

АРИСТАРХ СА САМОСА, ПОКУШАЈ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ ИЗГУБЉЕНЕ КЊИГЕ О ХЕЛИОЦЕНТРИЗМУ

МИЛАН МИЉУШЕВИЋ

Астрономско друштво "Руђер Бошковић", Београд
E-mail: miljus73@gmail.com

Резиме: Представљен је рад Аристарха са Самоса, сачувани подаци о изгубљеном спису о хелиоцентризму, могући изглед тог рада, као и разлози његовог одбацивања код античких астронома. Значај Аристарха и његовог дела надилази све до сада обрађено и објављено у српској литератури. Овај рад је мали допринос превазилажењу тог недостатка.

Кључне речи: Аристарх са Самоса, историја астрономије, хелиоцентризам, ексцентрични кругови, небеска тела

1. ДЕО

„Аристархос са Самоса, рођен после 310. г. пр. н. е живљаше и дејствоваше у Александрији, између година 280. и 260. пр. н.е.; не зна се где је и када умро.“ Овим речима Милутин Миланковић у најкраћем сажима више него скромне историјске податке највећег астронома антике, коме се и он сам пуно дивео. О његовом научном раду знамо нешто више. Знамо да је био јако цењен, а кад је у питању астрономија и цитиран. Првенствено је сматран математичарем, јер је астрономија због оскудних знања била још и више везана за аритметику и геометрију него данас. Механика и физика, а камо ли хемија или биологија, биле су далек и практично апстрактан појам. Могло се нпр говорити о природи небеских тела и о атомима, али и то је било више у домену филозофије него емпиријских доказа.

Стога је Аристархово дело тим величанственије јер је један од ретких научних примера оног времена, који је науку дигао на виши ниво од обичног филозофског мудровања. Његов суфикс, са Самоса, добио је од античких писаца који су га тако распознавали у мноштву познатих људи истога имена



Слика 1: Херма са Аристарховим ликом у месту Карловаси на Самосу. Ниједан његов лик из антике није нам сачуван; (са интернета).

које нам је стара Грчка дала¹. Нама тај суфикс данас само говори о месту његовог рођења. Знамо и да је био ученик перипатетичке школе у Атини, код Стратона из Лампсака. Птоломеј наводи да је Аристарх посматрао сунцостај, око 18 ч., 26.06.279. пр. н. е.² Негде после тог времена, отишао је у

¹ Као нпр Аристарха са Самотраке, познатог по завршној редакцији Хомерових епова. Управо његову редакцију ми данас имамо. Иначе је био и управник Александријске библиотеке.

² Не наводи тачно време. Налазимо код Ал Бирунија, „Канон Масуда“ 6.6.: „После (Метона и Еуктемона) посматраше сунцостај из Атине Аристарх. Беше то у залазак Сунца, у свитање 28. Дана, 8. Месеца, 468. г“. Врло је могуће да су хелиоцентрички спис и Клеантова тужба разлог „одласка“ из Атине у Александрију, ако је до ње икада и дошло. Није ми познат антички траг да је Аристарх икад био у Александрији. Вероватно је тај став настао из чињенице да је његов учитељ Стратон тамо боравио али и он пре него је постао управник Ликеја. Вероватнији је сценарио да је Аристархов научни опус настао у Атини, а он сам био један од последњих представника Јонске школе.

Александрију, сада већ као чувена личност. Незнано када и где написао је и своје једино сачувано дело: „*О величинама и даљинама Сунца и Месеца*“³. Упада у очи да у наслову нема помена о величини Земље, а он у делу ни не износи неки реалан број на ту тему. Његово дело, више говори језиком геометрије о размерама величина и даљина у односу на саму Земљу. Наука оног доба је још ломила копља око њеног стварног обима (облик више није био упитан), али знамо да Платон већ наводи 400.000 стадија (око 62.400 км) као вредност. Много тачнији од њега је Дикеарх са својих 300.000 стадија (око 46.800 км). Вероватно је ову вредност и Аристарх користио јер је понавља и Архимед а боља се процена неће појавити пре Ератостена.

Ово дело: „*О величинама и даљинама*“, је било толико популарно и навођено у антици и копирано у средњем веку, да без обзира што су астрономи добијали тачније вредности од Аристарха, чувано је и преношено као пример правилног научног поступка за математичко доказивање разних хипотеза.⁴ Коришћено је чак у 17. веку, када је управо Аристарховом методом Готфрид Веделин одређивао тачну раздаљину Земље од Сунца. Када је у 2. в. н. е. Клаудије Птоломеј сакупио сва знања дотадашње астрономије у „*Математички зборник*“⁵, Аристархово дело је било део колекције радова под називом „*Мала астрономија*“ и служило је као припрема за Птоломејево дело. То га је и спасло од уништења, за разлику од толиких других рукописа, јер је астрономија требала свима, макар и само за правилно вођење верских светковина. Остало је забележено да кад је средином 7. в. калиф Омар освојио Александрију, дао је тамо спалити библиотеку са изреком да у њој или има ствари којих и у Курану, па су непотребне и сувишне или има оних које нема у Курану па су штетне и лажне. Наводно, поштеђени су само Птоломеј и Еуклид. Времена и ставови се мењају па је неких 200 г. касније, калиф Ал Мамун, онај исти који је у жељи за новим сазнањима провалио и у Кеопсову пирамиду, као захтев за потписивање мировног уговора са Византијом, тражио и годишњи прилив грчких рукописа, као првог Алмагеста - добар показатељ да је Византијска царевина тако дуго чувала старо грчко културно и научно наслеђе. Чињеница која је и данас неоправдано запостављена.

Ако је бар прво Аристархово дело имало среће да преживи турбуленције историје, остала нису. Данас знамо за само још једно дело, оно о хелиоцентричној теорији, два миленијума пре Коперника. Чак не знамо ни име том делу. Постоји само општи консензус да је настало на основу прве

³ „*Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων ἡλίου καὶ σελήνης*“. Сачуван је грчки изворник са бројним схолијама, коментар Папоса Александријског и Арапски превод који има и мањи додатак у виду додатног става 17а, можда пост-Аристархов уметак.

⁴ Филип из Опуса је око век раније написао: „*О даљинама Сунца и Месеца*“, „*О величинама Сунца, Месеца и Земље*“ и „*О помрачењима Месеца*.“ Све ове књиге су изгубљене.

⁵ „*Μαθηματικὴ Σύνταξις*“, касније преименован у „*Ἡ Μεγάλῃ Σύνταξις*“ и преведен на арапски као „*Алмагест*“.

књиге, јер је управо у њему Аристарх својим хипотезама доказивао да је Сунце између 18-20 пута даље од Земље него Месец (став. 7), да је пречник Сунца исто тако 18-20 пута већи од пречника Месеца (став 9), између 6,3-7,1 пута већи од Земље (став 15), а и да је пречник Земље 2,5-3,1 већи од Месечевог (став 17); коначно и да је Сунце између 254 и 368 пута веће запремине од Земље (став 16), и између 5.832-8.000 од Месеца (став 10). Треба одмах имати у виду да је Аристарх користио крајње нетачан податак да је привидни пречник Месеца (а тиме и Сунца) 2° пуног круга, а не $1/2^\circ$ (тј. $30'$) како је и сам касније у свом изгубљеном делу навео. Постојало је и у антици мишљење да су рани преписивачи погрешно пренели текст (Маницијус) али генерално се мисли да је Аристарх усвојио и чак мало увећао резултат који су користили Египатски астрономи. Такође треба напоменути да није био први који је схватио да је Сунце веће од Земље (за Еудокса и Аристотела то није било упитно). Свеједно, његов рад је огроман скок у односу на само 200 година старије Анаксагорина тврђење да је Сунце усијана стена не много већа од Пелопонеза.



Слика 2: Две Грчке поштанске маркице из 1980. са мотивима из Аристархових дела. На првој је приказ става 1, из сачуваног списка; на другој шематски упрошћен приказ из изгубљеног хелиоцентричног; (из колекције аутора).

Охрабрен оваквим резултатима, а истовремено и оптерећен питањима која тадашња астрономија није умела да објасни, Аристарх је отпочео да промишља другачије устројство Васионе; оно у коме се Земља као мањи свет покорава кретањем Сунцу као највећем небеском телу. Да ли је на њега почетни утицај у томе имала и древна Египатска религија, чија је цивилизација увелико била на издисају, али верски култови са својим соларним божанствима итекако живи? Или учење Питагорејаца о средишњој ватри? Или Орфичке мистерије? Да ли му је добар научни путоказ био Хераклид Понтски који је открио Земљину ротацију⁶ а сматрао да звезде стоје у месту. То је само још једна од многих ствари у домену нагађања. Ми данас само знамо на основу шачице древних цитата од стране цењених писаца или преписивача, да је он у једном тренутку пред научну јавност Александрије и Медитерана иступио са новом, радикално другачијом теоријом. Као и већина пионира морали су и он и његова књига да издрже тежак удар уврежених схватања и укореењених носиоца истих. Ипак, теорија је наишла на своје присталице, произвела потребни одјек који је трајао вековима, све док га није обновио један Коперник. После два миленијума борбе да се одржи геоцентрични систем који се још у средњем веку почео урушавати под својом сложенешћу кругова и епицикла, Аристарх се више није могао игнорисати.

Шта дакле данас можемо да кажемо о тој изгубљеној (уништеној?) књизи? Циљ овог рада јесте да управо покуша њену реконструкцију на основу оскудних знања о тадашњим оскудним знањима из астрономије уз помоћ још оскуднијих трагова у делима античких писаца. Срећом по науку, ово изгубљено дело је држао у рукама и проучавао највећи ум антике - Архимед. Подстакнут овим делом, он се подухватио да уради нешто што је свако нормалан увек сматрао немогућим: да израчуна број пешчаних зрнаца у целој Васиони. Дакле, не само Земљи или њеним обалама, већ целој Васиони. За тако нешто је прво целој Земљи увећао пречник 10 пута, начинивши је већом него што је највећа планета у Сунчевом систему, Јупитер. Потом је претпоставио да је сва од песка, а онда покушао да израчуна и замишљену сферу коју зовемо Васиона. Циљ овог Архимедовог фантастичног дела је био да првенствено демонстрира моћ математике. Просто речено, по њему и Васиона има границе али не и математика са својим бројевима. Она може да рачуна у бескрај. Само је ствар како ћемо доћи да крајњег резултата и како ћемо добијени резултат именовати. Ограничен тадашњим математичким схватањима која су познавала само за број миријада ($\mu\upsilon\rho\iota\acute{\alpha}\varsigma$) тј. 10.000, тадашњи математичари су се довијали дижући те бројеве на неки одређени степен. Миријаду миријади је рецимо

⁶ Неки ово приписују и његовим савременицима Питагорејцима: Хикети и Екфанту. Али постоји и мишљење да су они измишљени ликови у изгубљеном дијалогу Хераклида Понтског. Хераклиду је по новим истраживањима, неоправдано приписано откриће да Меркур и Венера круже око Сунца; в. Eastwood B. S., 1992.

100 милиона. Архимед се потрудио да то отклони, па је написао и књигу о именима бројева⁷. У њој је Архимед баратао са бројевима до 1. са 80 билиона цифара. Она је завршила као и његова књига о оптици⁸, а и она „*О прављењу сфера*“⁹ за симулацију и израчунавање кретања небеских тела уз помоћ механичких справа која су била претече данашњих рачунара. Тек у 19. веку, кад је изнова пронађено Кикероново дело „*Држава*“¹⁰) добили смо краћи опис како је Архимедова сфера изгледала. Затим је 1900. уследило фантастично откриће Механизма са Антикитере, а у новије време и зупчаника из Олбије, које нам је дало доказ колико је Архимедов геније био ван свог времена.¹¹ Губици ових књига, поред оне Аристархове о хелиоцентризму, представљају ненадокнадив губитак који је уназдио науку миленијумима, не чак ни столећима.

Архимед је дакле написао дело по имену „*Псамитес*“¹² које бисмо могли превести као „*Пескар*“, у смислу онога који броји пешчана зрна. Дело је посветио свом мецени, краљу Сиракузе, Гелону. На почетку тог дела, Архимед спомиње Аристарха и његове хипотезе:¹³

„Има оних, краљу Гелоне, који мисле да је број зрнаца песка бесконачан; и ту мислим не само на песак око обала Сиракузе и остатка Сицилије, већ и свих осталих области, насељених и пустих. Такође, има и оних који без да верују да је број (зрнаца) бесконачан, мисле да се он не може именовати (тј. израчунати). Јасно је да они који имају овакво схватање, да и замисле масу песка величине Земље, која испуњава сва мора и шупљине све до висине највиших планина, и даље би бежали од признања да се може изразити број који би превазишао број зрнаца песка те исте масе. Али ја ћу предузети да ти докажем геометријским путем, који ћеш моћи да пратиш, да бројевима које сам именовао и послао Зеуксипу (математичару Александрије), неки не само да превазилазе број зрнаца песка малопре описане Земље, већ и тако испуњену масу целе Васионе. Ти знаш да је Васиона име дато од већине астронома¹⁴ лопти чије је средиште - средиште Земље, и чији полупречник је једнак правој од средишта Земље до средишта Сунца.¹⁵ Ово је уобичајени

⁷ „*Архаи*“ тј Поставке, Начела, Принципи.

⁸ „*Катоπτрика*“, Катаоптрика.

⁹ „*Περὶ σφαιροποιίας*“.

¹⁰ „*De re publica*“ тј Република.

¹¹ Механичке рачунаре су правили и после Архимеда, али пре њега, колико је познато нико (в. Н., Thomas: 1897, The Works of Archimedes, XL)

¹² „*Ψαμιτιης*“.

¹³ Преводе сам радио са енглеског. У заградама су појашњења или додаци ради јасности. За Псамит коришћен превод Т. Хита, а консултовани Хенри Мендел (енглески), И. Н. Веселовски (руски) као и грчки изворник (код Gomez, Gomez Alberto, 2013.).

¹⁴ У оригиналу астролога (αστρολογον), јер је то био назив и за астрономе.

¹⁵ Ово је очигледно поједностављен модел Анаксимандрове космологије. Чудан став Архимедов када се зна да је Анаксимандров Космос увелико сматран анахроним.



Слика 3: Савремена представа Архимеда са чувеним мотивом о ослонцу, полуци и померању Земље; (из колекције аутора).

опис који си чуо од астронома. (Али) Аристарх са Самоса извесне претпоставке (υποθεσιων) објави у спису (γραφας), где изгледа да је по резултатима добијеним из (тих) поставки Васиона много пута већа него малопре поменута. Његове претпоставке (гласе): да су звезде некретнице¹⁶ и Сунце увек непомици (ἀκίνητων); да се Земља по ободу (περιφέρειαν)¹⁷ круга окреће око Сунца, положеног посред потркалишта;

¹⁶ За разлику од лутајућих тј. планета.

¹⁷ κατὰ κύκλου περιφέρειαν. Периферија, превео сам као „обод“ тј, руб, ивица. То је кружница, дакле линија која омеђује круг (κύκλου), геометријску слику са

и да је лопта (сφαῖρα) звезда некретница, смештена око истог средишта као и Сунце, толико огромна, да круг по коме он претпоставља да се Земља креће има такву размену према даљини некретница какву и средиште лопте према својој површини. Лако је видети да је ово (задње) немогуће; јер како средиште лопте нема никакву величину, не може ни да има икакву размену према површини лопте. Стога морамо претпоставити да Аристарх мисли следеће: пошто ми сматрамо да је Земља такорећи средиште Вационе, размера коју Земља има према ономе што ми зовемо Вациона је иста размери коју сфера која садржи кружницу по којој он мисли да Земља кружи има према сфери звезда (некретница). Јер доказе о (природним) појавама, прилагођава претпоставкама овакве врсте; а посебно изгледа да претпоставља да је величина сфере у којој верује да се Земља креће једнака оном што ми зовемо Вационом¹⁸. Ја тврдим, да чак и за сферу од песка величине Аристархове замишљене сфере звезда (некретница), могу доказати да бројеви исказани у „Поставкама“ превазилазе по величини број зрнаца песка малопре поменуто (Аристархове) сфере уз услов да се следеће поставке примене: ... “. Даље Архимед наводи те поставке попут величине Земље, однос величина са Сунцем и Месецом чиме почиње и његов математички део "Псамита". За питање Аристарха битан је још један његов спомен; кад говори о пречнику Сунца, Архимед каже:

„...Аристарх је открио да је Сунце 720. део круга Зодијака...“.

