мужа у доњем свету - однео га змај - па јој Сунчева мајка даје једну његову длаку, да јој светли у доњем свету.

Због ових и многих других митова о Сунцу и зрацима који су као власи писаће многи пеоници, руски, француски, па и наши.

Пређимо на оно што о светлости мисле научници. И они лутају. Питагора мисли да светлосни зраци излазе из ока, шире се у облику купе и падају на тело које ће се осветлити. Али ваздух спречава виђење ако није разређен Сунцем. Зато при слабој светлости тешко видимо, а у потпуноме мраку никако. Његов ученик Емпедокле (-V век) износи друкчију претпоставку: од свакога предмета, каже он, полазе атоми који имају изглед тога предмета и шире се на све стране. Када уђу у око, у њему се образује слика тога предмета. Међутим, ваздух упија ове атоме, па се зато предмети на већим даљинама слабије виде. Да није ваздуха, видео би се мрав како шета по небу.

Платон се враћа оку, јер сматра да у њему постоји оган, хладан, који само испушта светлост. Када се ова светлост из ока помеша са спољном светлошћу, Сунца или другом, у оку се јавља осећај вида. Ова објашњења не одобрава Аристотел. Он тврди да без светлости, оне спољне, која улази у око од светлог или осветљеног предмета нема виђења.



Платон

Овим би биле исцрпљене најважније мисли о светлости у класично доба. Нових мисли неће бити све до XVII века, када се питањем светлости позабавио Декарт, па и његов вршњак Гасенди. Декарт замислила да се од светлоснога извора на све стране одвајају нееластичне лоптице. Крећу се по правој линији, али истовремено се обрћу око својих оса. Од

овога обртања зависе, по Декарту, боје, и то: ако је обртање брже од праволинијскога кретања, видеће се црвена боја, ако спорије плава, а ако су брзине једнаке видеће се жута боја. Али ни сам Декарт није убеђен да је потпуно у праву, јер каже како не треба мислити да нешто улази у око споља. Гасенди такође сматра да се светлост састоји од честица које се великом брзином крећу на све стране, па јој зато јачина опада са квадратом одстојања. Па и Њутн је сличног гледишта: у питању су веома мале честице које избацује светлеће тело. Помоћу ове теорије он може лако објаснити праволиниско кретање, одбијање и преламање светлости, али не двоструко преламање. Зато се и он помало колеба.

Ускоро се појављује и друго објашњење, друга теорија - таласна. Када се говори о светлости, Грималди (1618-1663) је пореди са некаквим течењем, ваљањем, таласањем, које би било слично таласању воде. На основу огледа установио је да постоји интерференција: место на које падају два светлосна зрака може бити тамно, док би по корпускуларној теорији, Њутновој, морало бити два пут јаче осветљено. Грималдијево мишљење подржава Хук, али без навођена доказа, а разрађује га Хајгенс, почев од 1678. Он својом теоријом лако тумачи све дотле познате појаве у вези са светлошћу. Починиће само једну грешку: претпоставиће да су таласи светлости уздужни, а уствари су попречни у односу на правац простирања светлости. Запазио је и поларизацију, али је није објаснио.

Њутнове присталице одбацују Хајгенсову таласну теорију и чврсто се држе корпускуларне. Притиснута Њутновим ауторитетом, таласна теорија остаће скоро незапажена до почетка XIX века. Томас Јанг понавља Грималдијево огледе са интерференцијом 1801. и 1807. године, те налази да се могу објаснити само ако се светлост састоји од таласа. Он ће одредити и таласне дужине појединих боја, истина приближно, чиме се таласна теорија потврђује, јер боје зависе од таласне дужине. Остаје необјашњено двоструко преламање и поларизација.

