

Dolgotrajna in s trnjem je posuta pot od neznanja do znanja. To je stalen proces. Dogaja se tudi zdaj in tu. Znanje je zgodovinska kategorija. Znanost ima zgodovino. Že ob samem rojstvu znanosti se je pokazala želja in potreba po raziskovanju in ureditvi njene zgodovine. Znanje o zakonih, ki jih danes poznamo kot Newtonove zakone, je na primer potrebovalo tisoč let dolgo pot raziskovanja, da se je utrdilo in bilo splošno sprejeto.

Začetki astronomije

Kratek esej z venomer zanimivimi in pomembnimi poudarki

Človek dobiva znanje o okolici v surovem in stalnem boju za svoj obstanek. V tem boju so njegovi davni predniki razvili razum in delovanje rok. Začeli so izdelovati orodja in orožja, se med seboj sporazumevati z govorom in pisavo itn. Posebno pomembno je bilo, da je človek odkril ogenj, ga obvladoval in praktično uporabil (luč, toplota). Že v biblijskem mitu, ki je bil napisan v času razvitega suženjstva, se govori o stvarjenju sveta (=vesolja). Tu so zelo močno izražena antropomorfna predstavljanja o bogu, ki nastopa podobno kot človek. Je poljedelec in opravlja melioracijska dela (loči vodo od zemlje), prižge ogenj (naj bo svetloba), ustvarja in oblikuje različne stvari v okolju itn. Po delu potem počiva.

Poleg takšnih in drugačnih domišljjskih predstavljanj o naravi pa se je človek bogatil z realnim (resnično pridobljenim) znanjem o naravi, o rastlinah in živalih, o nebesnih telesih, o gibanjih in silah, o astronomskih in meteoroloških pojavih in podobno. Nakopičeno znanje in praktične izkušnje so se prenašale iz roda v rod. Tako se je oblikoval prvotni fond podatkov bodoče znanosti. Glede na stopnjo razvitosti družbe in dela so polagoma nastali pogoji za nastanek trdne civilizacije. Na začetku je pri tem odločilno vlogo odigralo poljedelstvo. V tistih krajih, kjer je bila zemlja iz leta v leto stabilno rodovitna, so zgradili naselja – zrasla so mesta in nato države. Taki pogoji so bili vzdolž reke Nil, v porečju med rekama Evfrat in Tigris, kjer že v 4. tisočletju pr. n. š. nastanejo najstarejše sužnje-posestniške države, zibelke današnje znanosti.

Namakanje zemlje, pridobivanje in obdelava kovin (predvsem medenine), razvoj tehnike in izdelovanje orodij in orožij itn. so ustvarili pogoje za nastanek že bolj sestavljene družbe z razvito ekonomijo. Družbene nujnosti so privedle k pojavu pismenosti, tako hieroglifov v Egiptu kot klinopisov v Babiloniji, hkrati pa tudi astronomskih in matematičnih znanj.

Določanje časa začetka Nilovih poplav je bilo možno ugotoviti samo z natančnimi astronomskimi opazovanji. Tako so Egipčani sestavili koledar z 12

meseci po 30 dni in 5. dopolnilnimi dnevi v letu; mesec so razdelili na tri dekade po 10 dni, dan na 24 ur itn. Egipčanska in babilonska matematika je imela praktični značaj, saj je nastala iz kmetijske in gradbeniške prakse.

