

VESOLJE IN LJUDJE

I. del

Načini raziskovanja in dosežki astronomov so vredni največjega spoštovanja in občudovanja.

D. F. Arago (1786–1853), francoski fizik, astronom in politik, blesteč popularizator znanosti, direktor Pariškega observatorija. Na njegov predlog je U. Leverrier pregledal nepravilnosti v Uranovem gibanju in odkril planet Neptun leta 1846.

Pot od neznanja do znanja je dolga in težavna. Znanje o okolnem svetu, o Zemlji in Vesolju, si človek pridobiva polagoma, po delih, nikoli naenkrat, v celoti in v dokončni obliki. Nepopolno in nedokončno znanje stalno izpopolnjujemo, ga nadomeščamo z novimi podatki. Do dokončnega znanja o Vesolju ne moremo priti, saj se vse neprestano spreminja. Tudi ta hip. Brez Arhimeda in Evklida ne bi bilo Newtona in Gaussa, brez njiju ne Einsteina; brez Aristarha, Hiparha in Ptolemaja ne bi bilo Kopernika, Keplerja, Galileja, brez njih ne Herschla, Leverrierja, Hubbla in seveda še številnih drugih pomembnih astronomov. V kratki nanizanki Vesolje in ljudje bomo spregovorili o nekaterih znanih in manj znanih astronomih, ki so na različne načine raziskovali vesolje. Vsega seveda ni mogoče nikoli povedati. Gre za zanimive utrinke iz zgodovine astronomije od okoli 1000 let pred našim štejetjem do danes, poljudno in preprosto napisanih za najširši krog bralcev. V podrobnosti se ne bomo spuščali. Primerno že za drugo triado osnovne šole.

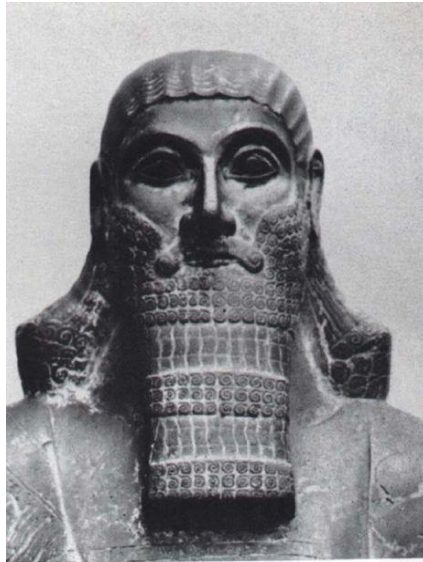
Avtor: Marijan Prosen

Asirci

Ob reki Tigris je pred okoli 3000 leti stalo veliko in bogato mesto Ninive. Še v 8. stoletju pr. n. š. je bilo glavno mesto mogočnega asirskega kraljestva. Leta 612 pr. n. š. so Medijci in Babilonci zasedli Asirijo. Ninive so razrušili in požgali. Porušeno mesto je gorelo več dni, prebivalci so se razbežali. Razvaline je polagoma prekrila zemlja. Po dveh stoletjih ni nihče več vedel, kje je stalo to mogočno mesto.

Sredi 19. stoletja je angleški raziskovalec davne preteklosti A. H. Layard začel razkopavati hribčke blizu vasi Kujundžik na levem bregu reke Tigris (Irak). Pod zemeljsko plastjo je naletel na razvaline. Odkril je dvorec asirskega kralja Asurbanipala (668–628 pr. n. š.). Našel je lego starodavnega mesta Ninive.

Odkopali so okoli 30.000 glinastih ploščic (tablic) v velikosti okoli 17cm×22 cm. Na njih so bili napisani drobni klinopisni znaki. Takšno klinopisno pisavo ali klinopis so uporabljali že davni narodi Mezopotamije, npr. Sumeri in Babilonci. Vsak znak je bil sestavljen iz majhnih različnih klinov in je v raznih kombinacijah označeval zlog ali pa besedo. Da bi se glinaste ploščice ohranile, so jih ožgali ali posušili na soncu.



Asurbanipal, zadnji asirski kralj – znal je pisati in brati. Slika je s spleta.

Sprva so menili, da glinaste tablice ne predstavljajo večje znanstvene vrednosti. Bolj so jih zanimali razni lepi odkopani predmeti in reliefi na stenah dvorca. Vseeno so ploščice poslali v Britanski muzej v London. Dvajset let so tam ležale nepregledane, saj so se ta čas znanstveniki-zgodovinarji šele učili dešifriranja mezopotamskega klinopisa. Ko so se naučili pisavo brati, so ugotovili, da gre za dragoceno odkritje. Prebrali so tablice iz Asurbanipalovega dvorca in odkrili celo knjižnico, ki je bila skrbno in spretno organizirana. Asurbanipal je poznal pisavo in znanost svojega časa. Ukazal je, da so naredili kopije vseh »glinastih knjig«, ki so se hranile v različnih knjižnicah in arhivih svetišč Babilona in drugih pomembnih mest davne kulturne Mezopotamije. Te knjižnice so hranile različne podatke za več stoletij. Na Asurbanipalovem dvorcu je bilo tako zbranih nekaj tisoč »glinastih knjig«, sestavljenih iz številnih »glinastih listov« - tablic. Na vsaki je bilo napisano ime knjige in število lista. V knjižnici so bile knjige razvrščene po določenem vrstnem redu glede na posamezna področja znanosti. Da bi našli iskano knjigo, so bili na razpolago sezname, kjer je bilo navedeno ime knjige, število tablic in število vrst v vsaki tablici. Vsebina glinatih knjig je bila različna: slovnica, kronika pomembnejših zgodovinskih dogodkov Babilonije in Asirije, pogodbe med državami, zakoni, dogovori o gradnji kraljevih dvorcev, sezname narodov, ki so bili pod asirsko oblastjo, postopek o dajatvah (davkih), spisi o medicini, živalih, rastlinah in

rudninah, knjigovodske knjige kraljevih gospodarstev, različne pogodbe ob nakupu hiše ali sužnjev itn. Glinaste tablice so učenjakom veliko povedale o zgodovini, kulturi, znanosti, gospodarstvu in religiji narodov davne Mezopotamije.



Mezopotamski zigrat kot svetišče, masivna zgradba v obliki terasaste stopničaste piramide, od koder so z vrha svečeniki opazovali Sonce in zvezdno nebo. Slika je s spleta.

V Asurbanipalovi knjižnici, največji v svojem času, so bile zbrane knjige, ki so vsebovale rezultate znanstvenih dosežkov Sumercev, Babiloncev in Asircev. Babilonski in asirski svečeniki so dobro obvladali matematiko. Že v začetku drugega tisočletja pr. n. š. so reševali dokaj zahtevne geometrijske naloge v zvezi z merjenjem ploščin, znali so sestavljati načrte mest, dvorcev in svetišč.

V knjižnici so hranili tudi dela iz astronomije. Večinoma gre za kopije starejših knjig, sestavljenih pred več kot tisoč let pred Asurbanipalom. Iz teh knjig je možno slediti začetek in razvoj njihove astronomije. V Mezopotamiji so pri svetiščih gradili večnadstropne stolpe (zigrate). Z vrha stolpov, kjer je bila zvezdarna, so svečeniki opazovali vesoljska telesa in pojave.

Babilonci in Asirci so znali izračunati čas nastopa Luninih in Sončevih mrkov, poznali so gibanja vesoljskih teles, vidnih s prostim očesom. Tako so že razlikovali planete od zvezd. Za Venero (Ištar) so že vedeli, da se prikazuje ali zjutraj kot Danica ali zvečer kot Večernica. To so stari Grki ugotovili šele tisoč let za njimi. Na osnovi opazovanj gibanja Sonca, Lune in zvezd so svečeniki sestavljali koledar. Ta je v glavnem napovedoval čas nastopa poplav ali upadanje voda, kdaj je treba začeti s poljedelskimi deli itn. Tudi o nastanku in zgradbi Zemlje so imeli zelo domišljajske predstave. Seveda je bila asirsko-babilonska astronomija neposredno povezana z astrologijo, ki je skušala napovedovati prihodnost po zvezdah.

Aleksandrijci

Aleksandrija je bila glavno mesto pozno faraonskega ali ptolemajskega Egipta. Pred dobrima dvema tisočletjema je štela nekaj sto tisoč prebivalcev. Osnoval jo je eden od vojskovodij Aleksandra Velikega – Ptolemaj I Soter, ki je zavzel Egipt, sosednjo Kireno, del Sirije, otok Ciper in vrsto dežel v Mali Aziji. Grki - Heleni so prinesli v zasedene dežele bogato kulturo in številna znanja. Tako se je tu razvila helenistična kultura, njeno znamenito središče pa je postala prav Aleksandrija.

Faraon Ptolemaj I in njegovi nasledniki so zelo podpirali razvoj znanosti in umetnosti. V Aleksandriji so zgradili Muzej, tj. znanstveno ustanovo, posvečeno muzam, danes bi rekli univerzo. V sklopu Muzeja so postavili prvo javno knjižnico v zgodovini človeštva. Obiskovali so jo lahko tako meščani Aleksandrije kot tudi tujci, ki so prišli iz bližnjih in daljnih dežel. Muzej je imel še botanični in zoološki vrt, kemijski laboratorij in tudi astronomski observatorij.

Do 3. stoletja pr. n. š. je bilo v grškem jeziku napisano ogromno del. Med njimi so bili spisi iz različnih področij znanosti, tehnike, kmetijstva in posebno veliko umetniške literature. Vsa dela (spisi) so bila le v rokopisih. Običajno so jih imeli zasebniki. Posameznih izvodov je bilo malo. Zato so bili dragoceni in dragi.

Takrat so pisali ali na dolge liste, ki so jih zlepili iz razrezanih stebel trsta, tj. na papirus, ali pa na poseben način obdelano kožo, tj. pergament. Vsak večji kos spisa, to je poglavje, so spravili v posamezen zvitek. Dolgi zvitki so vsebovali knjigo.

Ptolemajci so pošiljali svoje pooblaščenca v številne dežele tedanjega kulturnega sveta, da so tam nabirali in kupovali dela v grškem jeziku. Vse rokopise je pregledal upravnik knjižnice, za katero so sezidali mogočno stavbo, ki je imela obliko pravokotnika. Z vseh štirih strani so jo krasili lepo izdelani stebri, med katerimi so stali kipi najpomembnejših pisateljev in učenjakov. Vhod je vodil v veliko marmorno dvorano, kjer so bile postavljene mize za branje in pisanje, poleg njih pa udobna ležišča, kajti aristokratski Grki so pri branju radi poležavali na mehkih posteljah.

V aleksandrijski knjižnici je v začetku prvega stoletja pred našim štetjem skupno število zvitkov štelo skoraj 700 000, kar je približno 200 000 današnjih knjig. Tu so bila v celoti zbrana dela velikih grških dramatikov – tragedije Ajshila, Sofokla in Evripida, komedije Aristofana in Menandra ter pesmi drugih znamenitih pesnikov preteklosti. V biblioteki je bilo na tisoče zgodovinskih del, ki so opisovala življenje in razmere v velikih državah in tudi v posameznih

mestnih državicah in mestih starega veka. Ohranila so se dela starogrških zgodovinarjev Herodota, Tukidida in Polibija.



Aleksandrijska knjižnica. *Slika je s spleta.*

Delovanje knjižnice je bilo pomembno za razvoj znanosti in kulture. Pedagogi, pesniki, pisatelji, umetniki, vojaške osebe in drugi učenjaki so tam dobili možnost, da proti plačilu lahko proučujejo svojo specialnost, se seznanijo z življenjem in kulturo sodobnih ljudstev in ljudstev preteklosti.

V svojem prvotnem videzu je Aleksandrijska knjižnica obstajala približno dvesto let. Leta 47 pr. n. š. je vojska rimskega vojskovođe Julija Cezarja vdrla v Aleksandrijo. V knjižnici je nastal velik požar. Večji del knjig je zgorel. Še vedno številne preostale zvitke je kot vojni plen zaplenil Cezar in jih odposlal v Rim, toda ladja je z zvitki vred potonila. Ob koncu četrtega stoletja našega štetja, v času srditih bojov kristjanov s privrženci starih verovanj, so se sesuli še zadnji ostanki knjižnice. Tolpe fanatičnih kristjanov so njene zaklade skoraj v celoti uničile. Ostanke znamenite zbirke stare literature so dokončno uničile v 7. stoletju vojaške horde arabskega kalifata, ko so leta 641 zasedle Aleksandrijo.

V Muzeju oziroma knjižnici so se ukvarjali z znanstvenim delom znameniti učenjaki tega časa, kot npr. anatom in zdravnik Hierofil, fizik in matematik Heron, matematika Evklid in Arhimed itn. Zelo vestno so nabirali dela eksaktnih znanosti (matematika, fizika, astronomija), naravoslovja (botanika, geografija), tehnike, arhitekture, zgodovine, filozofije, filologije, zgodovine, literature ter vojaške in medicinske spise. Med številnimi učenjaki nadalje v preglednici omenjamo le astronome.

Pomembnejši astronomi, ki so delovali v Aleksandriji

Aristil in Timoharis sta izdelala prvi katalog zvezd (okoli –270). Aristarh iz Samosa je bil prvi heliocentrik (okoli –280). Hiparh iz Nikeje ali Rodosa (–190 do –125) je bil največji antični opazovalec neba. Konon je sestavil prvo ozvezdje (Berinikini kodri). Arhimed iz Sirakuz (–287 do –212) je deloval tudi kot astronom. Eratosten iz Kirene (–276 do –194), upravnik aleksandrijske knjižnice, vsestranski učenjak, je za izboljšanje koledarja predlagal prestopno leto na vsake štiri leta, podal prvi opis in karto vsega tedaj znanega sveta in izmeril polmer Zemlje. Arat je podal najstarejši opis ozvezdij (–270), kot jih poznamo danes. Klavdij Ptolemaj (90–160), hkrati astronom, matematik, geograf in optik, je v Aleksandriji delal od 127 do 151 in oblikoval znameniti geocentrični sistem sveta z Zemljo v središču vesolja. Hipatija pa je prva astronomka, matematičarka in filozofinja, ki je umrla leta 415 kot žrtev naščuvane krščanske množice.



Utrinek iz aleksandrijske astronomske šole. Slika je s spleta.

Že med astronomi starih časov lahko opazimo dva tipa znanstvenikov, to je praktike - opazovalce in teoretike - mislece, računarje. Prvi so opravili številna in za tisti čas natančna astronomska opazovanja, odkrivali so nove

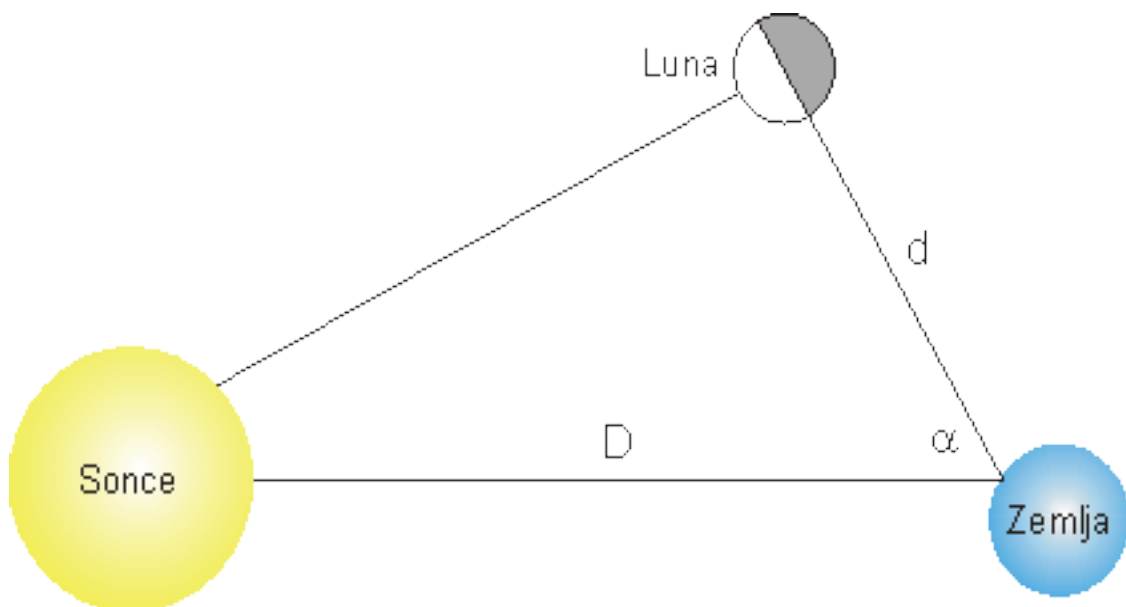
nebesne pojave, drugi pa so želeli teoretično obrazložiti nova odkritja in izdelali čim zanesljivejše teorije, ki bi znanstveno pojasnjevale opazovane pojave. Tipični primer dveh takšnih znanstvenikov sta Hiparh in Ptolemaj. Prvega imamo za največjega antičnega opazovalca nebesnih pojavov, drugega pa največjega teoretika, ki je izdelal splošno geocentrično teorijo o gibanju planetov, kar je znanost uporabljala skoraj petnajst stoletij.

Od vseh aleksandrijskih astronomov bomo na kratko opisali le dela Aristarha, Hiparha, Ptolemaja in Arhimeda.

Aristarh

Že pred Aristarhom so opazovali Lunine mene. Toda nihče ni pomislil, da bi iz takšnih opazovanj kaj posebno pomembnega izmeril. To je naredil Aristarh. Izmeril je oddaljenost Sonca od Zemlje.

Takole je razmišljal. Luna je temno telo in odbija svetlobo, ki prihaja s Sonca. Zemlja je v primerjavi z razdaljo Lune od Zemlje zelo majhna. Kadar vidimo polovico Lune osvetljene, to je ob prvem ali zadnjem kraju, gre ravnina, ki deli osvetljeni in neosvetljeni del Lune skozi opazovalčevo oko na Zemlji.



Princip Aristarhove meritve oddaljenosti D Sonca od Zemlje. Ugotovil je: $D = 19 d$. Slika ni v pravilnem merilu. Je le za razmišljanje.

Aristarh je opazoval Luno s prostim očesom. Natanko ob prvem krajcu je meril kot α med smerema Zemlja–Luna in Zemlja–Sonce in izmeril 87° . V opazovanem trenutku je kot med smerema Luna–Sonce in Luna–Zemlja pravi kot, torej enak 90° . Ker je trikotnik SLZ (Sonce-Luna-Zemlja) pravokoten, sledi, da je kot med smerema Sonce–Luna in Sonce–Zemlja, enak $90^\circ - 87^\circ = 3^\circ$. V primeru, da bi izmeril kot α enak 90° , bi to pomenilo, da je Sonce neskončno daleč. Ker pa je kot α manjši od 90° , mora biti Sonce v končni razdalji od nas. Tako je Aristarh ocenil, da je Sonce 19 krat ali okroglo 20 krat bolj oddaljeno od Zemlje, kakor je Luna.



Aristarh (otok Samos, 310 pr. n. š. – Aleksandrija, 230 pr. n. š.) – pri razmišljanju.

Oddaljenost Sonca od Zemlje je bila prva razdalja med dvema vesoljskima telesoma, ki jo je iz opazovanj izmeril kak astronom. Rezultat je nenatančen, kar 20 krat premajhen, a temelji na pravilnem načinu razmišljanja in sklepanja ter jasni geometrični predstavi. Vzrok za slab rezultat je v izvedbi, v nenatančnosti meritev, ker je opazoval s prostim očesom in naredil napako. Še celo z današnjimi daljnogledi zelo težko ugotovijo trenutek, ko vidimo Luno ravno na pol osvetljeno. Kot LSZ ob prvem krajcu namreč ne meri 3° , ampak veliko manj, komaj $9'$ (kotnih minut). To pomeni, če preračunamo, da je Sonce kar 400 krat bolj oddaljeno od Zemlje, kot je Luna.

Aristarhovo vrednost za oddaljenost Sonca od Zemlje so astronomi splošno privzeli in je niso spreminjali 1800 let, dokler se niso uveljavili natančnejši merski načini določanja te oddaljenosti. Danes je ta oddaljenost, ki ji rečemo astronomska enota, znana z veliko natančnostjo. Meri $149,6 \times 10^6$ km ali okroglo 150 milijonov km.

Če oddaljenost Sonca od Zemlje delimo s 400, to je 150 000 000 km : 400, dobimo 380 000 km. Toliko pa meri oddaljenost Lune od Zemlje.

Aristarh je iz meritev tudi dognal, da je Sonce dosti večje od Zemlje. Zato se mu je zdelo malo verjetno, da bi večje Sonce krožilo okrog manjše Zemlje, kot so tedaj menili, ampak da je ravno obratno, da Zemlja kroži okrog Sonca. Tako imamo Aristarha za prvega heliocentrika, za prvega astronoma, ki je predlagal, da Zemlja kroži okrog Sonca in da je Sonce v središču vesolja.

Hiparh

Hiparh je najverjetneje večino svojega življenja preživel na otoku Rodosu, kjer si je zgradil zvezdarno. Najbrž je nekaj časa deloval tudi v Aleksandriji, tedaj največjem kulturnem in znanstvenem središču. Le eno in še to ne prvorazredno njegovo delo se je ohranilo, čeprav naj bi jih napisal okoli petnajst. O pomembnih Hiparhových delih zremo iz spisov drugih avtorjev, predvsem Ptolemaja.



Hiparh (Nikeja, Mala Azija, 190 pr. n. š. – Rodos, ok. 125 pr. n. š.), velikokrat imenovan oče astronomije, brez dvoma pa eden največjih astronomov starega veka. Objavil je le tisto, kar je bilo mogoče izmeriti.

Hiparha imajo za največjega astronomskega opazovalca antike. Bil je odličen računar, o čemer pričajo njegove tablice o gibanju Sonca in Lune.

Najpomembnejša so njegova dela na področju opazovalne astronomije. Pri opazovanjih je uporabljal kotomerne instrumente, kot so npr. križna palica, kvadrant, astrolab, gnomon, armilarna sfera. Tehniko opazovanj je izdelal do take popolnosti, da je pri določanju lege nebesnih teles dosegel natančnost precej pod kotno stopinjo.

Hiparh je imel Zemljo za središče vesolja. Ugotovil je neenakomernost v gibanju Sonca po ekliptiki, kar je posledica neenakomernega kroženja Zemlje okrog Sonca. To neenakomernost je pojasnil tako, da je središče krožnice, po kateri se giblje Sonce okrog Zemlje, postavil nekoliko izven središča Zemlje. Tako se opazovalcu, ki opazuje z Zemlje, zdi, da se v bolj oddaljenih delih krožnice Sonce giblje počasneje kot v bližnjih, čeprav se v grobem giblje skoraj enakomerno. Na ta način je sestavil Sončeve tablice, po katerih je bilo možno ugotoviti lego Sonca na nebu za poljuben čas med letom.

Hiparh je podobno poskušal pojasniti tudi neenakomernost v gibanju Lune. To mu ni uspelo. Lunino gibanje je dosti bolj zamotano od Sončevega. Zaradi motenj s strani Sonca, Zemlje in planetov Lunin tir neprestano spreminja svojo obliko in lego v prostoru. Kljub temu pa je s prostim očesom v Luninem gibanju zasledil glavne nepravilnosti, kar so astronomi ugotavljali šele 1500 let pozneje.

Hiparh je izmeril oddaljenost Lune od Zemlje in polmer Lune. Ugotovil je, da je oddaljenost Lune od Zemlje enaka 59 polmerom Zemlje (današnja vrednost je 60 polmerov Zemlje), polmer Lune pa enak $\frac{3}{11}$ polmera Zemlje (današnja vrednost je 0,27 polmera Zemlje). Obe vrednosti, ki sta skoraj enaki današnjima, je pozneje navedel Ptolemaj v svojem delu Almagest. Prav tako je navedel tudi Hiparhovo vrednost za oddaljenost Sonca od Zemlje, to je 1.120 polmerov Zemlje, kar je v bistvu Aristarhova vrednost (19 razdalj Zemlja–Luna = 19×59 polmerov Zemlje = 1.120 polmerov Zemlje). Ta vrednost za oddaljenost Sonca od Zemlje pa je okoli 20-krat premajhna vrednost, kar smo povedali že pri Aristarhu.

Meseca julija 134 pr. n. š. je Hiparh opazil svetlo zvezdo v ozvezdju Škorpionja, ki je prej ni zasledil. Kmalu je mrknila in izginila z zvezdnega neba. To je bila prva nova (zvezda), odkrita v Evropi. Hiparh, ki je bil presenečen nad neobičajnim nebesnim pojavom, se je odločil, da podrobno pregleda in popiše vse svetlejšje zvezde. Izmeril je njihove nebesne koordinate in ocenil njihov sij.

Tako je nastal znameniti Hiparhov zvezdni katalog, najstarejši seznam zvezd, ki se je ohranil. Vsebuje podatke o 1022 zvezdah, razdeljenih na 48 ozvezdij. Prvič v zgodovini astronomije so zvezde po (navideznem) sijju razdeljene na 6 kategorij, na 6 zvezdnih velikosti oziroma magnitud. Najsvetlejšje zvezde je imenoval zvezde prve magnitute (velikosti), manj svetle druge magnitute, še manj tretje magnitute itn., s prostim očesom komaj vidne

pa zvezde šeste magnitute. Pozneje so uvedli še vmesne ocene sija in v tej skali so z rahlimi popravki vrednosti sija nebesnih teles v uporabi še danes. Njegov zvezdni katalog vsebuje 15 najsvetlejših zvezd prve magnitute, 45 druge, 208 tretje, 474 četrte, 217 pete in 49 šeste magnitute. V katalogu je navedenih še devet “medlih” zvezd in pet “meglic“.



Armilarna sfera, s kakršno je meril kote na nebu tudi Hiparh.

Ko je Hiparh primerjal koordinate svetlih zvezd iz svojega kataloga s koordinatami istih zvezd, ki sta jih izmerila njegova predhodnika, astronoma Aristil in Timoharis (3. stoletje pr. n. š.), je opazil razhajanje. Lege zvezd so se nekoliko spremenile. Zakaj je prišlo do te razlike? Hiparh je pojasnil, da zato, ker se je izhodišča nebesnega koordinatnega sistema, to je pomladišče, v tem času nekoliko navidezno premaknilo po ekliptiki proti zahodu, poln obhod po ekliptiki pa zaključi približno v 26 000 letih. Zato se polagoma spreminja videz zvezdnega neba v kakem kraju na Zemlji in skozi dolga stoletja človeštvo opazuje različne severnice (podrobnosti izpustimo). Premikanje pomladišča po ekliptiki je posledica Zemljine precesije, to je opletanja Zemljine vrtilne osi po plašču stožca zaradi privlačne sile Lune in Sonca. Torej je Hiparh posredno odkril precesijo Zemljine vrtilne osi, kar so lahko pojasnili šele po odkritju Newtonovega gravitacijskega zakona (leta 1687).

Hiparh je proučeval tudi gibanje planetov. Vendar se mu je zdelo njihovo gibanje tako zamotano, da se je vzdržal vsakršnih koli teoretičnih razlag. Ta težka naloga je čakala Klavdija Ptolemaja, ki jo je za tisti čas razmeroma uspešno rešil.