Француски физичар Малис приметно је, 1810, да одбијена светлост, понекад, има исте особине као она која се двоструко преломила у кристалу кречњака. Наиме, када је кроз овај кристал посматрао Сунчеву светлост која се одбијала од прозора Луксембуршког дворца, виде да нема двоструког преламања - што се иначе догађа када светлост није одбијена. После низа огледа Малис долази до закључка да свака честица има два пола, у обичној светлости усмерена било како, али када се светлост под извесним условима одбије, или прође кроз кристал, полови се усмере у правцу кретања зрака. Отуда назив

поларизација. Малис се дакле враћа корпускуларној теорији.

Неће се остати на томе. Већ 1815. Френел и Араго разрађују Хајгенсову теорију, мењајући је битно само уколико што утврђују да таласања нису уздужна него попречна, а са попречним таласима лако се објашњава и поларизација. Доцније, средином прошлога столећа, Фарадеј и за њиме Максвел указују на везу између светлости и магнетизма, јер се у магнетноме пољу обрће раван поларизоване светлости. То ће Херц довести до уверења да светлосни и електромагнетни таласи имају сродну природу.

После летимичнога упознавања са митовима и теоријама о светлости треба се осврнути и на то како се она користи за пружање обавештења о далеким и недодатљивим светловима. Захваљујући праволинијскоме простирању светлости могли су се мерити положаји небеских тела, њихова међусобна растојања и привидни пречници, и то већ оним старим инструментима за мерење углава. Затим су особине преламања и одбијања коришћене у дурбинима и телескопима, да би се небеска тела привидно приближила и боље видела. Са инструментима који користе ове особине светлости упознати смо, као и са знањима која су се током векова нагомилала захваљујући њима. Сада преостаје упознавање са још једном особином светлости и инструментима уз чију примену ће ова особина доћи до изражаја.

Поменуто је да боје зависе од таласне дужине светлости. Бела светлост, са којом се најчешће среће мешавина је свих боја, дакле светлости различитих таласних дужина. Ове боје могу се раздвојити и посебно испитивати захваљујући чињеници да се светлост различитих таласних дужина различито прелама када пролази кроз тространу стаклену призму. Уколико је таласна дужина мања, светлост се јаче прелама. У првој половини прошлога века увидело се да преламање светлости кроз призму може пружити дотле неслуђена обавештења о небеским телима, па ће се развити посебна грана астрономије - спектроскопија. Са њеном појавом настаће ново раздобље у историји астрономије.

У првој половини прошлога века, дакле када се спектроскопија већ рађа, један филозоф, Огист Конт, рече да ће астрономи сасвим добро упознати кретања, облике, величине и даљине небеских тела, али њихов састав и минералшка грађа остаће им заувек непознати. Његов годину дана старији савременик, песник Хајнрих Хајне, скоро исто мишљење изразио је на свој, песнички начин:

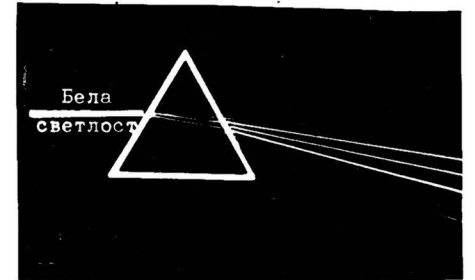
Непомично тамо горе
У даљини звезде стоје;
Вековима гледају се

С неким болом чежне своје.

Оне зборе један језик,
Тако богат, тако мио,
Ни ниједан филолог
Још га није разумио.

Преварише се обојица. Подсетимо да астроном нема на располагању лабораторију, као физичар или хемичар, па да у њој изводи и понавља огледе по избору. Али ипак ће сазнати хемиску грађу звезда захваљујући малој стакленој призми. Према томе, језик звезда може се разумети, па и минералшка грађа суседнога нам Месеца.

Призма је позната у староме веку, па и то да предмети кроз њу гледани изгледају обојени, као дуга. Прављена су и нека поређења са дугом, али се на томе стало. Прво Кеплер, па онда Њутн, посматрају светлост пропуштenu кроз призму како се на беломе заклону расипа у боје, образује спектар. У спектру се боје мешају, преливају једна у другу, он је нејасан, те ни Кеплер ни Њутн не умеју да објасне ову појаву, нити да је некако искористе. Примећују само да се боје ређају као у дуги: црвена, наранџаста, жута, зелена, бледо плава, загасито плава и љубичаста.