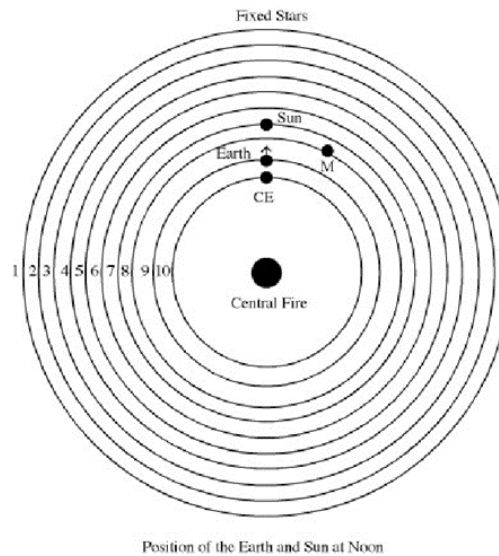
Astronomija je bila prva med naravoslovnimi vedami (ali pa sploh med vsemi vedami), s katero se je pravzaprav začel razvoj znanosti. Egipčani in Babilonci so prvi opisali zvezdno nebo, gibanje Sonca, Lune in planetov, se naučili opazovati nebesna telesa in sestavili osnove za merjenje časa. V stari Grčiji pa se je človeški razum prvič začel zavedati svoje moči. Človek se je začel z znanostjo ukvarjati. Ne zato, ker bi bilo to potrebno, ampak zato, ker je to zanimivo, saj gre za radost spoznavanja stvari. V stari Grčiji so se postopoma začeli pojavljati učenjaki-specialisti, tj. znanstveniki ozkega profila: matematiki, astronomi, geografi, zgodovinarji, zdravniki, inženirji. V obliki znanstvenega sestavka (spisa), disputacije ali dopisovanja med učenjaki pa se je rodila znanstvena informacija. Prišlo je do prvih sistematičnih znanstvenih raziskovanj in tudi do proučevanja zgodovine znanosti.

Začetek grške znanosti pada v dobo razcveta jonskih mest v Mali Aziji (6. - 7. stoletje pr. n. š.). To sta bili npr. mesti Milet in Efes, nadalje otoki Sredozemskega morja, grške kolonije v Južni Italiji itn., kar naj bi nekako predstavljalo prvo geografsko območje živahne znanstvene dejavnosti grških učenjakov.

Začetniki grške znanosti so Tales iz Mileta (ok. 624 - 547 pr. n. š.) in drugi predstavniki jonske šole, ki so že odločno izrazili misel o materijalnosti snovi oz. prasnovi. Po Talesu naj bi bila to voda, po Anaksimandru nek nedoločen začetni eter, po Anaksimnu pa zrak. Skoraj hkrati z materialističnim gledanjem jonijcev se je pojavila idealistična filozofska smer, ki jo je razvil Pitagora (ok. 580 - 500 pr. n. š.) in njegovi učenci. Nekateri zgodovinarji imajo Pitagora za mitološko osebnost, kar najbrž ne drži. Drugi pišejo, da je izšel iz aristokratske družine in da naj bi bil daljni potomec Herakleja. Naj bo kakorkoli. Rojen je bil na otoku Samosu. V politični borbi med aristokrati in demokrati je stopil na stran aristokracije in je moral zbežati v Italijo, kjer je osnoval tajno zvezo, ki so jo pozneje razbili. Po enih virih naj bi bil Pitagora tedaj ubit, po drugih pa naj bi umrl v novem izgnanstvu. Vendar pa se je pitagorejska šola obdržala tudi po smrti velikega učitelja. Z njo so povezana imena kot so Filolaj (5. - 4. stol. pr. n. š.), Sokrat in Aristarh iz Samosa (4. - 3. stol. pr. n. š.).

Vpliv pitagorejske šole je bil zelo velik in pomemben. Filozofija pitagorejcev je bila idealistična, rekel bi nekako reakcionarna. Osrednja točka te filozofije je bil študij božanske vloge števil, ki naj bi upravljala svet. Številom so pripisovali mitične lastnosti. Vse pojave ali stvari so poskušali pojasnjevati z vplivom števil itn. Najpomembnejše zasluge pitagorejcev za astronomijo pa se zrcalijo v njihovem predstavljanju o okrogli Zemlji in njenem možnem gibanju. Predlagali so tim. pirocentrični svetovni sistem, v katerem se Zemlja, Sonce,

Luna in planeti gibljejo okrog središčnega ognja. Uvedli so deset (božansko število) gibajočih se sfer, ki se vrtijo okrog središčnega ognja (slika). Pozneje je Aristarh odvrnil središčni ogenj in Protizemljo v središče »vesolja« namestil Sonce. Tako je izdelal prvi model heliocentričnega sistema.