Ово је више него значајан податак, јер је она Аристархова изразито нетачна величина од 2° из првог списка, овим доведена на готово тачну вредност од 0,5° тј 30'. Можемо претпоставити да је и овај податак дошао до Архимеда у изгубљеном делу о хелиоцентризму, а не у неком засебном раду. Вероватно је Аристарх до њега дошао уз помоћ инструмента који је сам направио тзв. Скафеа (σκάφη). Била је то невероватно једноставна направа, нека врста аналогног рачунара-сунчаника за меревање неба и мерење времена. У питању је једна обична полулопта¹⁹ у чијем дну (средишту) је забоден штапић (γνώμων, гномон) тачно до нивоа обода полулопте, дакле величине полупречника пуне лопте. Унутрашњост скафеа се може поделити по часовима па тиме он служи као сунчаник, али може такође и степенима од 0-90°. Посматрање сунчевог диска при изласку или заласку бацаће сенку гномона по концентричним круговима-степенима која ће прочитати вредност. Да ли је Аристарх применио ову методу или неку другу, није познато.

површином (равни). В. Билимовићев превод 1. књ. *Елемената*, нап. 10, стр. 52. Сродна јој је реч περιφέρῆσθαι, коју сам у оба случаја превео као „окреће“.

¹⁸ тј опсегу од Земље до Сунца. За Аристарха занемарљива тачка, за Архимеда и остале целокупан Свемир.

¹⁹ Скафе тј посуда. Витрувије нам о том проналаску пише у: „*De architectura, libri decem*“ 9.viii.1

На страну што је из горњег навода јасно да се Архимед послужио Аристархом само да би приказао највећи до тада представљен приказ Вационе. На страну и то што је његово тумачење Аристарха погрешно, а потиче управо из веровања у Еуклидову геометрију, по коме: „*средиште лопте нема никакву величину*“ . Али по атомистичкој теорији коју је Аристарх могао наследити од свог учитеља Стратона, средиште је било неизрециво мало (тзв *αμερή* амера тј не-мера, не-део) и као такво је ипак је постојало.²⁰ Другим речима, Аристарх је хтео да каже да је кружница Земље неизрециво мала спрам кружнице Вационе, тј постоји али је размера немерљива. Архимед је са своје стране искористио Аристарха само за своје рачунске потребе, а не за промоцију хелиоцентризма.²¹ Али нам је ипак у овоме навео у малом све оно о чему је говорило изгубљено дело. За почетак Архимед користи израз „*графас*“, а не рецимо „*библио*“ (*βιβλιον*) што је уобичајен назив за књигу. То наслућује две ствари: Аристархов „*спис*“ није био великог обима, вероватно сличан величини као и претходни. То опет значи да није био само низ филозофског мудровања (као Аристотелово дело „*О небу*“ нпр.) већ је имало обилато и дијаграме, скице, шеме и прорачуне. Такав сценарио изгледа да наговештава и навод: „...*доказе о (природним) појавама, прилагођава претпоставкама овакве врсте...*“. Нпр, појаву помрачења Сунца је могуће објаснити и геоцентричним и хелиоцентричним системом. Доказати тако што захтева „*прилагођавање*“, бар геометријским цртежом, што је била Аристархова ужа специјалност.

Без обзира што је био ауторитет за себе, и што је његов научни рад проучавао и цитирао Архимед, који је већ у антици оглашен за првог (алфа) научника, његов спис је изгледа био рано одбачен. О тим разлозима мало касније, сад треба прећи на следећи цитат. Он потиче од Плутарха, дакле готово 300 година после обојице научника. Овај је био плодан и популаран писац. Написао је мноштво дела лаким и једноставним језиком, па није имао проблема да буде читан и преписиван. Велики број његових дела нам је сачуван, делимично и због његовог платонистичког и високоморалног става који је учинио да се и касније свиди црквеним писцима²². Једно од тих дела је расправа „*О приказаном лицу на кругу Месеца*“²³. У њему Плутарх чак три пута спомиње Аристарха, од тога у последња два резултате из „*О величинама и даљинама*“. Ово је још један показатељ колико је Аристархово

²⁰ Сачуван је коментар: Немогуће је поделити круг на две једнака полукруга јер ће при сечењу средиште припасти било једној, било другој половини и ову учинити већом.

²¹ Да ли се и током рачуна водио Аристархом или не, непознато је; тек при крају дела каже: „Сфера величине коју Аристарх приписује сфери звезда садржава количину песка не већу од 10.000.000 честица, до осмог реда величине бројева (тј. 10^{63})“.

²² Тако нпр. у цркви Богородице Љевишке у Призрену постоји чудом сачувана од многих погрома и његова фреска из 14 в., поред Платонове.

²³ „*Περὶ τοῦ ἐμφανομένου προσώπου τῷ κύκλῳ τῆς σελήνης*“.

прво дело било популарно у научним круговима. Али први спомен у Плутарховом спису је за ову тему више занимљив. У позиву на уљудну расправу, један учесник дијалога каже другом:

„Лукије се потом насмеја и рече: Немој ми (друже) драги само окачити тужбу за безбожништво на начин Клеантов, који је објавио да је дужност Хелена да оптуже Аристарха са Самоса за безбожје јер је темељ²⁴ Васионе покренуо, само да би спасао појаве²⁵ претпостављајући да небеса мирују а Земља се креће по нагнутом кругу док се истовремено обрће и око своје осе.“

Овде у једној јединој реченици сазнајемо јако пуно. Као прво, Аристархов спис је изазвао озбиљну пометњу у научним и филозофским круговима. Очигледно је имао пуно присталица, па самим тим и жестоких противника. Занимљиво је да најстарији сачуван међу њима није научник већ филозоф, Клеант из Асоса. Клеант је био боксер пре него што је постао стоик, и очигледно је унео у филозофију познату по трпељивост нешто од своје раније делатности. Управљао је стоичком школом у Атини од 262. до 230. пр. н. е., па је и ово иронија историје да нам податак о прогонитељу може послужити као референца о времену кад је прогоњени Аристарх живео. Сматрао је Сунце за божанство које свему даје живот. Отуда и његова нетрпељивост према Аристарху који га је очигледно срзао на обичну звезду у свемиру (како нам говори један други фрагмент). Изгледа да се Клеантов аргумент и сводио на такву квази богословску расправу а не на неку научну аргументацију. Његово дело на жалост није сачувано, али јесте наслов: *„Против Аристарха“*.²⁶ За претпоставити да је било препуно Аристотеловских доказа против кретања неба: од облака које престижемо, преко тла које нам се не измиче испод ногу кад поскочимо до одсуства сваке разлике у растојањима међу некретницама током године. Види се колико је астрономија трпела због заосталости физике и посебно механике. Тек ће откриће инерције ово разрешити. За нас је битно да знамо да је Аристархова теорија врло брзо наишла на прогон. То доводи у питање и каква је била даља Аристархова судбина. Можда је бука и верски фанатизам био потпаљен до тог ниво да је Аристарх морао бежати и спасавати своју главу²⁷. Можда је и Архимед у свом *„Псамиту“* покушао да колегијално стане на Аристархову страну послуживши се његовим делом, али га намерно тумачећи криво због страха од последица.

Из овог Плутарховог одломка сазнајемо да је у изгубљеном спису поред познатог хелиоцентричног става, Аристарх природно извео и закључак о смени годишњих доба као и дана и ноћи, тј о земљиној годишњој и дневној ротацији, нагнутој на раван оне прве. Дневни обрт је био познат још од

²⁴ тј средише.

²⁵ спасио тј објаснио

²⁶ *„Πρὸς Ἀρίσταρχον“*. Занимљиво је да је и први спис против Коперника, 1631, назван исто *„Anti Aristarchus“*.

²⁷ Што иначе јако лепо описује Миланковић у свом делу *„Кроз царство наука“*.

Хераклида Понтског па се може учинити да је Аристарх не подстрекач, већ пре настављач и довршитељ једне научне мисли. Али Хераклид се никад није макао од помисли да је Земља средиште Васионе, и задовољио се само да је покрене око сопствене осе. Ипак, мања сумња је остала, што се види и у одломку који је сачуван код Симпликија Киликијског, много касније у раном средњем веку где су њих двојица поменути заједно. Код Плутарха је Аристарх нашао себи место и у „Платонским питањима“²⁸ у следећем наводу:

„Јели Платон покренуо Земљу као што је Сунце и Месец и пет планета, које је прозвао инструментима времена због својих кружења? И јел било неопходно да замисли да је „Земља лоптаста са осом која се пружа од пола до пола кроз целокупну Васиону“ и не представљена као чврста и непомична, већ да се обрће (око осе) и кружи (око Сунца) као што Аристарх и Селеук тврде, први додуше као претпоставку а други као коначни став?“

Од Аристархових хипотеза овде немамо ништа ново да чујемо што нисмо већ раније, али је занимљив детаљ да је свој спис изнео као претпоставку. Значи да је било неких аргумената који су га спречавали да заузме коначан став, какав је заузео Селеук Селеукијски. Савременик Хипарха, астронома који је вероватно и главни кривац за колапс хелиоцентричне теорије, Селеук је доказивао Аристарха неких пола века после објављеног списка. Који је доказ користио није сачувано. Постоји могућност да је доказ у ствари био објашњење ретроградног кретања планета које је толико збуњивало ондашње астрономе. Миланковић је био мишљења да је ретроградно кретање покушао епициклима објаснити Аполоније Пергамски неких пола века после Аристарха у свом изгубљеном делу. Како је Аристарх одбачен, а Птоломеј усвојио Аполонија, епицикли су постали норма.²⁹ Ово мишљење да су ретроградна кретања покушали да објасне Аполоније или Селеук нас доводи до кључног питања: шта онда остаје за Аристарха и његову хипотезу? Чиме је он могао представити хелиоцентризам и задобити присталице (а и противнике), када је кључна питања која је та теорија требала да реши оставио отвореним и препустио неком другом? Стога је мало вероватно да су Аполоније или Селеук из ничега створили и објаснили ретроградна кретања, већ је много вероватније да је Аристархов спис био тај који је ово питање успешно разрешио.

²⁸ „Πλατωνικά ζητήματα“.

²⁹ Миланковић поетски закључује: „Настала из Аристарховог хелиоцентричног учења, теорија епицикла, када је одрасла, негирала је и одбацила своју мајку“. Али уз сво дужно поштовање према Миланковићу, чудно је да није уочио да је проналазач епицикла све време био пред њим. Оног тренутка кад је Аристарх Земљу покренуо око Сунца, тада је и Месец добио своје епициклично кружење око истог. Такође, теорија епицикла је можда већ била ту уколико је Хераклид заиста открио кретање Меркура и Венере око Сунца, што готово сви данас одбацују; или су то били стари Египћани или пак неко трећи, али свакако пре Аполонија.

Страбон нас обавештава да је Селеук био Халдејац. Селеукија је тад била велики град, а астрономска знања древне Вавилоније су већ била после Александрових освајања доступна и многим Грцима. Ти подаци о праћењима појединих планета су били временски јако дуги и тачни. Колико год је занимљиво размишљати о доказу којим је Селеук приступио хелиоцентризму, немогуће је не сетити се случаја Кеплера који је користећи туђе податке (Тиха Брахеа) открио елиптичне путање планета. Можда је Селеуков доказ у ствари био низ прорачуна којима се Аристарх није бавио или због незаинтересованост или због недостатка података. Или је можда Селеуков доказ била једна од поменутих механичких сфера којима је објашњавао хелиоцентрични систем. Ово је свакако питање без одговора.

Страбон нам такође говори да је Селеук веровао у бескрајност Вационе. Да ли је и то преузео од Аристарха, иако је тај концепт био још старији, бар од Демокрита? Као што Аристотел примећује, бескрај нема средину, за разлику од Аристарховог модела, бар онако како га нам Архимед представља. Селеуково примарно интересовање је била појава плима и осека, па како је она тачније објашњива хелиоцентризмом и ексцентричним круговима, нашао је бар један добар разлог да се позабави Аристархом и прихвати његово учење.

Конечно, у Плутарховом спису *„Зашто Питија више не говори у стиху“*³⁰ има један занимљив податак:

„Нити су астрологију³¹ мањом учинили они око³² Аристарха, Тимохариса, Аристила и Хипарха јер су писали у прози, мада су у ранијим временима Еудокс, Хесиод и Талес писали у стиху, ако је заиста Талес написао „Астрологију“ коју му приписују.“

Одавде бар видимо да се Аристарх није бавио песништвом, већ да му је рад и стил писања био строго научни.

Плутархов савременик био је и Витрувије, најпознатији римски архитекта. Његово дело *„О архитектури“*³³ је било у средњем веку на том пољу оно што и *„Алмагест“* у астрономији. Витрувије је пуно ценио Аристарха. Уврстио га је у попис највећих личности науке када каже:

*„Ретки су такви људи какви су некада били Аристарх са Сама, Филолај и Архита из Тарента, Аполоније из Пергама, Ератостен из Кирене, Архимед и Скопина из Сиракузе.“*³⁴

³⁰ „*Περὶ τοῦ μὴ χρᾶν ἔμμετρα νόν τὴν Πυθίαν*“.

³¹ В. н. 14.

³² *περὶ Ἀρίσταρχου*, израз исти и у Алмагесту, а који неки преводе на енглески као „школа“ Аристархова, док у преводу Светлане Ломе „Питијски дијалози“, стр. 116.:

„Ни Аристарх, ... и њихови следбеници...“.

³³ „*De architectura, libri decem*“

³⁴ 1.i.17 и 9.ii.3-4. по преводу Зоје Бојић. И чувени лекар Гален Аристарха набраја као најистакнутије умове човечанства, поред Платона, Аристотела и Архимеда (UP IV.359).