Призма

Три четврт столећа после Њутнове смрти, дакле 1802, досети се Вилијам Волстон да испред призме кроз коју ће пропустити Сунчеву светлост стави непривидни заклон са веома узаним прорезом. На овај начин боје у спектру биће одвојене једна од друге, јер ће свака боја, односно таласна дужина, на беломе заклону произвести свој лик прореза, а они ће бити, кад је у питању бела светлост, један до другог. Волстон испитује на овај начин и светлост електричне варнице. У Сунчеву спектру приметити неке тамне линије - знак да ту нема светлости.

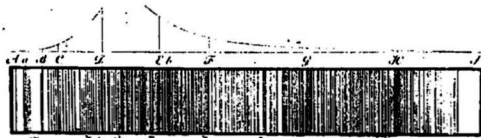
Даље од Волстона иде Јозеф Фраунхофер. Син стаклоресца, прво учи занат у оца, а затим је шегрт у радионици огледала. Када му је 14 година, 1801, сруши се зграда у којој се налазио и он једини оста жив. Сазнавши за дечково спасење, баварски изборни кнез поклати му 18 дуката, те се откупи од

газде. Запослио се у фабрици инструмената, брзо постао у њој шеф и директор, па и члан баварске академије наука.



Фраунхофер

Док Воластон посматра спектре голим оком, Фраунхофер користи мали дурбин, као што се на цртежу види. У спектру, који је тако увеличан показаће се велики број тамних линија. Фраунхофер прво изброја 354 линије, а када је употребио јачи дурбин нађе да их има 576. Он је одмах схватио да ове линије могу бити значајне, па је нацртао Сунчев спектар, а најупадљивије линије обележио словима од А до Н. Ово је његов цртеж, објављен 1814. Црвени део спектра је лево, а љубичасти десно.



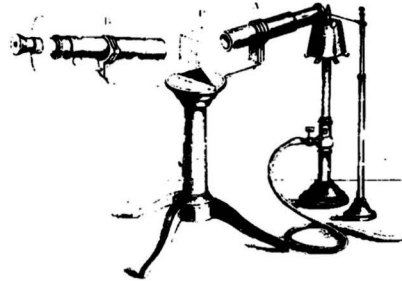
Le Fraunhofer's *Atk. Denkschr.* 1814 15.

Фраунхоферов спектар

Потом је Вилијам Симз (1793-1860) испред призме, а иза прореза ставио сабирно сочиво и тако начинио инструмент који ће се звати спектроскоп. Ово сочиво, колиматор, има жижу на прорезу, па зраци из ње излазе међусобно паралелни. Ако се жели јаче расипање светлости, може се употребити више призми, на пример девет, као у овоме случају на слици.

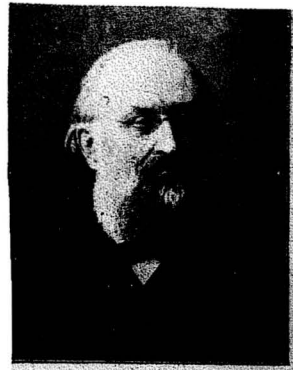
Поред Сунчевог, Фраунхофер посматра и спектре неких земаљских извора. Посматрајући пламен једне лампе кроз спектроскоп, установио је да у њему нема свих боја, као у Сунчевом. Види се само изванредан број светлих линија, танких, одвојених једна од друге тамним простором. Линије су оне боје која се у Сунчевом спектру налази на том месту. Примећено је да сваки хемиски елемент, када је у усијаном гасовитом стању, има у спектру извесне светле линије, увек на исто-

ме месту, а различите од линија свих других елемената. То омогућује да се спектралном анализом утврди којих елемената има у некоме телу, само на основу линија у његовом спектру.



Спектроскоп

За испитивање спектра усијаних гасова употребљава се спектроскоп. Један пламен даје познати спектар, са обележеним таласним дужинама, а у другој пламену сагорева материја која се испитује. Спектри се појављују један изнад другог.