Pirocentrični svetovni sistem – po pitagorejcih oz. natančneje po Filolaju. Sfere Zemlje in Protizemlje CE, Sonca, Lune, pet planetov in nepremičnih zvezd se vrtijo okrog središčnega ognja. Protizemljo so si morali izmisliti, da sistem vsebuje božansko število sfer, ki jih je torej deset. Vrteče se sfere naj bi oddajale neslišne harmonične zvoke – glasba nebesnih sfer. To je dosti pozneje v delu svojih raziskav o planetih vnesel Johann Kepler. Pirocentrični sistem predstavlja davni zametek heliocentričnega sistema, ki ga pozneje popravi oz. poboljša Aristarh. Zelo pomembna ideja v tem sistemu je – gibanje Zemlje. Vse slike so s svetovnega spleta.

Starogrška znanost se je v začetku precej opirala na znanje dežel starega Vzhoda. Starogrški misleci pa so želeli presojeti, poglobljeno, temeljito in logično obravnavati probleme. To se je močno izrazilo pri atomistih (Demokrit) in eleatih (elejcih; Empedokl), posebno pa pri največjem učenjaku starega veka, pri znamenitem mislecju Aristotlu. Razpravljali so o vprašanjih zgradbe vesolja in nastanku sveta, vzrokih gibanja, o večnosti snovi, razvoju sveta kot naravni pojav; izdelali so tudi različne modele zgradbe vesolja. Religiozna in mitična predstavljanja o nastanku in zgradbi sveta zamenjajo znanstvene razlage.

V 5. stoletju pr. n. š. se je središče grške znanosti preselilo v Atene. Tu se pojavijo učitelji modrosti in prve znanstvene šole. V času Periklejevega vladanja so zgradili znamenito Akropolo, Sofoklej je pisal tragedije, Aristofan komedije. Tu je ta čas poučeval tudi filozof in fizik Anaksagor (ok. 500 - 428 pr. n. š.). Učil je, da so Sonce, Luna, planeti in zvezde, ki so jim Egipčani in Grki ta čas pripisovali božanske lastnosti, pravzaprav navadni razžarjeni kamni. Za ta smeli

nauk o materijalnosti nebesnih teles je moral v izgnanstvo in je končal svoje življenje v Mali Aziji.

Peleponeška vojna (431 - 404 pr. n. š.) med Atenami in Šparto je pripeljala k oslabitvi Aten in njene demokracije. Prišlo je do velikih sprememb tudi v ideologiji. Materializem jonijcev in atomistov je izpodrinila idealistična filozofija Sokrata (469 - 399 pr. n. š.) in njegovega učenca Platona (427 - 347 pr. n. š.). Razvijati so začeli spretnost dialoga, zmožnost logičnega mišljenja, povečanje zanimanja za stroge matematične dokaze, zagovarjali so že dialektiko. V Platonovi šoli, imenovani »Akademija«, so skrajno visoko cenili matematično znanje.

Platonov učenec Heraklit (Heraklid, tudi Herakleid; ok. 388-315 pr. n. š.) s Ponta ob Črnem morju je že zagovarjal vrtenje Zemlje in kroženje Merkurja in Venere okrog Sonca in sestavil geocentrični sistem, ki ga je pozneje v osnovi privzel Tycho Brahe (16. stol.). Heraklitov svetovni sistem se je torej glede kroženja notranjih planetov okrog Sonca zelo približal heliocentričnemu modelu Osončja.

Družba je nekako čutila potrebo po zbranem sistematičnem znanstvenem znanju in na Platonovega učenca Aristotla je padla naloga, da zbere in sestavi sistematični zbornik znanstvenih znanj tistega časa.

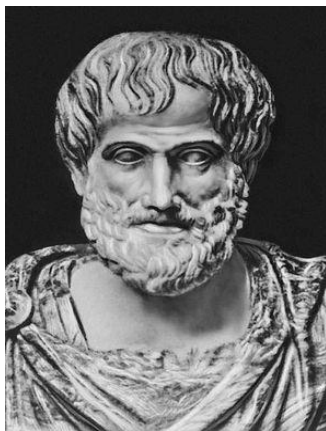
Aristotel se je rodil leta 384 pr. n. š. v grškem mestu Stagira blizu meje z Makedonijo. Njegov oče je bil dvorni zdravnik makedonskega kralja Aminta II, katerega sin Filip je bil oče Aleksandra Velikega (Makedonskega). Filip je bil Aristotlov mladostni tovariš. Ko je postal kralj, je Aristotlu ponudil službo domačega učitelja za svojega sina Aleksandra.