Ptolemaj

O Ptolemajevem življenju malo vemo. Ne vemo niti, kje in kdaj se je rodil. Nekateri menijo, da je bil v sorodu z dinastijo Ptolemajev, to je faraonov, ki so vladali Egiptu. A to je malo verjetno. Večino svojega življenja je preživel v Aleksandriji. Tu se je v glavnem ukvarjal s teoretičnim posploševanjem del svojih predhodnikov. Za razliko od Hiparha je bil Ptolemaj tipičen teoretični astronom. V prakso astronomskih opazovanj ni vnesel ničesar novega.



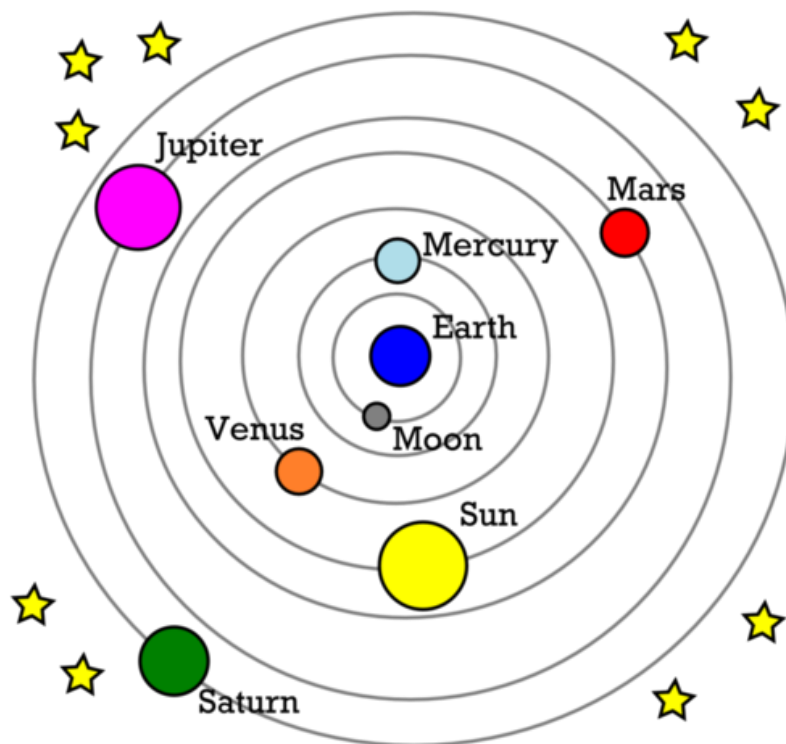
Klavdij Ptolemaj (Aleksandrija, okoli 90–168,) – s križno palico.

Okoli leta 150 je objavil svoje glavno delo *Veliki zbornik astronomije*, kjer je v enciklopedični obliki predstavil vse tedanje astronomsko znanje. Arabci so to knjigo imenovali *Almagest*, to je splošni pregled astronomije in pod tem naslovom se Ptolemajevo delo na splošno omenja v zgodovini astronomije.

Almagest sestoji iz 13 knjig - zvezkov. V njih razlaga ravninsko in sferno trigonometrijo, opisuje obstoječe astronomske inštrumente, navaja Hiparhov zvezdni katalog in različne matematične tablice, poda teoretične sheme, kjer pojasnjuje gibanje Sonca in Lune. V tem Ptolemaj ni bil originalen. Ponovil je skoraj vse, kar je bilo znanega že Hiparhu.

Glavna Ptolemajeva ideja je vsebovana v zadnjih petih zvezkih Almagesta. Tu je pojasnil znameniti *geocentrični sistem (sestav)*, imenovan tudi *Ptolemajev sistem* - največji teoretični dosežek stare astronomije. Poglejmo njegove osnovne poteze.

V središču vesolja je okrogla in nepremična Zemlja, okrog nje pa po istosrediščnih krožnicah, katerih skupno središče je središče Zemlje, po vrsti krožijo Luna, Merkur, Venera, Sonce, Mars, Jupiter in Saturn. Za Ptolemaja kot za vse njegove predhodnike in sodobnike je bil najvišja avtoriteta na področju naravne filozofije filozof Aristotel (4. stol. pr. n. š.). Po njem se vesolje deli na dva izrazito različna dela. Prvi je Zemlja in vse zemeljsko. Tu gospodarijo nepopolnost, smrt (minljivost) in razdejanje. Drugi del je nebo in vse nebesno. Tu vladajo popolnost, večnost (stalnost) in red. Idealno čista in popolna so vsa nebesna telesa. Prav tako popolna so tudi njihova gibanja. So idealna in nespremenljiva. Nebesna telesa se gibljejo enakomerno in po idealni krivulji, to je krožnici.



Ptolemajev geocentrični sistem (okoli leta 150). *Slika je s spleta.*

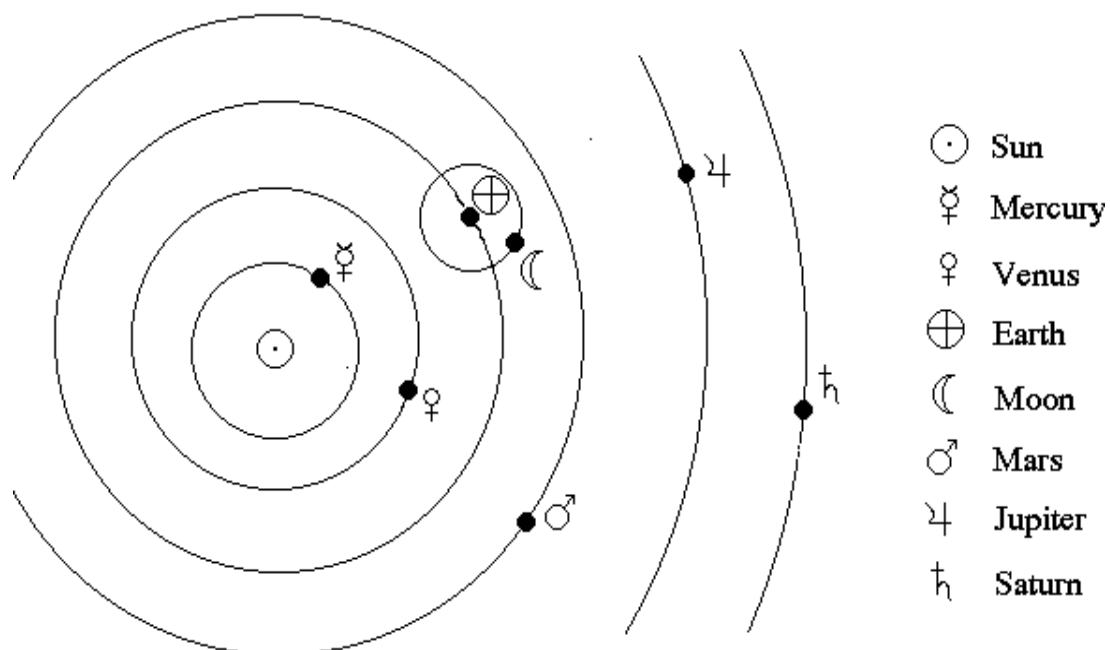
Ta velika zmota je stoletja zavirala razvoj astronomije in tudi drugih naravoslovnih ved. Trdno je bila zasidrana v glavah vseh astronomov od Ptolemaja do Kopernika. Šele Johann Kepler (17. stol.) si je upal poseči v to neomajno Aristotlovo avtoriteto. Za nebesna telesa je namreč vpeljal neenakomerna in nekrožna gibanja, in to, gibanja po elipsah.

Ptolemaj je pojasnil zapletena navidezna gibanja planetov. Predlagal je, da planeti krožijo enakomerno po majhnih krožnicah (epiciklih), središča katerih se enakomerno gibljejo okrog Zemlje po večjih krožnicah (deferentih). Če to upoštevamo, se zemeljskemu opazovalcu zdi, da planeti na ozadju daljnih zvezd opisujejo zamotane pentlje (zanke) in se gibljejo neenakomerno.

To je bila za tisti čas genialna rešitev problema. Neenakomerna in nekrožna gibanja je obravnaval kot rezultanto sestavljenih krožnih in enakomernih gibanj. Edino, kar bi mogli očitati sodobniki Ptolemaju, je to, da so se po njegovi teoriji planeti gibal okrog geometrijskih točk, središč epiciklov, ne pa okrog resničnih, fizičnih teles. Ta, že v začetku okorni sistem, so pozneje dopolnjevali in ga še bolj zamotali.

V stoletjih za Ptolemejem se je pokazalo, da so navidezna gibanja nekaterih planetov zelo zapletena in da en sam epicikel ne zadostuje za njihovo pojasnjevanje. V 13. stol. so npr. za planet Mars predlagali že kar 200 epiciklov. Sam Mars naj bi se gibal po dvestotem epiciklu, središče katerega naj bi krožilo po 199. epiciklu, središče katerega naj bi krožilo po 198. epiciklu, središče katerega ... Geocentrični Ptolemajev sistem je postal vse bolj zapleten, matematično težavno rešljiv in fizikalno nerazumljiv. Ko so se v 13. stol. v Toledu sestali pomembnejši astronomi tistega časa, je kastiljski kralj Alfonz X ob poslušanju astronomskih razprav izjavil, da če bi on prisostvoval pri nastanku sveta, bi svetoval bogu, da naj bi ga zgradil preprostejšega. Ta neprevidni bogokletni dovtip ga je stal krone.

Heliocentric Solar System Model



Kopernikov heliocentrični sistem (leta 1543). *Slika je s spleta.*

Ptolemajev geocentrični sistem se je zaradi močne podpore Cerkve obdržal vse do sredine 16. stoletja, to je do Kopernika, ki je zagovarjal heliocentrični sistem. Po njem se Zemlja in planeti gibljejo okrog nepremičnega Sonca enakomerno po krožnicah, Sonce pa leži v skupnem središču teh krožnic. Okrog Sonca krožijo najprej Merkur in Venera, nato Zemlja z Luno, potem pa še Mars, Jupiter in Saturn. To je bistvo heliocentričnega svetovnega sistema. Še Kopernik se ni mogel otresti idealnih gibanj. Zato je v začetku pravilno zasnovan heliocentrični sistem celo slabše pojasnjeval navidezna gibanja planetov kakor nepravilno zamišljen geocentrični. Te pomanjkljivosti je odpravil Kepler. Iz Brahejevih meritev je ugotovil, da se planeti gibljejo po elipsah okrog Sonca, v skupnem gorišču teh elips pa leži Sonce. Planeti se torej ne gibljejo okrog Sonca enakomerno, ampak neenakomerno. Ko so Soncu bliže, se gibljejo hitreje, ko so dlje, pa počasneje. Začetni udarec Ptolemajevemu sistemu je dal Kopernik sredi 16. stoletja, dokončno pa ga je porušil Kepler s svojimi tremi zakoni o gibanju planetov v začetku 17. stoletja.

Arhimed

Arhimedova slava je večna, čeprav vemo o življenju tega velikega znanstvenika razmeroma malo. Ohranilo se je le nekaj nametanih podatkov, da se je rodil v Sirakuzah na otoku Siciliji, da je bil njegov oče astronom, da se je odpravil na šolanje v Aleksandrijo, kjer se je srečal z astronomom in matematikom Kononom, matematikom in geografom Eratostenom, da se je vrnil v rodno mesto kot zrel matematik in tam deloval tudi kot gradbeni inženir, izumitelj in konstruktor vojaških naprav (katapultov) vse do svoje smrti, ko je bil na koncu Druge punske vojne ubit, da se je zadnja leta svojega življenja ukvarjal tudi z astronomijo in da so se njegova astronomska dela izgubila in so ohranjena le po pripovedih.

Rimski pisatelj Tit Livij (59 pr. n. š. – 17 n. š.) piše, da je bil Arhimed eden od pomembnih vodij obrambnega sistema (v dolžini okoli 20 km) rodnega mesta in da je sodeloval pri obrambi mesta. Verjetno je bilo nekaj dni obleganja Sirakuz, zadnji napad in vdor Rimljanov v mesto ter njegov padec, najbolj napet in pretresljiv del Arhimedovega življenja. Zaradi pomembne vloge pri obrambi mesta se zdi malo verjetno, da bi ga rimljanski vojak ubil ob zatopljenem študiju v pesku zarisanih krogov, ampak kar v neposrednem boju mož na moža.

V astronomiji se nam veliki um predstavi kot iznajdljiv in izvrsten opazovalec, ki je na primer določil zorni kot Sonca. Izračunal je tudi nekaj medplanetnih razdalj in že uporabil način zapisa zelo velikih števil. Kot

izumitelj pa je izdelal nebesni globus. Bil je učenjak, v katerem sta se prepletali teorija in praksa, ljubezen do opazovanja naravnih pojavov in njihovih posnemanj, saj je njegov nebesni globus prikazoval gibanja nebesnih teles.



Arhimed (Sirakuze, 287 pr. n. š. – Sirakuze, 212 pr. n. š.).

Ogledali si bomo astronomsko delo Arhimeda, kot se je ohranilo po pripovedih. Najbrž pa je naredil dosti več.

Arhimed je približno takole izmeril zorni kot Sonca. Na en konec ravnila s podstavkom je postavil pokončen valj. Takoj po vzidu Sonca je usmeril ravnilo proti Soncu. (Le ko je Sonce blizu obzorja, ga je mogoče neposredno gledati, pa še takrat moramo biti zelo previdni, saj sončna svetloba lahko poškoduje mrežnico našega očesa.) Opazoval ga je z drugega konca ravnila. Najprej je valj namestil tako, da je pri gledanju popolnoma pokrival Sonce. Potem je valj odmikal od očesa toliko časa, da je pri določeni razdalji ravno zaznal Sončevo svetlobo z leve in desne strani valja. Če si predstavljamo oko kot točko, lahko v tem primeru iz očesa narišemo tangenti na valj. Zorni kot Sonca je cenil za nekoliko večji od kota med tako dobljenima tangentama. Izmeril je dve vrednosti kota:

$\frac{1}{164}$ in $\frac{1}{200}$ pravega kota (preračunano 36' in 27'), med katerima naj bi ležala iskana vrednost za zorni kot Sonca. Rezultat Arhimedovih meritev je fantastičen, če samo pomislimo, da je dejanska vrednost zornega kota Sonca 32' in torej leži med obema mejnima vrednostma. Arhimed še ugotavlja, da popolnoma natančno tega kota ni mogoče izmeriti. Upošteva celo, da je opazoval Sonce s površja Zemlje in ne njenega središča.

Način merjenja zornega kota Sonca in razpravljanje o rezultatu (natančnosti) meritev nam pripovedujeta o Arhimedu kot opazovalcu in o napravah, ki so jih uporabljali astronomi tega časa. Vidimo, da je bil Arhimedov kotomer primitiven inštrument, način merjenja pa je bil neoporečen. V primeru, da bi povečal razsežnosti valja in ravnila, bi bilo mogoče precej zblížiti mejni

vrednosti izmerjenega zornega kota Sonca. Poučno je, da je za masko, ki zasloni Sonce, Arhimed uporabil valj in ne pravokotniško deščico. Očitno je veliki učenjak hotel na ta način odpraviti napake, ki bi lahko nastale pri ne pravokotni legi deščice glede na zorno smer. Pokončni valj pa zagotavlja stalnost navidezne oblike maske neodvisno od smeri gledanja.

Zanimiv je Arhimedov svetovni sistem. V središče je postavil Zemljo. Okrog nje krožita Luna in Sonce, okrog Sonca pa krožijo najbližji planeti Merkur, Venera in Mars. Polmeri teh planetnih tirov so si med seboj v razmerju 1 : 2 : 4. Zanimivo je, da je to razmerje zelo blizu resničnosti. Arhimedovi računi za polmere tirov drugih dveh planetov, ki se gibljeta okrog Zemlje, pa so bili napačni.

Arhimed naj bi izdelal tudi nebesni globus, ki so ga nekateri imeli za veliko mojstrovino. Na njem so lahko prikazovali gibanje Sonca, Lune, zvezd in planetov. Osnova mehničnega dela globusa je bil običajni zvezdni globus, na površino katerega je nanesel zvezde, obrise ozvezdij, nebesni ekvator in ekliptiko, vzdolž ekliptike pa razporedil dvanajst zodiaških ozvezdij, čez katere poteka letno gibanje Sonca. Globus je pričvrstil na os, ki je bila usmerjena proti severnemu nebesnemu polu (Severnici) in se je do polovice pogreznil v obroč, ki je predstavljal obzorje. Nebesni globus so uporabljali kot vrtljivo karto zvezdnega neba.

Arhimed je s pomočjo posebnega mehanizma lahko premeščal makete svetil in tako sestavil svojevrsten planetarij, ki je najbrž prikazoval navidezna gibanja planetov in celo Lunine mene. Menijo, da v antični dobi ni bilo mehanizma, ki bi bil po natančnosti boljši od Arhimedovega globusa. S tem lahko pojasnujemo navdušenje pisateljev in pesnikov o Arhimedovem izdelku, vendar pa so najbrž nekoliko pretiravali tako glede zamotanosti in tudi njegove uporabnosti.

Arhimed je neprimerno več naredil v fiziki (mehaniki trdih teles in tekočin, optiki) in matematiki (število π , kvadratura parabole, izračun prostornine valja in krogle, itn.), kar si lahko preberete v knjigah ali na spletu. Tu smo ga skromno predstavili le kot astronoma. A še v astronomiji je po pripovedovanju naredil take stvari, ki mu jih lahko zavidamo in samo občudujemo.

Enheduanna

Katera je bila in kdaj je živel prva oziroma najstarejša znana astronomka v zgodovini znanosti ali človeške civilizacije sploh? Katera je bila druga, katera tretja? To so zanimiva vprašanja. Včasih smo mislili in bili prepričani, da je to bila slavna Grkinja helenistične dobe Hipatija (370–415), zdaj vemo, da sta bili vsaj še dve pred njo.

Hipatija je na aleksandrijski univerzi oziroma knjižnici predavala astronomijo, matematiko in filozofijo, ukvarjala se je še z medicino. V Aleksandriji je imela tudi politični vpliv. Bila je odlična govornica. Povemo še, da je bila očarljivo lepa ženska, krepostna in pametna. Njena predavanja so bila izbrušena, zanimiva, lepo oblikovana in zelo priljubljena. Poslušali so jih tako kristjani kot nekristjani. Kot poganko, verno tradicijam svojih prednikov, pa so jo na njenih predavanjih stalno šikanirali. Posebno kristjani so bili grobi do nje, jo dražili in ji grdo nagajali tudi, ko je bila izven knjižnice. Njeno življenje se je končalo žalostno. Bila je žrtev verskega nasilja. Umrla je v velikih mukah na ulici. Nekega dne leta 415 so jo naščuvani kristjani najprej kamenjali do smrti, potem pa razmesarili in zažgali na grmadi (podrobnosti nasilja izpustimo).



Hipatija – domišljjski portret iz leta 1908 .

Odkril sem še astronomko, ki je živel v 2. stoletju pred našim štetjem. To je bila Aglaonika ali Aganika iz Tesalije. Zapisana je kot prva astronomka antične Grčije. Pripovedujejo, da je znala predvideti, kdaj Luna izgine z neba oziroma napovedati, kje in kdaj bo nastopil Lunin mrk. Imeli so jo za čarovnico. Aglaonika je živel sedem stoletij pred Hipatijo, vendar ni najstarejša astronomka.



Najpogosteje prikazana slika na spletu ob geslu Aglaonika.

Daleč najstarejša znana astronomka, absolutna rekorderka, starejše znane astronomke v zgodovini človeštva ni mogoče odkriti, pa je mezopotamska, natančneje akadaska astronomka Enheduanna (okoli 2285–2250 pr. n. št.).



Enheduanna.

Vse slike so s spleta.

Bila je princesa, hči akadskega kralja Sargona, ki je kot prvi vladar združil severno (Akadijce) in južno (Sumerce) Mezopotamijo. Služila je kot visoka svečenica luninega božanstva Nanna. Kot kraljeva hči in visoka svečenica je imela veliko politično in posvetno moč v državi. Bila je izredno nadarjena, izobražena in ustvarjalna ženska ter v veliko pomoč očetu pri vladanju. Je tudi prva po imenu znana avtorica duhovnih pesmi in prva skladateljica hvalnic njihovim božanstvom in svetiščem. Svečeniki so bili vedno povezani z nebom, tako dnevnim kot nočnim. Opazovali so Sonce, Luno, zvezde in druga nebesna telesa in pojave. Bili so prvi astronomi, daljni predhodniki današnjim. Zato Enheduanno kot visoko svečenico lahko mirne duše predstavimo oziroma proglasimo za najstarejšo po imenu znano astronomko v zgodovini človeštva. Tako jo navajajo številni avtorji zgodnje zgodovinskih zapisov, enciklopedije in tudi internet.

Ulugbek

V srednjem veku so vzhodne dežele prehitevale Evropo v razvoju znanosti. Tako je na primer v Indiji in v arabskem kalifatu astronomija žela velike uspehe in je po natančnosti opazovanj prekosila nivo, ki so ga dosegli starogrški astronomi.

Indijska astronoma iz šestega stoletja, Aryabhata in Varahamihira, sta že menila, da je Zemlja okrogla in da se vrti okrog svoje osi, Brahmagupta (7. stol.) pa je izrekel mnenje, da Zemlja privlači druga vesoljska telesa. Tako se je približal misli o splošni medsebojni privlačnosti teles v vesolju, kar je pojasnil Newton šele 1000 let za njim.

Arabski astronomi Al-Battani (858–928), Abul-Vefa (940–998), Ibn - Yunus (950–1009) in drugi so neutrudno opazovali nebo. V navideznem gibanju Sonca, Lune in planetov so ugotovili značilnosti, ki se niso skladale s Ptolemajevim geocentričnim sistemom. Čeprav so prišli v protislovje s Ptolemajevim naukom, ga niso ovrgli. Dopolnili so ga in naredili natančnejšega. Pri opazovanju vesoljskih teles so dosegli veliko natančnost. Ukvarjali so se tudi z določitvijo polmera oziroma obsega Zemlje na podoben način, kot je to storil Eratosten v Aleksandriji.

Srednjeazijski učenjaki Al-Biruni, Hajam*, Tusi so bili veliki astronomi srednjega veka. Več stoletij je v nižinah reke Amur-Darje cvetela kultura Horezmske države. V prvi polovici 9. stol. je v Horezmu deloval znameniti učenjak Al-Horezmi, veliki matematik svoje dobe, eden začetnikov algebre, bil pa je tudi pomemben astronom. Zelo je izboljšal tabele o gibanju planetov (po Ptolemaju) in kotomerno napravo astrolab, ki so jo Ptolemaj in za njim vsi astronomi uporabljal za določevanje zemljepisne širine in dolžine iz opazovanj zvezd.

Najvidnejši horezmski učenjak Biruni je menil, da je Zemlja okrogla, da se vrti in da se vse, kar v naravi obstaja, spreminja po naravnih zakonih in ne po božjih zapovedih. Če Zemlja ne bi bila okrogla, ne bi mogli pojasniti trajanja dneva in noči in njuno spreminjanje med letom. Ko je izhajal iz pravilne predstave o obliki Zemlje, je določil njen obseg natančneje kot Eratosten in drugi arabski astronomi. Za obseg Zemlje je ugotovil 41 500 km (današnja vrednost je 40 000 km). Kritično je govoril o Ptolemaju. Dopuščal je tudi možnost, da se Zemlja giblje okrog Sonca. Tako si je že 500 let pred Kopernikom pravilno zamišljal zgradbo Osončja. Boril se je proti vmešavanju vere v znanstveno delo. Zaradi naprednih pogledov so ga muslimanski fanatiki preganjali in kar trikrat je moral zapustiti svojo domovino.



**Al-Biruni (Hiva, Horezm, zdaj Uzbekistan, 973 –
Gasna, zdaj Afganistan, 1048).**

V 11. in 12. stoletju je deloval veliki tadžikistanski poet, učenjak, filozof in astronom Omar Hajam*. Kakor Biruni je tudi Hajam učil, da je vesolje večno in le znanost ga lahko pomaga razumeti. V Azerbajdžanu se je v 13. stol. proslavil s svojim astronomskim delom Al-Tusi (1201–1274), ki je v Maragu postavil veličasten observatorij. Skupaj z drugimi astronomi je sestavil tablice leg planetov in zvezd natančneje od Hiparha in Ptolemaja. Bil je tisti, ki je vzhodne učenjake seznanil z dosežki starogrške astronomije.

Veliki učenjaki srednje Azije so bili razen mislecev o zgradbi vesolja tudi znameniti opazovalci. Posebno so se izkazali s svojimi opazovanji samarkandski astronomi v 15. stoletju. Z njimi je tesno sodeloval tudi vladar Samarkanda Ulugbek (Ulugh Beg, Ulugbeg), ki je bil tudi astronom.

Ulugbek je bil vnuk znamenitega osvajalca Timurja, ki je v drugi polovici 14. stoletja podjarmil srednjeazijske narode in vladal ogromnemu imperiju od Kitajske do Male Azije. Prestolnica te države je bil Samarkand. Sem so prihajali najboljši učenjaki, umetniki, gradbeniki, tu se je stekalo bogastvo in znanost. Samarkand je postal eden največjih, najlepših in tudi najbolj bogatih mest na svetu.

Po Timurjevi smrti je njegov ogromni imperij razpadel. Ulugbek je pozneje pod svojo oblastjo zedinil velik del srednje Azije. Bil je prosvetljeni vladar, ki ni pozabil na razvoj znanosti in umetnosti v svoji državi. V Samarkand je pripeljal učenjake in jim nudil najboljše pogoje za delo. Astronomom je zgradil veličasten observatorij. Tako velikega in dobro opremljenega observatorija še ni bilo do Ulugbeka in še dolgo časa za njim.

.....
* Več o Omarju Hajamu gl. na spletu: Knjižnica A. T. Linhart, Radovljica, Domoznanstvo.



Ulughbekov astronomski observatorij v Samarkandu, zgrajen v letih 1428-1429.



Mirzo Ulughbek (1394–1449) in del njegovega astronomskega observatorija v Samarkandu.

Poslopje tega observatorija na enem od gričev v okolici Samarkanda je presenečalo sodobnike s svojo velikostjo in sijajnostjo. Daljnogledov tedaj še niso imeli. Astronomi so opravljali svoja opazovanja s kotomernimi inštrumenti, s katerimi so merili lege nebesnih teles in navidezne razdalje med njimi. Astronomi na samarkandskem observatoriju so dosegli tako dobro natančnost

pri svojih opazovanjih, da je drugi še poldrugo stoletje niso presegli. Šele Tycho Brahe (druga polovica 16. stoletja) je meril natančneje.

Znamenito delo samarkandskih astronomov je bil zvezdni katalog, ki je obsegal natančne lege 1018 zvezd. Dolgo časa je bil to najpopolnejši in najnatančnejši. Evropski astronomi so ga prevedli šele pred dobrima dvema stoletjema. Prav tako so bile zelo natančne tudi samarkandske tabele o gibanju planetov.