Густав Кирхоф

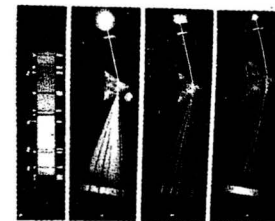
На испитивању спектра појединих елемената и одређивању таласних дужина на којима они емитују светле линије, нарочито раде двојица немачких физичара. Први је Густав Кирхоф, а други Роберт Бунзен. Истрајним радом њих двојица одредиће таласне дужине линија многобројних хемиских елемената. На спектрима које су објавили лако се види да сваки елемент има линије на другоме месту у спектру, те се по њима могу идентификовати.

Већ је Фраунхофер приметио да на месту на којем се у Сунчевом спектру налази тамна линија коју је обележио словом D, налази светла жута линија натриума. То ће бити случај и са многим другим тамним линијама Сунчевог спектра - свакој од њих одговара

светла линија неког хемиског елемента доведеног у усијано гасовито стање. Објашњење ове појаве лако је нађено. Усијано чврсто или течено тело образује непрекидни спектар, а то је спектар у којем су заступљене све боје - слика 1. Насупрот томе, усијани гасови производе линијске спектре, тамне, само са понеком светлом линијом - слика 2. Даље, ако се светлост тела које образује непрекидни спектар, пре него што уђе у спектроскоп, пропусти кроз усијани гас, тај гас ће упити светлост управо на оним таласним дужинама на којима сам производи светле линије - слика 3. Тако постаје разумљиво откуда у спектру Сунца тамне линије - слика 4. Његова фотосфера даје непрекидни спектар, али светлост фотосфере пролази кроз Сунчеву атмосферу, састављену од смеше усијаних гасова, па сваки од њих упија зрачења на таласној дужини на којој их сам производи.



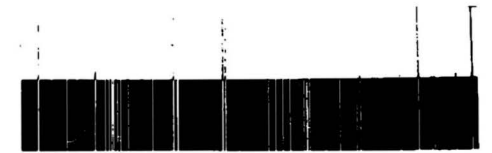
Роберт Бунзен



Разни спектри

Највише различитих гасова има у ономе слоју Сунчеве атмосфере који је најнижи, уз фотосферу. Овај слој „обрће“ спектралне линије, наиме, од светлих линија прави тамне, када се Сунчев спектар посматра у обичним приликама. Међутим, при потпуним помрачењима Сунца, када га Месец потпуно закљони, за две до три секунде могу се видети место тамних линија светле линије овог доњег

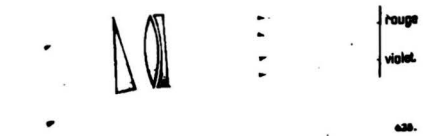
слоја атмосфере. Зато што „обрће“ линије и назван је обртним слојем. На слици се види, горе, обични Сунчев спектар, са тамним линијама, а доле спектар обртног слоја.



Спектар обртног слоја



Секције телескоп



Спектроскоп са призмом

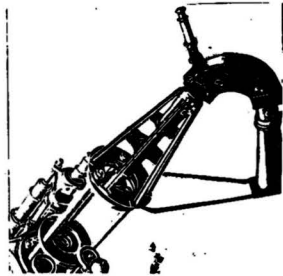
Спектроскоп се може поставити на телескоп, а такође и на дурбин. Италијански астроном Секи много се бавио спектрима звезда, па је изумео спектроскоп за звезде, који се састоји од више призми које се додирују, као што се на слици види. Он има ту предност што светлосни зраци остају приближно у оси дурбина, што олакшава посматрања. Већ је Фраунхофер приметио да се спектри звезда међусобно разликују, а Секи, који им посматра спектре од 1863, успео је да их класификује. Посматрао је око 4000 спектра и распоредио их у 4 класе: звезде беле или плаве, жуте, црвене или наранџасте и загасито црвене. Доцније, 1911, усвојена је друга класификација звезданих спектра. На снимцима звезданих спектра лако се види како се они међусобно доста разликују.