Makedonija je v ekonomskem in kulturnem pogledu zelo zaostajala za razvitimi Atenami. Makedonci so bili za Atenčane barbari. Že v Amintovem času, posebno pa za časa Filipa, se je Makedonija razvila v močno vojaško državo. Leta 338 pr. n. š. so Makedonci premagali Grke in Makedonija je pridobila hegemonijo nad Atenami in Grčijo. Filip se je že pripravljaj na vojni pohod nad Perzijo, a so ga leta 336 pr. n. š. ubili. Tako se je ta pohod potem začel pod vodstvom njegovega sina Aleksandra Velikega. Po številnih vojaških zmagah v Aziji in Afriki je Aleksander Veliki zgradil ogromen imperij, v katerem so bili Perzija, Egipt, srednjeazijske države. S svojo vojsko je prišel celo do Indije. To pa se je zgodilo že davno potem, ko je 18 letni Aristotel prišel v Atene v Platonovo »Akademijo«. Platon je bil tedaj na Siciliji, da tamkajšnjega kralja naredi filozofa. »Akademijo« je ta čas vodil matematik in astronom Evdoks iz Knida (ok. 408 - 355 pr. n. š.), to je tisti učenjak, ki je prvi obdelal teorijo gibanja planetov okrog Zemlje s pomočjo sistema vrtečih se sfer.

Aristotel je prebil dve leti v »Akademiji«, preden se je srečal s Platonom, s katerim je potem skupaj delal okoli 20 let, vse do učiteljeve smrti. Po

Platonovi smrti je Aristotel nato od 343 do 339 pr. n. š. živel in delal v Pelli, prestolnici Makedonije, in sicer kot učitelj Aleksandra Velikega. Leta 336 pr. n. š. se je vrnil v Atene, kjer je osnoval svojo šolo, imenovano »Licej«. Aleksander Veliki je umrl na vojnem pohodu leta 323 pr. n. š. Po njegovi smrti je v Atenah zavladata antimakedonska stranka. Aristotla so izgnali na otok Evbejo, kjer je umrl leta 322 pr. n. š., ko je za eno leto preživel svojega slavnega učenca.

Aristotlova znanstvena dediščina je ogromna. Gre za pravo enciklopedijo znanstvenih del tistega časa. Položil je temelje tudi zgodovini znanosti. Noben učenjak ni tako dolgotrajno in globoko vplival na razvoj človeške misli kot Aristotel. Njegove misli in razmišljanja so vrsto stoletij jemali za čisto resnico, za nekakšne temeljne aksiome (resnice) v znanosti. Na srednjeveških evropskih univerzah so naravoslovje razlagali po Aristotlu. Novo naravoslovje pa je pozneje moralo v borbo z naukom Aristotlove filozofije, ki se je prelevila celo v dogme. Tako je bila borba proti aristotlovskemu učenju težavno in nevarno početje, ker je bila to hkratna borba celo proti religiji in avtoriteti Cerkve. Znano je, kako je Cerkev neprizanesljivo obravnavala heretike. Vendar pa je bil sam Aristotlov nauk daleč od dogme. Aristotlovo zagovarjanje, da je Zemlja okrogla, je bil prvi veliki korak, storjen v smeri pravilnega obravnavanja in spoznavanja narave, Kopernikovo odkritje o kroženju Zemlje pa je pozneje predstavljalo naslednji orjaški korak v tej smeri.