Ulughbekov kip v Samarkandu.

Vse slike so s spleta.

Ulughbek je bil prosvetljeni vladar. V državi je ustanavljal šole, kjer so predavali svetovne znanosti. Bil je velik nasprotnik vere. Verski fanatiki so postrani gledali vladarja Ulughbeka - svobodomisleca in nevernika. V zaroti so ga ubili. Po njegovi smrti so preganjali znanost in učenjake, ki so morali zapustiti deželo. Muslimanski skrajneži so do tal porušili observatorij. Šele v začetku 20. stoletja so našli njegove ostanke in si tako mogli predstavljati to zares ogromno zgradbo v tistem času.

Roger Bacon

Poglejmo samo nekaj najpomembnejših del učenjakov od konca aleksandrijske dobe (leta 642), ko so mohamedanci zavzeli Aleksandrijo in popolnoma razdejali veliko knjižnico, do sredine 15. stoletja, ko je s svojimi deli zaznamoval čas in znanost Leonardo da Vinci.

V zgodnjem srednjem veku (7.–9. stoletje) so države Vzhoda prekašale Evropo v ekonomskem, znanstvenem in kulturnem razvoju. Ko je Biruni na primer prevedel Ptolemaja, izmeril obseg Zemlje, razmišljal o heliocentričnem svetovnem sistemu, je v Evropi gospodovalo naivno predstavljanje o Zemlji kot ravni plošči, nad katero se boči kristalna kupola. V 10. stoletju se začenjajo razvijati ekonomske in kulturne povezave med Evropo in Vzhodom. Od druge polovice 11. stoletja dalje so pri tem odigrale veliko vlogo križarske vojne, ki so Evropejcem prinesle nove informacije na gospodarskem, tehničnem, znanstvenem in kulturnem področju. Tudi razvoj obrti, rokodelstva in trgovine v Evropi je močno prispeval k oživljanju gospodarstva, kulture in znanosti. Začnejo »rasti« prve univerze, sprva v Španiji, kjer so že Arabci organizirali univerzo v Kordobi, potem v Italiji, Franciji, Angliji itn. Okoli 1200 se ustanovi pariška univerza, 1214 v Oxfordu, 1224 v Neaplju, 1229 v Palermu in Padovi, 1231 v Cambridgu itn.

Univerze srednjeveške Evrope so se razlikovale od današnjih. Osnovna oblika sporočanja znanja je bilo branje lekcij, branje teksta »ex cathedra« (iz katedra, frontalni pouk – učitelj govori, učenci morajo poslušati). Knjig, ki so bile inkunabule samice, je bilo malo in so bile drage. Branje in komentiranje bogoslovnih in znanstvenih del je bilo zato pomembno pri pridobivanju informacij. Predavanja so bila v latinskem jeziku. Do 18. stoletja je bila latinščina sploh mednarodni znanstveni jezik. V njem so pisali na primer Kopernik, Kepler, Newton in drugi, tudi naša Hallerstein in Vega.

Razvoj tehnike je vplival na napredek znanosti. Izdelovanje mehanskih ur, optičnih leč, zrcal, papirja, knjig itn. je odigralo veliko vlogo v razvoju naravoslovja. Prav tako tudi odkritje in praktična uporaba kompasa, ki se je začela davno v Stari Kitajski. V 11. stoletju so Kitajci že poznali magnetno deklinacijo (odklon). Arabski mornarji so pri plovbi uporabljali kompas od začetka 12. stoletja dalje, Evropa pa se je z njim spoznala v 12.–13. stoletju.

Na razvoj znanosti je pozitivno vplivalo tudi oživljanje antične znanstvene dediščine. V 12. stoletju se v Evropi pojavijo latinski prevodi Evklidovih Elementov, Ptolemajevega Almagesta, Arhimedovih del in del drugih grških učenjakov, pa tudi spisov arabskih avtorjev, kot npr. Al-Horezmija, Alhazna in drugih.

Ko je začela pešati znanost na Vzhodu, se je začela oživljati znanost na Zahodu. V zahodni Evropi so se začeli zanimati za arabsko znanost in umetnost. Tako so sredi 12. stoletja iz arabščine v latinščino prevajali dela Aristotla, Evklida, Arhimeda in tudi Al-Batanija, Al-Horezmija, Al-Farabija, Al-Kindija in drugih. Almagest je bil preveden iz grščine v latinščino leta 1160, iz arabščine pa leta 1175. Pri prevajanju je pomembno sodeloval tudi naš rojak Herman Koroški.

V tem času je nastalo tudi nekaj izvirnih astronomskih spisov. Astronom Arzachel (Al-Zarqali; 1028–1087) iz Toleda je bil nekaj predhodnik Keplerja, saj je domneval, da se planeti gibljejo okrog Sonca po elipsah. Prezrli so ga, ker je nasprotoval Ptolemaju. Pozneje je Alpetragius (Al-Bitrugi; + 1204) iz Sevilije predlagal, da zapleteni Ptolemajev sistem krogov in epiciklov nadomestijo s sestavom istosrediščnih krožnic. Ko je škotski astronom in matematik Michael Scot (1175–1235) okoli leta 1200 prevedel Alpetragijevo knjigo v latinski jezik, je bila to prva knjiga v Evropi, ki je pobijala Ptolemajev sistem.

Na univerzah je prevladovala sholastična znanost, osnovana na neznanstvenem principu, namreč da je resnica že odkrita v verskih spisih in delih bogoslovnih avtoritet (kamor so prištevali tudi Aristotla), dolžnost učenjakov pa je proučevati in komentirati to resnico. V takšnih pogojih se je znanost s težavo razvijala. Svobodno, samostojno misel so brezobzirno zatirali. Vendar pa so tudi v tem času živeli in delali ljudje, ki so iskali nove poti do znanja.

Takšen je bil angleški menih **Roger Bacon**. Študiral je na univerzah v Oxfordu in Parizu. Leta 1250 je vstopil med frančiškane in postal eden najpomembnejših znanstvenikov v svojem redu. Zaradi svobodomiselnega mišljenja so ga obsodili kot heretika in zaprli v ječo. Papež Kliment IV ga je osvobodil, odšel je v Francijo, kjer so ga spet preganjali in zaprli. Iz zapora je prišel šele v visoki starosti (leta 1288) in nato kmalu umrl.

Nasprotoval je misli, da je krožno gibanje edino naravno gibanje. Govoril je o plovbi okrog Zemlje. Ovrigel je Ptolemajev geocentrični sistem kot neznanstven in ga označil za napačnega. Po njem bi matematika morala biti temelj izobrazbe: »Samo matematika more usposobiti študenta za dojetje znanosti«, znanje pa si moramo pridobivati postopoma in s poskusi in opazovanji, na katere se lahko zanesemo, vse drugo je ugibanje.

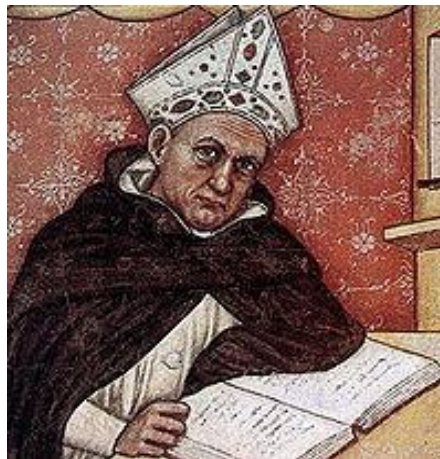
Je začetnik empirizma, to je, da verjamemo to, kar iz poskusa dojamemo z razumom. Odkrito je kritiziral metode sholastike in hkrati dajal največji pomen izkustvu in samostojnemu znanstvenem raziskovanju. »Nič ni nevarnejšega od neznanja.« Zahteva, da naj se znanost osvobodi avtoritet, loči od vere in da se ji omogoči večjo možnost razvoja.



Roger Bacon (1214–1294).

Bacon je zastopal misel, da mora znanost temeljiti na strogih dokazih in natančnemu poskusu, ki potrjuje teoretična razmišljanja, ne pa, da komentira mnenje avtoritet. Nastopal je proti Aristotlu. V tem smislu je bil nekakšen predhodnik Galileja. Neutrudno je eksperimentiral. Sam je opravljal kemične, optične in fizikalne poskuse pa tudi astronomska opazovanja. Poznal je delovanje camere obscure, povečavo konveksnih leč, lastnosti vboklih zrcal (npr. gorišče). Predvidel je tudi možnost izdelave optičnih naprav. Pri pojasnjevanju mavrice je naredil velik korak naprej, ko je pojav primerjal z mavričnimi barvami pri lomu svetlobe v kristalu, rosnih kapljicah, drobnih vodnih kapljicah pri škropljenju.

Tu se lahko spomnimo delovanja dominikanskega filozofa iz Saške, **Alberta Velikega**, ki je dosegel stopnjo »doctor universalis« in pozneje celo postal svetnik. Bil je sicer sholastik in teolog, a tudi velik naravoslovec. Naslanja se še na komentatorje Aristotlovih spisov, samostojno pa se bavi z matematiko, fiziko, botaniko, geologijo, astronomijo, Menil je, da je v naravoslovju treba raziskovati na osnovi poskusa.



Albert Veliki (Albertus Magnus, 1206–1280).

Angleški menih, astronom in matematik John de Hollywod, bolj znan kot Sacrobosco, je okoli leta 1230 izdal knjigo o astronomiji z naslovom *Sfera* (De Sphaera). V glavnem je vsebovala prevode in priredbe arabskih piscev, a je bila dalj časa glavna učna knjiga astronomije za študente. Pri obravnavanju astronomskih pojavov se je naslanjala na geocentrično Ptolemajevo sliko vesolja. Splošno gledano je posredovala kar dobre definicije za osnovne glavne kroge in točke na nebesni sferi: ekvator, pola, zodiak, ekliptika, meridijan, obzorje, zenit itn. *Sfera* je doživela čez 60 izdaj. Na holandskih in nemških šolah so jo uporabljali do 16. stoletja.

Od 13. do 15. stoletja je *Almagest* v dveh glavnih različicah krožil med matematiki. Poenostavljene verzije njegove vsebine so dobro služile široko učečemu občinstvu, posebno na univerzah. Prva verzija je bila Sacroboscova knjiga *Sfera*, druga knjiga pa je bila *Theorica planetarum*, ki jo je okoli leta 1260 napisal Italijan Campanus Novara (1220–1296). V *Teoriji planetov* je opisal gibanje planetov na stari način, saj je podatke vzel iz *Almagesta*, Toledskih tablic in del Arzachla.

V 14. stoletju se začne borba Cerkve s heretiki. Uvedejo mučenje ob zasliševanju. Obsodijo učenje mnogih in sežigajo njihova dela. Številni se morajo odreči svojim idejam. Vendar prodor znanstvene misli je neustavljiv. Svoj vrh glede astronomije doseže v nesmrtnem Kopernikovem delu *O kroženju nebesnih teles* leta 1543, kar pa pade že v začetek novega veka.

V 15. stoletju je bil pomemben znanilec nove dobe škof Nicole Oresme (ok. 1323–1382), ki se zavzema za moderno znanost in nasprotuje astrologiji, kardinal in veliki humanist Nikolaj Kuzanski (1401–1464), ki se je ukvarjal z matematiko in astronomijo, pa je nekakšen idejni predhodnik Kopernika, saj je učil, da se Zemlja giblje. Govoril je tudi o relativnosti resnice, češ, da človeški razum nikoli ne more odkriti popolne resnice.

Razvoj tehnike se je nadaljeval. V Evropi se pojavljajo prve mehanske astronomske ure (na zobato kolesje): v Padovi 1344, nato v Strasbourgu, v Pragi itn. Okoli leta 1440 pa se zgodilo eno največjih odkritij v zgodovini človeštva. Johann Gutenberg (ok. 1400–1468) je izumil tisk s premičnimi kovinskimi črkami. Knjiga kot nosilka informacij je človeku postajala vse bolj dostopna.

Sacrobosco

Razvoj tiska je pospešil dostop do pisnih astronomskih tekstov. Zelo znan astronomski pisec, ki je okoli leta 1470 natisnil knjigo v Nürnbergu, je bil Regiomontanus (1436–1476). Ena njegovih prvih tiskanih knjig vsebuje zloženko z vrtljivima ploščama iz lepenke za določevanje gibanja Lune. Šele po letu 1530 so na univerzi v Wittenbergu začeli izdajati astronomske knjige manjšega formata, dovolj poceni za študente, da so si lahko kupili svoj izvod.

Temeljni astronomski učbenik srednjega veka je že v 13. stoletju napisal angleški matematik in astronom John iz Holywooda. O njem vemo malo. Šolal se je v Oxfordu. Po študijih je vstopil v red svetega Avguščina. Pozneje je preživel večino svojega življenja v Parizu, kjer je bil profesor matematike na tamkajšnji univerzi. Tam je bil bolj znan po svojem latiniziranem imenu Johannes de Sacrobosco (Janez Svetogozdniški) ali na kratko Sacrobosco. *Sfera* je bil naslov tega učbenika. To je bila zelo slavna knjiga. Vendar pa je po 17. stoletju ne omenjajo več. Pozabljen je tudi njen pisec.

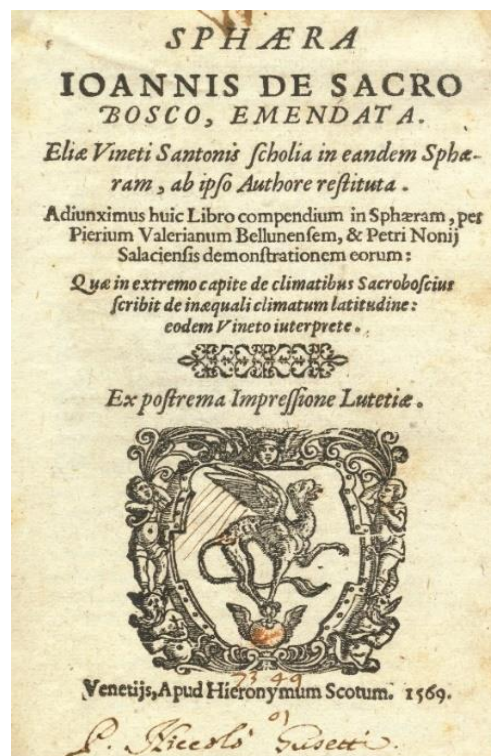
Sfera je bila majhna knjiga, objavljena okoli leta 1230. Osnovana je bila na Ptolemajevem geocentričnem sistemu in njegovih komentarjih arabskih astronomov. Sprejeli so jo kot temeljni in zelo uporaben astronomski knjižni tekst, ki je snov podajal jasno in kratko. Z malo razlage je bil zelo učinkovit. Knjige so bile v tistem času drage. Prepisovali so jih ročno. Kakšna šola je imela le en učbenik. Po njem je učitelj učil izbrano vsebino.



Sacrobosco (Holywood, Yorkshire, Anglija, ok. 1195 – Pariz, 1236).

V srednjem veku je *Sfera* uživala velik ugled. Od sredine 13. stoletja so se iz nje učili na vseh evropskih visokih šolah. Prvič so jo uporabili na pariški univerzi že kmalu po letu 1230. Artistična (filozofska) fakulteta na Dunaju je leta 1309 zahtevala znanje iz *Sfere* za prvo in drugo stopnjo študija, prav tako Oxfordska univerza leta 1409. Do 17. stoletja so jo uporabljali kot osnovni astronomski učbenik, toda po letu 1700 se o njej ne sliši več.

Sfera je bila med prvini tiskanimi astronomskimi knjigami (Ferrara, 1472). Samo od 1500 do 1547 je doživela več kot 40 izdaj. Nekateri pravijo, da je v njej le opis osnovnih idej Ptolemaja in arabskih astronomov, vendar je po vsebini bogatejša. Sacrobosco je nekaj izpustil in nekaj poenostavil, tako da je bilo delo bolj razumljivo in zato privlačnejše. Vsebuje tudi nekaj vrtljivih kart, s katerimi pojasnjuje določene astronomske pojave.

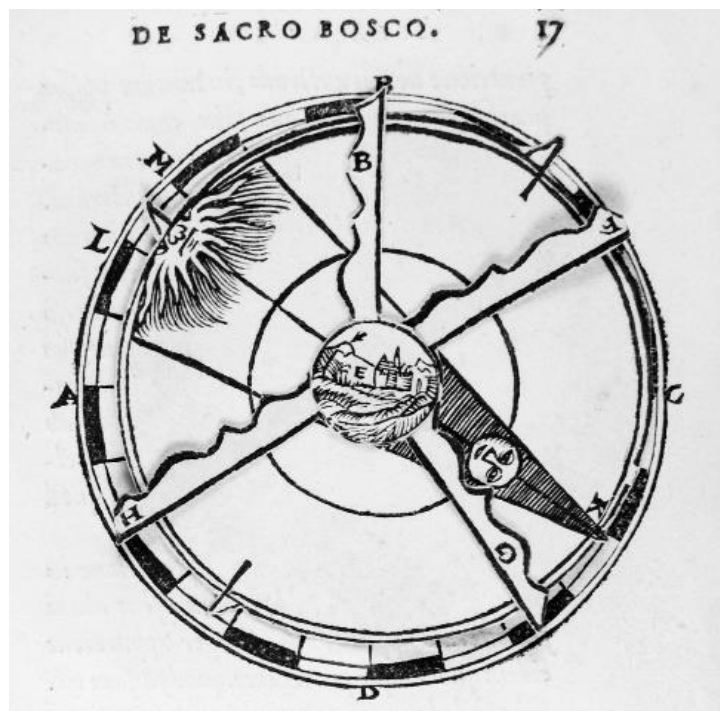


Sfera – naslovnica (1569).

Sfera je obravnavala nebesno kroglo, njeno razdelitev in gibanje. Vrtenje neba je od vzhoda proti zahodu. **Zemlja je okrogla**, leži v središču nebesnega oboka in je nepremična. Knjiga opredeli različne kroge in točke Zemlje in neba, kot so nebesni ekvator, ekliptiko, meridijan, obzorje, točke enakonočja, severni in južni zemeljski pol, zodiak, arktični in antarktični krog. Navedeno je pet podnebnih pasov. Pojasnjuje vzide in zaide zodiaških znakov (ozvezdij) in trajanje dnevov za različne zemeljske podnebne pasove od ekvatorja proti poloma. Razlaga gibanje Sonca in planetov ter vzroke za Lunine in Sončeve

mrke. Gre za razlago Ptolemejeve planetarne teorije in mrkov. Razlaga pa je bila preskopa, tako da so študentje 16. stoletja, ki so hoteli izpopolniti svoje znanje astronomije, običajno raje posegli po naprednejšem tekstu avstrijskega astronoma Georga Purbacha *Theoricae novae planetarum* (*Nova teorija planetov*). V *Sferi* je z vrtljivimi kartami pojasnjeval, da zvezde ne vzhajajo in ne zahajajo hkrati za vse ljudi na svetu, ampak prej za tiste na vzhodu kot tiste na zahodu.

Poleg rednih izdaj Sacroboscove *Sfere* so v 16. stoletju natisnili še številne komentarje z isto skupino vrtljivih kart. Te so bile priložene tudi v drugih astronomskih delih, kot na primer v Apianovi *Kozmografiji* (1524). Proti koncu 16. stoletja pa so že bili na razpolago drugi učbeniki. Najopaznejši je bil *Kratek pregled astronomije* (1582) Mihaela Maestlina, Keplerjevega učitelja na univerzi v Tübingenu. Keplerjev *Kratek pregled Kopernikove astronomije*, ki je izšel v začetku 17. stoletja, pa ne vsebuje več vrtljivih kart. Najbrž so za založnike postale predrage ali pa so prišle iz mode. Zdi se, da se niso več uporabljale kot učni pripomoček.



Prikaz Luninega mrka v *Sferi*.

Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci je imel nemirno življenje. Slikarstva in kiparstva se je učil pri umetniku Andreu Verrocchiju v Firencah. Tam je nato samostojno delal od leta 1472 do leta 1482. Potem je odšel v Milano. Ko so leta 1499 Francozi zavzeli Milano, se je vrnil v Firence, kjer pa ni našel primernih pogojev za ostvaritev svojih zamisli, zato se je leta 1506 vrnil v Milano. Leta 1512 je odšel v Rim in delal nekaj let na papeškem dvoru. Nato je na povabilo francoskega kralja odšel v Francijo, kjer je umrl.

Leonardo da Vinci je bil vsestranski genij. Zapustil je ogromno zapiskov z genialnimi zamislami, projekti, načrti itn. Zapisal jih je zrcalno simetrično – pisal je od desne v levo (bil je levičar), kar je pozneje zelo oteževalo razšifrirati njegove rokopise. Analizo njegovih fizikalno-matematičnih spisov so opravili konec 18. stoletja na francoski akademiji znanosti v Parizu, ostale zagonetne spise pa so razšifrirali in jih začeli objavljati šele proti koncu 19. stoletja.



Leonardo da Vinci (vasica blizu mesta Vinci pri Firencah, Italija, 1452 – Cloux, Francija, 1519), avtoportret okoli leta 1513.

Bil je arhitekt, izumitelj, kipar, slikar in velik naravoslovec. Posredno se je ukvarjal tudi z astronomijo, čeprav ga ne prištevamo k astronomom.

Iz spisov je razvidno, da je Leonardo ostro nastopal proti sholastičnemu načinu poučevanja in brezplodnim bogoslovnim razpravam. Njim nasproti je postavljajal znanje, osnovano na poskusu. Zanj je čutna izkušnja edina možnost spoznavanja stvari. Vse vede, ki jih ni ustvarila izkušnja, so prazne, nič vredne. Natančno je podal osnovne metode novega naravoslovja: poskus, opazovanje in

njihova matematična analiza. »Modrost je hčer poskusa«, pravi. Leonardo da Vinci je nekakšen predhodnik Galileja, Keplerja, Newtona in drugih utemeljiteljev današnjega naravoslovja. Med prvimi je začel bitko z lažno sholastiko, razglasil nove načine razmišljanja in raziskovanja in to uporabil pri raziskovanju gibanja teles. Ko razmišlja o teži, delovanju bomb, samostreljih, vodnih in zračnih tokovih itn., se v njem porajajo ideje, ki v svojem bistvu vodijo k osnovam mehanike. Mehanika Leonarda da Vincija, Galileja in Newtona je dala zagon artilercem, konstruktorjem orožij, graditeljem rečnih in morskih ladij ter zračnih plovil itn. Vseh področij znanosti in umetnosti, v katere je posegel njegov nemirni in ustvarjalni duh, tu skoro ne moremo zaobjeti.

Ta vsestranski genij se je ukvarjal tudi z optičnimi problemi in s tem posredno z astronomijo. Ohranilo se je nekaj njegovih rokopisov in skic, kjer obravnava zgradbo človeškega očesa in potek svetlobnih žarkov v njem, potek svetlobnih žarkov v raznih lečah, *camera obscura*, izdelavo leč in zrcal. V rokopisu iz leta 1492 piše, kako z zbiralno lečo, ki ima goriščno razdaljo dosti večjo od bližišča (to je najkrajša oddaljenost predmeta od očesa, s katere z očesom še jasno vidimo predmet; za normalno človeško oko meri 25 cm), dobi velike povečave. Celo narisal je tak »enolečni daljnogled« in razpravljal o njegovem zornem polju. Verjetno pa je izumil tudi dvolečni daljnogled. Našli so njegovo skico iz leta 1509. Na njej je prikazana opazovalna cev (*tubus*) z dvema zbiralnima lečama v notranjosti. Torej je skiciral nekakšen keplerjevski ali astronomski tip daljnogleda. Koliko let je bilo to pred Keplerjem?



Leonardova *Mona Lisa*.

Nekateri bi želeli Leonarda da Vincija na vsak način prikazati kot zgodnjega heliocentrika, vendar ni bil. Zemlje ni imel za planet. Verjel je, da

Sonce in Luna krožita okrog Zemlje in da Luna odbija Sončevo svetlobo, ker je prekrita z vodo.

Apian

Peter Apian je bil Saksonec. Na univerzi v Leipzigu je doštudiral matematiko, astronomijo in kozmografijo.

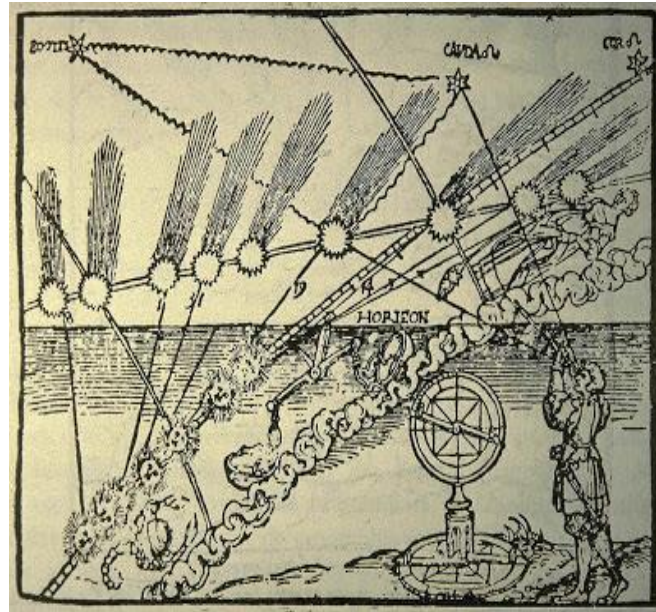
Kozmografija je bila tedaj obširna znanost, ki je temeljila na matematiki, predvsem v povezavi z določanjem leg vesoljskih teles. Od človeka je zahtevala vrhunsko teoretično in praktično znanje astronomije, geografije, kartografije, navigacije, zemljemerstva, arhitekture, inštrumentalne tehnike itn. V Apianovem času so se vse to učili pri uporabni matematiki in Apiana imamo lahko za vodilnega na področju uporabne matematike v 16. stoletju. Po študiju v Leipzigu se je preselil na Dunaj, kjer je nadaljeval enak široko in vrhunsko zastavljen program uporabne matematike.



Matematik, astronom in kartograf, humanist Peter Apian (Leisnig, Saška, 1495 – Ingolstadt, Bavarska, 1552).

Zgodnje 16. stoletje je bil čas kartiranja Zemlje. Krištof Kolumb je pristal v Ameriki (1492), Vasco da Gama je jadral iz Portugalske okrog Afrike v Indijo (1498), Magellanova odprava se je po vožnji okrog sveta vrnila v Španijo (1522). Približno v tem času je Apian začel objavljati. Njegovo prvo delo je bil zemljevid sveta *Typus orbis universalis*. Leta 1524 je izdal svojo prvo pomembnejšo knjigo *Kozmografija (Cosmographia seu descriptio totius orbis)*, ki je večinoma temeljila na Ptolemaju. Knjiga je vsebovala uvod v astronomijo, geografijo, kartografijo, navigacijo, vreme in podnebje, obliko Zemlje,

projekcije kart in matematične inštrumente. Bogato ilustrirana knjiga ni bila samo atlas, ampak je posredovala tudi komentarje in celo nekatere najzgodnejše zemljevide Amerike. Zaradi njegove pronicljive in uspešne publicistične dejavnosti so ga leta 1527 imenovali za profesorja matematike na Univerzi v Ingolstadt. Precej se je ukvarjal tudi z aritmetiko, tako npr. kot prvi v Evropi s Pascalovim trikotnikom.