Када се кроз спектроскоп посматрају звезде, погодно је да се испред објектива стави призма, као што је приказано. У томе случају у видном пољу видеће се одједном спектри свих звезда, као танке линије. Прорез спектроскопа није потребан, јер су звезде тачкасти извори светлости. На слици се види монтажа објектив-призме.



Спектроскоп са призмом

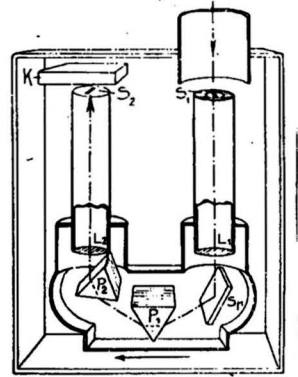
Спектри се могу посматрати оком, али могу се снимити на фотографску плочу, што представља олакшицу у потоњем испитивању. Тако се добија спектрограф, инструмент за снимање спектра, као овај опсерваторије у Потсдаму. Снимање спектра заводи Вилијам Хагинс 1875, што је потом постао уобичајени начин проучавања спектра. На слици се види један део снимљеног Сунчевог спектра. Хенрију Роланду успело је да добије, уз помоћ више призми, Сунчев спектар дуг 13 метара, на којем је избројао око 20 000 линија. Ако се жели снимити спектар звезде, пушта се да њен лик клизи по фотографској плочи. Тако снимљен, спектар има извесну ширину, што омогућује лакше одређивање места на којем се налазе спектралне линије.



Спектрограф

Спектрохелиограф је посебна врста спектрографа, само за Сунце. Замислили су га независно један од другог Анри Деландр и Џорџ Хејл 1892. На схематској цртежи види се његова конструкција. Светлост која прође кроз дурбин, горе десно, образује лик Сунца на заклону S_1 , са прорезом. Види се - испрекидане линије - како се светлост даље креће, а то је уствари лик прореза. Светлост се мога скренути за 180 степени и тада пада на

заклон S_2 , са другим прорезом. Овај други прорез пропустиће само светлост узаног дела спектра, једне спектралне линије, која се може по вољи изабрати. Иза овога заклона је фотографска плоча. Цели уређај, изузев дурбина и плоче чврсто је повезан, смештен у кутију и може се померати паралелно прорезима. При овој кретању први прорез прелази, постепено, преко целе слике Сунца, са краја на крај, а истовремено кроз други прорез прелази преко фотографске плоче светлост увек исте линије у спектру. Тако се на плочи добија монохроматски лик Сунца, лик у светлости само једне таласне дужине, који производи један од елемената на Сунцу. Једноставније речено, спектрохелиографски снимак приказује облаке једног гаса. Као што се са снимка види, изглед Сунца у једној спектралној линији - у овој случају то је линија H_α водоника - битно се разликује од истовремено добијеног снимка обичним поступком. Спектрохелиограф се обично монтира на велике инструменте.



Спектрохелиограф



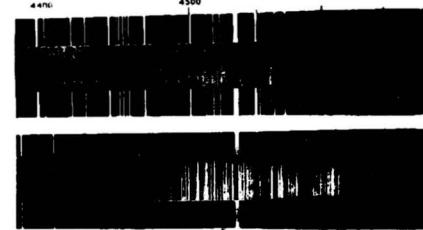
Спектар маглине у Ориону

Када су по проналаску дурбина откривене прве маглине и збијена јата, није се знало у чему се разликују, јер слично изгледају. Међутим, када су 1864. године добијени спектри маглина и јата, разлика је постала очигледна. Док збијена јата и вангалактичке маглине имају непрекидне спектре, доста сличне Сунчевом, дотле галактичке маглине показују у спектрима само изванредно мали број светлих линија, као гасови, што углавном и јесу. То би био случај и са познатом

маглином у Ориону — ово је њен спектар, у средини. Доле је спектар једне беле звезде, ради поређења.