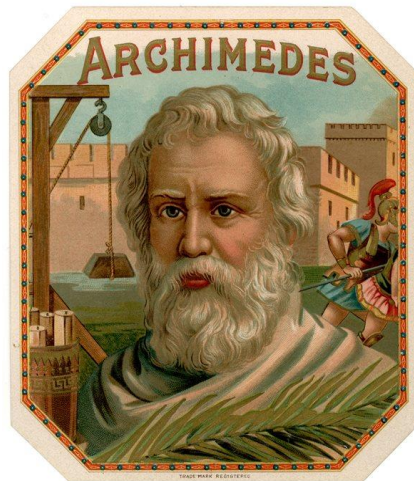
Aristotel, starogrški filozof (Stagira, Trakija, 384 pr. n. št – Halkida, otok Evbeja, 322 pr. n. št.).

Na kratko pogledjmo fizikalno sliko sveta po Aristotlu. Učil je o absolutno mirujočem središču sveta (Zemlja) in obstoju dveh nasprotujočih si svetovih: o zemeljskem in nebesnem svetu. To pa je bila tako skrajno pomembna izjava (trditev), da jo je pozneje kanonizirala Cerkev in v srednjem veku razlagala že kot absolutno dogmo. Realno zemeljsko telo ni moglo biti večno, kakor je nerazrušljiv, neuničljiv in večni nebesni svet. Po Aristotlovi fiziki človek živi v zračnem ovoju, ki se razprostira okoli mirujoče Zemlje v središču vesolja, hkrati pa je v objemu njene privlačnosti.

Samo malo se dotaknimo še Aristotlove astronomije. Napisal je delo *O vesolju* (*De Mundo*). Privzel je geocentrizem in koncepcijo omejenega vesolja, ki je razdeljeno oz. rzslojeno na posamezne sfere gibanja nebesnih teles.

Po Aleksandrovi smrti so na ogromnem razpadlem imperiju nastale nove države, vznikla so nova središča trgovine, rokodelstva in obrti, vznikla so torej tudi nova središča ekonomskega, kulturnega in tudi znanstvenega življenja: Pergam, Antiohija, otok Rodos, posebno pa Aleksandrija, ki so ji zavladaali Ptolemajci, in tako dalje. Atene so postale provinca. V zgodovini znanosti in kulture starega veka se je začela nova doba – helenizem (4. - 1. stoletje pr. n. š.), ki je trajal vse do časa, ko so Rimljani zasedli Egipt.

Ptolemajci so v Aleksandrijo pripeljali najboljše učenjake, zgradili so bogato knjižnico in muzej. Aleksandrijski muzej imamo lahko za predhodnika današnjih znanstveno-raziskovalnih inštitutov. Tam živeči učenjaki so se lahko neomejeno posluževali knjižnice, observatorija, raznih zbirk itn., imeli so številne privilegije, med njimi popolno državno oskrbo: niso imeli skrbi za raziskovalna sredstva in svoj obstanek. Bili so v vsakem pogledu povsem preskrbljeni. Vse to je zagotavljalo vodilno vlogo Aleksandrije pri znanstvenem napredku helenistične dobe. Skoraj vsak pomembnejši učenjak Sredozemlja je bil v helenističnem obdobju povezan z Aleksandrijo, če že ne osebno pa vsaj z znanstvenim dopisovanjem. Arhimed je na primer objavljaj svoje rezultate raziskovanj v obliki pisem, ki jih je iz Sirakuz pošiljal aleksandrijskim matematikom.



Arhimed, starogrški matematik, fizik, astronom, mehanik, izumitelj, inženir, ... (Sirakuze, Sicilija, 287 pr. n. št. – Sirakuze 212, pr. n. št.).

V Aleksandriji so delovali geometer Evklid, geograf in matematik Eratosten, astronom Konon in Aristarh s Samosa ter pozneje astronom Klavdij Ptolemaj (ok. 85 - 170). Z Aleksandrijo so bili tesno povezani učenjaki na otoku Rodosu, med njimi največji astronom antike Hiparh (ok. 180 - 120 pr. n. š.), ki

naj bi dolga leta deloval tudi na aleksandrijskem astronomskem observatoriju, matematik Apolonij iz Pergama in matematično-fizikalni genij Arhimed iz Sicilije. V razvoju znanosti pa je poleg Evklida izredno pomembno vlogo odigral in zapustil dela največje znanstvene vrednosti prav Sirakužan Arhimed. Številni zgodovinarji znanosti so si edini, da Arhimed predstavlja vrh znanstvene misli starega veka.