Navidezna pot Halleyjevega kometa leta 1531, prikazana po Apianovem opazovanju s križno palico.

Apianova knjiga *Instrumentum sinuum sive primi*, ki je izšla leta 1534, pa je bila najpomembnejši doprinos matematiki in njeni uporabni vrednosti. Vsebuje namreč prve tablice sinusov, izračunanih za vsako kotno minuto. Knjiga vključuje vrsto primerov uporabe matematike, sinusne tablice pa so posvečene problemom v astronomiji, navigaciji in arhitekturi.

V tem času je sveto-rimski vladar, cesar Karl V., vladal velikemu delu Evrope, od Španije in Nizozemske vse do Avstrije in Italije. Okoli 1530 naj bi pri Apianu študiral kozmografijo, zelo koristen predmet za vladarja tako ogromnega imperija. Dokazov za to ni. Dokazano pa je, da je imel Apian po tem letu po Karlovi zaslugi posebne privilegije. Zato mu je leta 1540 posvetil svoje naslednje pomembno delo *Astronomicon Caesareum*. To delo je bilo razkošnejše kot *Kozmografija*. V njem je obravnaval sicer podobno snov kot prej, a na veliko bolj eleganten in prefinjen način. Vsebuje nekaj važnih novih znanstvenih razmišljanj. Tako zagovarja uporabo Sončevih mrkov za določitev zemljepisne dolžine in opiše pet kometov, med njimi posebno Halleyjevega, ki ga je opazoval leta 1531. Apian je prvi opazil, da je kometov rep vedno obrnjen v nasprotno smer, kot je Sonce. To delo je Karla V. zelo razveselilo. Zaradi

odlične in tehtne vsebine je Apiana imenoval za dvornega matematika in celo viteza.

Po letu 1540 je Apian postal slaven in bogat. Od Karla V. je dobival dodatne privilegije, med drugim tudi tega, da podeljuje višje znanstvene naslove. Apian je bil pionir astronomskih in matematičnih inštrumentov in zagotovo eden najuspešnejših popularizatorjev astronomije v 16. stoletju.

Tycho Brahe

Je eden najbolj znamenitih astronomov v zgodovini astronomije. Kot opazovalec zvezdnega neba je bil prežet z natančnostjo, ki je ni presegel noben astronom do današnjega časa, seveda pri opazovanju s prostim očesom. Opazoval je z natančnostjo $\pm 1'$, to je ene kotne minute.

Rodil se je v družini danskega dvorjana. Njegovo vzgojo je prevzel stric. S trinajstimi leti se je vpisal na kopenhagensko univerzo, kjer se je uspešno učil retoriko in filozofijo, prepričan, da si gradi politično kariero. Toda nepričakovan nebesni pojav mu je prekrižal namere.

Leta 1560 je bil delni Sončev mrk in Tycho se je lahko prepričal, da so vse njegove faze nastopile skoraj natančno tako, kot je napovedal koledar. Mladenič je bil tako presenečen nad tem znanstvenim predvidevanjem, da se je odločil, da posveti svoje življenje proučevanju tistih zakonov, ki upravljajo gibanje nebesnih teles. Tako je s študija humanističnih ved presedlal k matematiki in astronomiji.



**Tycho Brahe, nenadkriljiv opazovalec zvezd,
(Knudstrup, Danska, zdaj Švedska, 1546 – Praga, 1601).**

Ves denar, ki ga je dobival od strica za preživljanje, je porabil za nabavo knjig in kotomernih astronomskih inštrumentov. Sedemnajst let star je začel s samostojnimi astronomskimi opazovanji. Po treh letih se je odpravil na potovanje po Nemčiji. Obiskal je Wittenberg, Basel in druga znanstvena središča. Tu se je spoznal z znanimi astronomi. Nabavil oz. izdelal je ogromen kvadrant s polmerom 6 m in tudi začel z gradnjo velikega nebesnega globusa s premerom 3 m.

Na gostiji v Rostoku se je Tycho Brahe sprl z nekim tipom zaradi dokaza nekega matematičnega izreka. Ognjevito razpravljanje se je zaključilo z dvobojem, v katerem mu je nasprotnik z mečem odsekal večji del nosu. Od tega časa je bodoči veliki astronom nosil srebrno nosno protezo. Pravijo, da se mu je ta umetni nos pogosto odlepljal in Tycho je moral stalno nositi s sabo škatlico s cementom, da si ga ponovno prilima oz. pritrdi. Verjetno je to Tycha zelo dražilo, čeprav tudi do Rostoka ni bil ravno mirne narave.

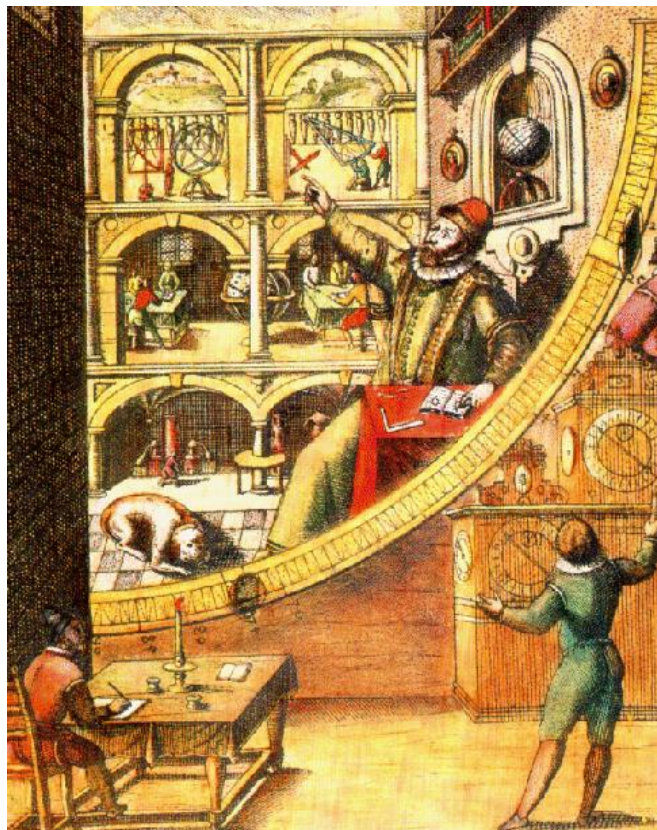
Po vrnitvi na Dansko se je nekaj časa ukvarjal z alkimijo in astrologijo. Že se je zdelo, da bo pozabil na astronomijo. Toda spet ga je zmotil nepričakovani nebesni pojav, ki ga je tako preusmeril, da je svoje življenje za vedno posvetil zvezdam. Novembra 1572 je namreč v ozvezdju Kasiopeja izbruhnila nova zvezda, ki je dosegla sij planeta Jupitra in celo Venere. Tycho je izmeril njeno kotno razdaljo od drugih navadnih zvezd. Ugotovil je, da vrtenje Zemlje na lego zagonetne zvezde ne vpliva. Iz tega je zaključil, da je nova dosti dalj od Lune. Nato je napisal spis o Novi 1572 in leta 1574 so ga sprejeli na kopenhagensko univerzo za predavatelja astronomije.

Leta 1576 je danski kralj Friederich II Tychu Braheju podaril otok Hven blizu švedske obale in dal ogromna sredstva za izgradnjo velikega astronomskega observatorija na tem otoku, za spodbudo pa še veliko penzijo in imetje na Norveškem. Vesel nad nepričakovano podporo je Tycho kar kmalu začel na otoku obsežno gradnjo. Leta 1584 sta stala tam dva observatorija. Bolj malo sta bila podobna sodobnim observatorijem. Spominjala sta na razkošne gradove. En je dobil ime Uraniborg (Uranijin grad; Uranija - boginja astronomije), drug pa Sternborg (zvezdni grad).

Uraniborg je stal na griču sredi otoka. Z vseh strani ga je obkrožal živopisni vrt. V gradu so bili razmeščeni opazovalni inštrumenti, laboratorij, tipografija, stanovanjski prostori in celo ječa. Znotraj so obiskovalci lahko občudovali gobeline, umetniške slike in kipe velikih mož. V Sternborgu pa so bili inštrumenti pod zemljo, da so bili zaščiteni od nezaželenih zunanjih vplivov (megla, vlaga, veter). Na otoku so bile tudi delavnice, kjer so pod Tychovim vodstvom izgotavljali astronomske kotomerne naprave. Vse so bile kovinske, graduirane, zaradi česar so Tychu omogočile doseči za tisti čas največjo možno

natančnost opazovanj. Napaka v določitvi leg zvezd je bila okoli ene kotne minute.

Znanstvena dejavnost Tycha Braheja na otoku Hven je trajala 21 let. Odkril je nove nepravilnosti v gibanju Lune. Sestavil je nove Sončeve in Lunine tabele, natančnejše od vseh dotedanjih. Opazen je zvezdni katalog, ki ga je sestavljal sedem let. Po številu zvezd je zaostajal za katalogoma Ulugbeka in Hiparha. V njem najdemo popis le 777 zvezd. Zato pa so koordinate teh zvezd izmerjene z neprimerno večjo natančnostjo kot njegovih predhodnikov. V začetku 17. stoletja je J. Bayer uporabil njegov zvezdni katalog za sestavo prvega podrobnega zvezdnega atlasa *Uranometrija* (gl. dalje).



Na znani gravuri iz 16. stoletja je Tycho Brahe prikazan pri opazovanju na 6-metrskem stenskem kvadrantu. Eden od pomočnikov (desno od T.B.) fiksira vizir na loku kvadranta, drugi zapisuje podatke opazovanj, tretji gleda na uro. Merjenje časa je bilo vse do 18. stol. za astronome velik problem. Ur nihalk v Tychovem času še niso poznali, klepsidre pa so bile nenatančne. Ob Tychovih nogah leži njegov najljubši pes - darilo angleškega kralja Jakoba, ko je obiskal Uraniborg.

Slava Tycha in njegovih observatorijev je privabljala številne učenjake in visoke državne osebnosti na obisk na otok Hven. Toda Tycho je enako ravnal s kralji kot s kmeti. Vsako suženjsko ponižnost in klečeplazenje je bilo tuje njegovi svobodomiselni naravi. Na žalost ga je ta lastnost povsem pokopala.

Nekoč je danski kancler Waltendorf na obisku v Uraniborgu premlatil najljubšega Tychovega psa. Veliki astronom tega ni mirno prenesel. Poglavarju danske vlade je v ostrih besedah zabrusil vse, kar si o njem misli. Od tega časa so se začele težave, spletke in preganjanja. Leta 1597 je Tycho moral za vedno zapustiti Dansko. To ga je zelo potrlo in napolnilo z žalostjo.



Znameniti veliki komet iz leta 1577, ki ga je opazoval tudi Tycho Brahe in zanj pravilno ugotovil, da leži dosti dalj, kot je Luna oddaljena od Zemlje.

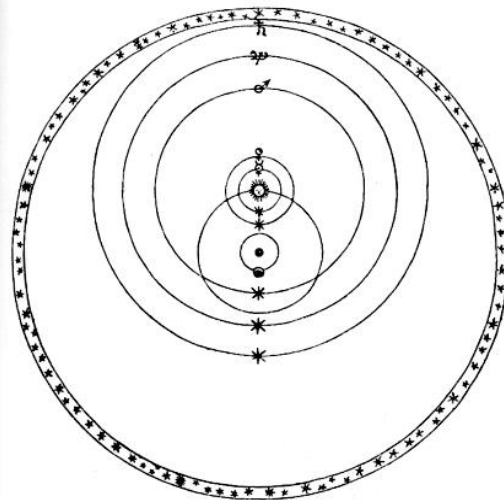
Nastanil se je v Pragi, kjer si je našel pokrovitelja v voskovodju Rudolfu II. Toda praška zvezdarna, kamor je Tycho prepeljal del svojih inštrumentov, se v nobenem primeru ni mogla primerjati z Uraniborgom. Res pa je, da se je tu pri Tychu Braheju pojavil mlad pomočnik, po imenu Johann Kepler, ki je pozneje postal en od osnovateljev nove astronomije. V Pragi Tycho ni naredil nobenih novih odkritij. Njegov ustvarjalni duh je bil popolnoma zlomljen. Leta 1601 je po mučni bolezni umrl.

Tycho Brahe je bil eden največjih opazovalcev neba v času pred izumom daljnogleda. Dosegel je največ, kar je možno iztiskati pri opazovanju s kotomernimi inštrumenti s prostim očesom. Brez dvoma pa je za znanost najpomembnejše to, da je na osnovi Tychovih opazovanj planeta Marsa Kepler odkril svoje znamenite zakone o gibanju planetov.

Nekaj let po njegovi smrti so izumili daljnogled in ga uporabili v astronomski praksi. Pred očmi človeštva so se odprle nove neizčrpne možnosti raziskovanja vesolja.

Vendar pa moramo na koncu povedati, da vseh opazovanj ni opravil sam. Tycho Brahe je imel številne asistente, med njimi Davida Fabriciusa, ki je odkril spremenljivo zvezdo Miro v ozvezdju Kit, Longomontanusa, ki mu je bil najboljša pomoč, Mariusa, ki je 1609 odkril prve štiri Jupitrove lune, Keplerja itn. Astronomskih veščin pa je naučil kar okoli 40. Brez dvoma je bil izvrsten organizator, saj tako obsežnega opazovalnega dela, o katerem piše zgodovina,

sam brez sodelavcev ne bi mogel opraviti v svojem življenju, če samo pomislimo, da je zelo rad razkošno živel in užival v veseljačenju.



Tycho Brahe ni sprejel Kopernikovega heliocentričnega sistema iz “političnih razlogov”. Izdelal je svoj planetni sistem. Po njegovem modelu je Zemlja v središču vesolja. Okrog nje krožita Luna in Sonce z ostalimi planeti od Merkurja do Saturna, ki krožijo okrog Sonca. Okrog vsega je sfera nepremičnih zvezd.

Od obeh Brahejevih zvezdarn je še za življenja Tycha Braheja ostalo kup ruševin, kar so kmetje z otoka Hven uporabljali za kamnolom. Tycho Brahe je v izgnanstvu kmalu umrl. Prihranjeno mu je bilo, da gleda, kako vse, kar je ustvaril, propada samo zaradi enega samega in edinega odkritja - izuma daljnogleda. In vendar lahko še danes vidimo lepo ohranjene inštrumente, ki so bili izdelani po vzoru Tychovih inštrumentov. Ti stojijo danes v Pekingu, kot smo že povedali.

Kako je prišlo do tega nasledstva velikega danskega astronoma prav na Kitajskem, je pustolovska zgodba. Mlad jezuitski red je poslal svoje misionarje, med njimi tudi Slovenca Avgustina Hallersteina iz Mengša, po vsem svetu, vse tja do daljnega Vzhoda. Na Kitajsko so jezuiti prišli v zelo ugodnem političnem trenutku. Takratna dinastija cesarjev (Mandžu) se je krčevito borila proti mandarinom, da bi se zadržala na oblasti. Pri tem so ji pomagali poslanci iz Rima s svojim perfektnim znanjem. Na Kitajskem je zavela duhovna pomlad, ki bi jo lahko primerjali z evropsko renesanso in humanizmom. Jezuiti so raziskali in proučili kitajsko zgodovino in filozofijo, izmerili njihovo zemljo, izdelali izvrsten atlas, blesteli kot zdravniki in organizatorji državne uprave itn. Bili so politični svetovalci. Skoraj bi za krščanstvo pridobili vso Kitajsko. Po naključju so od nekega jezuita dobili mnenje o reformi koledarja. Ker je bil uspešen, so mu zaupali in dopustili, da je takoj preuredil zvezdarno po evropskem vzoru. Opremil oziroma oskrbel jo je z ‘Brahejevimi instrumenti’, ki so jih tam

uporabljali okoli 100 let in so iz obzirnosti in spoštovanja do tistega časa ohranjeni vse do danes.

Brahejevi fantje

Gre za Brahejeve fante, ne za Brahejeve otroke, ki jih je imel kar nekaj v precej divjem zakonu s hčerko luteranskega pastorja, gre za njegove najrazličnejše sodelavce, za tiste pridne "fante", ki so opazovali in garali na njegovi znameniti zvezdarni in mu pomagali, in tudi za tiste, ki so bili v kakršnem koli stiku z Brahejem, tako z razgovori, z obiski, z dopisovanjem ali pa so se pri njem učili astronomije. Govorijo o devetih takih "fantih", sam sem jih odkril šest in o njih velja nekaj spregovorili.

Prvi fant je David Fabricius. Bil je sin kovača. Z dvajsetimi leti je postal evangeličanski pastor, ki se je vse do konca svojega življenja zelo živahno ukvarjal z astronomijo, nekoliko pa tudi z meteorologijo in kartografijo. Opazoval je Sonce, Luno, zvezde, planete (med njimi posebno Mars) in komete ter bil v stiku s pomembnimi učenjaki tistega časa, kot npr. s Tycho Brahejem, Simonom Mariusom in J. Keplerjem. Samo s Keplerjem naj bi v letih od 1601 do 1609 izmenjal okoli 40 pisem, večinoma v zvezi s problematiko opazovanja planeta Marsa. Ko se je Tycho Brahe v letih 1597–1599 zdravil v Wandsbeku, ga je David pogosto obiskoval in se pogovarjal z njim. Zato ga štejejo med tesnejše Brahejeve sodelavce, čeprav ni delal na zvezdarni na Hvenu.



David Fabricius (David Faber; Esen, Vzhodna Frizija, 1564 – Osteel, 1617).

D. Fabriciusu lahko pripišemo vsaj dve astronomski odkritji, tj. odkritje zvezde Mire, prve znane dolgoperiodične spremenljivke, in peg na Soncu. V začetku avgusta 1596 je namreč kot prvi opazoval povečanje sija zvezde Omikrom Kita, pozneje imenovane Mira - Čudovita oz. Čudna. Ta zvezda

spremenljivka spreminja svoj sij s periodo 331 dni, v maksimumu sija doseže 3. magnitudo in je dobro vidna s prostim očesom, v minimumu pa doseže sij 9. magnitude in je torej prostemu očesu povsem nevidna. Sprva je menil, da opazuje kako novo, ko pa jo je videl na istem mestu zvezdnega neba ponovno močno sijati leta 1609, je postalo povsem jasno, da je odkril nov tip vesoljskih objektov. Decembra leta 1610 je s svojim sinom Johannesom kot prvi opazoval tudi Sončeve pege. S sinom sta torej odkrila prve pege na Soncu, pozneje pa po njihovem premikanju po Sončevem disku ugotovila tudi vrtilni čas Sonca.

Drugi dobri Brahejev fant je **Simon Marius**, ki je bil sprva glasbenik. Leta 1601 ga najdemo v Pragi, kjer se pri Braheju in Keplerju intenzivno uči astronomije – inštrumente in opazovalno tehniko. V Pragi se je srečal tudi s D. Fabriciusom. Po Tychovi smrti je na univerzi v Padovi študiral medicino, a je ni dokončal. Leta 1605 se je vrnil v Ansbach in, čeprav brez diplome, zasedel pomenljivo mesto matematika, fizika in astronoma na dvoru grofa Brandenburškega. Ta zares zavidljivo prijeten položaj je obdržal do konca svojega življenja.

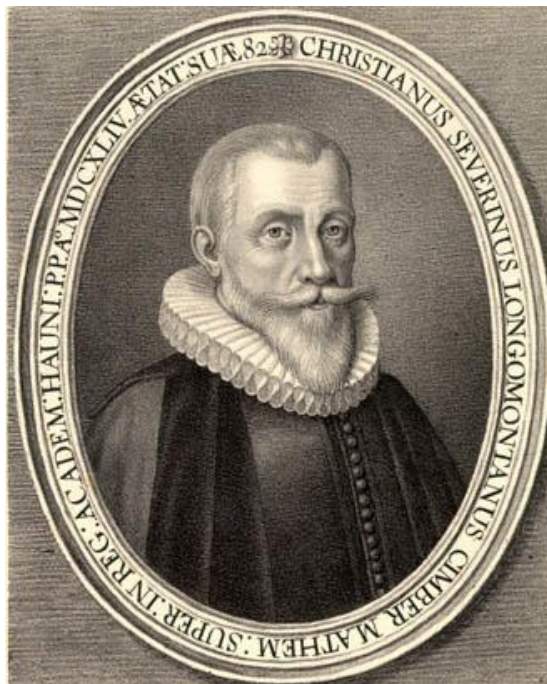
Z astronomijo se je začel ukvarjati leta 1594. Njegova prva resnejša astronomska dejavnost vključuje opazovanje kometa v letu 1596 in Keplerjeve supernove leta 1604. Leta 1608 se je precej naučil o sestavljanju daljnogledov in jih začel spretno uporabljati. Tako je, podobno kot Galileo Galilei, med prvimi začel z daljnogledom opazovati zvezdno nebo. Neodvisno od drugih je decembra leta 1609 odkril štiri največje Jupitrove satelite in jim dal imena, ki so se ohranila do danes (Io, Evropa, Ganimed, Kalisto; razpravam, zakaj je znanost odkritje satelitov pripisala Galileiju, se tu izognemo). Prvi je ugotovil in opozoril, da te lune spreminjajo sij.



Simon Marius (Mayr oz. Mayer; Gunzenhausen, Bavarska, 1573 – Ansbach, 1624).

Mariusu pripada tudi prvi znani opis Andromedine galaksije M 31, tedaj obravnavane še kot meglice. Opazoval jo je z modernim teleskopom decembra 1612 in jo opisoval kot »plamenček, ki ga je gledal skozi rog«. Seveda ni vedel, da jo je že prej, v 10. stoletju, s prostim očesom opazoval srednjeveški perzijski astronom Al Sufi in podal njen opis.

Marius je bil goreč, bojevit luteranec. Dopisoval si je tudi z luterancema D. Fabriciusom in Mihaelom Maestlinom, Keplerjevim učiteljem, ter do skrajnosti branil »luteranski« Tycho Brahejev svetovni sistem, tako na svetopisemski kakor tudi na astronomsko-fizikalni osnovi.



Christian Longomontanus (Christen Sorensen Langberg oz. Lomberg oz. Longberg oz. Severin; Longberg, Jutland, 1562 – Kopenhagen, 1647).

Tretji Tychov ne samo dobri, ampak kar najboljši fant je bil *Christian Longomontanus*. Bil je dejansko najboljši Brahejev pomočnik, predvsem kot garaški opazovalec. Longomontanus je latinizirana oblika imena vasi Longberg, kjer se je rodil. Leta 1588 je odšel z ugledom sposobnega učenca na študij v Kopenhagen. Že naslednje leto ga je sprejel Tycho Brahe za svojega asistenta na astronomskem observatoriju Uraniborg. Tu je ostal osem let in Braheju opravljal neprecenljive usluge. Ko je zapustil otok Hven in njegovega slavnega gospodarja, je dobil v Kopenhagnu dovoljenje, da lahko študira na nemških univerzah. V začetku leta 1600 se je ponovno pridružil tedaj že prebeglemu Tychu Braheju v Pragi, obdelal njegovo lunarno teorijo, potem pa se je za vedno poslovil od svojega učitelja. Nato je obiskal Frauenburg, kjer je svoj čas opazoval Kopernik, diplomiral v Rostocku in bil leta 1605 izvoljen za profesorja pedagogike na Univerzi v Kopenhagnu. Svoj stolček na matematični katedri si je

zagotovil leta 1607, pozneje pa je zasedel še astronomskega. Ta položaj je obdržal do svoje smrti.

Longomontanus ni bil napreden mislec. Kar preveč je slepo soglašal z nekaterimi zmotnimi mnenji Tycha Braheja. Tako je npr. verjel, da so kometi nosilci zla. Postavil pa je temeljni kamen za mestni observatorij v Kopenhagnu, vendar njegove končne dozidave ni dočakal. Napisal je zelo dober učbenik *Astronomia Danica* (1522), iz katerega se je menda učil Olaf Roemer.

Četri dobri Tychovi fant na observatoriju na otoku Hveen je bil **Adriaan Metius** (1571–1635), nizozemski matematik in astronom, geometer, kartograf, navigator, vojaški inženir in še kaj zraven.



Adriaan Metius (Adriaanszoon, Alkmaar, Nizozemska, 1571 – Franeker, Nizozemska, 1635).

A. Metius je v rojstnem kraju obiskoval latinsko šolo, filozofijo pa je začel študirati leta 1589 na novi univerzi v Franeker. Študije je zaključil na univerzi v Leidnu, in sicer pri Ludolphu van Ceulenu in Snelliusu. Pri Tychu je delal le kratek čas, in sicer v letih 1594/95. Nato je učil matematiko in astronomijo v Rostocku in Jeni. Leta 1598 je bil na univerzi Franeker imenovan za izrednega profesorja, kot redni pa je služil kruh od leta 1600 do svoje smrti leta 1635.

Zaradi zanimivosti omenimo še njegovega brata Jacoba (umrl med 1624 in 1631), ki se je ukvarjal z optiko oziroma z izdelovanjem optičnih inštrumentov. Oktobra leta 1608 je patentiral »napravo za gledanje oddaljenih stvari od blizu«, sestavljeno iz konveksne in konkavne leče v cevi (tubusu) s tri do štirikratno povečavo, kar ustreza opisu nekakšnega teleskopa. Uporabo svojega patenta je prijavil le nekaj tednov za Hansom Lippersheyjem.

Peti (res da bolj rezervni in izven konkurence) dobri Brahejev fant naj bi bil **Johann Bayer** (1572–1625). Vsekakor se je ta gospod moral sestati in pogovarjati s Tychom, saj je uporabil podatke o legah zvezd iz njegovega zvezdnega kataloga in, po Tychovi smrti, te podatke uporabil pri izdelavi svojega znamenitega atlasa zvezdnega neba – *Uranometriji* (leta 1603), o kateri pišemo v naslednjem poglavju.

Šesti Brahejev fant pa je bil **Johann Kepler**. Po prebegu v Prago je Tycho Brahe želel nadaljevati svoja opazovanja. Od številnih pomočnikov za astronomska preračunavanja se je priglasil J. Kepler, zadnji asistent, ki je ostal pri Braheju. Skupno delo dveh velikih učenjakov, od katerih je eden trdno zagovarjal Kopernikov nauk, drugi pa ga je povsem zavračal, ni trajalo dolgo. Tycho Brahe je kmalu (leta 1601) umrl. Ves bogat opazovalni material je prešel v Keplerjevo last, med njimi posebno pomembna in dolgoletna opazovanja Marsa z otoka Hven. Po proučevanju tega opazovalnega materiala je pozneje Kepler odkril, da se Mars giblje okrog Sonca po obodu elipse in ne po krožnici, kakor so dotlej vsesplošno menili. Potem je še pokazal, da se okrog Sonca tako gibljejo tudi vsi planeti Osončja. V nadaljnjih natančnih raziskavah je Kepler ugotovil tri znamenite zakone o gibanju vesoljskih teles v Sončevem sistemu.