Занимљиво је да је у овој Плејади великана, Аристарх добио прво место. Много више простора му је Витрувије дао у другом одломку о Месечевим менама:

„Али Аристарх са Сама, математичар веома познат и способан, оставио је другачије објашњење о тој ствари, како ћу ја сада изложити. Он је знао да Месећ нема сопствену светлост, већ да је као огледало и да сјај добија од Сунца. Од свих седам планета, Месећ прелази најкраћи пут, а његова путања је најближа Земљи. Стога се свакога месеца, дан пре него што прође поред Сунца, Месећ нађе испод Сунчевог круга и зрака, па је стога заклоњен и невидљив и када се нађе поред Сунца, назива се Млад месец (Младина). Следећег дана, познатог као његов други дан, он прође поред Сунца и покаже танку ивицу своје лопте. Трећег дана удаљености од Сунца, расте и постаје сјајнији, и даље се све више свакодневно помера, док не стигне до седмог, када се нађе на раздаљини од Сунца на западу од око половине простирања небеског свода када му је једна половина осветљена: то је половина која је окренута ка Сунцу и коју Сунце осветљава. Четрнаестог дана, када се од Сунца нађе на раздаљини од целог пречника простора неба, Месећ је пун и подиже се када се Сунце спушта. Двадесет другог дана после изласка Сунца, Месећ је негде на пола неба, па му је стога она страна изложена Сунцу светла, док је друга тамна. Тако, настављајући своју свакодневну путању, Месећ пролази испод Сунчевих зрака двадесетосмог дана, па тако испуњава број месечних дана.“

На страну што га је ставио на прво место у претходном цитату, у овој га Витрувије проглашава **веома познатим и способним**. Но још битнија је напомена да је Аристарх „оставио другачије објашњење“ о циклусу Месечевих мена. Нема сумње да је у питању сада изгубљени спис где је ова појава била тачно објашњена. Додуше, овај део не захтева строго хелиоцентризам, па оставља могућност да је био део неког засебног рада на тему Месеца, али са друге стране, ми немамо податак да је таква књига икада написана. Ако јесте, била би прихваћена и не би била тако лако затурена, а ни Витрувије је не би читао у 1. веку. Још и више, „другачије објашњење“ значи управо да дотадашња схватања нису задовољавала, па се Аристарх прихватио да нађе исправно објашњење. Довољно је само прочитати прва два поглавља која претходе овом наводу, где Витрувије објашњава геоцентрично виђење Халдејског астронома Бероса, која и са савременог и са Аристарховог гледишта звуче као бунцање, па да се схвати шта је Витрувије желео да каже.

За нас је већи проблем у Витрувијевом одломку спомињање 28 дана као циклуса које Месећ чини. Тачнији број је 29 дана па није јасно да ли је Аристарх узео средњу вредност између синодичког и сидеричког месеца.

На ово отворено питање, да ли је Витрувије цитирао неку од хипотеза из изгубљене књиге о хелиоцентризму или само неко засебно дело, одлично се надовезује мали одломак који нам је подарила археологија старог Египта.

Негде из другог века, свакако не далеко од Витрувијевог цитата, је и откривени папирусни фрагмент из Оксирина (Р. Оху. 3710, col. ii. 34-47). У питању је коментар на Хомера. Омиљена и прелепа, Хомерова дела, „Илијада“ („*Ἰλιάς*“) и „Одисеја“ („*Ὀδύσσεια*“) су биле „Библија“ старим Хеленима. Њихова лепота је надахњивала многе да их коментаришу, чак и допуњавају, па су временом поједини коментари тзв схолие, улазили и у званична издања ових епова. Једна од ових схолиа на Одисеју 20,156, где се спомиње празник Аполонов, даје нам кратку али занимљиву напомену:

„*Ἀριστωνικός*³⁵ вели да је тад била младина стога (и празник) Аполонов, јер је он исто што и Сунце. *Ἀριστάρχ* са Самоса појашњава да (сунчева) помрачења настају током младине када пише:³⁶ „Талес каже: „Сунце се помрачује када Месец стане испред њега, дан се значи³⁷ у ком се помрачење десило, а који неки зову тридесетим (τριάκας) а неки младинам (*νομήνια*).“ А *Ἡρακλῆς* да се (Месец) не појављује три дана кад се месеци споје (мењају). Младина је први дан (за једне, а) други дан (за друге). Некад се промени за мање дана а некад за више.“³⁸ Диодор о истој теми говори овако: „Пошто се Месец скрива како прилази Сунцу при крају месеца, кад упада у Сунчеве зраке...“ (остатак уништен)“.

Овде имамо један недвосмислен навод из Аристарховог изгубљеног дела. Иронија је да је то његов цитат једне такође изгубљене књиге, овог пута Талесове³⁹ и Хераклитове⁴⁰. Као и код Витрувија, опет се враћамо на тему да ли је написао неко посебно дело о календару и трајању године, лунарном циклусу и помрачењима или је то била једна од хипотеза у хелиоцентричном спису, где се послужио величином и древношћу Талеса и Хераклита да поткрепи неки став. Као што је већ речено, Оксириншки одломак се савршено тематски уклапа у Витрувијев, и само показује колико је тада у 1. и 2. веку Аристарх сматран ауторитетом на ту тему. Како су међутим кретање Месеца и његове импликације на рачунање дана и појаве помрачења интегрални део хелиоцентричне теорије, највероватније је да у оба

³⁵ Коментатор Хомера. Живео у време Христово.

³⁶ Аристарх о помрачењима Сунца говори и у сачуваном делу (хип. 8), али без помена „младине“. Упитно је да ли је Хераклитов навод такође из Аристарха; Диодор из Александрије свакако није.

³⁷ Окултацијом. Алтернативни превод по А. Лебедову: Ово (Талес) означава по дану кад се (Сунце редовно) помрачи.... Оба енглеска превода која сам користио се мало разликују а и старогрчки изворник је оштећен, што захтева мало слободнији превод.

³⁸ Због разлике у преводима дајем још једну од предложених реконструкција: „Пошто месечне конјункције са Сунцем се догоде, долази до промене дана између појаве од једне младине до друге, па их је некад више, некад мање“. Дакле фрагмент се бави збрком око одређивања 29. и 30. дана у месецу као последњег дана старог или првог дана новог; предмет исмејавања и једног Аристофана (*Облакиње*).

³⁹ Раније споменути Плутарх наводи „*Ἀστρολογία*“, можда наутичку („*Ναυτικὴ ἀστρολογία*“) док Диоген Лаертије спомиње и „*Ὁ повратнику и равнодневици*“ („*Περὶ τροπῆς καὶ ἰσημερίας*“).

⁴⁰ „*Περὶ φύσεως*“, „*Ὁ природи*“. Била из три дела: О Васиони, Политици и Богословљу.

„Лунарна“ фрагмента овде цитирана, имамо синтезу и директан цитат из нестале књиге.

Овде није време ни место за прилично сложено тему ондашњег веома актуелног календарског питања, па самим тиме и решавањем проблема: зашто Аристарх у Витрувијевом одломку наводи лунацију од 28, а у оксириншком Талесову од 30 дана. Довољно је рећи да су многи полиси имали своје календаре и разлоге за њихову употребу, што је и навело Цезара да пресече то питање општом реформом. Углавном се то сводило на тежњу да се освештани древношћу и религијом стари лунарни календари доведу у сагласје са соларним рачунањем времена. Која је Аристархова улога била у томе тек треба да се осветли, али у мору свих нагађања једно поуздано знамо и то опет захваљујући археологији. Године 1866. је у Египту откривен тзв Канопски едикт, објављен 238. пр. н. е. Поред световних ствари, едикт је на силу покушао да уведе нови соларни календар који је требао да надомести разлику од око 6 часова (тј $\frac{1}{4}$ дана) годишње, колико је дуже трајала тропска година. Нико се не спомиње као аутор те реформе, али ако знамо да су томе морале претходити деценије озбиљних мерења и посматрања, провера и расправа, једно име се као врло могуће само намеће. Данас се већ у научним радовима појављује назив „Аристархов календар“⁴¹, а кроз пуко шминкање од стране Александријског астронома Созигена у служби Цезаревој, и каснијег папског дотеривања, опет у Риму, тај календар и данас живи. Можда се Аристархов модел морао одбацити као јеретички, али његови прорачуни се нису могли заобићи.

Да ово није тек пука шпекулација, упућује и следећи фрагмент, овог пута од латинског писца Цензорина. Он је 238. године објавио дело „О рођендану“⁴². У поглављу 8. (О природној години), каже:

„Природна година је време које Сунцу треба да прође кроз свих 12 небеских знакова (Зодијака), и да се врати на место одакле је пошло. Што се броја дана овог периода тиче, то још астролози нису успели да утврде са тачношћу. Филолај каже да је природна година од 364 $\frac{1}{4}$ дана; Афродисијас 365 $\frac{1}{8}$ дана; Калип 365 дана⁴³, док Аристарх са Самоса додаје 1623. део дана. По Метону има 365 дана и 19. део од 5 дана; По Енопиду има 365 дана и још 59. део од 22 дана. По Харпалу 365 дана и 13 еквinoxијских часова. Док јој је наш Енијус дао 366 дана.“

У поглављу 7. (О великој години), Цензорин пише:

„Постоји још и година коју Аристотел зове Савршена, радије него Велика, коју чине обртање Сунца, Месеца и пет планета, када све заједно дођу на исто место на небу из које су заједно и кренуле...По мишљењу Аристарха, она се састоји од 2484 соларних година.“

⁴¹ в. последња два сајта међу пописом литературе (са интернета).

⁴² „De Die Natali“.

⁴³ У изворнику. Али се сматра грешком преписивача па се додаје $\frac{1}{4}$ јер у Алмагесту за Калипа стоји 365 $\frac{1}{4}$.

Оба два извода⁴⁴ нам јасно потврђују да је Аристарх дубоко био у рачунању трајања не само тропске године већ и лунарних циклуса. Тачност с којом барата показује да се тим питањем бавио темељно и дуго. Аристархова велика година је по реконструкцији Хитовој (који усваја исправку текста на 2434 године) у ствари збир 135 саросових (σάρος) циклуса или 45 екселигми (εξελίγμος). У оба случаја, Аристарх је поред свог скафеа морао овде употребити и многе прорачуне који сви заједно потврђују његову посвећеност календарском питању, а које је интегрално повезано са хелиоцентричном теоријом. Ту је само питање првенства.

Из размеђа 1. и 2. в. имамо филозофа Етија Антиохијског. Од њега нам је сачуван битан навод из дела „*О тежњама филозофа*“⁴⁵:

„*Аристарх је Сунце поставио међу звезде (некретнице), и сматраше да се Земља креће по Сунчевом кругу и да улази у сенку по свом нагибу.*“⁴⁶

Овде имамо још једну важну хипотезу, да је Сунце звезда некретница као и свака друга. У другом делу одломка понавља нам оно што нам Плутахов одломак казује о ставу о кретању Земље, смене дана и ноћи и годишњих доба.

Из 2. в. је и одломак од филозофа Секста Емпирика. Написао је више књига са насловом „Против...“ неке од наука. Нама је битна „*Против аритметичара (математичара)*“⁴⁷. У њој вели:

„*Ипак, они који су одбацили кретање Васионе и били мишљења да се Земља креће, како је Аристарх математичар држао, нису због тога одбацили концепт времена*“.

Овај одломак осим што спомињући само Аристраха уз став о Земљи у покрету, имплицирајући његово првенство у том ставу, се занимљиво налази уз део о „концепту (протока) времена“. Доказ више да је Аристарх своју теорију проширио и на практичну календарску примену.

Секстов савременик био је и Хиполит римски, хришћански апологета, мученик и светитељ.⁴⁸ Написао је обимно дело „*Одбацивање јереси*“⁴⁹ у десет књига. Осим прве, остала су била дуго изгубљена, али је на срећу за нас битна 4. књига (и осталих 5) нађена у 19. веку на Св. Гори. У њој Хиполит даје веома драгоцене податке. У 8. поглављу говори о даљинама небеских тела, која је вероватно преписао из неке компилације, па каже:

⁴⁴ Постоје још два фрагмента из антике који бележе његово мерење тропске године, али оба се сматрају оштећенима. Ипак, Ветус Валенс у „*Антологији*“ IX даје 365 $\frac{1}{4}$, 1/162 дана, као и непозната „*Канонографија*“. За детаље в.: О. Neugebauer: *History of ancient mathematical astronomy* 601. О могућности да је у питању Аристархово откриће прецесије, в. Rawlins, Denis. 1999.

⁴⁵ „*Περὶ τῶν ἀρεσκόντων τοῖς φιλοσόφοις φυσικῶν δογμάτων ζυγαγωγὴ*“. Често се наводи и као Псеудо-Плутархово дело.

⁴⁶ Готово истовестан навод имамо и код Галена и Јована из Стобија.

⁴⁷ „*Πρὸς ἀριθμητικόν*“.

⁴⁸ СПЦ га слави 12. фебруара по новом календару. Иначе је правилније име Иполит.

⁴⁹ „*Φιλοσοφοῦμενα ἢ κατὰ πασῶν αἰρέσεων ἔλεγχος*“.

„Али пречник Земље је 80.108 стадија, а обим 250.543. А даљину од површине Земље до круга Месеца Аристарх са Самоса рачуна да је 8.000.178 стадија, али Апологије 5.000.000, док Архимед 5.544.130. А од Месечевог до Сунчевог круга, по последњем мишљењу, има 50.262.065 стадија. А од овог до Венериног 20.272.065 стадија. А од овог до Меркуровог 50.817.165 стадија. А од овог до круга Марсовог 40.541.108 стадија. А од овог до круга Јупитеровог 20.275.065 стадија. А од овог до круга Сатурновог 40.372.065 стадија. А од овог до круга Зодијака и даљег обода 20.082.005 стадија“

У наставку одломка Хиполит наводи искључиво Архимедове разне резултате растојања и величина у стадијима од-до Земље. Укратко: Од Сатурна до Земље 2.226.912.711. Од Јупитера: 502.770.646; Од Марса: 132.418.581; Од Сунца: 121.604.454; Од Меркура: 526.882.259; Од Венере: 50.815.160.

Хиполитов одломак је занимљив јер имамо сачувану бар једну вредност до које је у својим радовима Аристарх дошао. Али како? За то морамо да се вратимо на почетак, Архимеду и његовом „Псамиту“. Управо испод раније датог навода о Аристарху, Архимед каже:

„Тачно је да су неки покушали, као што си ти (Гелоне) обавештен, да докажу да је речени (тј. Земљин) обим око 300.000 стадија...“

Који су то неки и како су покушали то докажу? Одговор лежи у Аристотеловом делу „О небу“⁵⁰ где он успешно примећује да се неке звезде виде из Египта које се не виде из Хеладе. Он правилно закључује да је то доказ о лоптастом облику Земље. Али био је потребан један други ум да се дохвати подухвата и израчуна вредност. Ту на сцену ступа Аристотелов ученик, Дикеарх Месењанин. Од овог веома у антици цењеног писца сачувани су само мањи фрагменти. Неправедно заборављен и данас се његово увођење географских координата погрешно приписује Ератостену. Дикеарх је узимао Родос као почетни подневак и упоредник. Био је један од пионира картографије, али како су се људска сазнања у погледу земље ширила, тако је и расла критика његовог дела. За једног од њих знамо да се звало „Земљин шар“⁵¹.

Дикеарх је усвојио напомену свог учитеља и искористио веома једноставан рачун да дође до обима Земље. Он је знао да се Сијена у Египту налази на Раковом повратнику.⁵² Знао је и податак да кад је Рак у зениту у Сијени, тада је Змај у зениту у граду Лизимахији, на Хелеспонту.⁵³ Знао је још два податка: да је растојање на небу између ова два сазвезђа 1/15 пуног круга, дакле 24°, као и да је растојање Лизимахије и Сијене, за које је он

⁵⁰ „*Περὶ οὐρανοῦ*“.

⁵¹ „*Γῆς περίοδος*“.

⁵² Ово сазнање и Аристархов скафе је касније искористио Ератостен за исту намену.

⁵³ Тачније имао је у виду најсјајније звезде ових сазвезђа. Саму методу је описао Клеомед у својој књизи „*О кружним кретањима небеских тела*“, („*Κυκλική θεωρία μετεωρον*“).

погрешно веровао да су на истом подневку, око 20.000 стадија. Пуким множењем ове две величине добио је обим од 300.000 стадија који је споменуо Архимед. Но ми овде имамо рачунски проблем. Ако је Аристарх, макар и привремено прихватио ову вредност и применио је својом методом, треба да је добио много мању вредност од ове сачуване.⁵⁴ Зато је и даље овај метод, уколико наравно искључимо грешку преписивача, што је мало вероватно јер су наведене сличне вредности и код Аполонија и Архимеда, ствар шпекулације.

Из непознатог времена нам је анонимни схолиаст Аристотела. Његов навод гласи: „*Аристарх и они око њега су мишљења да звезде и небеса мирују, а да се Земља обрће од истока ка западу обрнуто (од небеса)*“.