Arhimed se je rodil leta 287 pr. n. š v Sirakuzah na otoku Siciliji, ki je bila daljna zahodna postojanka grške kulture. Na tem otoku v mestu Agrigentu je precej pred Arhimedom živel in umrl slavni grški atomist, zdravnik, poet in politik Empedokl (ok. 490 - 430 pr. n. š.), ki je najbolj znan po tem, da je predlagal, da so vse materialne stvari na svetu sestavljene iz štirih večnih elementov: zemlje, vode, zraka in ognja. Ti se spreminjajo in izmenjavajo po številu in vsebnosti z medsebojnim združevanjem in razdruževanjem. Na ta otok je prišel Platon, da uresniči oziroma izpopolni svoje ideje o idealni zgradbi sužnje-posestniške države. V času Arhimedove mladosti je epirski kralj Pirr v bližini vodil vojno z Rimljani in Kartažani. Komaj je zmagal (Pirrova zmaga). V tej vojni se je odlikoval eden od Arhimedovih sorodnikov, Hieron, ki je leta 270 pr. n. š. postal vladar Sirakuz.

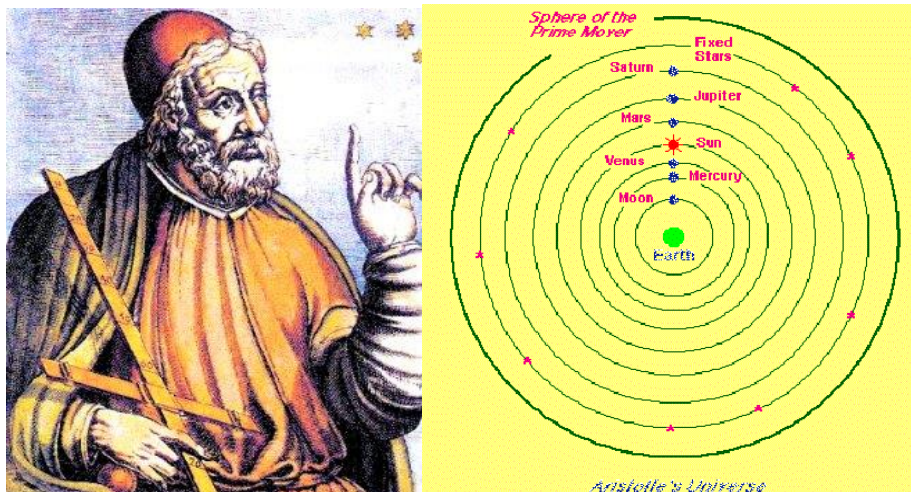
Arhimedov oče je bil astronom in med Hieronovimi zaupniki. To je omogočilo, da je sinu dal odlično izobrazbo. Toda Arhimed ni šel študirat v Atene, pač pa v Aleksandrijo, kjer se je družil s Kononom in Eratostenom, s katerima se je pozneje znanstveno dopisoval. Arhimed se je nato vrnil v Sirakuze kot zrel matematik, čeprav so njegova prva dela posvečena bolj mehaniki. Danes ga v bistvu prištevamo k tipičnim predstavnikom matematične fizike oz. boljše fizikalne matematike. Ni pa bil le matematik in mehanik, ampak tudi najpomembnejši inženir svojega časa, konstruktor več deset strojev in raznih mehanskih naprav. Med drugim je izumil stroj za namakanje polj, poseben vodopodzemni vijak, predvsem pa je bil zelo uspešen konstruktor vojaških strojev, npr. katapultov. Tako je bil prvi učenjak, ki se je na veliko ukvarjal z vojaškimi vprašanji. Seveda so ga k temu prisilile politično-vojaške razmere Sirakuz. Arhimedu je bilo 23 let, ko se je začela 1. punska vojna med Rimom in Kartagino, in 69 let, ko se je začela 2. punska vojna, v času katere je umrl leta 212 pr. n. š.