Kot zanimivost naj povemo tole. Na oni strani velike luže je pred leti kroži knjiga v stilu Da Vincijeve šifre, kjer se pripoveduje, da naj bi Kepler zastupil Tycha Braheja, da bi prišel do potrebnih podatkov, po katerih je potem ugotovil svoje znamenite zakone. Ni torej važno, kaj je res, glavno je, da se knjiga dobro prodaja, da si avtor z denarjem mane roke, pa čeprav na račun pastorka astronomije in zlaganih dejstev.

Omenili smo šest pridnih Brahejevih fantov, ki so vsi postali pomembni astronomi. Seveda radovednim še vedno kaj ostane. Menda se je pri Braheju učil astronomije tudi flamski kartograf in geograf Gerard Mercator (1512–1594). Poskusite na spletu ali kakor koli poiskati še kakega Brahejevega »fanta«, ne prijatelja, ker prijatelja menda sploh ni imel.

Johannes Bayer

Zvezde so že zgodaj zbrali v skupine, imenovane ozvezdja. Večina danes ohranjenih in še veljavnih imen ozvezdij je babilonskega, egipčanskega ali grškega izvora. Najdemo jih npr. v Homerjevih pesnitvah in v Aratovem delu *Faenomena – Nebesni pojavi* (okoli 270 pr. n. š.), ki pa je spet v verzih podano istoimensko prozno delo Evdoksa iz Knida (410–356 pr.n.š.). Določena ozvezdja so dobila ime po zemeljskih rečeh, tako npr. ozvezdje Tehtnice, Lire, Krone. Zaradi ponavljajočih se letnih dogodkov, povezanih z naravnimi pojavi, je nastalo 12 ozvezdij živalskega kroga. Pogosto so na nebu prikazovali postave bogov in polbogov - junakov in tudi osebe in živali iz raznih mitov, kot npr. Perzej, Herkul, Orion, Lev, Rak, Vodna kača.

Poleg imen ozvezdij so se do današnjih dni ohranila tudi številna imena zvezd (približno 300). Preprosto označevanje zvezd v ozvezdijih pa je predlagal bavarski pravnik Johann Bayer v svojem zvezdnem atlasu *Uranometrija* (dobesedno: Nebesno merjenje), ki je izšel 1603 v Augsburgu. To je bil v astronomski praksi prvi zares uporaben atlas zvezdnega neba z 51 zvezdnimi kartami. Za označevanje svetlejših zvezd v ozvezdijih je Bayer uporabil male črke grškega alfabeta in latinska imena ozvezdja.



Johann(es) Bayer (Rain na Lechu, Bavarska, 1572 – Augsburg, Bavarska, 1625).

Na zvezdni karti, kjer je bila narisana podoba ozvezdja, je označil zvezde s črkami grške abecede. Zaporedje črk v abecedi je ustrezalo jakosti sija zvezde v izbranem ozvezdju. Po jakosti sija najsvetlejšo, glavno ali vodilno zvezdo v

ozvezdju, je označil s črko α (alfa) in ob njej pripisal drugi sklon latinskega imena ozvezdja (npr. α Ursae Majoris – α Velikega medveda), manj svetlo z β (beta) (npr. β Ursae Majoris – β Velikega medveda), še manj svetlo z γ (gama), nato z δ (delta) itn. To je bil kratek, a zelo uporaben, učinkovit in vsebinsko dober način označevanja zvezd. Astronomi so ga takoj privzeli in ga uporabljajo še danes. Tako je Bayer v svoji *Uranometriji* glede označevanja zvezd prvi naredil red.

Opomba: V slikah posameznih ozvezdij so bile zvezde označene po vrstnem redu glede jakosti sija z α , β , γ , δ , ϵ , η , ... Kjer je zmanjkalo črk grškega alfabeta, je zvezde označil s črkami latinske abecede a, b, c, d, e, Pogosto tudi to ni zadostovalo. Zato so kasneje zvezde še oštevilčili. Vendar pa oštevilčenje ni enotno. Lego zvezde lahko zanesljivo določimo in jo tako tudi najdemo na nebu šele, če povemo natančni vrednosti njenih nebesnih koordinat, tj. rektascenzijo in deklinacijo.

V *Uranometriji* so narisane lege vseh 777 zvezd iz Tycho Brahejevega zvezdnega kataloga (1602) in še okoli 500 dodatnih s prostim očesom vidnih zvezd iz drugih (prejšnjih) zvezdnih katalogov. Glede svoje natančnosti in namena je bil to prvi moderen in popolni zvezdni atlas. Kot že rečeno vsebuje 51 zvezdnih kart, od tega eno za vsakega od 48 starih ozvezdij, ki jih je opisal že Ptolemaj, dve planisferi in eno zvezdno karto južnega neba, ki je bilo Ptolemaju neznano. To je bil torej prvi atlas, ki je pokrilo vso nebesno kroglo.

Zvezdna karta južnega neba vsebuje 12 novih južnih ozvezdij (Apus, Chameleon, Dorado, Grus, Hydrus, Indus, Musca (Bayer jo je imenoval Apis), Pavo, Phoenix, Triangulum Australe, Tucana, Volens), ki so jih pred kratkim, tj. v letih 1595 do 1597 opazovali in mapirali v svojih katalogih nizozemski navigatorji (P. Keyser in De Houtmann). Bayer je bil tako prvi, ki je v svojem zvezdnem atlasu predstavil zvezde novih ozvezdij.

Zvezdni atlas *Uranometrija*, ki natančno navaja lege in sijaje za več kot 1200 zvezd in z lepimi ilustracijami ozvezdij vse tja do južnega nebesnega pola, je imel velik pomen za astronomijo. Obravnaval je celotno nebo (vsi zvezdni atlas do tedaj so obravnavali le severno nebesno polkroglo in del južne), zapolnil je nekaj nebesnih praznin, sprejel številna ozvezdja, ki so jih uvedli v svoje knjige že drugi (npr. Nizozemci) in vpeljal ducat novih ozvezdij. Vseboval je natančne podatke o svetlejših zvezdah, kar je bila od slej najboljša osnova zvezdnih podatkov, skratka bil je prvi najbolj zanesljiv zvezdni atlas v zgodovini astronomije.

J. Bayer je najprej študiral filozofijo na univerzi v Ingolstadt, pozneje se je preselil v Augsburg, kjer je doštudiral pravo. Nato je delal kot pravnik. Kmalu se je rodilo veliko zanimanje za astronomijo in Bayer je postal njen velik ljubitelj. Tako deluje kot pravnik in kot amater astronom. Leta 1603 je objavil

Uranometrijo kot popularno delo, vendar kot prvo astronomsko delo, ki je upoštevalo Tycho Brahejeve natančne meritve leg in sijev zvezd in je bilo tako dosti boljše od prejšnjega pomanjkljivega Ptolemejevega seznama zvezd in drugih atlasov.

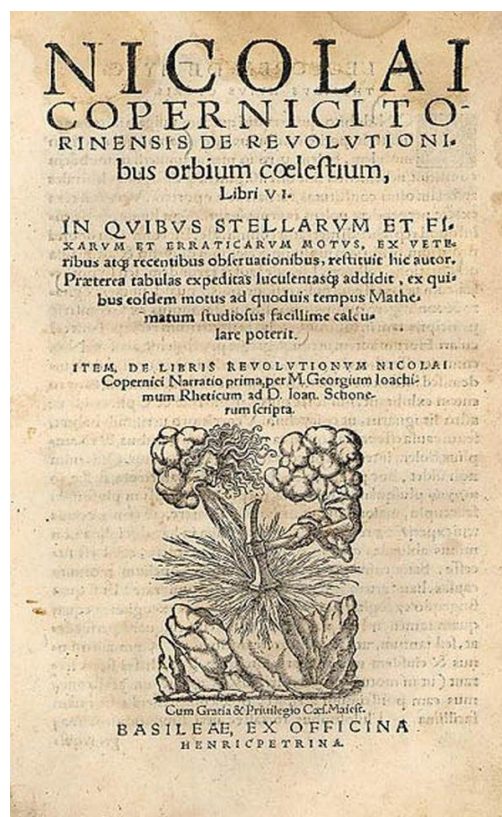


Ozvezdje Orion, prikazano v Bayerjevi *Uranometriji*.

Leta 1612 je bil Bayer imenovan za pravnega svetovalca v mestni svet Augsburga z letno plačo 500 guldnov, za *Uranometrijo* pa je prejel 150 guldnov honorarja (3/10 letne plače). Ali je to veliko denarja ali malo za monumentalno delo v svetovnem merilu? Ne vem. Koliko evrov je to, ne vem.

1543

Morda je to najpomembnejše leto v zgodovini znanstvene misli. Tega leta je zagledala luč sveta morda najpomembnejša knjiga knjig v zgodovini človeštva. To je bila revolucionarna knjiga *De revolutionibus orbium coelestium* (*O kroženju nebesnih sfer*), nesmrtno delo velikega poljskega astronoma Nikolaja Kopernika. V popolnosti je spremenila človekov pogled na naravo, vesolje. Odločno in korenito je preusmerila človekovo pozornost od tedaj arhajičnega geocentričnega (egocentričnega) k modernemu heliocentričnemu pogledu na zgradbo vesolja. V njej je namreč Kopernik kot prvi v zgodovini znanosti razvil kozmično teorijo - svoj heliocentrični sistem, po katerem planeti, med njimi tudi naša Zemlja, krožijo okrog Sonca, ki leži v središču njihovih krožnih poti.

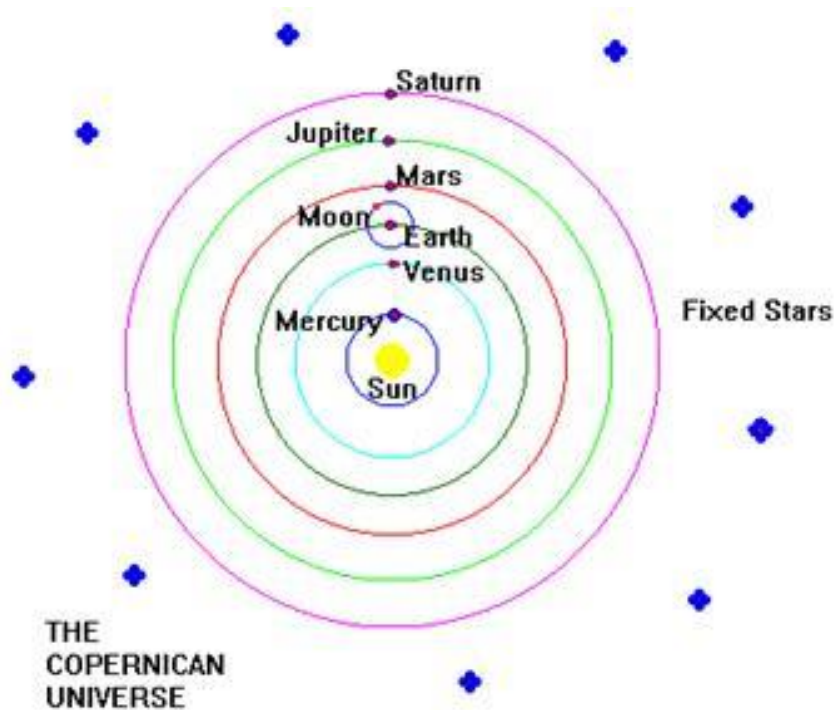


Nikolaj Kopernik (Torunj, 1473 – Frombork, 1543) – reformator astronomije (levo) in naslovnica njegove revolucionarne knjige (desno).

O Koperniku, o njegovi nesmrtni knjigi in njegovemu slovitim in večnem heliocentričnem sistemu je bilo toliko napisanega, da tega tu ne bomo ponavljali. Zapisali bomo samo to:

Šele naslednje stoletje so se zaviralci napredka zavedli, kako močan in globok spodbuden raziskovalni naboj je prinesla v znanost ta knjiga, saj je

odprla vrsto novih pomembnih problemov, ki jih je bilo treba razrešiti. To je znanost pozneje tudi uspešno naredila. Velika težava za znanstveno potrditev in utrditev Kopernikovega nauka pa je bila v tem, da je njegova ideja nekako prehitro, skoraj v trenutku vdrla v takratni nemirni in za take spremembe še nekoliko nepripravljen reformistični evropski čas in prostor, predvsem pa, da je bila strašansko revolucionarna. Boj za uveljavitev kopernikanskega sistema je bil dolg in se je vlekel dolga desetletja (v cerkvenih krogih kar stoletja), bil pa je celo krvav.



Kopernikov heliocentrični sistem (1543). Slika je s spleta.

Giordano Bruno

V središču vsega dogajanja v zvezi s heliocentričnim svetovnim sistemom se je za vedno v zgodovino zapisalo ime mučenika znanosti, Giordana Bruna. Ta znameniti človek, pisatelj, pesnik, znanstvenik, talentiran govornik, živahen razpravljalec, strasten predavatelj, univerzitetni profesor in končno izjemni filozof, je bil tudi eden izmed velikanov duha, ki ga je rodil ta viharni čas.

Rodil se je 1548 (pet let po izidu nesmrtnih Kopernikove knjige) v majhnem italijanskem mestu Nola blizu Neaplja. Krščen je bil za Filipa. Elementarno izobrazbo je dobil v Neaplju v šolskem zavodu, ki ga je vodil njegov stric. S 16-timi leti je postal menih z imenom Giordano, pod katerim je tudi prišel v zgodovino.

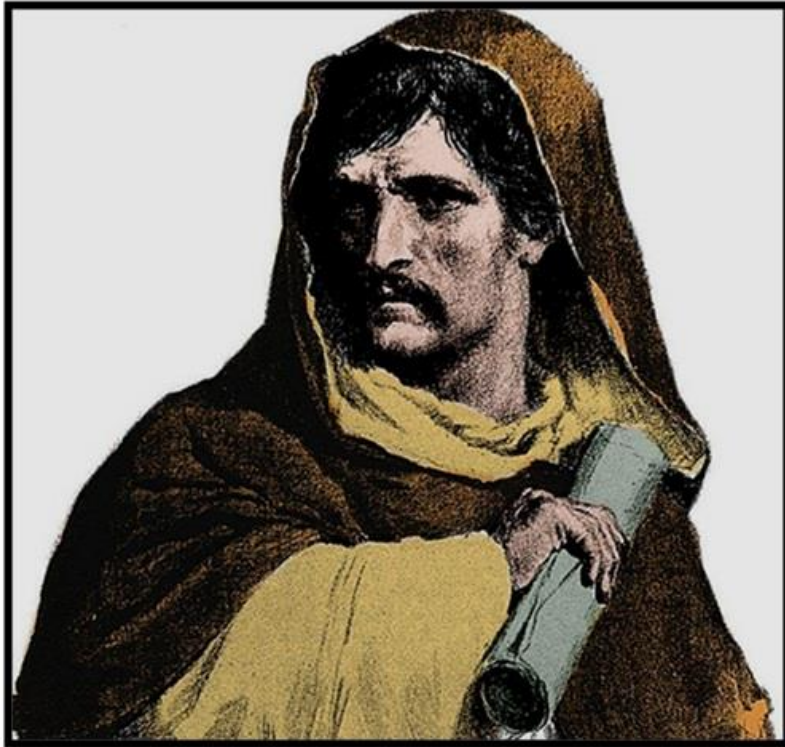
Mladi menih se je vneto predajal znanstvenim in literarnim študijem. Poglobljal se je v grško znanost in filozofijo, dela arabskih učenjakov, študiral spise sholastikov in seveda tudi razprave o vesolju in prostoru kardinala Nikolaja Kuzanskega. Kmalu je napisal satirično komedijo *Svetilnik* in satirični dialog *Noetova barka* (v obliki dialoga so napisani vsi pomembnejši Brunovi spisi). Ti deli nikakor nista izpričevali globoke duhovne meniške naravnosti mladega Bruna.

S 24-timi leti je Bruno že duhovnik. V tem času se seznanil s spisi humanistov in Kopernikovo knjigo, ki odločilno vpliva na ves njegov poznejši odnos do sveta, narave, vesolja. Napreden in svodomiseln način razmišljanja pa je bil trn v peti za krajevne vodilne člane dominikanskega meniškega reda, v katerega je vstopil. Ovadili so ga. Bruno je moral odpotovati v Vatikan, da se osebno obrani obtožb. V Rimu pa je zvedel, da so po njegovem odhodu iz samostana brskali po njegovih stvareh in v njegovih spisih našli še nadaljne zelo obremenilne dokaze, da ga razkrinkajo in zaprejo. Bruno si je reševal glavo. Ni mu preostalo drugega, kot da zbeži.

Tako se začne dolgo obdobje klatenja po svetu. Bruno najprej zbeži v Genovo. Kmalu se preseli v Benetke, nato v Milano, Turino in na koncu zapusti Italijo, odide v Ženevo. Tam zaradi prevročega razpravljanja doživi zapor in nato izpustitev. Po dolgem potovanju pride v Toulouse, kjer postane profesor tamkajšnje univerze. Predava dve leti. V predavanjih ostro kritizira Aristotlovo znanost, kar povzroči veliko nezadovoljstvo profesorjev tamkajšnje univerze. Bruno mora zapustiti Toulouse in gre v Pariz.

V Parizu si pridobi slavo znanstvenika z ogromnim znanjem in izredno pametjo. Sam kralj pokaže zanimanje zanj. Bruna naproša, naj ga vpelje v skrivnosti "velike umetnosti" Lullovega stroja. To je bil nekakšen (logičen) stroj, ki ga je izumil v 13. stoletju sholastični filozof in alkimist Ramon Lull.

Stroj je bil sestavljen iz nekaj okrog istega središča krožečih krogov, na katerih so bile nanešene črke, ki so označevale posamezne logične pojme. Zaradi gibanja krogov z različnimi hitrostmi je prišlo do različnih kombinacij (zvez) pojmov. Bruno se je navdušil za Lullovo idejo, kar so imeli tedaj za neresno stvar. Danes pa bi lahko rekli, da je bila nekaka predhodnica današnjih računalnikov. Bruno napiše več razprav o tej mojstrski napravi. Eno od njih posveti kralju Henriku III in ta ga v zahvalo potrdi za izrednega profesorja na pariški univerzi.



Giordano Bruno (1548–1600); vse njegovo življenje je bilo en sam velik boj za znanstveno resnico, boj proti nasilju vere in cerkve, boj proti praznoverju in mračnjaštvu. Na žalost, njegovih genialnih domnev tedaj ni bilo mogoče potrditi z opazovanji, saj še ni bilo daljnogledov. Vendar pa je znanost njegova predvidevanja pozneje potrdila. Tako so odkrili planete Uran, Neptun in dokazali, da je Sonce zvezda v naši Galaksiji, ki je spet ena od nešteti galaksij v vesolju. Da se Sonce vrti, so odkrili kmalu po njegovi smrti, vrtenje zvezd pa pozneje. Zdaj na primer z vesoljskim teleskopom Hubble že odkrivajo planetom podobna telesa daleč v globini vesolja itn.

Učenjakovega klatenja po svetu pa ni bilo konca. Iz Pariza gre v Oxford, od tam v London, nato ponovno v Pariz, od tod pa v Nemčijo. Ko prepotuje skoraj vso Nemčijo in nekaj Češke, se za kratek čas ustavi še v Zurichu. Tam (1591) dobi povabilo beneškega patricija Moceniga, naj obiše Benetke. Bruno res pride v Benetke, zanj mesto nesrečnega imena, saj ne ve, da je prišel naravnost v naročje svojemu mučeniškemu koncu.

Leta romanja po svetu so bila zanj čas nabite, živahne dejavnosti. Predava, piše knjige, sodeluje v razpravah z znamenitimi predstavniki sholastične znanosti v Oxfordu, Parizu in drugih univerzah. Vzporedno s tem pa razvija svoj veličasten nauk o množtvu svetov. Vseskozi navdušeno proslavlja Kopernika, ga kuje v nebo in (ob hudi kritiki zastarelega Ptolemajevega - geocentričnega sistema) jasno in glasno javno izjavlja, da je neogibno treba iti dalje v razvijanju nove teorije.

Leta 1584 napiše dialog *O neskončnosti, vesolju in svetovih*, v katerem pojasnjuje svoje poglede o neskončnem "vsemirju", sestavljenem iz množice svetov, podobnih našemu Osončju. Visoko oceni Kopernika, saj meni, da stoji v znanosti mnogo više od Ptolemaja, Hiparha in vseh drugih, ki so capljali po njihovih stopinjah. Moramo biti hvaležni Koperniku, da nas je osvobodil od nekaterih lažnih predstav oziroma razmišljanj o splošni vsakdanji filozofiji, da nas je rešil slepila.

Kopernik pomeni za Bruna zarjo, ki naznanja svetel vzid, prihod prave antične filozofije in z njo novo dobo za znanost. Iz Brunovih spisov-dialogov je razvidno, da je njegova filozofija povezana z mišljenjem Demokrita in Epikurja, jo pa razvija še dalje kot protiutež aristotlovski koncepciji o končnem vesolju, o nasprotju zemeljskega in nebesnega in obstoju absolutno mirujočega središča v vesolju. Da ni mirovanja, da je v naravi večno gibanje, Bruno izpove v verzih:

*Mirovanja ni, vse se giblje, kroži,
tako na nebu in pod njim se vse spreminja,
v vsaki snovi je svoje gibanje,
naj bo blizu ali daleč, težka ali lahka.*

Bistvo Brunove kozmične teorije izpove v strnjeni obliki ena izmed oseb v njegovem delu-dialogu *O neskončnosti, vesolju in svetovih* takole: "Znamenita splošno privzeta delitev elementov in vesoljskih teles so sanje, najbolj prazna domišljija, ki je ne potrjuje niti narava niti razum. Dovolj je vedeti, da obstaja neskončno območje in zvezno prostranstvo, v katerem so nešteta telesa, podobna našemu, od katerih se niti eno ne nahaja v večji meri v središču vesolja kot drugo, kajti vesolje je neskončno in zato nima niti središča niti robu. Obstajajo pa nekatera določena središča, kot so Sonce in drugi ognji, okrog katerih krožijo planeti, zemlje, vode, podobno temu, kakor okrog tega našega sonca kroži teh šest planetov.

Brunovo razmišljanje o enotnosti snovi v vesolju je podiralo Aristotlov nauk o sestavi vesoljskih teles, po katerem so zvezde grajene iz finejše in lahne nebesne snovi (eter, kvintesenca – peti element poleg zemlje, vode, zraka in ognja), Zemlja pa iz težke, povsem običajne preproste snovi. Odločno je prekinil s staro razliko med nebesnim – vzvišenim in zemeljskim – običajnim.

Tako je za spremembo ozkemu in reakcionarnemu srednjeveškemu gledanju na svet prišel nov veličasten pogled na svet, pred katerim se je zdel cerkveni nauk o zemlji in nebu ničelni in vreden vsega pomilovanja. Težko si predstavljamo reakcijo in ves bes, ki je zagrabil cerkvene kroge pri branju smelih Brunovih Dialogov.

In tako se je Bruno, doktor filozofskih znanosti, naivno vrnil v Italijo in prišel v Benetke. Mocenigo je Bruna pravzaprav povabil zato, ker je bral neke njegove spise in je mislil, da obvlada skrivnosti alkimijskih veščin. Povabil ga je torej zato, da bi v zameno za nudeno mu streho nad glavo in oskrbo kaj zvedel o alkimiji. Toda Bruno se ni ukvarjal z alkimijo, kar je plemiča razočaralo. Ukvarjal pa se je z veliko bolj resnimi, revolucionarno globokimi miselnimi stvarmi. Plemič se je prestrašil svobodoljubnih in širokim množicam nevarnih misli.

Bruno je hitro odkril svojo napako, se poskušal zmazati iz nastalega položaja in se vrniti v Nemčijo. Toda bil je prepozen. Mocenigo ga je že ovadil inkviziciji. Pridržal ga je še do tistega usodnega dne, 13. maja 1592, ko je inkvizicija Bruna aretirala in ga nato zaprla.

Več kot sedem let je Bruno trohnel v ječah, najprej v benečanskih, nato pa v rimskih temnicah, izpostavljen stalnemu mučenju in trpinčenju. 17. februarja 1600 je bil kot heretik, katerega mišljenje se je razhajalo z uradnim cerkvenim naukom, v Rimu na Campo del Fiori sežgan na grmadi. Zdaj na tem mestu stoji njegov spomenik.

Bruno je nekje zapisal, da se je junaško boril in do zadnjega mislil, da je zmaga dosegljiva. Vse v njem se je borilo, da ne bi odpovedal. Toda zaradi storjene sile je odpovedalo telo, prizadet je bil duh in zla usoda je pokopala njegove upe. Potomcem je dal vedeti, da ga v boju za resnico ni bilo strah smrti. Z močjo nezlomljivega značaja ji je gledal naravnost v oči z mislijo na jutrišnji, svobodnejši in pravičnejši dan, da si pridobi priznanje prihodnosti. In Bruno ga je v največji meri do danes tudi dobil.

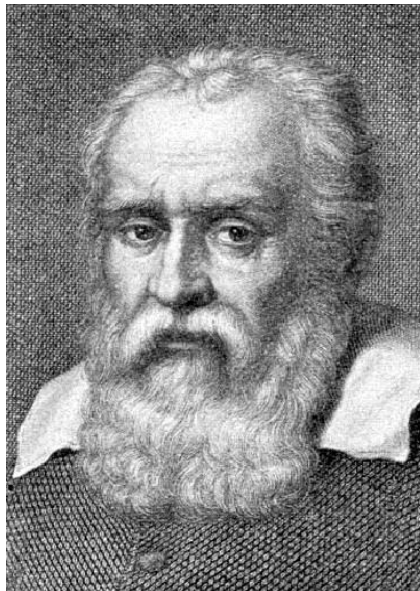
Učenjak je tragično preminil. Toda grmada ni mogla uničiti njegovih nesmrtnih idej.

Galileo Galilei

*“... Uspel sem se prepričati,
da predstavlja Luna telo,
podobno Zemlji. ...”*
Galileo Galilei, 1610

Težko je reči, kdo je prvi izumil teleskop ali daljnogled. Znano je, da so že davno uporabljali povečevalno steklo ali lupo. Poznana je celo legenda, ki pripoveduje, da naj bi Julij Cezar ob napadu na Veliko Britanijo z obale Galije z daljnogledsko cevjo, nekakšnim daljnogledom opazoval v oblake zavito britansko zemljo. Roger Bacon je v enem od svojih traktatov trdil, da je izumil takšno kombinacijo leč, s pomočjo katere se mu opazovani oddaljeni predmeti zdijo bliže. Tudi Leonardo da Vinci navaja nekaj podobnega, vendar samo za opazovanje starejšega človeka skozi eno lečo (lupa in oko petdesetletnika).

Nesporno je, da so v začetku 17. stoletja na Nizozemskem skoraj hkrati izumili daljnogled trije optiki Lippershey, Metius in Jansen. Pripovedujejo, da naj bi se otroci enega od optikov igrali z lečami in dve izmed njih slučajno postavili tako, da so oddaljeni cerkveni zvon videli blizu. Naj bi bilo kakorkoli, ob koncu leta 1608 so prve daljnoglede zares izdelali in glas o novih optičnih inštrumentih se je hitro kot blisk razširil po Evropi.