Осим ових навода има још неколико у којима је Аристарх или поменут или наговештен још поред неког другог. Навешћу пар:

„...*било је и оних попут Хераклида Понтског и Аристарха, који су претпостављали да се појаве могу спасти (објаснити) ако су небо и звезде непокретне док се Земља обрће око полова небеског полутара (екватора) од запада (ка истоку), чинећи приближно један обрт дневно. Приближно је додато због дневног (привидног) кретања Сунца од 1°.*

Одломак је од Симпликија Киликијског⁵⁵, једног од последњих филозофа старог света с почетка 6. века. Његов други одломак је међутим изазвао велике расправе задњих 150 година. Томас Хит је уложио приличан напор да докаже исквареност одломка и погрешно уметање Хераклидовога имена на место које припада Аристарху. У питању је навод из изгубљеног списка Геминија⁵⁶ кога цитира Александар⁵⁷, чија је књига такође изгубљена и који је као такав коначно сачуван у Симпликијевим коментарима Аристотелове физике. Дакле у питању је цитат цитата (чест случај са антиком). А цитат гласи:

„*На пример: зашто изгледа да се Сунце, Месец и планете неравномерно крећу? Можемо одговорити да, ако претпоставимо да су им орбите ексцентрични кругови или да звезде описују епицикле, њихова привидна неправилност ће бити спашена (објашњена). Биће потом неопходно да одемо (корак) даље и испитамо на колико других начина је могуће ове појаве објаснити, да бисмо нашу теорију о планетама ускладили са овим објашњењем узрока који следе прихватљиву методу. Стога налазимо извесног, Хераклида Понтског, који иступа говорећи да са претпоставком да се Земља креће на одређен начин, док је Сунце на неки начин у мировању,*

⁵⁴ По прорачунима који се могу наћи на интернету преко 8 пута мању, а са каснијом исправком самог Аристарха о привидној величини Месеца око 4 пута мању. Добар изазов за добре математичаре.

⁵⁵ в. стр. 7. Први из његових коментара на Аристотелову књигу „*О небу*“. Други на Аристотелову „*Физику*“.

⁵⁶ Геминије са Родоса, астроном из 1. в.

⁵⁷ Александар Афродисијас, филозоф с краја 2. и почетка 3. в.

привидне неправилности у погледу Сунца се (тимае поуздано) могу објаснити.

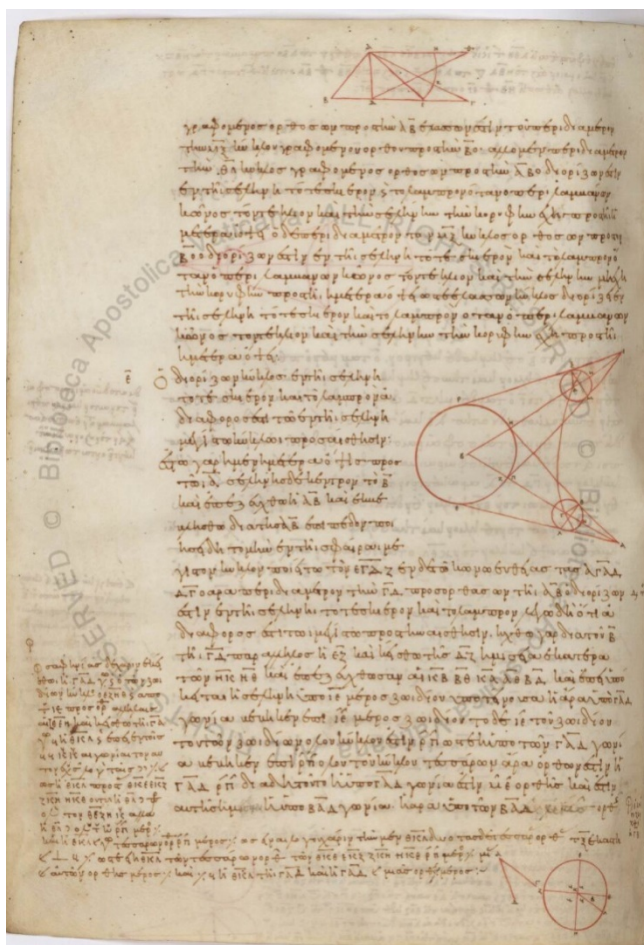
Кључни проблем је реч „извесног“, јер је Хераклид био јако познат у антици, а астроном попут Геминија никад не би употребио такав израз. Зато се мисли да је име Хераклида уметнуто у раном средњем веку од стране неког ученијег преписивача који је знао за њега а „извесни“ на кога се мислило је у ствари био Аристарх. До тада је целокупна идеја о хелиоцентризму успешно била потиснута у заборав чак и у астрономским круговима.⁵⁸ „Алмагест“ је постао норма.



Слика 4: Пољска поштанска маркица поводом 500 година рођења Коперника. Слика је Андреаса Келарија из 1646; Аристарх је са леве стране као родоначелник идеје а Коперник са десне као њен обновитељ. У време „Коперниканског обрта“ астрономије, нико није сматрао Коперника творцем хелиоцентризма; (из колекције аутора).

⁵⁸ Постоји оправдана могућност да је један од следбеника Аристархове мисли био и познати император Јулијан Отпадник. Љубитељ античке филозофије и културе на издасају, Јулијан је желео да је обнови, што силом моћи, што личним примером. Тако је као песник испевао „Химну краљу-Сунцу“ са очиглено хелиоцентричним становиштем.

Но за нас је веома битније да се овде уз хелиоцентризам спомињу ексцентрици и епицикли као помоћне алатке којима се могу објаснити појаве. Ексцентрични кругови су кругови чије средиште обртања није средиште Земље већ тачка ван ње, док су епицикли кругови на самим кружницама (деферентима) по којима планете круже. Ексцентрици су већ били познати у астрономији и пре Аристарха, наводно још од Питагоре, и он их је итекако могао корисно употребити за хелиоцентричну теорију.



Слика 5: Став 3 из најстаријег сачуваног примерка „О величинама и даљинама“ Vat.gr.204, (са интернета).

Са средњим веком, Аристархов хелиоцентризам је потпуно заборављен. Спомиње га заједно са Хераклидом Тома Аквински, тек успутно, као неког ко је веровао да небеса мирују а Земља се креће. Ништа више од тога. И Коперник га спомиње узгредно, па је чак и та једна напомена накнадно

избачена из штампе и остала само у рукопису. Тек је у новије време, а посебно у 20. веку, дошло до озбиљних студија о Аристарховом животу, делу и раду.

Пре него што пређемо на други део и конкретан покушај реконструкције, вредело би подвући црту и навести кључне хипотезе на којима је његов хелиоцентрични спис почивао. То су:

1 - Сунце је највеће небеско тело;

2 - Земља се обрће око своје осе (дневни циклус), нагнутој на раван еклиптике.

3 - Месец кружи око Земље (месечни циклус);

4 - Обоје се okreћу око Сунца (годишњи циклус);

3 - Све планете се okreћу око Сунца.

4 - Звезде некретнице су немерљиво далеко. Оне су далеко Сунца;

Из ових хипотеза, могао је даље да екстраполира додатне закључке о смени годишњих доба, разлике у помрачењима, промене сјаја звезда и сл.

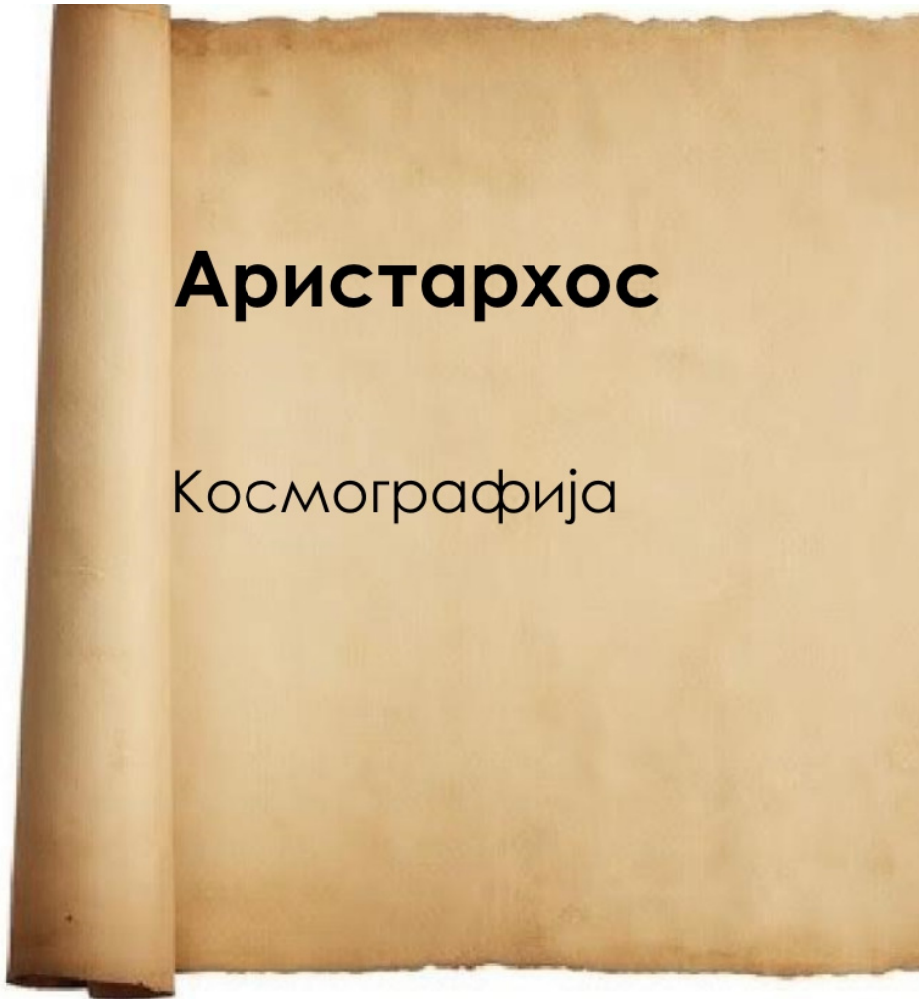
После упознавања у основним сликама са Аристархом и његовом хелиоцентричном теоријом, време је да пређемо на 2. део и покушај реконструкције саме књиге.

2. ДЕО

Пре свега, мали увод. У другом делу биће покушана једна од могућих реконструкција изгубљеног списа о хелиоцентризму Аристарха са Самоса, заснована на сазнањима из 1. дела. Сваки лист који буде приказан биће коментарисан у циљу појашњења. Дакле, имаће наслов, слику и објашњење.

1. Наслов:

Наслов је делимично произвољан, јер ниједан извор нам није сачувао назив Аристарховог дела. Дански историчар Јохан Хејберг, који је најчувенији по открићу тзв „Архимедовог палимпсеста“ 1906., је био мишљења да је наслов био „Хипотезе“, заснивајући то на одломку из „Псамита“: „Аристарх са Самоса извесне претпоставке (υποθεσιων) објави у спису“. Није немогуће али није ни поуздано. С обзирном да се у спису Аристарх бавио и сфером звезда некретница, очигледно да је желео да опише целокупну Васиону а не само кретање Земље око Сунца. Стога је вероватнији назив дела био свеобухватнији. Овде је условно стављен један такав назив, додуше и као омаж Милану Андоновићу, једном од пионира астрономије у Срба.



Аристархос

Космографија

2. Увод (Земља и њена величина):

Као и претходно дело, и ово је Аристарх отпочео хипотезама које смо докучили из сачуваних одломака. По навођењу претпоставки, Аристарх је морао отпочети и процес доказивања. Природно је да се послужио већ лако доказивим резултатима. Први је Аристотелов став о привлачењима тела, који је на неки начин антиципирао наше данашње поимање гравитације. Он је веровао да тешка тела (попут камена) теже средишту, док лака (попут ватре) теже у вис. Иако је Аристотел такође знао да је Сунце веће од Земље, очигледно је мислио да се оно састоји од ватре, дакле да је лагано, па као такво, не може привући тешку Земљу, већ само обрнуто, она њега. Аристарх је стога морао да одбаци такво просто схватање и да се приближи пре

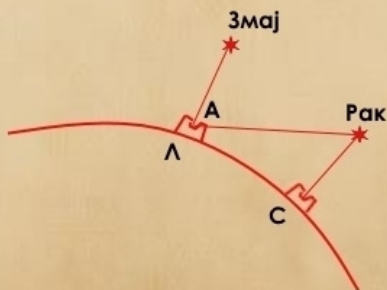
схватању Анаксагоре да је Сунце усијана стена,⁵⁹ (дакле исте „тежине“ као и Земља), да би обеснажио Аристотелове тврдње.

У наставку увода дата је тзв лема (λήμμα). Ми бисмо то данас звали дигресијом у причи. У питању су била објашњења узета ван контекста текуће приче, али као пример из кога се боље може схватити оно што се казује у главној теми. Овде се Аристарх послужио Дикеарховим резултатом да би уз помоћ њега израчунао величину Сунца и тиме поткрепио своје тврдње.

Хипотезе:

- Сунце је највеће небеско тело.
- Земља се обрће око своје осе и кружи око Сунца.
- Оса је нагнута на раван путање око Сунца.
- Месец се обрће око Земље и Сунца истовремено.
- Планете се обрћу око Сунца.
- Сунце и звезде су непомичне.
- Сунце је најближа звезда.
- Сфера звезда некретница је немерљиво далеко.

Сада смо у стању да кажемо: Аристотел вели: "Сва тешка тела теже средишту Земље. И земља би тамо тежила да се у средишту не налази". Али, у претходном делу ја сам доказао да је Сунце највеће небеско тело. Стога је природно за почетак претпоставити да је оно у средишту Васионе и да све њему тежи. Да би то доказали, погледајмо Лему о величини Земље, како нам је представља Дикеарх. Он је познајући да-



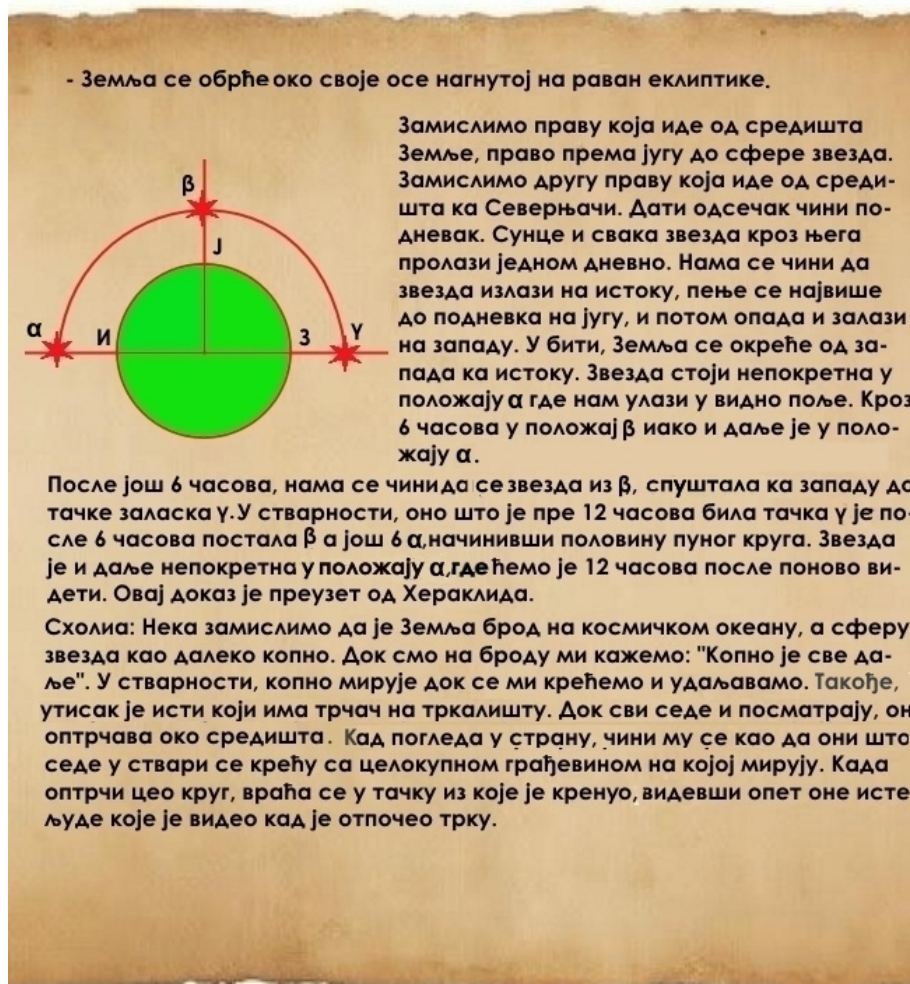
даљину између Сијене и Лизимахије од 20.000 стадија и рачунајући угловно растојање између сазвежђа Змаја и Рака кад се они истовремено виде у зениту од 1/15 дела пуног круга, дошао до резултата да је обим Земље 300.000 стадија, а пречник око 95500 стадија. Узевши из мог претходног рада средњу вредност од 310 пута веће запремине Сунца од Земље, то значи да је Сунчев пречник 646286 стадија, дакле 7 пута већи од Земљиног. Ово говори да је ап-

сурдно да се толико мање тело окреће око толико већег тела, тим пре уколико је Анаксагора у праву када пише: Сунце је усијана стена. Тако долазимо до првог резултата да: Земља кружи око Сунца.