V medsebojnem bojevanju Rima in Kartagine je obvladovanje Sicilije zavzemalo pomembno mesto. Obe mogočni državi sta si skrajno prizadevali, da bi Sirakuze pridobili na svojo stran. Hieron pa je želel ohraniti neodvisnost. Vojni spopad z Rimom je bil neizbežen in Sirakužani so se temeljito pripravljali na prihodnji težek in odločilni spopad. Pri obrambi Sirakuz je vojaška tehnika zavzemala vidno mesto in Arhimedov inženirski genij je pri tem odigral ogromno vlogo. Pod Arhimedovim vodstvom so Sirakužani zgradili številne vojaške stroje in Rimljanom nudili velik upor. Vendar pa je bil vojaški pritisk

prevelik. Arhimed je padel skupaj s svojim rodnim mestom. Ob zavzetju Sirakuz ga je ubil rimski vojščak. Tako je bil prva neposredna žrtev vojne med tistimi ljudmi, ki so se povsem in globoko posvetili znanosti.

Poleg matematike in mehanike se je Arhimed ukvarjal še z optiko in astronomijo. Ohranila se je legenda o tem, da naj bi Arhimed v borbi proti rimskemu ladjevju uporabljal vbokla zrcala, s katerimi naj bi zažigal oddaljene ladje s fokusiranjem sončnih žarkov. Napisal naj bi veliko delo o optiki pod naslovom *Katoptrika*. Iz odlomkov, ki so jih po Arhimedovi smrti o njem napisali stari avtorji, je razvidno, da naj bi Arhimed dobro poznal zažigalne lastnosti vboklih zrcal, da je delal poskuse z različnimi zrcali in poznal lastnosti slik ravnih, vbočenih in izbočenih zrcal.

Ko na tem mestu ravno govorimo o optiki starega veka, naj povemo, da so stari učenjaki, med njimi tudi Arhimed, opravili vrsto zanimivih poskusov o lomu svetlobe. Lomnega zakona v natančni obliki niso poznali. Veliki astronom starega veka Klavdij Ptolemaj, ki je s čudovito spretnostjo izdelal teorijo gibanja planetov po geocentričnem sistemu, je opravil tudi dovolj natančne meritve vpadnih in lomnih kotov svetlobe pri prehodu iz zraka v vodo in steklo. Iz svojih raziskovalnih podatkov sicer ni izpeljal lomnega zakona, je pa prišel do zaključka, da je lomni kot sorazmeren vpadnemu kotu (v bistvu pa gre za sinuse kotov, kar so odkrili šele v 16. stoletju).



Klavdij Ptolemaj, starogrški oz. egipčanski astronom, matematik, geograf in fizik (? , ok. 75 – Aleksandrija, ok. 170) in njegov geocentrični sistem, ki se je v znanosti obdržal celo poldrugo tisočletje.

Na zaključku se ustavimo še pri rezultatih Arhimedovega raziskovanja na področju astronomije. Arhimed je trdno menil, da je Zemlja okrogla. Pripovedujejo, da je sestavil astronomsko kroglo (zvezdni globus), ki so jo Rimljani odpeljali iz Sirakuz kot vojni plen, da je precej natančno ocenil zorni kot Sonca in napisal delo *Psammit* (*Peščeni račun*; izgubljeno), v katerem je

izračunal število peščenih zrn v vesolju. Dobljeni rezultat v današnji številski obliki se izraža s številom 10^{63} . Razen tega naj bi se v Arhimedovih razmišljanjih oz. v njegovem izgubljenem prispevku prvič v zgodovini znanosti slišalo o dveh sistemih (modelih) sveta, o geocentričnem in heliocentričnem. Oba sistema naj bi tudi primerjal med seboj. Dobro je poznal Aristarhovo delo. Zato sporoča, da Aristarh predlaga dosti večji svet; da zvezde in Sonce mirujejo, Zemlja pa se giblje okrog Sonca po krožnici, ki poteka na sredi med Soncem in sfero nepremičnih zvezd. Pri tem privzema, da je vesolje končno in verjetno dosti večje, kakor se je njemu uspelo dokopati s svojimi računi.

Kranj – Zlato Polje, 12. 6. 2017

Marijan Prosen