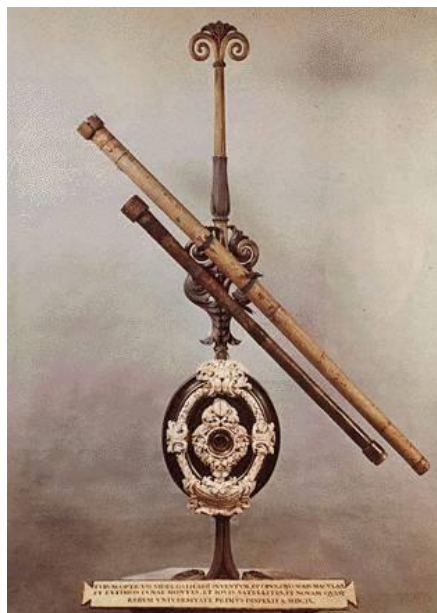
Galileo Galilei (Pisa, Italija, 1564 – Arcetri pri Firencah, 1642).

V Padovi je v tem času deloval popularni Galileo Galilei, profesor matematike in astronomije na mestni univerzi, zgovorni razpravljalca in velik pristaš Kopernikovega nauka. Ko je slišal o novem optičnem inštrumentu, se je odločil, da ga izdelava tudi sam. O tem takole piše v svojem dnevniku: “... Pred

desetimi meseci sem slišal, da je neki Flamec zgradil perspektivnik (napravo za gledanje v daljavo), s pomočjo katerega opazovani predmeti, razprostranjeni daleč od očesa, postanejo jasno razločni, kot da bi bili blizu. To je bil tudi vzrok, zaradi katerega sem se odločil proučevati temelje in sredstva za izgotovitev podobnega instrumenta. Kmalu nato, opirajoč se na nauk o lomu svetlobe, sem spoznal bistvo zadeve in v začetku sem izdelal svinčeno cev, na koncih katere sem postavil dve optični stekli, obe ravni (ploskvi) z ene strani, z druge strani pa eno steklo izbočeno - sferno, drugo pa vbočeno”.

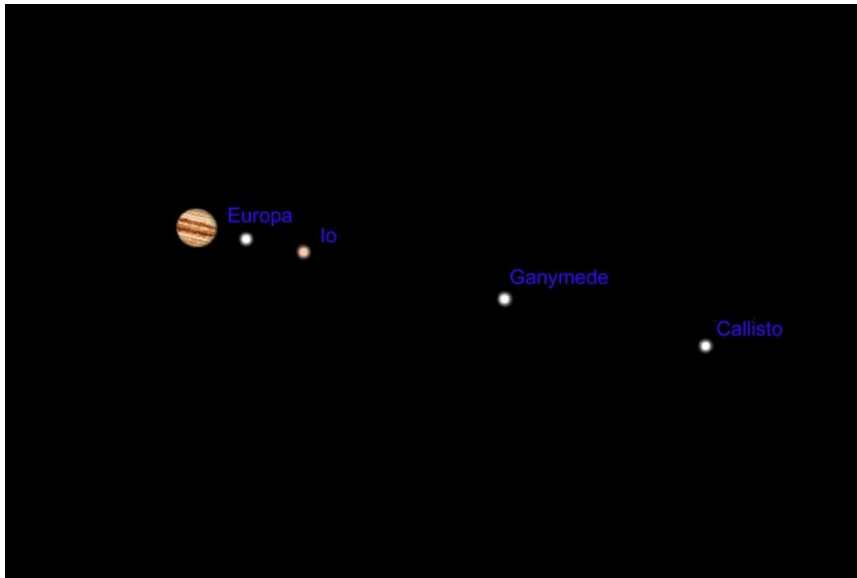
Ta teleskopski prvenec je imel le okoli 3-kratno povečavo. Pozneje je Galilei sestavil izpopolnejši daljnogled s 30-kratno povečavo in takrat je nastopil trenutek, ko je pogledal tudi na zvezdnato nebo. Za zgodovino znanosti tako 7. januar 1610 ostaja za vedno nepozabni dan. Zvečer tega dne je namreč Galilei prvič uperil svoj daljnogled proti zvezdam. Videl je to, kar prej ni bilo mogoče videti.

Videl je, da je Luna posuta z gorami in dolinami. Po reliefu se mu je zdela podobna Zemlji. Planet Jupiter se je pred Galilejevimi očmi prikazoval kot majčkena okroga ploskvica (krožec), okrog katerega krožijo štiri ‘nenavadne zvezdice’ - njegove lune. Ta slika ga je v malem spominjala na Sončev sistem po Kopernikovi razlagi. Venera se mu je zdela podoben majhni Luni. Spreminjala je svoje mene, kar je neposredno pričalo o njenem kroženju okrog Sonca. Na Soncu je Galilei videl temne pege, s čimer je spodbijal tedaj še vedno splošno privzeto Aristotlovo trditev iz antičnih časov, da je nebo popolno in čisto. Opazil je, da so se pege premaknile glede na Sončev rob. Iz tega je pravilno sklepal, da se Sonce vrti. Pri opazovanju Sonca si je nezaščiteno uničil vid, tako da je bil na koncu svojega življenja skoraj slep.



Daljnogled, ki ga je izdelal Galilei.

V temnih jasnih nočeh pa je bila v zornem polju Galileijevega teleskopa vidna množica zvezd, ki je prej ni bilo mogoče videti s prostim očesom. Nekatere megličaste pege na nočnem nebu so se v daljnogledu pokazale kot skupine šibko svetečih zvezd. Kot velikanska množica nakopičenih in brez posebnega reda razporejenih zvezdic se mu je v daljnogledu pokazala tudi Rimska cesta - tista belkasta, šibkosveteča proga, ki opaše vse nebo.



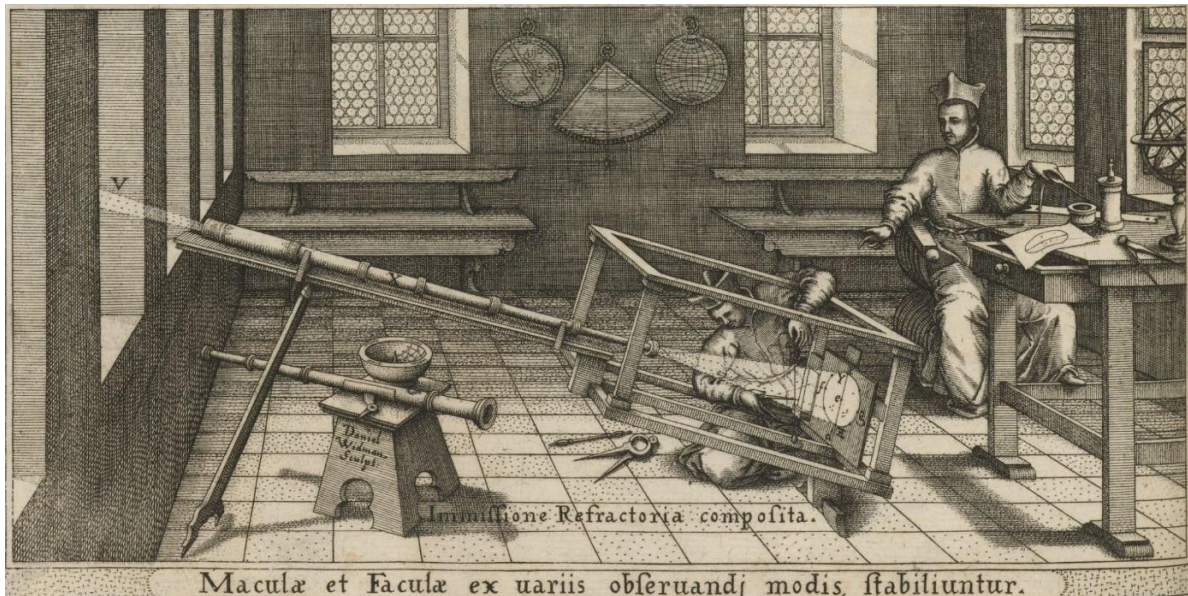
Jupitrovi sateliti, imenovani tudi Galileijeve lune.

Zaradi slabe optike teleskopa Galilei ni mogel razločiti Saturnovega kolobarja. Namesto kolobarja je videl na obeh straneh Saturna nekaka dva čudna dodatka. V svoj dnevnik opazovanj je napisal v obliki precej zamotanega anagrama, da je 'najvišji planet' (to je Saturn) opazoval kot trojnega (Altissimum planetam tergeminum observavi).

Galileijeva "nebesna" odkritja so bila začetek teleskopske astronomije. Seveda so bili njegovi daljnogledi še zelo skromni in nepopolni. Še v času Galileijevega življenja so se pojavili teleskopi nekoliko drugačnega tipa. Izumitelj novega inštrumenta je bil Johann Kepler (1571–1630). Leta 1611 je v svoji knjigi *Dioptrika* opisal teleskop, sestavljen iz dveh bikonveksnih leč. Sam Kepler kot tipični astronom-teoretik, ki je skrajno malo opazoval, menda z daljnogledom ni nikoli pogledal zvezd, se je omejil le s shematičnim opisom poteka svetlobnih žarkov v novem teleskopu.

Prvi tak teleskop, ki so ga začeli imenovati refraktor, je že po dveh letih izdelal in ga takoj uporabil v astronomski praksi jezuit Christoph Scheiner (1575–1650) s Švabskega, veliki in stalni Galileijev nasprotnik glede narave Sončevih peg. Scheiner je opazoval iz Ingolstadta. Opravi je okoli 2000 opazovanj Sonca. Leta 1611 je odkril Sončeve pege in bakle. Ogromno je opazoval tudi Luno. Po njegovi smrti so celo izdali njegovo Lunino karto.

Glavna pomanjkljivost Galilejevega teleskopa je bilo majhno zorno polje. Zato je bilo s takim teleskopom zelo težko najti nebesno telo in ga opazovati. Zaradi te pomanjkljivosti Galilejevega teleskopa po smrti njegovega izumitelja niso dosti uporabljali v astronomski praksi. Spomin nanj pa so današnja operna kukala. V 30 letih je keplerjevski tip daljnogleda povsem izpodrinil galilejevskega.



Scheinerjevo opazovanje Sonca na zaslonu daljnogleda.

Takšen je bil skromen začetek pozneje bujno razvijajočega se tekmovanja v izgradnji najrazličnejših teleskopov. Po Galilejevih opazovanjih in odkritjih je gradnja in uporaba teleskopov pridobila masovni značaj. Skoraj istočasno (1616) so predlagali sheme zrcalnih teleskopov - reflektorjev. Toda šele I. Newtonu je leta 1668 uspelo izdelati reflektor, primeren za opazovanja. Premer sfernega zrcala tega teleskopa je bil le 2,5 cm, njegova goriščna razdalja pa 16,5 cm.

Giulio Cesare Vanini

Giulio Cesare Vanini (Taurisano, provinca Lecce 1585–1619 Toulouse) je bil nezakonski sin krajevnega uradnika in španske plemkinje. Imel je urejen dom. Stopil je v meniški red, da bi si pridobil popolno univerzitetno izobrazbo.

Univerzo v Neaplju je zaključil leta 1603 in tam leta 1606 dosegel doktorat iz kanonskega in civilnega prava. Nato je od 1608 do 1612 nadaljeval študije na teološki fakulteti v Padovi, a ni znano, če je dosegel kakšno stopnjo izobrazbe.

Vanini je bil menih - karmeličan od leta 1603. Leta 1612 je na skrivaj zbežal v Anglijo, kjer se je odpovedal katolicizmu. Potem, ko tam ni bil zadovoljen, je prosil papeža, da ga sprejmejo nazaj, a ne kot navadnega meniha, pač pa kot duhovnika. Prošnji so ugodili, vendar ko je canterburyjski škof to zvedel, so ga zaprli. Uspel je pobegniti najprej v Genovo, potem pa v Francijo, kjer je v letih 1615-16 izdal dve prevratniški knjigi: *Teater večne božje-čarovniške previdnosti* (Lyon, 1615) in *O čudovitih skrivnostih narave – kraljice in boginje minljivosti* (Pariz, 1616). Francosko plemstvo ju je dobro sprejelo, ker je občudovalo kulturne in znanstvene novosti iz Italije, ne pa katoliška oblast, ki je napadla Vaninijevo delo in ga prepovedala.

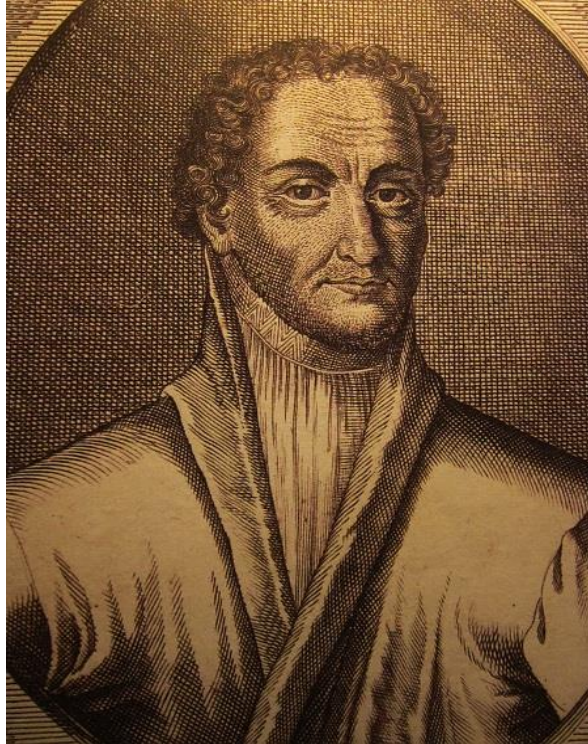
Zaradi obeh knjig, posebno zadnje, je bil obtožen ateizma in heterodoksnosti, torej krivoverstva, in obsojen. Pregarjala ga je inkvizicija. Zbežal je iz Pariza. Skrival se je pod tujim imenom po raznih samostanih. Mimogrede je tudi poučeval filozofijo. Končno so ga izsledili v Toulousu in ga kaznovali. Kot krivoverca oziroma brezbožca so ga kruto usmrtili. Potem ko so mu krvniki odrezali jezik, so živega sežgali na grmadi, starega komaj 34 let.

Vaninija prištevajo k filozofom-materialistom in kopernikancem. Že pred prebegom v Pariz se je spogledoval z radikalnimi idejami, ki jih je izrazil v knjigah. V delu (1616) je zatrjeval, da je svet edinstven in večni, da se v vesolju vse nahaja v stalnem gibanju in se pokorava mogočnim zakonom, človekova duša pa da je podobna živalskim in je umrljiva. Bil je med prvimi, ki so naravo obravnavali kot stroj, ki ga ureja naravni zakon.

Vanini je bil karizmatična osebnost, morda malo manj izobražen, nekoliko manj prodoren in slaven kot njegov vzornik Bruno, vendar še vedno dovolj znan po svojih radikalnih in svodomiselnih izjavah, ki jih je trosil z velikim zanosom, čarom in tudi brezobzirnostjo. Kamor je prišel, je znal okolico očarati, si je našel zavetnike in podporo, toda roki inkvizicije ni mogel uiti.

Vaninijevo življenje v marsičem spominja na življenje njegovega sodobnika Giordana Bruna (umrl 1600). Oba sta prišla z juga Italije in bila

meniha. Vanini je bil duhovnik kot Bruno, bavil se je z okultno filozofijo in bil proti peripatetiki kot Bruno, ni imel pravega doma in ga je preganjala inkvizicija kot Bruna, bežal je iz Pariza v Toulouse (kjer je Bruno dosegel doktorat), prav tako kot Bruno se je veliko let potikal po evropskih mestih, kjer je poučeval in nastopal s predavanji, v katerih je propagiral Kopernikov heliocentrični nauk in še navdušeno branil Brunove zamisli o vesolju. V boju s sholastiko in religijo ter z razširjanjem ateističnih in panteističnih pogledov na svet je na koncu podobno kot Bruno celo končal svoje življenje.



Giulio Cesare Vanini (1585–7. ali 9. 2. 1619), italijanski filozof, označen kot krivoverec, ki si je z objavo svojih knjig, posebno z delom *O čudovitih skrivnostih* (1616), nakopal inkvizicijo in prezgodnjo smrt.

Vaninija večinoma obravnavajo kot filozofa. Tu se ga spominjamo in omenjamo predvsem kot velikega pristaša Kopernikovega nauka in zagovornika Brunovih idej.

Johannes Kepler

Galilei in Kepler sta si dolga leta dopisovala. Zanimivo je, da Galilei Keplerju ni nič sporočil o svojih odkritjih. Galilei tudi ni priznaval prvega Keplerjevega zakona, da se planeti gibljejo po elipsah okrog Sonca, da se enkrat gibljejo hitreje, ko so Soncu bližje, drugič počasneje, ko so dlje od njega.



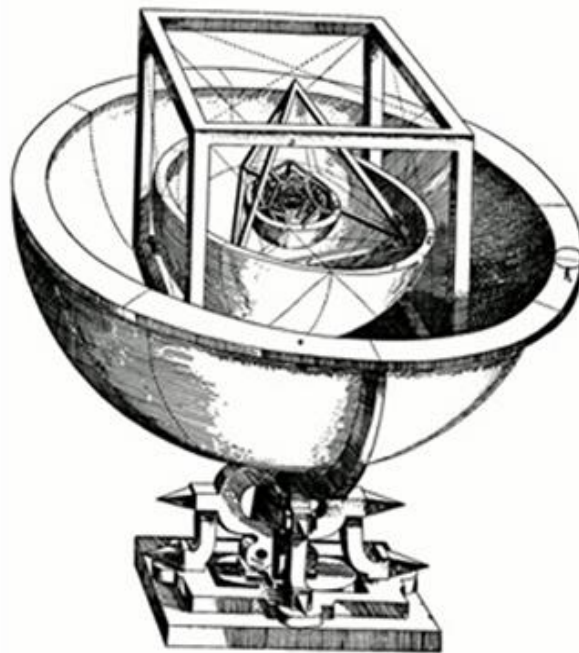
Johannes Kepler (Wiel der Stadt, Württemberg, 1571 – Regensburg, 1630). Odkril je, da se planeti gibljejo po elipsah okrog Sonca, ki leži v enem od gorišč elipse. Ko je iskal obliko tira Marsa okoli Sonca, je izbiral med različnimi ovali. Na koncu se je izkazalo, da je najprikladnejša oblika tira elipsa s Soncem v gorišču.

Mlajši Kepler je bil Galileiju eden najbližjih takratnih učenjakov po duhu razmišljanja. Predvsem je bilo pomembno, da je Kepler takoj, brez zadržka sprejel Kopernikov heliocentrični sistem. Leta 1597 Galilei takole piše Keplerju: "... jaz jih doslej nisem upal objaviti (namreč argumente v prid heliocentričnemu sistemu; op. M. Pr.) iz bojazni, da ne doživim podobne usode, kot je doletela našega Bruna, ki si sicer zasluži nesmrtno slavo ... Jaz bi že nastopil s svojimi razmišljanji, če bi bilo več takšnih ljudi, kot ste Vi; ker pa ni tako, si ne upam dotakniti navedene teme".

Kepler približno odgovarja: "Ne omahuj, Galilei, kar začni. Jaz se že ne motim in med vidnimi evropskimi matematiki jih je veliko takih, ki si želijo opredeliti za naju". Knjigo o tem bi bilo bolje natisniti v Nemčiji kakor v Italiji.

V oddaljeni Pragi se je problem videl seveda v drugačni luči kot v inkvizicijski Italiji, kjer je že nekaj let v temnici ždel filozof Giordano Bruno.

Znanstvena pot, po kateri se je k svojemu odkritju dokopal Kepler, je zelo poučna. Kepler je bil v določeni meri fantast. Poskušal je spoznati oz. odkriti največkratnejske skrivnosti vesolja. Prepričan je bil, da je največja vesoljska tajna, ki se mu skriva pred nosom, naslednja: Je šest planetov. Zato obstaja pet pravih poliedrov. Nad tem "odkritjem" je bil vzhičen. Kepler je razporedil šest sfer, ki jih je izmenoma razmestil med različne poliedre tako, da je v vsako sfero eden včrtan, drug pa očrtan. Sferam je pripisal skladno zaporedne planete. V razporeditvi poliedrov naj bi se skrivala posebna skrivnost (kocka ustreza Saturnu, tetraeder Jupitru itn.). Polmere sfer Kepler povezuje s tedaj znanimi relativnimi obsegi tirov gibanja planetov in na nek skrivnostni način dobi razmeroma majhno razhajanje med njimi, razen pri Merkurju (podrobnosti sem izpustil; gl. splet). Ta razmišljanja je objavil v knjigi *Skrivnosti vesolja* (*Mysterium cosmographicum*, Tübingen, 1596). Številnim je bilo to všeč. Galilei ni ugovarjal. Astronomski feniks Tycho Brahe pa je Keplerja menda na podlagi tega njegovega dela celo povabil, da sodeluje z njim.



Mysterium cosmographicum.

S tem povabilom je povezana druga plat Keplerjevega življenja, namreč znanstvenega, ki prav nič ni podobna prejšnjemu, do neke mere misterioznemu. Zdaj je do najmanjše potankosti in v garaškem matematičnem stilu obdelal vsa množična opazovanja Tycha Braheja, ki so bila opravljena z neverjetno natančnostjo brez daljnogleda, torej s prostim očesom. Danes ocenjujejo natančnost teh opazovanj celo na $\pm 30''$ in ne na $\pm 1'$, kakor običajno navajamo za

natančnost Tychovih opazovanj. Kepler je moral pregledati ogromno množico opazovanj navideznih tirov planetov, kot je to zabeležil Tycho Brahe oz. njegovi številni sodelavci - pomočniki. Zdi se, da je s temi opazovanji Tycho Brahe poskušal oceniti pravilnost oz. potrditev svojega kompromisnega svetovnega sistema, po katerem se Sonce giblje okrog Zemlje, ostali planeti pa okrog Sonca. Kepler je torej opravil številne račune, vendar pa ne v okviru Tycho Brahejevega sistema, ampak Kopernikovega heliocentričnega sistema.

Podobno kot svoj čas Ptolemaj je tudi Kopernik za tire planetov izbral krožnice. Zato so se v Kopernikovem svetovnem sistemu ohranili epicikli. Kepler je želel poenostaviti sistem. Na veliko začudenje se tir Zemlje skoraj ne razlikuje od krožnice, le Sonce je nekoliko pomaknjeno iz njenega središča. Vse to je že sicer vedel Kopernik, toda Kepler je velikost odmika izračunal precej natančneje. Pozorno je tudi proučil neenakomernost gibanja Zemlje po njenem tiru. Dolgo je iskal zakonitost v tem gibanju, dokler ni ugotovil zakona o ploščinski hitrosti, ki je postal pozneje znan kot drugi Keplerjev zakon (zveznica Sonce-planet opiše v enakih časih enake ploščine, iz česar sledi, da se planet giblje najhitreje, ko je najbližje Soncu, v prisiončju, in najpočasneje, ko je najdlje, v odsončju).

In potem je Kepler po velikanskem računskem garanju iz opazovanj navideznega tira (leg) planeta izračunal dejanski tir Marsa. Obliko tira je primerjal z različnimi zaključenimi krivuljami. Kepler zdaj deluje zelo strogo, skrajno trezno, predvsem pa povsem zaupa rezultatom opazovanj Tycha in njegovih pomočnikov in rezultatu svojih raziskovanj – elipsam planetov. Galilei je opominjal Keplerja in mu pisal, da ga je vedno cenil, ga imel za svobodnega in ostrega uma, toda v načinu razmišljanja se pač malo razlikujeta, kar se kaže tudi v njunih delih. Glede gibanja nebesnih teles sta se sicer večkrat zbližala, v nekaterih pogledih celo skladala, čeprav sta se razlikovala v številnih pogledih glede splošne ocene posameznega pojava. Tako je npr. Galilej menil, da je v vesolju samo enakomerno krožno gibanje. Ni zaupal niti v eliptične tire niti v neenakomerno gibanje planetov na njihovih tirih. V tem pogledu je bil Kepler naprednejši.

Kepler je bil tudi prvi, ki je obravnaval medsebojno privlačnost vesoljskih teles in jo povezoval z gibanjem. Izrekel je celo domnevo, da ta privlačnost pojema z razdaljo (da je obratno sorazmerna z razdaljo, kar je napačno; dejansko pojema s kvadratom razdalje). Plimovanje na Zemlji je pojasnjeval z Lunino privlačnostjo. Vse to je bilo nesprejemljivo za Galileija, ki je imel odklonilno mnenje glede delovanja sile na daljavo. To se je posebno nanašalo na plimo in oseko, ki ju je Galilei imel (napačno) za zelo pomemben dokaz gibanja Zemlje.

Pierre Gassendi

Pierre Gassendi je bil francoski teolog, filozof-materijalist, astronom, matematik in mehanik. Izobrazbo si je pridobil v Dignu in že v starosti 16 let postal učitelj retorike. Nato je študiral teologijo in postal duhovnik, pravzaprav dr. teologije. Leta 1612 je stopil na čelo katedre filozofije v Aixu, leta 1645 pa nastopil službo profesorja matematike na Collège Royal v Parizu.



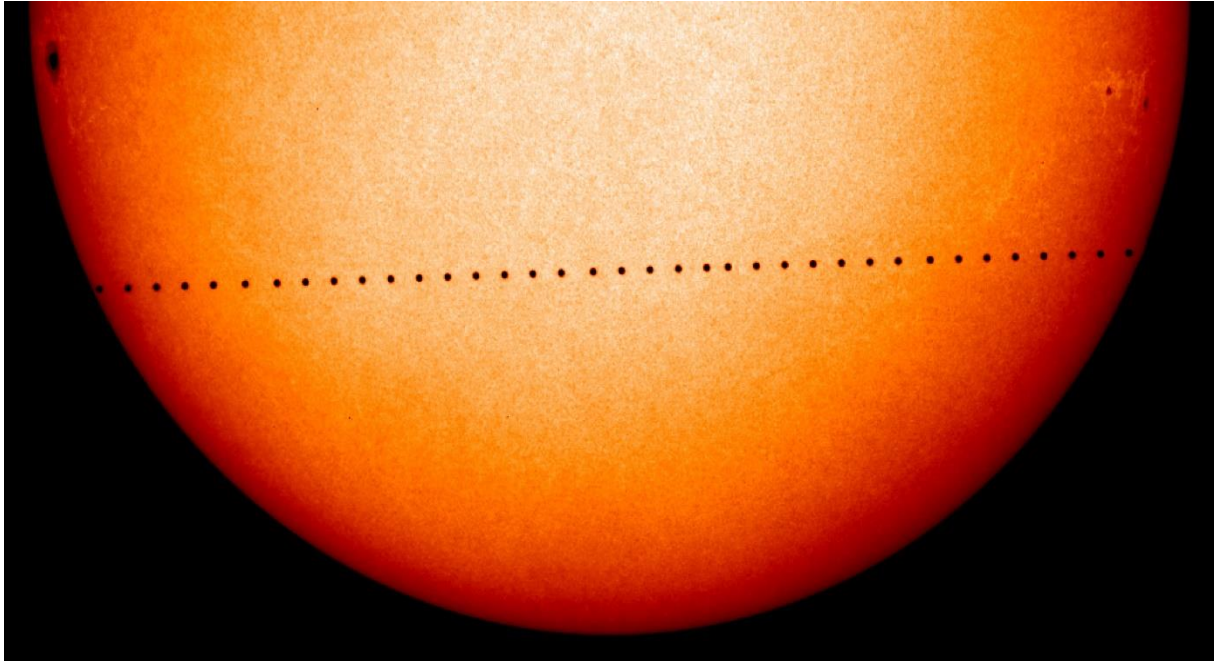
Pierre Gassendi (Champtercier blizu Digne, Provansa, 1592 –Pariz, 1655).