⁵⁹ Анаксагора је тако објашњавао и метеоре, а сматрао је и остале звезде да су истог састава - значи далека Сунца. Изгледа да је до овог дошао проучавајући пад метеора код Егос Потамија 467. п.н.е.

3. Земља и дан (ротација):

Као што је било речи, Хераклид је открио дневно обртање Земље и вероватно га објаснио сличним горе датим цртежом. Аристарх се стога могао тиме послужити да објасни визуелно појаву изласка и заласка звезда у моделу покретне Земље. Главни проблеми са којима се суочавао су докази које је формулисао Аристотел и његови следбеници против кретања исте. По њима, да се Земља креће, ми би претицали облаке. Није било тешко на основу трајања дана и вредности обима Земље израчунати брзину којом се иста обрће око осе, а која је изгледала старима крајње невероватно. Осим тога таква Земља би јурила у сусрет ваздуху па би настао невероватно јак



ветар са истока који би одувао све. На крају, као главни доказ који је свако могао проверити, Земља би се измицала испод нашег тла сваки пут кад поскочимо у месту, тј не бисмо никада пали на исто место са ког смо скочили. Аристотел није знао за закон инерције, а прост оглед би доказао супротно. Наиме, пад камена са врха јарбола брода у пловидби, би доказао да је камен пао тачно на истом одстојању од јарбола као и са места са ког је бачен. Дакле, камен је у тренутку бацања, већ имао као и бацач исту брзину коју има и брод. Просто је невероватно да то нико у антици није открио све до времена Пјера Гасендија у 17. веку. Тешко да се тог примера и Аристарх и било ко други сетио, јер би снага тог огледа сигурно остала упамћена макар у негативним коментарима. Но изгледа да по питању обртања Земље око осе Аристарх као ни Хераклид није могао да понуди ишта осим горе наведених визуелних примера. Управо ту лежи и најслабија тачка његове теорије у уму старовековних филозофа-научника, која је и омогућила астрономима геоцентричарима да се позову на ауторитете Платона и Аристотела против кретања Земље. Вероватно да је због тих „доказа“ Аристарх представио хелиоцентризам као хипотезу, како нас Плутархов одломак обавештава. Који су били Селеукови и Хераклидови аргументи против статичне Земље, није познато.

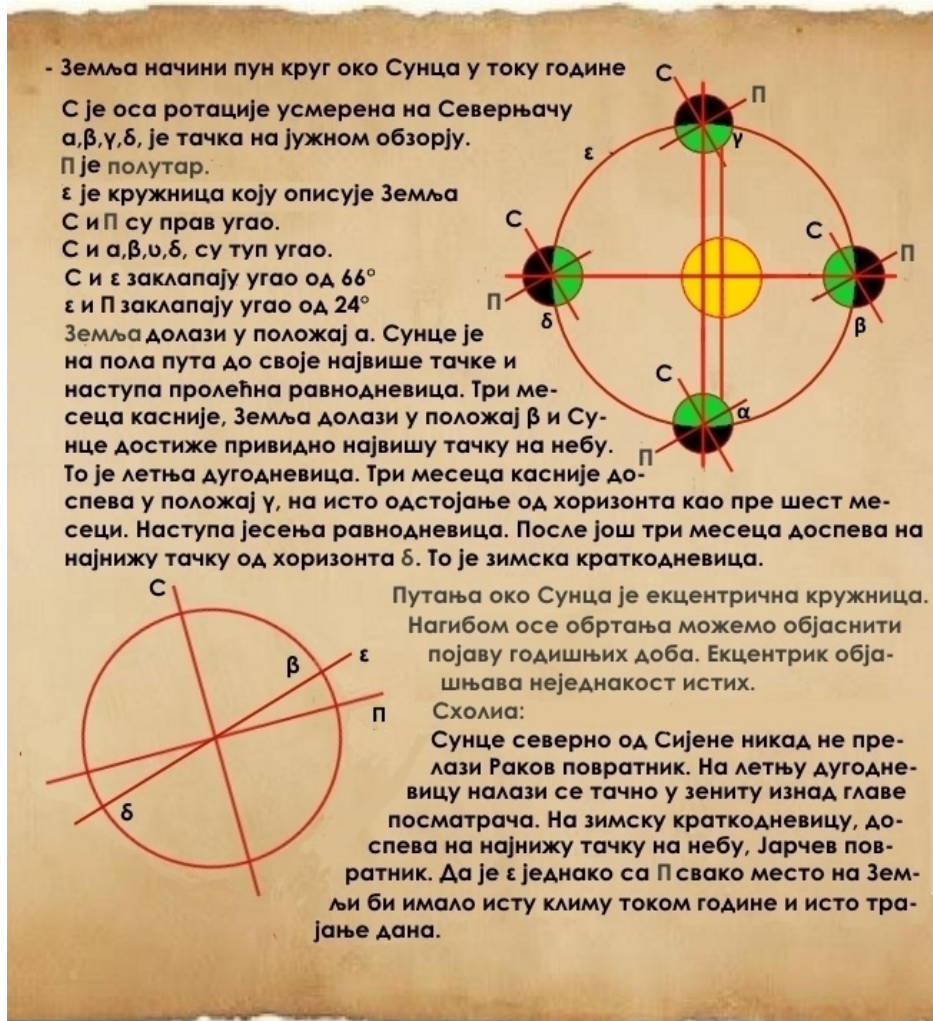
Схолиа испод је био покушај да се ближе објасни прича. Пример о тркачу на стадиону није бесмислено наведен, само зато што је сваком античком уму био лако схватљив. Како ћу показати касније на прикладнијем месту, извесно је да је Аристарх управо пример толико омиљених потркалишта и хиподрома искористио за своју теорију.

4. Земља и година (револуција):

После објашњења дневне ротације, логичан наставак је био приказ годишње револуције око Сунца. Пошто је то било оригинално Аристархово решење, пошао је од лакшег ка тежем. Годишњи опток са нагнутом осом ротације је омогућавао лепо објашњење смене годишњих доба.

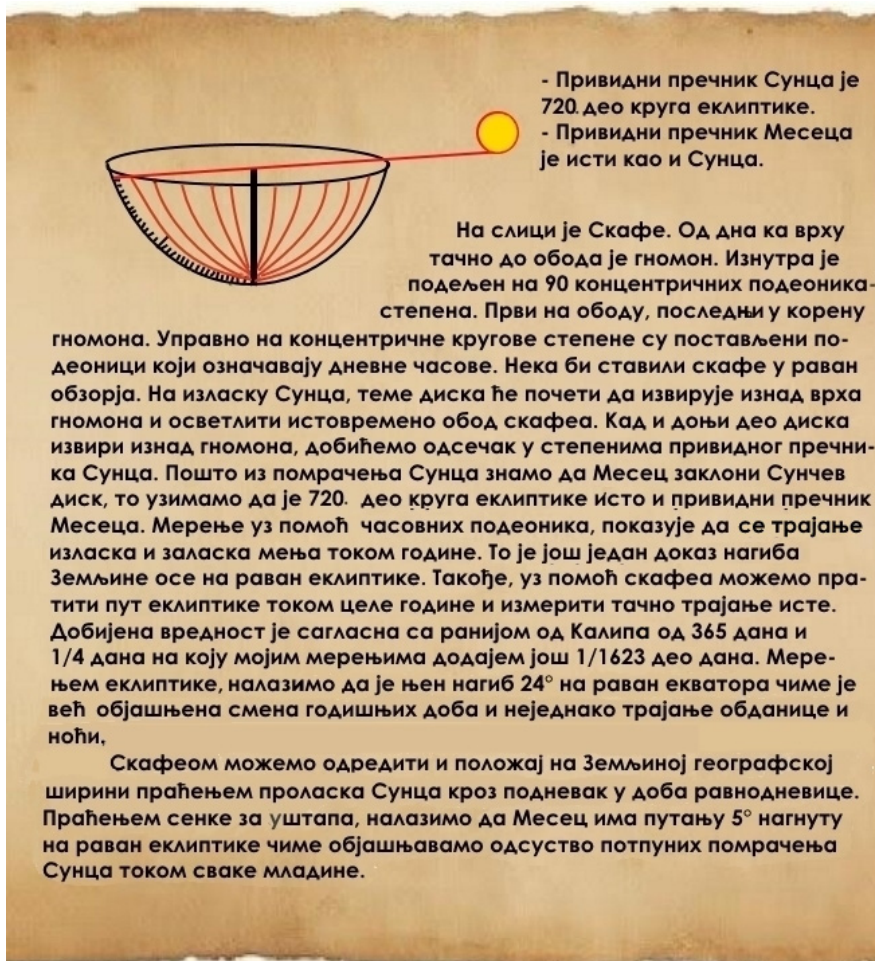
Теорија ексцентрика тј кругова чије средиште није Земља већ тачка недалеко од ње, је могла да му згодно послужити при објашњавању неједнакости годишњих доба (кад већ елиптична путања није била опција). Увођење ексцентричних кругова је не само олакшавало објашњавање кретања око Сунца, већ је омогућавало одклон од Аристотеловог средишта Земље као тежишта сваког кретања. Али тај одклон је такође био трн у оку геоцентричара, којима ће зато бити лакше да усвоје епицикле уместо ексцентрика.

Као што је речено на почетку, Витрувије нас обавештава да је Аристарх измислио Скафе, сунчаник у облику полулопте. Суочен са проблемима израчунавања сунчеве годишње путање по еклиптици и њеним повратницима, трајања године и привидног пречника Сунца, дошао је на идеју да направи овај најједноставнији рачунар икада осмишљен (поред



квадранта) а примењен за астрономске намене. Због свог облика, скафе представља симулатор небеске сфере, на коју је онда могуће пројектовати путању Сунца. Архимед каже у „Псамиту“ да је Аристарх открио да је привидни пречник Сунца 720. део пуног круга тј пола степена. Ту он спомиње и прво његово дело где је наведен погрешан податак од 2° . Дакле јасно је да је Аристарх тражио вредност и добио ону прву (нетачну), а потом стигао до оне коначне (скоро потпуно тачне). Управо и пример скафеа показује и како. Наиме, ако је полулопта изнутра била избаждарена концентричним круговима који представљају степене, онда све што је Аристарх требао урадити је да скафе, који је морао бити повећих размера, постави у раван хоризонта. При изласку, или заласку Сунца, када се једино и може голим оком гледати у ово небеско тело, могао је да мери лаган раст

осветљеног дела полулопте, од тренутка кад први зраци диска обасјају горњи обод, до тренутка кад цео диск изрони над хоризонтом (врхом гномона). Тако би добио приближну вредност. Подеоници који показују време би му дали трајање изласка/заласка. Ми знамо од писца Макробија, да је управо ово часовно мерење извршено и показало да Сунце излази 1/9 часа (6 мин., 40 с.). Међутим, време изласка/заласка зависи од 2 битна фактора: места и датума посматрања. Што ближе екватору, вредност је мања. По Аристарховом прорачуну, он би пола степена добио да излазак траје 2 минута. Међутим, први резултат од 2° имплицира чак 8 минута. Коришћењем савременог планетаријума, најприближнија вредност до које сам дошао је од 2м.,15с у доба равнодневице и то не из Александрије, већ Сијене (Асуана), који знамо по случају Дикеарха и Ератостена да је коришћен због положаја на Раковом повратнику као идеално место за мерење Сунчеве путање.



Аристарх је на скафеу дакле могао пратити промене трајања времена изласка/заласка и величину осветљеног одсечка полулопте (дакле пречника), па је можда рачунским путем дошао до резултата од 2 минута на хипотетичком екватору, који је био крајње магловит појам и за најученије људе оног доба. Но неки сценарио је ипак овде могуће уобличити. У раним данима дошао је на идеју да измери пречник Сунца обичним тадашњим сунчаницима које је још Талес донео у Хелладу. Вероватно у Атени, која је доста северније од Александрије а камо ли Сијене, дошао је до претераног резултата који је објавио у првој књизи. Незадовољан и свестан нетачности тог резултата за даље прорачуне, дошао је до оног другог који је објавио у изгубљеној књизи. За то је морао пре тога направити пригоднији инструмент, малопре описан. Уз помоћ њега, пратећи дневне часове, израчунао је и трајање тропске године 365 д., 6 ч. и 53 (нетачно за само 12 м., 8 с.).

Праћење пројекције Сунчеве путање, му је омогућило да прати дугодневице и равнодневице, а тиме одреди неједнакост годишњих доба, тачно трајање дана и године па чак и географске ширине између појединих места. Неједнакост сезона би га потом навела да потражи решење у ексцентрицима. Што се тиче мерења дугодневица, он у томе није био први, јер знамо да је то радио још Талес на равним сунчаницима. Како видимо из Оксириншког одломка, Аристарх је знао за његов астрономски рад. Иако су многи тврдили да Талес није ништа написано оставио иза себе, већ је у н. 39, било речи о изгубљеним делима: „*Наутичка Астрологија*“ и „*О сунцостају и равнодневици*“ – све од примарног интересовања за Аристарха. Како и пун Месец баца сенку, вероватно је искористио скафе и за проучавање путање истог а тиме је морао приметити и отклон његове орбите од 5° у односу на еклиптику. Ово му је онда могло дати згодно објашњење зашто не видимо помрачења Сунца сваки пут при младини.

5. Путања Месеца:

Видели смо у Витрувијевом одломку да је Аристарх на потпуно исправан начин објаснио обртање Месеца око Земље (пошто је пре тога објаснио и оба Земљина обртања). Али очигледно је навео погрешан број дана синодичког месеца, 28 уместо 29 1/2. Вероватно је последица пуког збрајања дана свих мена, од стане Аристарха или Витрувија, или је у питању средња вредност синодичког и сидеричког Месеца. Кретање Месеца око Земље није било спорно и то је била најстарија астрономска истина до које су стари народи дошли. Како знамо из првог његовог дела, он је мерио угао који заклапа око посматрача са терминатором на Месецу и са Сунцем током дихотомије⁶⁰ тј прве и последње четврти и нашао вредност од 87° (права вредност је 89,5°), чиме се и послужио за одређивање његове даљине. Такође, знао је да Месец

⁶⁰ διχотоμος досл. двосечен.