Слично је са Сунчевим протуберанцама и обртним слојем, на који се још једном враћамо. Обртни слој открио је Чарлс Јанг приликом помрачења 1871. Он записује: „... неприпремљен сам за дивотну појаву која се указа када Месец на крају заклони целу фотосферу. Тада одједном цело поље би испуњено блиставим линијама, које изненада блеснуше, а онда ишчезоше, те за мање од две секунде ништа не оста осим линија које сам дотле посматрао.“ Уместо тамних, Јанг је одједном угледао светле линије, јер је за те две секунде у његов спектроскоп улазила само светлост обртног слоја.

Спектралне линије могу показати да ли се неки светлосни извор приближује или удаљује. Ако се приближује, линије ће се померити према љубичастоме делу спектра, а ако се удаљује према црвеноме. Померање линија сразмерно је брзини, па се из мерења величине померања може израчунати брзина приближавања односно удаљавања светлосног извора. То је Доплеров ефекат.

Спектар звезде ζ Великог Медведа

Доплеров ефекат омогућује да се открију

двојне звезде са компонентама толико блиским, да се ни најмоћнијим телескопима не могу видети као две звезде, сем ако се не окрећу око заједничког средишта теже у равни нашег погледа, па једна другу заклањају. Тада ће бити променљиве. Уколико то није случај, помоћи ће спектар. Наиме, док се једна звезда нама примиче, друга се одмиче. Зато се, наизменично, линије једне звезде померају ка љубичастом па ка црвеном делу спектра. Уколико обе звезде имају исти спектар, као што је случај са овим, знаћемо да је у питању двојна звезда јер ће јој се спектралне линије повремено удвајати. То се види на примеру звезде ζ Великог Медведа. На горњем снимку линије су једноставне, а на доњем удвојене. Линиски спектри служе за поређење. На овај начин, помоћу спектара, откривене двојне звезде добиле су назив спектроскопске двојне.

Спектар се може добити не само пропуштањем светлости кроз призму, него и кроз оптичку решетку. Оптичке решетке праве се уређивањем танких линија на стаклену плочицу. Фраунхофер је направио прво 360, па 720 линија, зареза, на дужини од само једног милиметра. Роланд је доцније добио чак 1700 зареза. Најдужу оптичку решетку израдио је Мајклсон - 150 000 зареза на дужини од 36 милиметара. Када бела светлост прође кроз оптичку решетку, добијају се спектри три реда, један слабији од другог. Оптичке решетке имају ту предност над призмом, што су таласне дужине равномерно распоређене, али је предност призме у томе што пропушта много више светлости, те омогућује проучавање спектра слабих извора. Оптичке решетке могу дати и спектре од њих одбијене светлости. Зареци могу имати различите профиле.

ПРЕДАВАЊА ИЗ ИСТОРИЈЕ АСТРОНОМИЈЕ

Ненад Ђ. Јанковић

САДРЖАЈ

9	I	Порекло и старост астрономије	91/1, 2-3, 5	2+2, 4, 4	1	10
	II	Инструменти за мерење углова	91/5, 92/1	8	8	
	III	Проналазак дурбина и телескопа	92/1, 2, 92/3-4	8, 4, 8	17	
	IV	Системи света	92/3-4, 93/1	4	23	
Књига 10	V	Сунце, Месец и њихова помрачења	93/1, 2-3, 94/1-2	4, 4	32	
	VI	Старе теорије о кометама и метеорима	94/1-2, 95/2, 5	4, 8	41	44
	VII	Нагађања и сазнања о облику Земље	95/5, 96/4	8	50	
	VIII	Развој схватања о планетама	96/4		56	
11	IX	Мерења Земље	98/1-2	16	63	
	X	Светлост и спектри	98/1-2		69	

Налезе се у "Васнојнима"

1, 2-3, 5/91
 1, 2, 3-4/92
 1, 2-3/93
 1-2/94
 2, 5/95
 4/96
 1-2/98

+
2
Књига
10

24
 22 78