Gassendi je bil naravoslovec najširšega profila, nekaj časa je deloval tudi literarno. Dolgo vrsto let je bil na seznamu, da je kot prvi in edini opazoval prvi, za leto 1631, napovedani Merkurjev prehod čez Sonce. Zdaj sta se mu pridružila najmanj še dva. Decembra istega leta je čakal tudi na Venerin prehod. Toda za ta dogodek se je obrisal pod nosom. Zgodil se je namreč takrat, ko je bila v Parizu noč.

Gassendi zavzema častno mesto v zgodovini znanosti, posebno še fizike in astronomije. Tudi on se je zavzemal, kakor pred njim svoj čas Robert Bacon, za eksperimentalni pristop in matematično obravnavo raziskovanj v znanosti, kar se je pozneje začelo vse bolj uveljavljati in končno tudi utrdilo.

V astronomiji je znan kot opazovalec (eksperimentator) in pisec zgodovine astronomije. Pogosto navajajo, a ni čisto res, da je 7. 11. 1631 prvi opazoval Merkurjev navidezni prehod čez Sončev disk (njegov traktat *Mercurius in Sole Visus et Venus invisus*, Pariz 1632), kar je napovedal J. Kepler, a dogodka ni dočakal, ker je eno leto prej umrl. Leta 1647 je izdal knjigo, v kateri je obravnaval tri v tistem času znane »svetovne sisteme«, in sicer Ptolemajevega, Kopernikovega in Tycho Brahejevega. Ovrigel je Aristotlov in Ptolemajev nauk in bil privrženec heliocentričnega Kopernikovega sistema.

Napisal je življenjepise Tycha Braheja, N. Kopernika, G. Purbacha in J. Müllerja-Regiomontana ter traktat o zgodovini koledarja. Dopisoval se je z Galilejem, Cassinijem, Keplerjem, Hevelijem, Scheinerjem, Descartesom in celo s kraljico Kristino Švedsko.



Merkurjev navidezni prehod čez Sonce dne 9. 5. 2016.

Napisal je tudi imenitno knjigo o Epikurju in bil sam velik zagovornik Epikurjevega atomističnega materijalizma. Menil je, da svet sestoji iz praznine – vakuuma in atomov, ki obstajajo v objektivnih času in prostoru in stremijo k nenehnemu gibanju, bili pa naj bi božanskega oz. božjega izvora.

V astronomiji ga res neprestano omenjajo kot prvega opazovalca Merkurjevega prehoda čez Sonce. Odkrili pa so, da sta ga razen njega opazovala najmanj še dva, in sicer Jean-Baptist Cysat in Johannes Remus Quietanus iz Rouffacha, Alzacija (pojavlja pa se še en anonimni jezuit iz Ingolstadta).

Poleg Galilejevih opazovanj Venerinih men je opazovanje Merkurjevega prehoda zagotovo pomenilo prvi najodločnejši korak k poznejšim številnim neposrednim dokazom v korist oz. potrditev Kopernikovega sistema, hkrati pa poguben poraz ptolemajskega geocentričnega koncepta. Dobljena bitka pa je bila še daleč od dobljene vojne. To je bil šele začetek dolgotrajne borbe s Cerkvijo za splošno priznanje Kopernikovega nauka, ki se je izbojevalo šele sredi 19. stoletja.

Johann Baptist Cysat

Dolgo časa sem mislil, je prvi napovedani Merkurjev prehod prek Sonca (7. 11. 1631) kot prvi in edini opazoval francoski astronom Pierre Gassendi. Našel pa sem, da je omenjeni prehod opazoval tudi švicarski jezuitski astronom Johann Baptist Cysat, za katerega prej nisem nikoli slišal.

Bil je osmi rojeni otrok od štirinajstih v družini. Rodil se je in umrl v Lucernu, vmes pa je preživel zanimivo, delovno in živahno življenje v različnih evropskih mestih ter dosegel lepo kariero.

Leta 1603 je vstopil v jezuitski red, leta 1618 postal profesor matematike in astronomije na univerzi v Ingolstadt, od 1623–27 rektor jezuitskega kolegija v Lucernu, bil nato na dopolnilnem študiju v Španiji, po vrnitvi leta 1630 deloval kot arhitekt jezuitske cerkve, zgrajene v Innsbrucku, potem bil od 1637–1641 rektor jezuitskega kolegija v Innsbrucku, v letih 1646–50 pa še rektor jezuitskega kolegija v Eichstadtu. Ob koncu življenja se je vrnil v rodni Lucern.



Johann (Jean)-Baptist Cysat (Cysatus; Lucern, 1586 – Lucern, 1657).

Cysat je bil študent in asistent astronoma Christopha Scheinerja na univerzi v Ingolstadt, pozneje (1618) kot profesor matematike in astronomije pa tudi njegov naslednik. Leta 1611 sta oba, Scheiner in Cysat, začela z daljnogledom opazovati Sončeve pege, ki sta jih odkrila neodvisno od drugih (tu mislimo predvsem na Galileija). Istega leta je Cysat neodvisno odkril tudi Orionovo meglico M 42. Z daljnogledom je nato opazoval še komet v letu 1616 in videl pri njem dosti podrobnosti. Med njegova pomembna opazovanja vključujejo še Merkurjev prehod čez Sončev disk dne 7. 11. 1631, ki ga je napovedal J. Kepler, a ga ni učakal, ker je prej umrl. Kepler je obiskal Cysata v Ingolstadt.

Morda je bil Cysat prvi Švicar, ki je sestavil teleskop. Posebno za opazovanje kometov je izdelal 6 in 10 čevljev dolga daljnogleda. Zgodovinarji znanosti v glavnem navajajo, da je njegovo najpomembnejše delo, ki ga je zapustil na področju astronomije, opazovanje kometov. Bil je res prvi, ki je opazoval kometovo jedro in opisal podrobnosti v njem. Opazoval in opisal je tudi en popolni Lunin mrk v letu 1620.

Meni pa se vendarle zdi, da je najpomembnejše njegovo astronomsko delo prav opazovanje Merkurjevega prehoda čez Sonce, ki ga je opazoval iz Innsbrucka. Takšno opazovanje za tisti čas mrkega razsajanja Tridesetletne vojne je bil vendarle velik opazovalni podvig.

Jeremiah Horrox

Jeremiah Horrox je bil angleški astronom, sicer pa župnik-kalvinistični pridigar. Od 1632 do 1635 se je učil v kolidžu Emmanuela v Cambridgu, matrikuliral na univerzi v Cambridgu, a jo kmalu zapustil in ostal brez formalne izobrazbe. Potem pa je živel in delal kot domači učitelj v vaseh blizu Liverpoola. Kar sam se je spoznal z osnovnimi astronomskimi deli preteklosti in tudi svojega časa. Spremljala ga je revščina. Njegovo življenje je bilo zelo kratko, saj je umrl že pri 23 letih. Strastno se je zanimal za številne astronomske probleme. Bil je neutruđen in zelo prizadeven opazovalec, ki je stremel k največji natančnosti opazovalnih in tudi računskih rezultatov. Glede na Keplerjeve hipoteze o silah, ki »poganjajo planete okrog Sonca«, je razvil lastni dinamični model Sončevega sistema, po katerem planete vedno privlači Sonce in nikoli se od njega ne odbijajo. Menil je tudi, da se planeti medsebojno privlačujejo, da privlačujejo tudi Sonce in da Sonce ostaja nepremično zaradi svoje ogromne mase.

Horrox je natančno pregledal preglednice planetnih gibanj, med njimi tudi Keplerjeve Rudolfinske tablice in tablice belgijskega astronoma Landsberga. Našel je napake in jih popravil. Tako je povečal natančnost tabel. Ponovno je izračunal elemente planetnih tirov. Izračunal je in tako napovedal čas navideznega prehoda Venere čez Sončevo ploskvico v decembru leta 1639 in bil prvi astronom, ki je tudi opazoval ta pojav dne 4.12.1639. Pri tem je dovolj natančno določil zorni kot Venere ($1' 16''$), elemente tira gibanja tega planeta in vrednost Sončeve paralakse ($14''$, iz česar je sledila za astronomsko enoto 63% današnje vrednosti, saj meri paralaksa Sonca $8,8''$), ki pa je vendarle dolgo časa ostala najboljša ocena.



**Jeremiah Horrox (Horrocks; Toxteth pri Liverpoolu, 1618 – Toxteth, 1641)
opazuje prehod Venere čez Sonce leta 1639.**

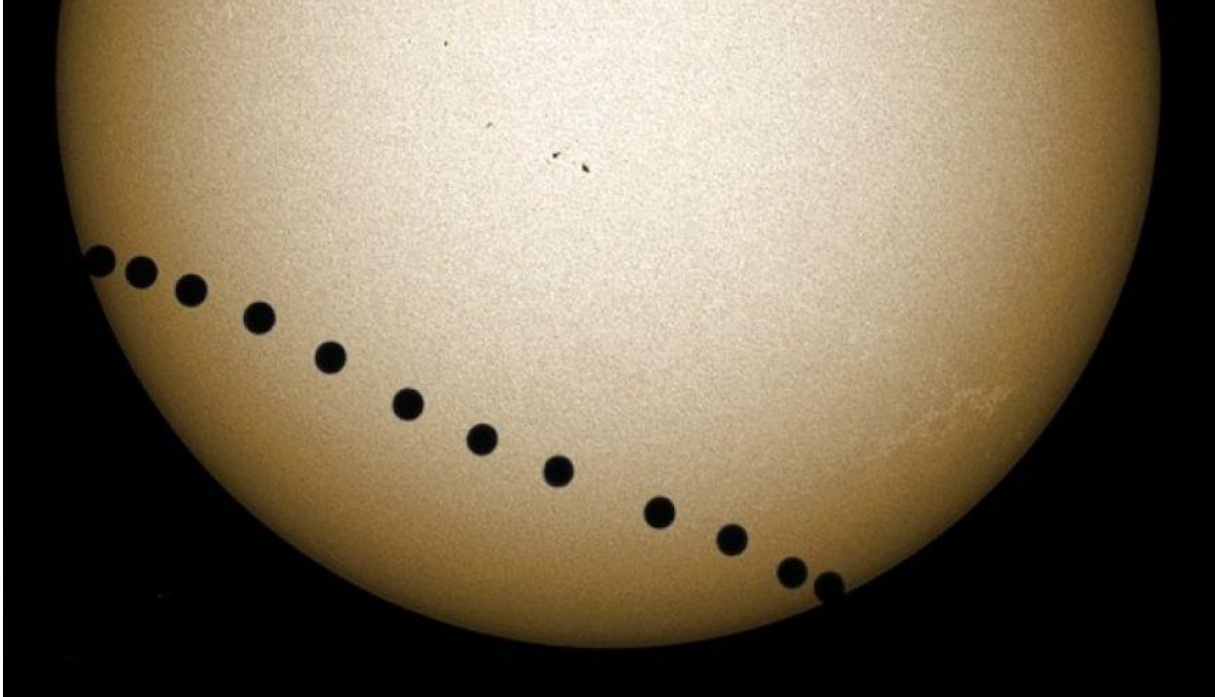
Med najpomembnejšimi Horroxovimi dosežki pa so popravki pri teoriji Luninega gibanja. Tako kot Kepler je tudi Horrox izhajal iz predpostavke, da se Luna giblje po eliptičnem tiru in da jo moti Sonce, ki v njenem gibanju povzroča nepravilnosti. Po natančnih opazovanjih različnih Luninih men je mogel poboljšati konstante nekaj Luninih neenakosti in celo pojasniti Lunino evokcijo (ena od motenj) iz ugotovljenega premikanja apsidne linije (daljice prizemlje-odzemlje) Luninega tira in spremenljivost ekcentričnosti (sploščenosti) njenega tira.

Horrox je prvi opazoval navidezni prehod Venere čez Sonce. Sliko Sonca je fokusiral skozi preprost daljnogled na kos lepenke, kjer je opazoval sliko Sonca. Izračunal je, da se bo prehod začel 4. decembra okoli 15. ure. Prvič je opazil drobno temno »Venerino pego« približno ob 15. uri 15 min in opazoval prečkanje še približno uro in pol vse do Sončevega zatona (odhoda). Da se bo omenjenega dne zgodil ta prehod, je obvestil še svojega prijatelja in dopisovalca Williama Crabtreeja, ki je potem opazoval pojav iz svojega doma v Salfordu. Tako sta ta dva prvič v zgodovini astronomije opazovala Venerin prehod čez Sonce in ne le eden (Horrox), kot smo dolgo časa mislili. Nekaj podobnega velja tudi za prvo opazovanje Merkurjevega prehoda čez Sončevo ploskvico.

Kepler je vzbudil veliko pozornost z napovedjo Venerinega prehoda čez Sonce dne 6.12.1631, ki pa je bil žal za Evropo neviden. Na žalost pa je spregledal naslednji Venerin prehod 4.12.1639, ki pa ga je izračunal in opazoval Horrox. To je zares velik Horroxov dosežek. Kepler je bil že 9 let pod rušo.

Horroxova raziskovanja niso bila publicirana za njegovega življenja. Šele 1672/73 je londonska Royal Society izdala njegovo delo. Leta 1662 pa je Jan Hevelij objavil njegov traktat o Venerinem prehodu (*Venus in sub sole visa – Venera v prehodu čez Sonce*).

Horroxoovo Lunino teorijo je uporabil prvi greenwiški astronom John Flamsteed za sestavljanje Luninih tabel. Poznejša izboljšanja v njej je vnesel Isaac Newton, uporabljali pa so jo za sestavljanje Luninih tablic skoraj do sredine 18. stoletja.



Navidezni prehod Venere preko Sonca dne 8. 6. 2004.

Edmond Halley

Angleški astronom Edmond Halley je bil velik prijatelj velikega fizika Isaaca Newtona (1642–1727). Z njim je ogromno razpravljal o gibanju planetov okrog Sonca, pa tudi, kako se gibljejo kometi. Newton ga je dobro podučil o teh vprašanjih in še o splošnem privlaku vesoljskih teles v prostoru. Halley je bil izvrsten učenec. Vse si je dobro zapomnil, kar mu je povedal Newton. Neke vrste krona njunega medsebojnega plodnega razpravljanja in sodelovanja na fizikalnem in astronomskem področju je zagotovo, da je Halley leta 1682 odkril komet, ki je bil pozneje imenovan po njem. Tega leta se je namreč na zvezdnem evropskem nebu nenadoma pojavil svetel, velik in košat komet, ki je zaradi svojega nevsakdanjega bleščečega videza tako očaral in pritegnil Halleyja, da se je odločil, da ga bo opazoval več, kot bi ga običajno, in poskušal o njem ugotoviti čim več podrobnosti.

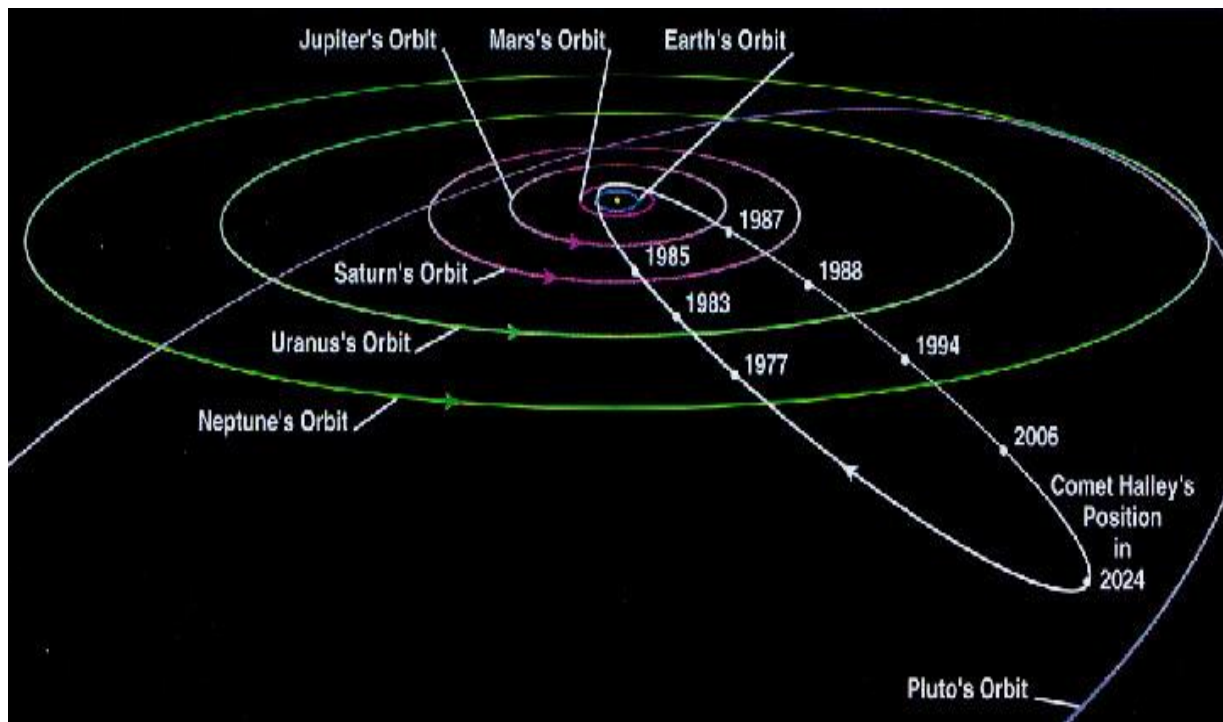


Edmond Halley (Haggerston pri Londonu, 1656 – Greenwich, 1742) – kraljevi astronom in še: geofizik, matematik, meteorolog, časnik, pesnik, inženir, fizik, filozof, kartograf, demograf in univerzitetni profesor. Opravil je veliko astronomskih raziskovanj oz. odkritij. Tu se bomo omejili le na njegovo odkritje kometa v letu 1682 in njegovo smelo napoved, da se bo komet ponovno vrnil na nebo leta $1682 + 76$, to je leta 1758, kar se je res zgodilo z nekaj mesečno zamudo zaradi gravitacijskih motenj s strani planetov, posebno Jupitra in Saturna. Ja, napovedal, a ne dočakal.

Začel je garati, neumorno raziskovati njegovo gibanje v prostoru, njegovo tirnico gibanja in pojavljanje na nebu, če se morda periodično vrača k Soncu oziroma Zemlji, če je bil že kdaj prej opazovan na Zemljinem nebu, itn. Vse to se mu je čudovito posrečilo ugotoviti. Še celo to, po uspešnih raziskavah je napovedal, kdaj se bo komet ponovno vrnil na naše nebo. In Newton ima precejšnje zasluge za ta pomembni znanstveni podvig.

Opazovanja tega kometa iz leta 1531 (gl. Apian in še spodnjo preglednico) so bila najstarejša, ki jih je Halley uporabil za določitev velikosti in sploščenosti tira (elipse) ter obhodnega časa 76 let potovanja kometa okrog Sonca. Posrečilo se mu, da je odkril še starejša pojavljanja kometa.

Praznovorni strah so prestajali naši predniki zaradi pojavov kometov, ki so jih imeli za dežurne znanilce vojn, epidemij ter drugih nesreč in zla. Ta vcepljeni strah je napravil astronomom veliko uslugo. Podatki o pojavih kometov so ostali zapisani v letopisih, kronikah, na skalah itn. In te je Halley uporabil pri svojem raziskovanju kometa.

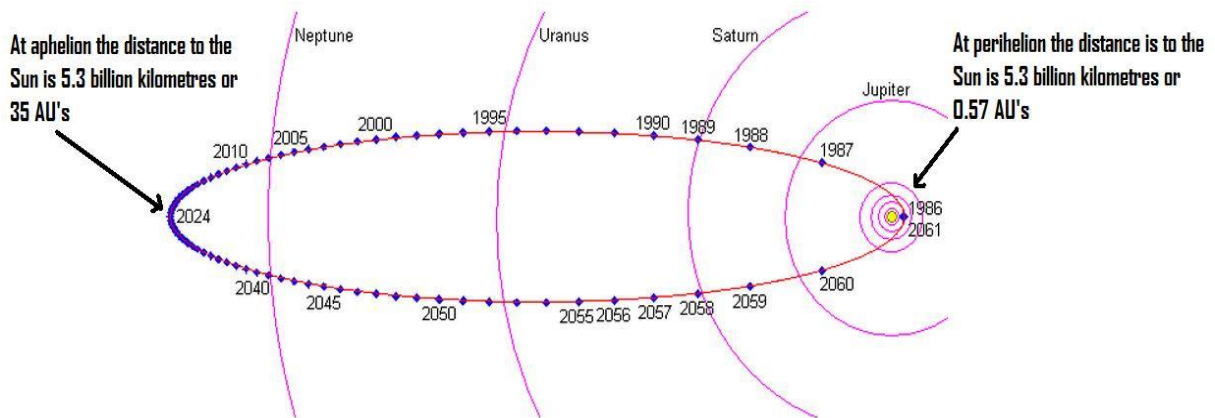


Tir Halleyjevega kometa in njegove lege na tiru na začetku označenih let.

Pri vsakem približanju kometa Soncu kometna snov zaradi Sončevega sevanja hlapi in zapušča komet. Tako kometi »ugasnejo« v razmeroma kratkem času, seveda v vesoljski časovni lestvici. Končno postanejo nevidni. V najboljšem primeru so podobni manjšim malim planetom (planetoidom).

Aktivno obdobje kratko periodičnih kometov (kamor prištevamo Halleyjev komet), ki se Soncu najbolj približajo znotraj Zemljinega tira, traja okoli sto obhodov kometa okrog Sonca. Tudi Halleyjev komet se zelo približa Soncu (gl. sliki). To kaže na njegovo kratko aktivno obdobje. Po podatkih opazovanj videza Halleyjevega kometa v zadnjih 2000 letih so ocenili izgubo snovi jedra kometa. Izračunali so, da mu je za aktivno življenje ostalo še kakih 50 obhodov okrog Sonca. Čez naslednjih 3000 do 4000 let bo komet že tako šibek, tako oslabel, tako neznamenit, da ga pri njegovem približanju Soncu ne bo mogoče več z Zemlje opaziti niti z najbolj zmogljivimi daljnogledi, s kakršnimi razpolagamo danes. Lahko pa bo človeštvo izumilo boljše daljnoglede, saj instrumentalna tehnika izdelave daljnogledov zelo hitro napreduje. Nič ne morem zagotovo napovedati. Le to, da bo nekoč v prihodnosti zagotovo izdihnil.

Halleyjev komet je zapisan kot eden najbolj zloveščih kometov. Ob koncu 18. stol. so ugotovili, da so komet večkrat videli v Evropi in na Kitajskem in sicer vse od časa njegovega pojavljanja na nebu leta 989. Po pojavu kometa leta 1835 pa so našli pričevanja še treh njegovih starejših pojavljanj in sicer v letih 451, 760 in 1378. Pozneje so po proučevanju kitajskih letopisov raziskali poročila 15 pojavljanj kometa vse tja do leta 240 pr. n. š.



Halleyjev komet je bil odkrit leta 1682 (eni pa pravijo, da leta 1759; pojasnite, zakaj?). Je kratko periodični povratni komet s periodo 76 let. V priončju je oddaljen od Sonca 0,57 astronomske enote, v odsončju pa 35 astronomskih enot.

V tistih starih časih daljnogledov ni bilo. Opisovali so le svetle, to je velike komete, vidne s prostim očesom. Ti pa se pojavljajo zelo redko. Včasih se je celo zgodilo, da se je skoraj v istem času in približno na istem mestu neba hkrati pojavilo več kometov, kakor je bilo to leta 1910, ko je bil poleg Halleyjevega kometa viden še en drug velik komet.



Halleyjev komet leta 1986.

Od 30 v preteklosti zabeleženih pojavov Halleyjevega kometa je ostala manj natančna le potrditev pojava iz leta 164 pr. n. š. (gl. preglednico). Približno v tem času so nek večji komet opazovali na Japonskem, vendar manjkajo

podatki, po katerih bi lahko sodili o njegovi legi na nebu. Nekateri menijo, da bi Halleyjev komet lahko bil tudi pojav enega od dveh velikih kometov, opazovanih pozimi 467/466 pr. n. š. in pozimi 1058/1057 pr. n. š., opisanih v starih kitajskih letopisih. Zadnji pojav velikega kometa je s Halleyjevim kometom poistovetil nek kitajski astronom. S pomočjo računalniške simulacije je izračunal gibanja Halleyjevega kometa v preteklosti vse do 3000 pr. n. š., pri čemer je upošteval vpliv vseh tako imenovanih gravitacijskih motenj s strani velikih planetov. Po tej simulaciji naj bi bil Halleyjev komet najbliže Soncu 7. 3. 1057 pr. n. š.



Halleyjev komet leta 1910.

Spomladi leta 1066 je pojav kometa zelo vznemiril angleškega kralja Harolda II, ki je nedavno prišel na prestol. Znano je bilo, da je v Normandiji Viljem Osvajalec pripravljal napad na njihovo ladjevje. Angležem se je zdelo, da pojav kometa za njih kaže slabo znamenje. Kmalu nato je Harold II padel v bitki pri Hastingsu in tako se je zapečatila usoda Anglije. Normandijci so jo zasedli, kakor je »napovedal« prav Halleyjev komet. Tako temu kometu pripisujejo, da naj bi imel usodno vlogo v zgodovini Anglije. Zanimivo je, da je ostal zabeležen na znameniti stenski preprogi (tapiseriji), ki je bila pozneje velika dragocenost angleških kraljev.



Pojav kometa leta 1066, zabeležen na tapiseriji iz Bayeuxa.