привидно успорава своје кретање па му је и овде била од помоћи теорија ексцентричних кругова. Овим је макар привремено могло да објасни још једну појаву у којој Месец игра улогу.



Битно је напоменути да је са са својим моделом, Аристарх увео и епициклично кретање Месечево око Сунца. Теорија епицикла је од стране Аполонија и Хипарха а посебно Птолемеја доживела фузију са ексцентрицима у заједничком моделу геоцентричне Васионе. Управо су геоцентричари преузели од Аристарха два важна открића која су им омогућила да потпуно сруше хелиоцентрични модел.

6. Помрачења Сунца:



Оксириншки одломак јасно доказује да је Аристарх у свом спису користио радове пионира на пољу астрономије. Талесу је иначе приписано најаву помрачења Сунца 28.05.585. пр. н. е. коју описује Херодот. Био је Феничанин пореклом па му је приписано и стварање сазвежђа Малог медведа од делова звезда дотадашњег сазвежђа Змај, јер Грци су се до тада управљали на мору само по звездама Великих кола (чему је сведок Хомерово „Одисеја“ 5.271-277). Познавање Малих кола му је такође омогућило израду сунчаника и праћење еклиптике, о чему је већ речено у листу о скафеу. Многи оспоравају да је тадашња наука била на том нивоу да предвиђа и помрачења Сунца, али Аристарх је управо комплексан однос помрачења Сунца и Месеца употребио прво да одреди њихове даљине и размере у свом

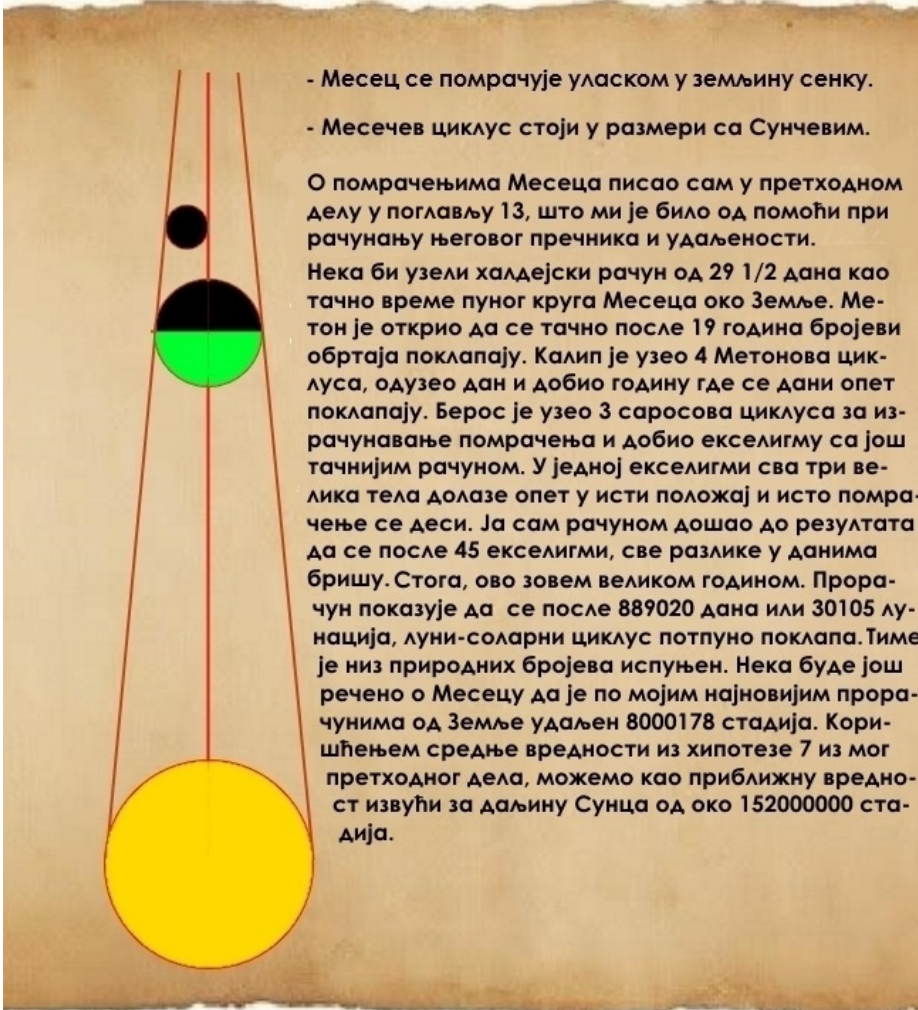
првом делу, а потом у другом и као основу свог хелиоцентризма. Осим тога знао је и за Саросов циклус који је лабаво средство за одређивање помрачења. Знамо да кад је писао прво дело, њему није било познато постојање прстенастих помрачења, али тешко је поверовати да за њих нико није знао све до времена Созигена, па је вероватније да је скупљањем података халдејских астронома сазнао и за ту појаву. Проблем је дакле могао да се реши једино увођењем ексцентрицитета у лунарну орбиту, али да би избегао проблем непрекидних понављања прстенастих помрачења, епицентар ексцентрика би морао да такође да епициклира а што ми данас зовемо орбиталном прецесијом.⁶¹ Кад је Месец у питању, њу је открио Хипарх, али како је већ (лажно) сведочио да је он открио епицикле, што спомиње Теон из Смирне, очигледно му је „учитељ“ морао бити онај који је открио ексцентричну путању Месеца.

7. Помрачења Месеца и луни-соларни циклуси:

За старе Грке, Васиона је била место савршенства, не само у теолошко-филозофском смислу, већ и научном. Зато је она морала бити насељена како савршеним геометријским сликама и телима (круг и лопта), тако и савршеним бројевима (природним). Али пажљива посматрања су говорила друкчије.

Када се схватило да месец траје више од целих 29 дана, да је година дужа од целих 365 дана, онда се родила и жеља да се овај несклад отклони. Зато су се грчки математичари дали у грозничаво рачунање да нађу годину која има више смисла тј где би број дана, месеци и тропских година био цео број. Тако су прво открили циклус од осам година, тзв. октаетерис (ὀκταετηρίς) када се Месечеве мене јављају у исти дан уз евентуалну разлику до два дана. Аристарх је морао бити свестан тада познатих циклуса још као Атињанин. Грци су у то време увелико читали податке старих халдејских астронома, делом и оне које им је Халдејац Берос преводио, посебно од кад је отворио своју астрономску школу на Косу (око 280. пр. н. е). Пошто су му помрачења ионако била од виталног интереса, циклус екселигми (ἐξελίγμος) од 54 године и 33 дана када се сунчева помрачења понављају готово на истом месту и у истом виду као претходни пут му је сигурно привукао пажњу. Раније поменути Геминије је екселигму објаснио као најкраћи циклус у коме се целим бројевима могу приказати дани, синодички и аномалистички месеци. Аномалистички месец је био познат Халдејима јер су први приметили да месец убрзава и успорава на својој орбити око Земље. Не знајући, као ни њихови ученици Грци, за елиптичну путању, оставили су питање нерешеним. Но Аристарх је бар могао ексцентриком да то објасни, управо онако како је наводно касније урадио Аполоније. Како, а још битније

⁶¹ О могућој Аристарховој употреби (покретних) ексцентрика размишљао је још пре више од века и Дрејер; в. Dreuer, J. L. E: 1906, стр. 144-145.

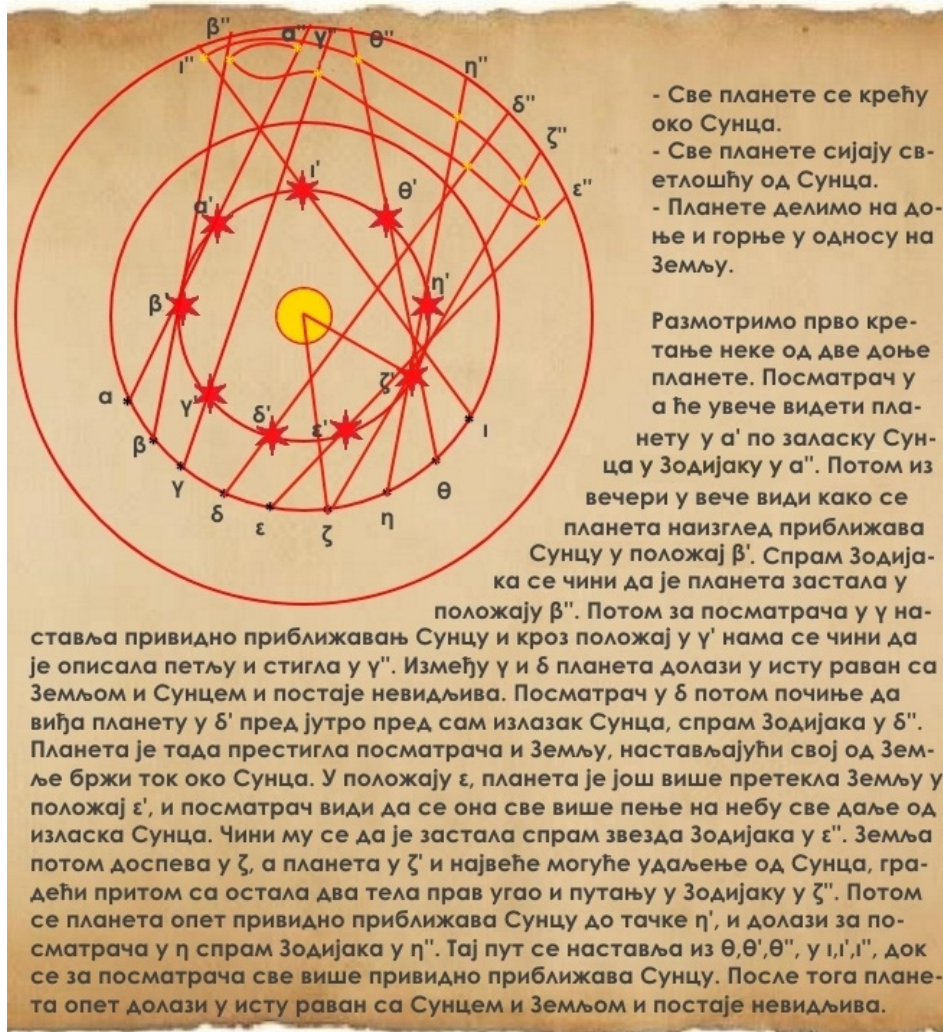


и зашто је Аристарх дошао до велике године од 2434 тропске? У првом делу је наведен одломак Цензорина да је то година после чијег трајања свих тада знаних седам планета долазе у исти положај. Аристарх је дошао до њега множећи екселигме све до броја 45, јер ниже вредности су му давале резултате у реалним бројевима, тј са разломком. Изгледа да је Цензорин погрешно схватио Аристархову намеру, која је била само у томе да открије неки још већи временски циклус између три главна небеска тела. То је питање коме би сигурно посветио део свог рада.

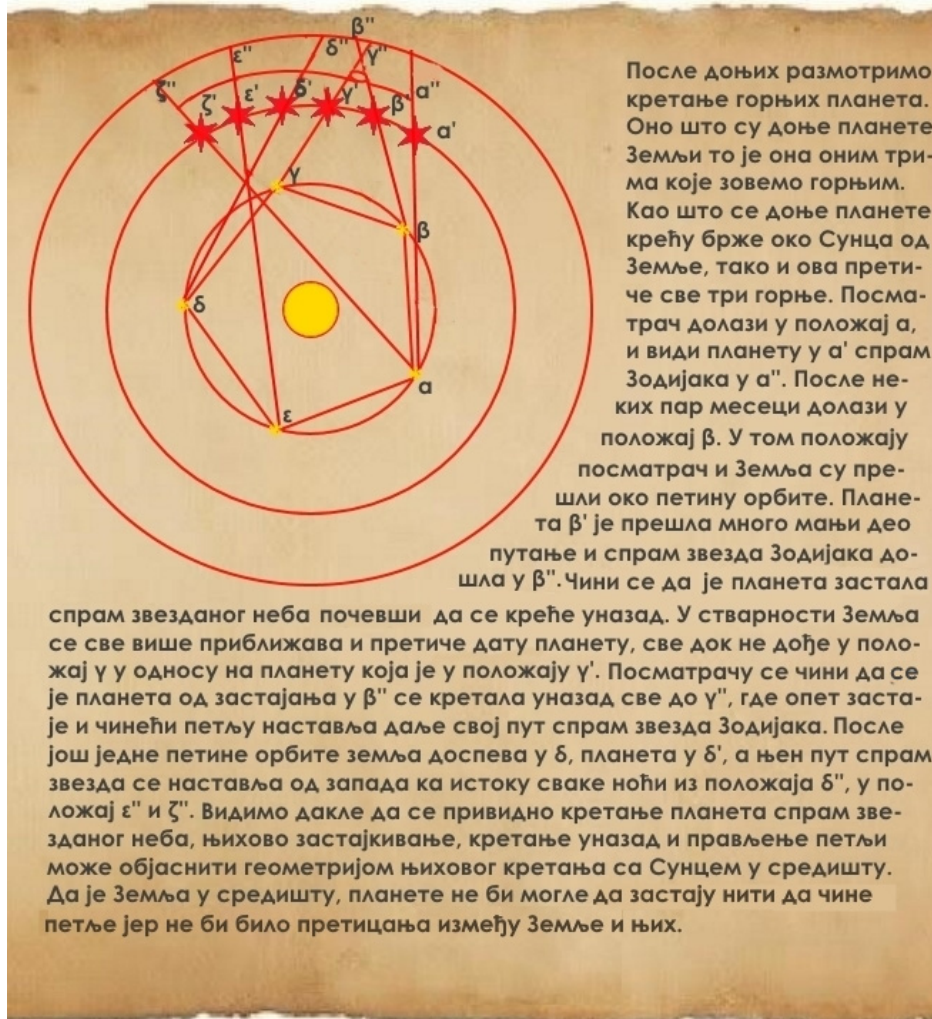
Што се тиче податка о даљини ових небеских тела, он је извучен из навода Хиполита римског, па је његово порекло још тајновито. Из њега је јасно да је у односу на своје прво дело Аристарх поправио многе првобитне параметре, а не само оне о привидном пречнику Сунца.

8. Планете и њихова кретања:

Многа велика открића у историји науке су се десила онда када би њихов проналазач добио идеју „као блесак муње“. За Архимеда то је био улазак у каду; за Њутна пад јабуке са дрвета; за Ајнштајна градски часовник у Берну; за Николу Теслу залазеће Сунце уз стихове Гетеовог Фауста. Шта је међутим био Аристархов „еурека“ тренутак? Да ли га је уопште имао? Изгледа да је одговор на то потврдан и да се за њега поново требамо вратити Архимедовом одломку. Ако се погледа његов сажетак стиче се утисак да он није насумично набацан, већ да је Аристархове хипотезе успешно свео на само три става, од којих онај средњи гласи: “да се Земља по ободу круга



окреће око Сунца, положеног посред потркалишта ($\mu\epsilon\sigma\phi\ \tau\tilde{\omega}\ \delta\rho\acute{o}\mu\phi$)“. Израз „ $\tau\tilde{\omega}\ \delta\rho\acute{o}\mu\phi$ “ означава тркалиште,⁶² и тешко да би Архимед, који се није бавио песништвом баш као ни Аристарх⁶³, тај израз насумично употребио. Пре ће бити да је у изворном спису који је имао пред собом нашао баш такву лему којом се Аристарх трудио да једноставним примером познатим сваком Грку, представи свој модел Васионе. Међусобна претицања тркача (или двоколица у случају хиподрома) око спине и поред седећих гледалаца, су била лако средство упоређивања. Поред тога, баш у делу објашњавања кретања планета око Сунца, могао се послужити својим моћним оруђем -



⁶² в. Веселовский, И. Н.: 1962, „Архимед“, стр. 358, нап. 3. Такође: Витрувије IX.I.15. Вероватно је грчка именица дала основ и српској речи „друм“.

⁶³ в. Плутархов одломак о Питији.

геометријом. Управо је стављање Сунца уместо Земље могло да објасни необично кретање планета, које би у једном тренутку застале, начиниле петљу ка уназад, а онда опет се окренувши наставиле свој уобичајени ход по небу.



Лема:

Упоредимо хелиоцентрични модел са примером потркалишта. Гледаоци на седиштима су у положају звезда некретница. Средишња спина је у положају Сунца. Стога су тркачи планете. Замислимо оба тркача исте брзине и снаге. Тркач ближе спини је унутрашњи тркач и треба прећи мањи пут од оног даљег тј спољног. Стога се чини да је бржи, иако у стварности није. Унутрашњи ће завршити пун круг а док док ће спољни оптрчати три четвртине, па није тешко израчунати да ће после четири круга унутрашњег он имати само три пуна круга. Тако се и нама чини да планете имају различите брзине

док је у стварности могуће да имају исте,

али им је због различитих даљина, потребно и различито време обрта око Сунца. Исто тако можемо замислити Земљу у положају тркача α , и видети како временом престиже спољну планету као тркача β . Такође, можемо замислити Земљу у положају спољног тркача β . Тада ће тркач α представљати једну од две доње планете. У оба случаја средишња спина ће се налазити повремено између два такмичара па они неће видети један другог. Стога ако знамо удаљеност Земље од Сунца и време од једне године као време да се затвори једна кружница око истог, можемо израчунати на основу времена оптицаја осталих планета приближне даљине истих у Васиони.

То кретање планета је и била највећа кост у грлу геоцентричара, неспособних да математички докажу и објасне појаву петљи, неједнаке брзине планета и промену сјаја, а тиме и даљине истих. Јер ако се сфера звезда креће најбрже, дакле за 24 часа, следећа нама ближа сфера Сатурна ће се кретати само мало спорије, док најнижи Месец најспорије. Али у стварности, баш као и код Аристарха, све је обрнуто: Месец је најбржи, Сатурн најспорији, а сфера звезда некретница потпуно непокретна. Поред

тога, како се веровало да је Земља средиште, није било јасно како то да се Месец и Сунце окрећу око исте а не праве никакве петље, за разлику од планета. Хелиоцентрични модел је све то лепо сложио и објаснио. Није познато да ли је Аристарх веровао да се планете једнаким брзинама крећу око Сунца. У оно време закон гравитације није био ни у најави, па он није могао знати да се тела ближе средишту гравитације морају кретати брже од оних даље од тог средишта да би остале на својој путањи. Тај део је стављен крајње условно, али ако је усвојио неке вредности за даљине Сунца и Месеца, могао је на основу брзина да се позабави даљинама и осталих небеских тела. Наравно да би му помогла и геометријска метода коју је применио у првом делу. С обзиром на јако једноставне инструменте за посматрање, нетачност је била загарантована. Изгледније је да је ту његову тригонометријску методу усвојио касније Архимед кад је дошао до бројки о којима нас Хиполит извештава.

9. Планете и њихов сјај:

Једна од појава планетарног кретања коју древни астрономи нису умели објаснити, је и промена сјаја истих. Венера кад није заклоњена Сунцем или се слабо види недалеко од сунчевог диска или блиста у свој раскоши на ноћном небу. Марс који је такође суседна планета има такву необичну промену од слабе црвенкасте тачке кад је у конјункцији са Сунцем, до блештаве црвене звезде док је у опозицији. То значи да је најсветлији јер нам је тада најближи, док најмање светли управо у време конјункције са Сунцем, дакле најдаље од нас. Међутим по геоцентричном моделу, те планете би, кад их најслабије видимо, требало да видимо најсветлијима јер су тада најближе Сунцу, па тиме и најбоље осветљене. Свестан оваквих нелогичности, а ни не помишљајући да измести Земљу из средишта, Аристотел невољно признаје да кретања планета нису била довољно објашњена од астронома, ни бивших ни ондашњих. Његову резигнацију, сувопарно понавља 3 века касније Созиген, чији навод нам је сачувао Симпликије. Баш као и Аристотел, ни он не зна зашто се планете тако понашају и зашто имамо понекад прстенаста помрачења Сунца. По њему, први који се бавио тим питањем је био Аутолик из Питане, иначе једно покољење старији од Аристарха. Сва та објашњења су се сводила на непрекидно додавање концентричних сфера, било оних по којима би дата планета кружила, било оних које би ротирале у супротном смеру потирући брзину планете и чинећи да праве петље. Убацивање ексцентрика не би пуно помогло посебно за доње планете. Изискивало би да и центар обртања ексцентрика такође ротира, с тим да је његов најдаљи део увек усмерен у правцу Сунца. Такав модел је вероватно употребио Аристарх, али само да објасни кружење Месеца и прстенаста помрачења. Додатни проблем



- Планете мењају привидан сјај променом положаја у односу на Земљу.

Доказ исправности моје теорије је привидна промена сјаја планета која је показатељ њихове промене положаја. Горња планета у положају α је у најдаљој тачки па је и слабог сјаја. У положају α' је најближа, стога и најсветлија. Доња планета у положају β је најдаља и стога бледа. У положају β' је најближа и стога најсјајнија на вечерњем или јутарњем небу.

Лема:

Удаљеност два брода исте величине је битно различита. Док је један на пучини и изгледа јако мали, други је тек испловио и стога изгледа већи. Првом

лако можемо измерити даљину, величину и брзину, док другом не; Чини се да стоји. Аристотел пише: Било би сувише просто веровати да свако од тела које се крећу у простору има размере онако мале као што нам изгледају кад их посматрамо одавде доле.

Лема изнад показује однос између даљине и величине истог тела. Схолија доле показује да у геоцентричној Вациони, сва тела која круже око Земље, макар и по еклиптичним круговима, не могу битно променити сјај јер увек задржавају приближно исте даљине.



геоцентричара је био сам распоред планета јер је избацивање Сунца из средишта потпуно реметило распоред небеских тела. Хелиоцентрични систем је све то објашњавао много једноставније, а његов проналазач се лако могао позвати и на опште познату од давнина чињеницу да је промена сјаја и кретања само последица различите удаљености тела. Аристарху би за такву лему добро дошли његови радови на пољу вида и светлости. Овде је баш пригодно место да се направи дигресија по том питању. Само у неколико, веома штурих и нејасних одломака, сачуван нам је податак да се бавио и на том пољу. Не знамо да ли је иза њега остала нека писана књига да би и она касније била изгубљена. Тек код Јована из Стобија, писца из 5. в.⁶⁴, имамо

⁶⁴ Написао књигу „Изводи из физике и етике“ („Εκλογαί φυσικαί καὶ ἠθικαί“).

три одломка: „Аристарх са Самоса, математичар, следи Стратона, говорећи да је светлост боја која пада на подлогу; Стратон каже да су боје еманиције из тела, физичке честице које предају околном ваздуху исту боју коју поседује тело (из ког исходе); Аристарх казује да су боје облици који утискују тела у ваздуху⁶⁵; Епикур и Аристарх говоре да боје у тами немају обојеност.“ И то је све што знамо о његовом раду на пољу оптике. Но сигурно да је тај рад имао утицаја и на његову математику и астрономију. У „*Даљинама и величинама*“ он често описујући купу сенке које праве Земља и Месец при међусобним помрачењима, користи термин „врх у нашем оку“, а не неки технички термин попут „врх на Земљи, тлу или сл.“. Вреди поменути да постоји савремена тврдња да је Аристарх до привидног пречника Сунца дошао не раније описаним методама, већ неким огледом везаним за могућност људског вида.⁶⁶ Како год, оптичар Аристарх нам је још даљи од хелиоцентричара Аристарха.

Иначе извесно је да као писац дела о различитим величинама небеских тела, није могао веровати да су све планете исте величине и природе, а да разлика у сјају потиче само због различитих даљина. У то време нико па ни Аристарх се не би упуштао у рачунање њихових стварних величина. Али уочљива је била разлика у боји, а не само сјају, па је било јасно да ти далеки светови имају шаренију природу у односу на три најпознатија небеска тела.

10. Звезде и њихова кружења:

Стари су знали за окултације планета од стране Месеца као и звезда од стране планета, тако да су имали приближну представу о распореду истих, посебно од кад је хеленска астрономија доживела прилив података из древних халдејских извора. Но геоцентризам је гушио, па је код једних Сунце било одмах на сфери изнад Месеца, код других је после Месеца ишао Меркур па Венера итд. Да су звезде непојмљиво далеко није било чисто Аристархово откриће. Одсуство годишње паралаксе је коришћено као доказ геоцентричара, а нетачност и једноставност посматрачких справа то није могла да отклони. Као што је касније Коперник наоружан искључиво интелектом објашњавао хелиоцентризам говорећи да ће људи видети мене Венере ако икад успеју побољшати свој вид (што се недуго после њега и десило открићем телескопа), тако је и Аристарх могао само наоружан интелектом бранити одсуство паралаксе непојмљивим даљинама. Схвативши огромност Васионе, лако би прихватио Анаксагорин став, касније само проширен од Демокрита, о мноштву других светова сличних Земљи. Цитирање Анаксагоре му не би било страно. Његово откриће, да Месец сија

⁶⁵ Следим руски превод Лебедева. Хитов још замршенији: „боје су облици који утискују ваздух са отисцима као што су они сами“.

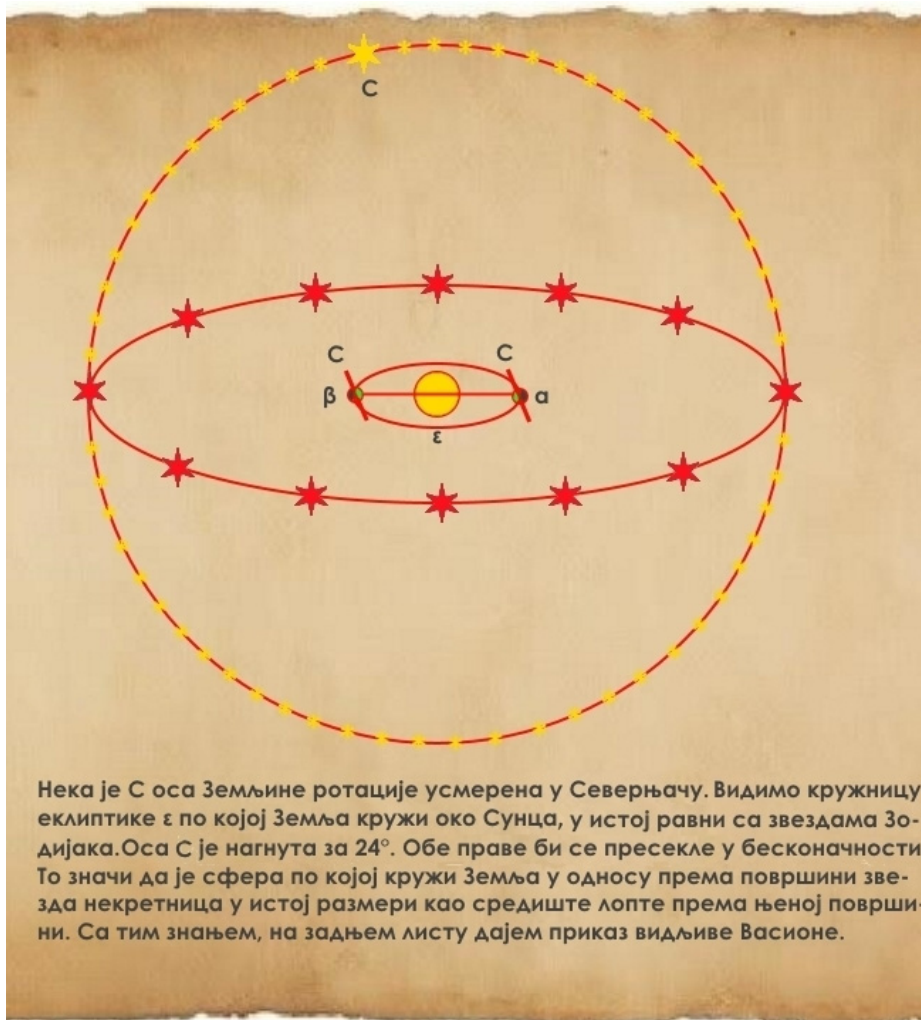
⁶⁶ О томе више: Alberto Gomez Gomez: Aristarchos of Samos the Polymath.

светлошћу „позајмљеном“ од Сунца је и прва реченица у његовом претходном делу „О даљинама и величинама“.



Дакле после објашњења кретања и положаја Земље у односу на Сунце, потом и осталих планета, последња ставка Аристарховог дела биле су звезде. Архимедов одломак да је Аристарх претпоставио да је орбита Земље спрам сфере звезда исто као средиште лопте према површини имплицира да се он послужио у свом спису пропорцијама, баш као и у претходном. Но Архимед такође имплицира да је са тим ставом Аристарх пркосио Еуклиду, па отуда и овде дате две праве које се секу у бесконачности су у колизији са 23.

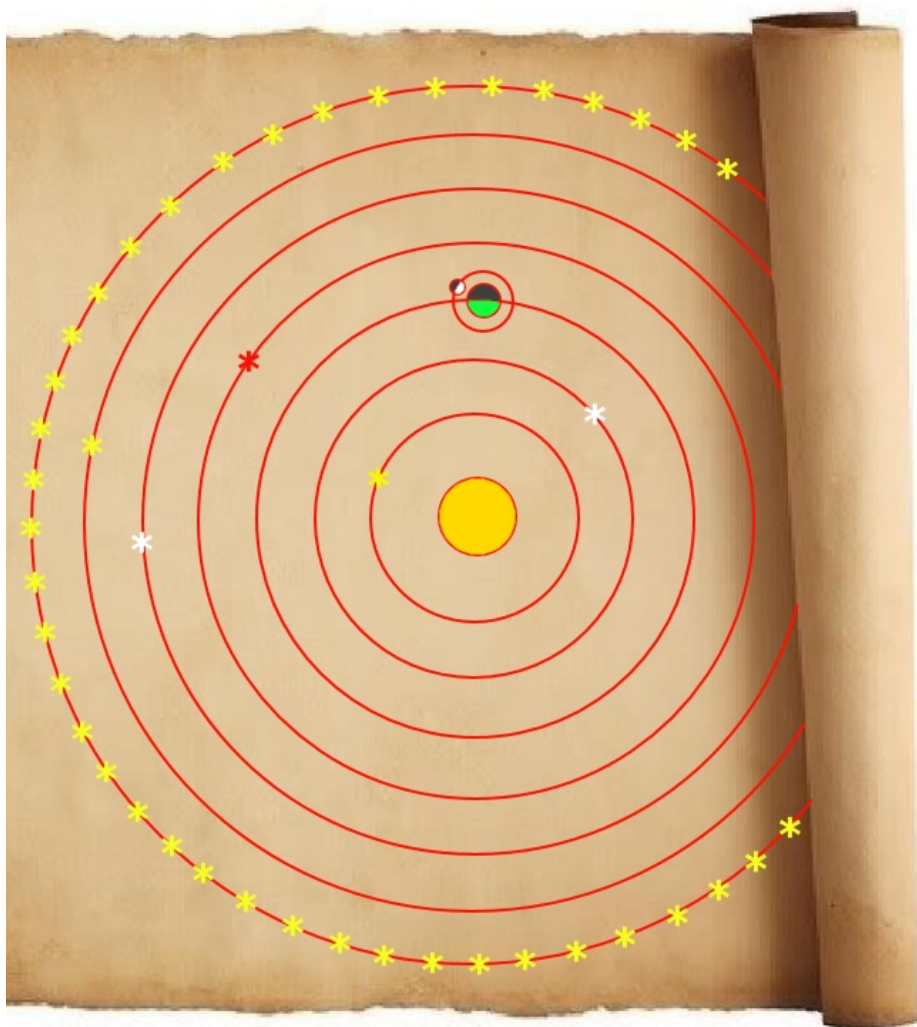
дефиницијом прве књиге Елемената⁶⁷, али су зато згодне да послуже као доказ огромности Васионе. Да ли је и какве размере користио је као и много тога другог у домену нагађања, но индикативно је да Хиполитов одломак наводи само даљину за Земљу и Месец, не и остале светове. Те податке приписује Архимеду. Можда је Аристарх као и у првом делу дао смернице а сама израчунавања препустио читаоцима и колегама научницима. Како би то лепо рекао Теофраст (иначе учитељ Аристарховог учитеља Стратона): „Боље је не рећи све опширно и надугачко, већ оставити да и сам читалац нешто одгонетне. Читалац који погоди шта је остало недоречено постаје сарадник и



⁶⁷ „Στοιχεῖα“.