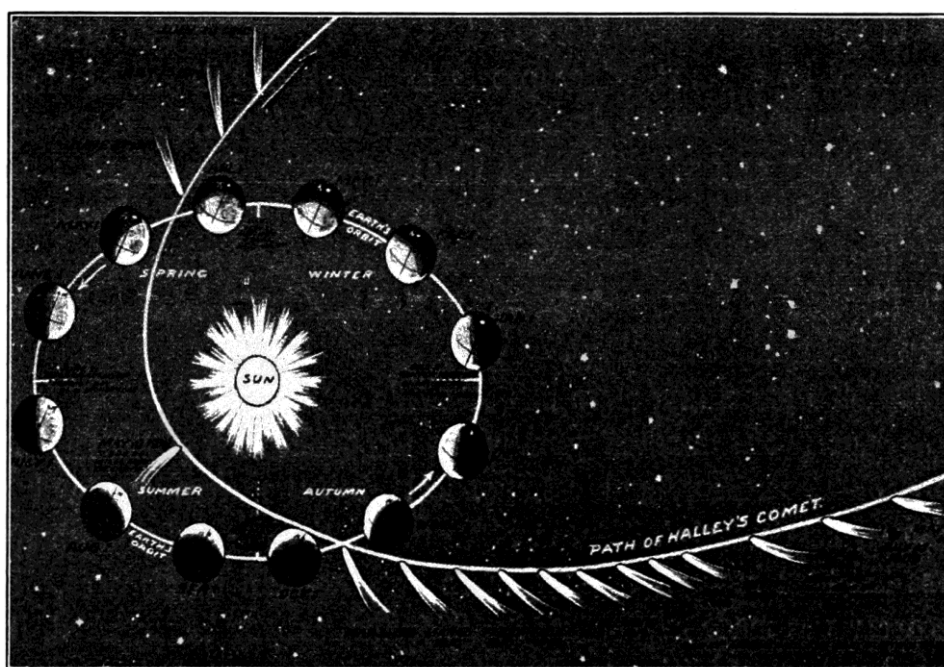
Pojav kometa leta 1066 pa je opisan tudi v starem ruskem letopisu: »V tem času je bilo znamenje na zahodu – zvezda prevzvišena. Imela je krvave žarke, vzpenjala (to je vzhajala) se je zvečer po zatonu Sonca in takšna je bila videti sedem dni. To je napovedovalo slabo znamenje, saj je bilo po tem letu veliko razdorov in neslog ter sovražnih vpadov poganov na rusko ozemlje; sicer je bila to res krvava zvezda, ki je napovedovala prelivanje krvi.«

Ob pojavu Halleyjevega kometa leta 1456 na nebu je papež Kalikst III. vpeljal posebno molitev, v kateri so ljudje preklinjali komet. S to molitvijo so vsak dan opoldne ob zvonjenju cerkva prosili boga z nebes, da pošlje grožnje pogubljenja grešnim in brezbožnim Turkom.

Prikazovanje Halleyjevega kometa na nebu v letih 1758, 1835, 1910 in 1986 je bilo za opazovalce severne geografske polute dosti manj slikovito kakor v času številnih prejšnjih pojavljanjih. Vendar še leta 1910 so v številnih deželah molili in v molitvi preklinjali ta komet. Nekateri pa so celo zaradi tega, ker so slišali, da se je takrat Zemlja nahajala v povsem nenevarnem »strupenem kometovem repu«, začeli iz obupa piti, neznansko zapravljeni in celo prodajati svoje imetje z mislijo, saj bo konec sveta.

Zadnjih trideset vrnitev Halleyjevega kometa k Soncu

<i>Zaporedna številka</i>	<i>Prehod čez priončje</i>	<i>Zaporedna številka</i>	<i>Prehod čez priončje</i>	<i>Zaporedna številka</i>	<i>Prehod čez priončje</i>
1	– 25.5.240	11	27.9.530	21	26.10.1301
2	– 13.10.164	12	15.3.607	22	11.11.1378
3	– 6.8.87	13	3.10.684	23	10.6.1456
4	– 11.10.12	14	21.5.760	24	26.8.1531
5	26.1.66	15	28.2.837	25	27.10.1607
6	22.3.141	16	9.7.912	26	15.9.1682
7	18.5.218	17	6.9.989	27	13.3.1759
8	20.4.295	18	21.3.1066	28	16.11.1835
9	16.2.374	19	19.4.1145	29	20.4.1910
10	28.6.451	20	29.9.1222	30	9.2.1986



Priončni del tira Halleyjevega kometa.

Dovolj primerov govori, da je bilo veliko žalostnih in tudi veselih dogodkov v preteklosti, ki bi jih z dovolj bogato domišljijo in ob praznovnem strahu pred neznanimi naravnimi silami lahko povezali s pojavom Halleyjevega kometa na nebu. Pa tudi, ko ga ni bilo na nebu. Za Halleyjev komet, kakor tudi za vse druge komete, res ne moremo trditi, da bi bili krivi za kakršen koli dogodek na tem drobnem planetu, ki mu rečemo Zemlja. Kometi so še dosti manjši od Zemlje. Nekateri jih primerjajo z bolho na Biku. No, le repi so lahko zelo dolgi, v opisanem primeru recimo nekaj metrov ali še več. Nevarni pa so še dosti manj kot mavrica (slikovita, vendar groba primerjava).



Glava Halleyjevega kometa z začetkom njegovega dolgega repa 8. 5. 1910.

•

Nekje sem že zapisal: *In potem je ta divji komet prišel k nam spet leta 1531 (Andrej Perlah piše o njem), leta 1682 (Halley ga odkrije, Valvasor pa ga nima med svojimi knjigami), leta 1759 (Hallerstein ga menda opazuje), leta 1910 (moja mama ga vidi) in leta 1986 (kljub prizadevanju ga zaradi slabega vremena ne vidim, slika pa ga je Herman Mikuž), leta 2061 (ga zagotovo vidim, saj sem že dolgo med zvezdami).*

•

Po letu 1759, ko je E. Halley uspešno napovedal periodičnost tega kometa in so ga zares izsledili, so imeli komete že za bolj domače nebesne pojave. V letopisih jih manj omenjajo kot prinašalce tegob, predvsem pa jih vselej nimajo za dežurne krivce vseh zemeljskih težav in nesreč.

Pa še ponovimo:

Halleyjev komet človek opazuje že celi dve tisočletji. K nam se bo znova vrnil leta 2061. To bo že njegov 31. opazovani povratek. V tem stoletju bo še živahno na našem planetu.

Johann Georg Palitzsch

Johann Georg Palitzsch (izg. Palič) je bil doma iz Saške. Ni bil iz nekdanjega našega juga. Bil je kmet, poljedelec in astronom amater, ki je živel v vasici blizu Dresdna. Odraščal je ob strogi vzgoji očima. Sam se je iz sodobnih knjig strastno izobraževal v astronomiji, fiziki in drugih področjih naravoslovja. Potem je šel študirat v »Matematični salon« v Dresdnu in leta 1756 na univerzi v Leipzigu opravil izpit iz osnov astronomije s pohvalo temeljitega znanja.

Pripovedujejo, da je neodvisno raziskal in leta 1744 odkril spremenljivost sija zvezde Algol (β Perzeja). Za božič leta 1758, to je v noči 25./26. 12., ko so šli vsi k maši, on pa pod zvezdno nebo, je prvi opazil Halleyjev komet ob njegovem prvem predvidenem povratku, ki ga je napovedal E. Halley leta 1705, in sicer za leti 1758/59. Eni menijo, da ga je ponovno odkril s prostim očesom, drugi pa pravijo, da je uporabil reflektor z 2,4 metra goriščne dolžine. Naj bo kakorkoli. Številni astronomi, amaterski in profesionalni, so si zelo prizadevali za ta dosežek, obrisali pa so se pod nosom, uspelo je le njemu.



**Johann Georg Palitzsch (Prohlis pri Dresdnu, Saška, 1723 –
Leubnitz pri Dresdnu, Saška, 1788).**

Poleg astronomije se je Palitzsch intenzivno ukvarjal tudi s poljedelsko botaniko. Veliko je mikroskopiral in celo pomagal vpeljati krompir kot splošno hrano na Saškem. Po njegovi smrti je zapustil knjižnico z okoli 3500 knjigami in delno »na roke« napisanih kopij, izpisanih iz znanstvenih del, predragih, da bi jih kupil.



Halleyjev komet v Londonu leta 1759; naslikal Samuel Scott.

Palitzsch je že vedel o povratnosti kometov. Halleyjevega kometa ni odkril slučajno. Iskal ga je. Čakal ga je. Bil je pač s pravo mislijo v pravem času na pravem mestu. Vsi so praznovali božič, on pa je šel ven v mrzlo zimsko noč in naredil nepozabno opazovanje. Občutil je slast in hvalo nekega odkritja ter se tako pomembno vpisal v zgodovino astronomije.

Kadarkoli kdo piše o tem kometu, je Palitzsch vedno omenjen. Tudi tukaj, čeprav ni kak posebno pomemben in za obravnavanje zanimiv astronom. Nekaj mu je pač uspelo, kar ni nobenemu.

Carl Friedrich Gauss

Že od prve polovice 17. stoletja, od Keplerjevega časa dalje, so astronomi opozarjali, da je med Marsovim in Jupitrovim tirom razmeroma razsežen medplanetni prostor, a brez planeta. Glede na razporeditev tedaj znanih šest planetov (Merkur, Venera, Zemlja, Mars, Jupiter in Saturn) so predvidevali, da bi se moral v tej "prazni luknji Osončja" vendarle gibati nek planet.

Ta misel je posebno močno oživela proti koncu 18. stoletja. Takrat so se celo pojavili astronomi, ki so izpeljali razna matematična pravila o razporeditvi planetov in po formuli (obrazcu) napovedovali planet. Med njimi je bilo najbolj

znano Titius-Bodejevo pravilo (okoli leta 1770). Po tem pravilu, zanimivem še danes, so oddaljenost planeta od Sonca r_n (v astronomskih enotah) izračunali iz naslednjega zaporedja:

$$r_n = \frac{4 + 3 \cdot 2^n}{10},$$

če za število n zaporedoma vzamemo števila $-1, 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ (Glej preglednico spodaj!)

<i>Planet</i>	<i>n</i>	<i>r_n</i>	<i>Dejanska razdalja</i>	<i>Opomba</i>
Merkur	-1	0,5 a.e.	0,4 a.e.*	
Venera	0	0,7	0,7	Ujemanje
Zemlja	1	1	1	med
Mars	2	1,6	1,5	pravilom
(Ceres)	(3)	(2,8)	(2,8)	in
Jupiter	4	5,2	5,2	dejansko
Saturn	5	10,0	9,5	razdaljo.
<i>Uran</i>	<i>6</i>	<i>19,6</i>	<i>19,2</i>	
Neptun	7	38,8	30,1	Ni ujemanja.

.....
a.e. – astronomska enota

Za takrat je pravilo za vseh šest tedaj znanih planetov kar natančno opredeljevalo njihovo oddaljenost od Sonca. Kmalu po objavi pravila je leta 1781 angleški astronom William Herschel naključno odkril nov, sedmi planet – **Uran**. Odkritje je bilo izredno pomembno. Nakazovalo je, da se meje našega Osončja ne končajo s Saturnovim tirom, kot so do tedaj mislili. Meritve so pokazale, da se planet Uran giblje okrog Sonca v 19-krat večji oddaljenosti od Sonca, kot je oddaljena Zemlja, kar se je lepo ujemalo s Titius-Bodejevim pravilom.

Vse je kazalo, da pravilo predstavlja naravni zakon, veljaven za vse planete od Merkurja do Urana, razen za prazen prostor med Marsovim in Jupitrovim tirom. Ko so vstavili v gornjo formulo za število n vrednost 3, je tam namreč manjkal planet (gl. preglednico).

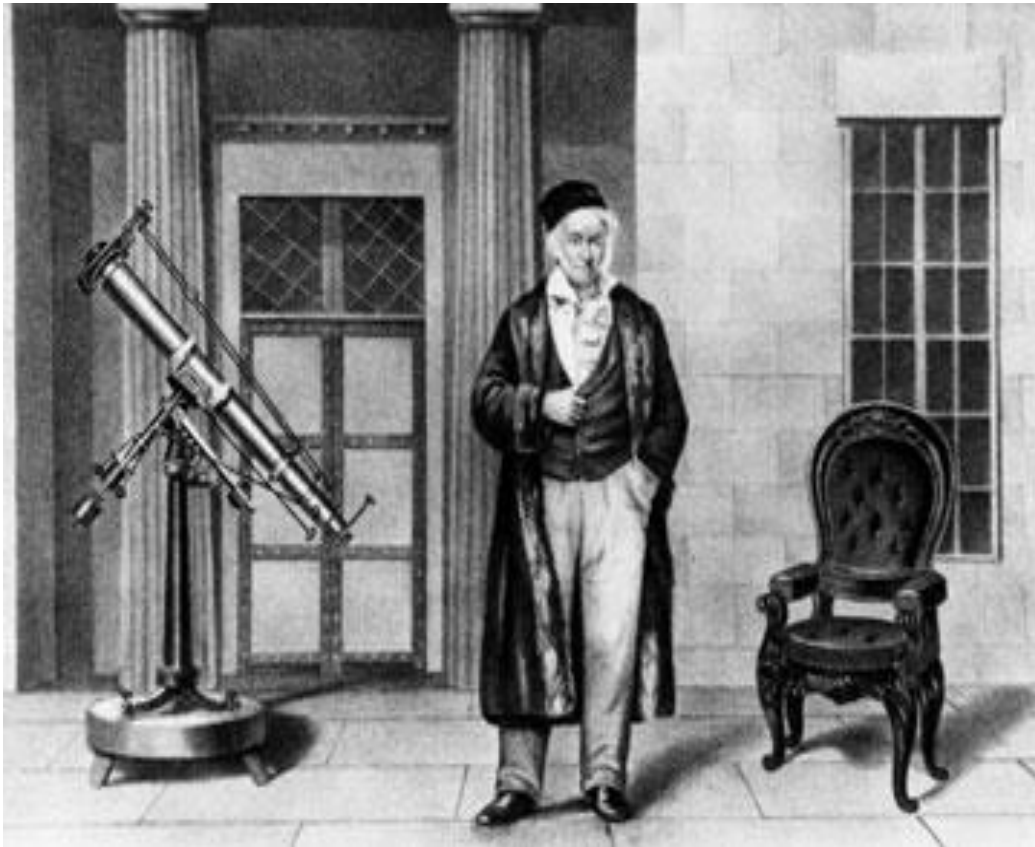
Tako so ob koncu 18. stoletja astronomi začeli mrzlično iskati "manjkajoči planet", ki naj bi krožil okrog Sonca v povprečni razdalji okoli 2,8 astronomske enote. Tekmovanje med njimi pa se še ni dobro razmahnilo, ko je na novega leta dan, 1. 1. 1801, pravzaprav v novoletni noči, na zvezdarni v Palermu na Siciliji astronom Giuseppe Piazzi temu tekmovanju naredil konec. Opazil je namreč šibko "zvezdico", ki je zelo hitro spreminjala lego glede na ostale okolne zvezde. "Zvezdico" je z daljnogledom "spremljal" vse do sredine februarja, ko jo je nenadoma izgubil. Ni in ni je mogel več najti. Že je mislil, da jo je med množico zvezd izgubil za vedno.



Astronom, matematik, duhovnik in menih Giuseppe Piazzi (1746–1826) – odkritelj Ceresa.

Takrat pa ga je iz velike astronomske zagate rešil nemški matematični genij K. F. Gauss, ki se je precej ukvarjal z astronomijo, saj je bil med drugim pozneje tudi direktor zvezdarne v Goettingenu. Iz nekajkratnih Piazzijevih opazovanj, to je iz dela navideznega tira opazovanega vesoljskega telesa, je izračunal resnični tir gibanja tega telesa v prostoru okrog Sonca. Tako je ta genij, o katerem se pripoveduje, da je bil čudežen otrok, rešil enega najzahtevnejših problemov nebesne mehanike (gl. dalje), za katerega se je do tedaj mislilo, da je nerešljiv. On pa je izdelal metodo, po kateri moremo določiti elemente (podatke) planetnega tira iz treh njegovih opazovanj na nebu. Za opazovano telo je izračunal velikost, naklon in sploščenost njegovega tira ter povprečno oddaljenost od Sonca 2,77 astronomske enote.

Po velikosti tira, ki ga je izračunal, se je dalo jasno sklepati, da novo telo pripada prostoru med tiroma Marsa in Jupitra. Z računi je pokazal, da se novo vesoljsko telo, ki so mu kmalu naredili ime Ceres (Cerera – rimska boginja žita, žetve in materine ljubezni; gr. Demetra, boginja poljedeljstva, posebno čaščena na Siciliji), ne bo izgubilo med zvezdami, kot so prvotno mislili. Tako so po njegovih izračunih Ceres iskali in ga tudi našli na nebu. Eno leto po odkritju ga je pri iskanju po Gaussovih računih zasledil nemški astronom Heinrich Wilhelm Mathias Olbers in sicer prav blizu mesta na nebu, kot ga je napovedal oz. označil Gauss.



Matematik, astronom, fizik in geodet Carl Friedrich Gauss (*Gauß*, Braunschweig, 1777 – Goettingen, 1855) je bil eden največjih matematičnih umov vseh časov.

Več kot leto dni je bil Ceres edino odkrito telo v tej praznini. Prazna luknja v vrsti velikih planetov je bila zapolnjena in pravilu je bilo zadoščeno. Toda, ojoj, ojoj, 28. marca 1802 je Olbers blizu Ceresa zasledil novo takšno drobno, zvezdi podobno telo. Tudi to se je premikalo glede na okolne zvezde. In spet je vrli matematik Gauss računal in izračunal, da gre za podobno vesoljsko telo, kot je bil prej Ceres. Tako so odkrili Pallas (Pallado), kar je astronome zelo zbegalo. Kmalu potem (1804 in 1807) so odkrili še dve takšni telesi. Do danes so jih odkrili že več 10 000, ocenjujejo pa, da jih je na milijone ali še več, in to najrazličnejših velikosti (od nekaj sto do enega km in še manj v premeru) in obliki. Vsi so po velikosti dosti manjši od planetov in tudi Ceresa, ki v premeru meri okoli 950 km. Precej čez 100 so jih odkrili tudi slovenski astronomi.

Gauss se je začel posebno zanimati za astronomijo v Goettingenu. Nekaj astronomskih opazovanj pa je opravil že v svojem rojstnem kraju Braunschweigu. Pri tem je del denarne podpore, ki jo je dobival od svojega deželnega kneza, porabil za nakup sekstanta, s katerim je meril kote na zemljišču in na nebu. Iskal je primerno računsko nalogo, ki bi sprva reševala

manj zahteven problem. Tako je objavil preprost način izračuna časa Velike noči in drugih cikličnih verskih praznikov.

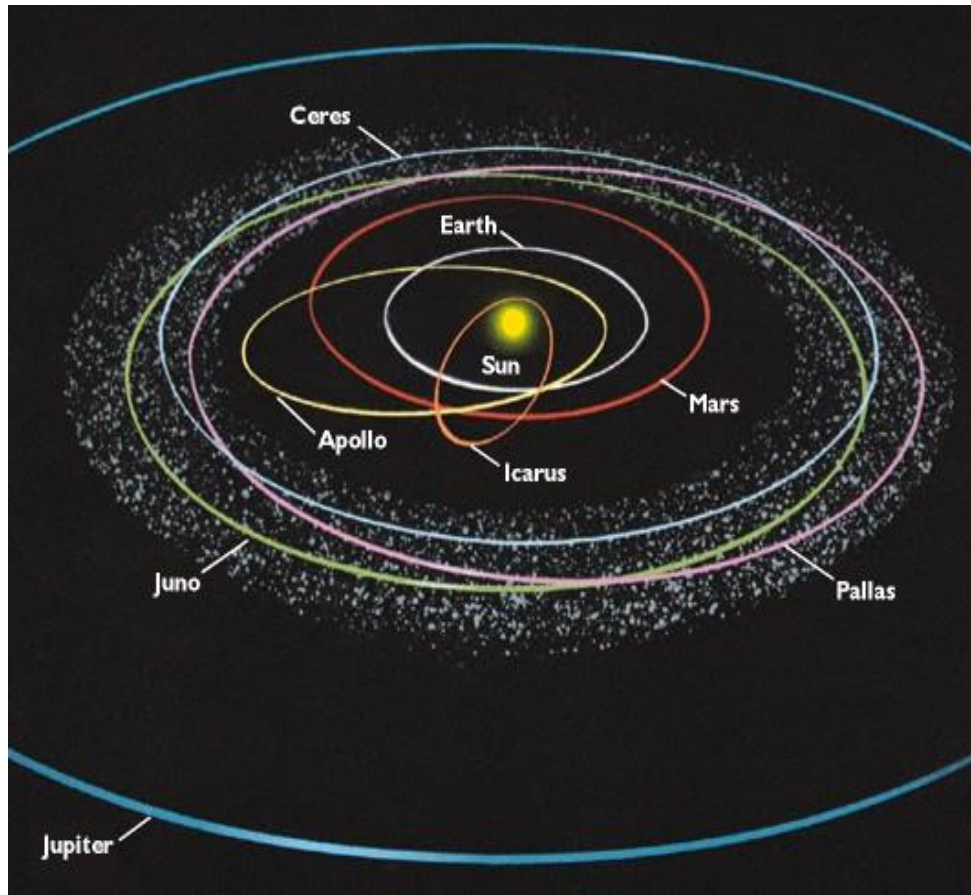
Misel o naslednji težavnejši nalogi pa se je pojavila leta 1801, ko je 1. 1. 1801 astronom Piazzzi pri sestavljanju zvezdnega kataloga odkril neznano zvezdo 8. magnitude. Po 40-dnevnem opazovanju jo je izgubil. Piazzzi se je obrnil k najpomembnejšim evropskim astronomom s prošnjo, da mu pomagajo poiskati izgubljeno zvezdo. V juniju so te vesti prišle do astronoma grofa Franza Xaverja Zacha, ki je v tem času izdajal edino astronomsko revijo. Zach je menil, da gre za davno domnevo o izgubljenem planetu med Marsom in Jupitrom. Tega pa je bilo treba nujno poiskati. Da bi ga našli, bi bilo treba izračunati tir njegovega gibanja v prostoru. Določiti eliptični tir v dani kotni dolžini 9° , ki jo je iz opazovanj poznal Piazzzi, je bilo daleč za mejami računskih sposobnosti tedanjih astronomov. Končno je prošnja za izračun tira prišla tudi do Gaussa.



**Astronom, fizik in zdravnik Heinrich Wilhelm Mathias Olbers
(Bremen, 1758 – Bremen, 1840).**

V septembru 1801 je Gauss pustil v nemar vsa svoja obvezna dela. Začel je z računanjem tira. V novembru so bili računi zaključeni, v decembrski številki Zachove revije pa že objavljeni. V noči od 31. 12. 1801 na 1. 1. 1802, ravno eno leto po prvem Piazzzijevem opazovanju izgubljene zvezdice, je astronom Olbers,

glede na tir, ki ga je izračunal Gauss, našel 'planet', ki so ga poimenovali Ceres. To je bila prvovrstna senzacija.



Tira gibanja Ceresa (pritlikavi planet) in Pallasa (asteroid) okrog Sonca; z belimi pikicami je označen asteroidni pas med Marsovim in Jupitrovim tirom.

Marca 1802 pa je, kot že rečeno, Olbers odkril še en tak 'planet', imenovan Palas. Spet je Gauss hitro izračunal njegov tir in hitro dokazal, da tudi ta leži med Marsovim in Jupitrovim tirom.

To smo tukaj ponovili zato, da glasno in jasno povemo in posebno poudarimo, da je Gaussova računsko določevanje tira za astronome postala nesporno najbolj učinkovita oz. natančna.

Gauss je končno dobil priznanje. Eden od znakov tega priznanja je bilo, da so ga izbrali za dopisnega člana Peterburške Akademije nauk (Akademije znanosti). Pripravljali so mu mesto direktorja Peterburškega observatorija. Gaussu se je zdelo prijetno, da so ga Rusi poklicali v kraj, kjer je delal znameniti švicarski matematik Leonhard Euler. Že je mislil na preselitev. Vendar, ker je tam večinoma slabo vreme, ne bo mogel dosti opazovati. Sicer je ponujenih 1000 rubljev, ki bi jih tam dobival, več od 400 tolarjev, ki jih dobiva sedaj, toda življenje v Petrogradu je dražje.



Veliki komet leta 1769, ki ga je opazoval tudi naš astronom Karel Tirnberger; gl. Splet Knjižnica A.T.Linharta, Domoznanstvo.

V tem času si je Olbers zelo prizadeval, da bi zadržal sposobnega Gaussa v Nemčiji. Že leta 1802 je predlagal vodstvu Goettingenske univerze, da povabi Gaussa na službeno mesto pravkar zgrajenega tamkajšnjega observatorija. Tja je Gauss potem tudi odšel. Sprejel je mesto direktorja astronomskega observatorija in profesorja matematike in astronomije na univerzi v Goettingenu, kjer je ostal do konca življenja.



Veliki komet leta 1812.

Leta 1809 je izšlo v izpiljeni obliki njegovo slavno v latinščini napisano delo *Teorija gibanja nebesnih teles, ki krožijo po stožnicah okrog Sonca*. V njem Gauss pojasnjuje svoje metode izračunavanja tirov nebesnih teles. Da bi bralce prepričal o učinkovitosti oziroma o matematični moči svoje metode, ponovi izračun tira kometa leta 1769, ki ga je svoj čas v treh dneh neprestanega nabitega računanja določil L. Euler, ko je nato izgubil vid na enem očesu. Gauss je za izračun tira istega kometa potreboval le eno uro.

Leta 1810 je Gauss za svoje delo prejel premijo Pariške akademije znanosti, Zlato medaljo Londonskega kraljevega društva in bil izbran v nekoliko akademij znanosti po Evropi. Doživel je veliko časti. Tir znamenitega kometa iz leta 1812, ki so ga množično opazovali in naj bi napovedal požar Moskve, so izračunali po Gaussovi metodi.

1810

Tukaj, pri največjih Gaussovih astronomskih dosežkih, zaključujemo naše kratko srečanje z nekaterimi znanimi in manj znanimi znanstveniki – astronomi preteklosti. Eni več, drugi manj, vendar vsak je s svojim ustvarjalnim delom nekaj doprinesel k mozaiku celote - velike zgradbe astronomije. Večinoma smo jih prikazovali z navajanjem del in njihovega pomena. Enim smo namenili več pozornosti kot drugim, pač glede na obseg in težo njihovega dela. Vsega pa nikoli ni mogoče povedati. Celó o enem samem človeku ne.

Življenjepisnih podatkov se nismo preveč posluževali, ker jih lahko preberemo na spletu. Bolj smo poudarjali delo. Pri opisovanju dela in ocene kakega posameznika smo poskušali biti realni, kar ni preprosto. Človek ima med znanstveniki vedno kakega svojega ljubljence in o njem pripoveduje lepše, bolj prizateto in prijazno ter z večjim veseljem kot o človeku, ki mu ni všeč. Odvisno je še od obravnavane tematike.

Poslavljamó se z mislimi na Herschla (odkrije Uran), Leverierja (napove Neptun), Galleja (po napovedi odkrije Neptun), Oorta (odkrije vrtenje Galaksije), Hubbla (z daljnogledom 'razbije' galaksijo M31 na zvezde; širjenje vesolja) in na vse druge številne odkritelje kakšnih vesoljskih skrivnosti.

Z mislimi smo tudi pri velikih popularizatorjih astronomije, ki znajo ali znanstveno ali pa poljudno pojasnjevati stvari v vesolju in živahno pripovedovati o znamenitih ljudeh, ki se poglobljeno ukvarjajo z vesoljem. To pa ni ravno tako preprosto, kot se zdi na prvi pogled.

Vse slike so s spleta.

Kranj – Zlato Polje, 24. 11. 2016

Marijan Prosen