пријатељ. Ако покушате све одједном да му саопштите, као што се ради са будалом, он ће то тумачити неповерењем у његову памет“.

Што се тиче звезда и њихове природе, већ су и пре Аристарха многи веровали да су то далека сунца. Његов модел Васионе не само да је Сунце стављао међу бескарајно мноштво других звезда, већ је на неки начин тиме и само Сунце а и Земљу спустио на много скромније место. То онда нас и доводи до коначног питања: да ли је то узрок слома његове теорије?



Ако бисмо разматрали са данашњег становишта, зашто је хелиоцентризам одбачен и поред многих предности које је нудио, одговор би морали тражити на самој Земљи и међу људима оног времена. Наука је била у повоју и прихватљива само онолико колико не стоји на путу устаљеним догамама.

Вера да је рецимо Сунце обична ужарена стена, Земља једна од планета а обоје прилично небитни у космичким размерама, није најбоље стајала са причом о божанству које посебно брине баш о овом делу Васионе. Додатно је ствар отежавало и тадашње стање научних схватања. Лакше је веровати својим очима и првом утиску да се нпр. цео небески свод окреће око нас, него покренути ум у правцу размишљања како би било да је све супротно. Аргументи како би да се Земља обрће око своје осе имали олујни ветар са истока, претицали облаке или нам се тло измицало испод ногу при скакању, су само утврђивали уверење у непокретност Земље. Одсуство годишње паралаксе звезда је био непобитни доказ да се оне а не ми крећемо. Како лепо примећује Ненад Јанковић, Аристарх је својим моделом испремештао небеска тела и елементе како су то замишљали стари научници, а где је најтежа била земља, па вода, потом ваздух и на крају огањ. Можда су уз Аристарха били веома добри цртежи и прорачуни сагласни са стварношћу, али противници су имали уза себе логику и ондашња схватања. Обоје упрегнуто у службу филозофије и теологије. Аристархов модел није у ствари ни једног тренутка имао шансу. Осим имена Селеука који се потрудио да га докаже, антика нам је сачувала плејаду врских астронома математичара који су се упињали да докажу све супротно. Једно поколење иза Аристарха, највећи посматрачки астроном антике, Хипарх, ће искористити ексцентрике и чак се лажно хвалити да је измислио епицике, да управо обори све Аристархове хипотезе.⁶⁸ Аполоније и Птоломеј ће само окончати тај процес. За новог Аристарха, свет ће морати да чека 18 векова.

„Из семена истине, баченог у песак заблуде, не ниче биљка“
(Ненад Јанковић)

⁶⁸ Томас Хит лепо објашњава зашто су старогрчки астрономи преферирали касније теорију епицикла уместо ексцентрика. У основи, зато што су прву могли применити на све планете у геоцентричном моделу, док ексцентрике само за горње планете.



Слика 4: Сцена из филма „Агора“ на којој је приказан неки непознат астрономски рукопис, свакако не Аристархов јер је по творцима филма, хелиоцентрични спис изгорео у великом пожару библиотеке у време Цезара и Клеопатре (из архиве аутора).

УМЕСТО ПОГОВОРА, РЕЧ АУТОРА.

Историчар астрономије, аматер као и професионалац, често је суочен са проблемом реконструкције неког догађаја или времена, јер су подаци о научним достигнућима врло ретки. Антички историчари су се више занимали да опишу политичке догађаје него оне научне. Тако о многим научницима не знамо готово ништа, чак и кад су нам њихови радови сачувани. Ствар је слична управо старим астрономима који су могли посматрати неку планету и о њој знати само путању, боју и време појављивања, али све остало је било у домену нагађања и претпоставки, тачније шпекулације. Јер тамо где нема довољно података и доказа, нагађање, претпоставка, шпекулација, па чак и машта постаје један од инструмената у тражењу истине. У антици је помогла једном Демокриту или Аристарху. Време наравно разоткрије многе ствари, неке докаже а неке обори. Данас било ко може да гледа слике планета у свој раскоши, или да сазна неупоредиво тачније податке о њима, а без да устане са столице. Може да види и сазна оно о чему древним астрономима није падало ни на памет

иако су читаве животе проводили размишљајући о томе, и само због недостатка података често налазили погрешне одговоре. Што се тиче ове реконструкције, тачније покушаја реконструкције, песак Египта, пепео Херкуланума или нешто треће можда једног дана докаже или обори, део или све у њој. Најгори сценарио је да истину не сазнамо никад.

Коначно, реч и о самој реконструкцији. У првом делу овог рада трудио сам се да сакупим, преведем и хронолошки сложим све познате наводе о Аристарху од којих се неки појављују, колико знам, по први пут на српском језику. Посебно сам пазио на тачност и где је било могуће поред енглеског превода, користио и веома скромно познавање Руског и маргинално знање грчког, да постигнем што већу прецизност. У другом делу (који је настао много пре првог, првобитно из чисте забаве), сам се потрудио да на 14 листова представим како је у основним скицама могао изгледати Аристархов спис. Нека ми не буде замерено одсуство математике и прорачуна којих је свакако било, јер осим даљине Земља-Месец, привидног пречника Сунца, трајања годишњег доба и лунарног циклуса, одломци нам нису пренели неки конкретнији параметар да би закључили колико је више математике уместо апстрактних теорија било у изворнику. Али свакако да је било много више. Текстови су дати у што основнијем облику, на линији Теофрастовог коментара, јер би детаљисање захтевало много више страна папируса а и тиме и овога рада. Сматрао сам пригодним да користим боје како је Аристархово дело „*О даљинама и величинама*“ представио велики поштовалац Аристарха, Милутин Миланковић. Стари рукописи су користили црвено мастило за цртеже⁶⁹, црно за текст. На крају, сматрао сам прикладним да Аристархов модел Васионе буде приказан на последњем папирусу, шемом готово истоветном оној коју ће на почетку свог дела користити обновитељ хелиоцентризма, Коперник. Његова књига је ионако одсјај оне античке.

Дакле ово је само скица, обрис једног великог и на жалост изгубљеног, можда и намерно убијеног, научног дела.

Захвалница:

Посебну захвалност за настанак овог рада желим упутити Др. Милану Димитријевићу на позиву за конференцију, као и на рецензији рада. Но највише од свега, због чињенице да сам сада давних 80-их година 20. века уз његове научне емисије из астрономије, заволео звездана прострaнства. Управо у једној од тих емисија, имао сам прилику да први пут сазнам за Аристарха са Самоса и његов хелиоцентризам. Стога је овај рад остварење једне давне лекције и зрак једне далеке звезде.

⁶⁹ Иначе обичај потекао још у древном Египту где су речи богова писане црвеним мастилом. Одржао се до данас, посебно у црквеном календару („црвено слово“).

Литература

- Андоновић, Милан: 1888, „*Космографија*“, Краљевска државна штампарија, Београд.
- Веселовский, Иван Николаевич: 1961, „*Аристарх Самосский-Коперник античногo мира*“, Историко-астрономические исследования, выпуск VII. — Москва.
- Веселовский, Иван Николаевич: 1962, „*Архимед*“. Государственное издательство, Москва. Физико-математической Литературы, Москва.
- Веселовский, Иван Николаевич: 1998, „*Клавдий Птолемей*“, Науч. ред. Г.Е.Куртик, Наука, Москва.
- Витрувије: 2009, „*О архитектури*“, превод са латинског Зоја Бојић, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Данезис, Емануил; Теодосију, Евстратије; Димитријевић, Милан; Даканалис, Арис: 2010, „*Космологије Алмана, Леукипа и Демокрита*“, Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба VI” стр. 629-638, Публ. Астр. друш. “Руђер Бошковић” бр. 10, Београд.
- Данезис, Емануил; Теодосију, Евстратије; Димитријевић, Милан; Даканалис, Арис; Кацавријас, Христос: 2012, „*Демокритова Космологија*“, Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба VII” стр. 915-931, Публ. Астр. друш. “Руђер Бошковић” бр. 13, Београд.
- Димитријевић, Милан; Томић, Александар: 2001, „*Основне методе за одређивање величина небеских тела, Астрономија за 4. разред гимназије*“ стр. 33-34, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд/Миланковић, Милутин: 1935, „*Небеска Механика*“, Издање задужбине Луке Ђеловића-Требињца, Београд.
- Еуклид: 1957., „*Елементи*“, превод са старогрчког Антон Билимовић, САНУ. Београд.
- Јанковић, Ненад: 1996, „*Откривање Вационе*“, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Лурје, Соломон Јаковљевич: 1952, „*Архимед*“, превео с руског Никола Томичић, Просвета, Београд.
- Мантаракис, Петрос; Теодосију, Евстратије; Димитријевић, Милан; Даканалис, Арис: 2008, „*Хелиоцентрични систем од Орфичких химни и Питагорејаца до цара Јулијана Апостате*“, Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба V” стр. 463-479, Публ. Астр. друш. “Руђер Бошковић” бр. 8, Београд.
- Миланковић, Милутин: 1948, „*Историја астрономске науке од њених првих почетака до 1727.*“, Научна књига, Београд.
- Миланковић, Милутин: 1950, „*Кроз царство наука*“, Научна књига, Београд.
- Миланковић, Милутин: 1956, „*Аристарх и Апологије, хелиоцентрички и геоцентрички светски систем античког доба*“, Изабрана дела, Списи из историје науке, књига 5, 1995., Завод за уџбенике и наставна средства, Београд
- Мишковић, Војислав: 1976, „*Хипарх*“ САНУ књ. 45, Београд.
- Плутарх: 1990, „*Литијски дијалози*“, превод са старогрчког Светлана Лома, МС, Београд.
- Тадић, Милутин: 2002, „*Сунчани часовници*“, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Шеварлић, Бранислав: 1974, „*Како су измерене даљине небеских тела*“; „*Планете на врху пера*“. Поповић, Божидар; „*Велике епохе у развоју астрономије*“ стр. 65-66 и стр. 25-26. Коларчев народни универзитет, Београд

- Berggren, J. L.; Sidoli, Nathan: 2007, „*Aristarchus's On the Sizes and Distances of the Sun and the Moon: Greek and Arabic Texts*“, Archive for History of Exact Sciences, Vol. 61, no. 3, 213-254.
- Bowen, Alan; Goldstein, Bernard: 1994, „*Aristarchus, Thales, and Heraclitus on Solar Eclipses*“, *Physis* 31 (1994) 689–729.
- Burkert, Walter: „*Heraclitus and the Moon: The new fragments in P. Oxy. 3710*“, Universitdt Zurich.
- Dreyer, J. L. E: 1906, „*History of the planetary systems from Thales to Kepler*“, Cambridge University Press.
- Eastwood, Bruce Stansfield: 1992, „*Heraclides and heliocentrism: text, diagram and interpretations*“, *ЖНА*, XXIII.
- Fortenbaur, William W.; Schutrumpf, Echart: 2001, „*Dicaearchus of Messana, text, translation, and discussion*“, Rutgers Univerity Studies in Classical Humanities, Vol. 10.
- Gomez, Gomez Alberto: 2013, „*Aristarchos of Samos the Polymath*“, AuthorHouse. **(са већином навода на старогрчком).**
- Heath, Thomas: 1913, „*Aristarchus of Samos, the ancient Copernicus*“. Oxford, Clarendon Press. **(примарни извор за овај рад).**
- Heath, Thomas: 1897, „*The Works of Archimedes*“. Cambridge, Cambridge University Press.
- Heath, Thomas: 1921, „*A History of Greek Mathematics*“, Oxford, Clarendon Press.
- Huxley, George: 1964, „*Aristarchus of Samos and Graeco-Babylonian Astronomy*“, The Queen's Univerity, Belfast.
- Lebedev, Andrei: 1990, „*Aristarchus of Samos on Thales Theory of Eclipses*“, *Apeiron: A Journal for Ancient Philosophy and Science*, Vol. 23, No. 2 (June 1990), pp. 77-85.
- Neugebauer, Otto.: „*History of ancient mathematical astronomy 1975*“, Springer, Berlin.
- Rawlins, Denis: 2002, „*Aristarchos & the Babylonian System B Month*“, *DIO* 11.1 †1
- Rawlins, Denis.: 1999, “Continued Fraction Decipherment: the Aristarchan Ancestry of Hipparchos Yearlength & Precession, *DIO* 9.1 #3 **(могуће Аристархово откриће прецесије)**
- Sider, David: 1994, „*Heraclitus on Old and New Months: P. Oxy. 3710*“. Fordham University.
- http://spiritualpilgrim.net/08_Classics-Library/hellenist-roman/archimedes/sand-reckoner-01.htm **(Псамит, превод на енгл. Хенри М.)**
- <http://www.newadvent.org/fathers/050104.htm> **(Хиполит, превод на енгл. Ј. Х. МакМахон)**
- <http://penelope.uchicago.edu/misctracts/plutarchverses.html> **(Плутарх, Зашто Питуја више не говори у стиху, превод на енгл. Ц. Прикард)**
- http://penelope.uchicago.edu/Thayer/L/Roman/Texts/Censorinus/text*.html **(Цензорин, латински)**
- <https://ebooks.adelaide.edu.au/p/plutarch/nature/index.html> **(Етије тј Псеудо Плутарх)**
- <https://www.youtube.com/watch?v=iZvFBan9IBs&list=PLVPPE53kJ-OiNjERgEofPxAneaseyuzQJ&index=1&t=13s> **(Како су измерене даљине небеских тела)**
- <http://moonsighting.com/evolution.html> **(Еволуција календара и Аристархов календар)**
- <https://tseday.wordpress.com/2008/09/14/ethiopian-calendar/> **(Еволуција календара и Аристархов календар)**

ARISTARCHUS OF SAMOS AND HIS LOST BOOK ON HELIOCENTRISM

This work is about Aristarchus and his work on heliocentric theory. Possible reconstruction of his lost book is attempted. In the first part, all known quotations on his theory are given; from most important and famous Archimedes *Sand Reckoner (Psamites)* to recently discovered Oxyrinchus papyrus. In the second part, actual possible outlook of the book is presented. Its based on the first part and contemporary astronomical knowledge in the greek world. It is approximation; the attempt with one of the possible outlooks, rather sketch with no complex mathematics except geometric schemes, hopefully closer to the truth than guessing.

Key words: Aristarchos of Samos, History of Astronomy, Heliocentrism, eccentric circles, celestial bodies