

VESOLJE IN LJUDJE

II. del

Nadaljevanje, dopolnitev in zaključek

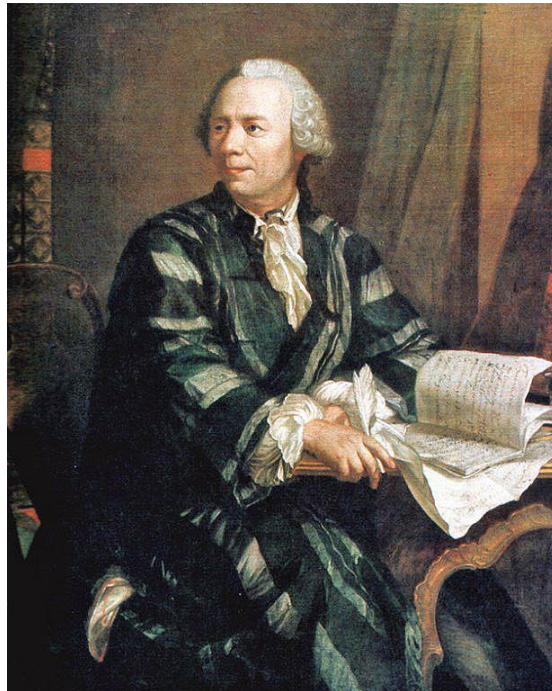
Zbirko člankov o življenju in delu astronomov Vesolje in ljudje, I. del sem zaključil ob Gaussovih največjih dosežkih v astronomiji. Ob tem sem navedel nekaj astronomov in hkrati razmišljal, če bi za zbirko tudi o njih kaj zanimivega napisal in morda še kakega znanega astronoma dodal. Da bi bila zbirka Vesolje in ljudje čim popolnejša, se mi je to zdelo nujno. To sem zdaj naredil. Pred vami je drugi del zbirke. Napisalo se je malo več, kot sem prvotno načrtoval. Drugi del zbirke je morda nekoliko zahtevnejši od prvega, oba pa sta še vedno preprosto napisana in se dopolnjujeta. Vsak zase pa predstavlja zaključeno celoto. Beremo lahko samo enega ali samo drugega ali pa oba hkrati enega za drugim.

Leonhard Euler

Leonhard Euler je bil znanstvenik enciklopedičnega znanja. S svojo veliko dejavnostjo je odigral izredno pomembno vlogo v razvoju naravoslovja. Številne njegove znanstvene ideje in dobljene ugotovitve so dale temelj večjemu številu samostojnih področij naravoslovja in do danes niso zgubili svežine. To velja predvsem za klasično astronomijo, ki je po zaslugi Eulerjevih del in del njegovih kolegov na Peterburški in Berlinski akademiji znanosti dosegla izjemen uspeh v 18. stoletju. Euler je bil brez dvoma zvezda prve magnitude na znanstvenem svodu 18. stoletja. Tako svetla zvezda ostaja še danes, po več ko 200 letih.

L. Euler se je rodil leta 1707 v majhnem zaselku blizu Bazla v Švici v družini pastorja. S sedemnajstimi leti in pol je končal bazelsko univerzo, kjer je poslušal matematiko pri znamenitem profesorju Johannu Bernoulliju, očetu znanih znanstvenikov Nikolaja in Daniela Bernoulli. Spomladi leta 1727 je dvajsetletni Euler z že opravljenim doktoratom na povabilo bratov Bernoulli prišel v Sankt Peterburg, kjer je postal redni član Peterburške akademije znanosti. Prvo peterburško obdobje Eulerjevega življenja zajemajo leta od 1727 do 1741, drugo pa od 1766 do 1783, to je do smrti. Vmes je živel v Berlinu, kjer je delal na Berlinski akademiji znanosti.

Kar okoli 60 let se je Euler ukvarjal z znanstveno dejavnostjo. Bil je matematik, mehanik, astronom, fizik, in to prvovrsten na vsakem področju. Bil je genialni učenjak, pravi in resnični prvak. Imamo ga za enega najplodovitejših učenjakov vseh časov. Napisal je okoli 850 del in nekaj tisoč pisem znanstvene vsebine. Njegovo zbrano delo obsega 72 knjig. Med to ogromno količino del je približno sedmina (okoli 120) astronomskih prispevkov. Vsi so temeljnega pomena. Vsi so odpirali nove poti v klasični astronomiji, predvsem v teoriji motenj.



Leonhard Euler (1707–1783), eden največjih genijev v naravoslovju, predvsem pa v eksaktnih vedah. Eni ga častijo kot največjega matematika vseh časov. Zdi se mi, da je ta izjemni učenjak na splošno premalo znan, premalo populariziran. Prvič sem slišal za Eulerja pri Mehaniki I v prvem letniku na univerzi, ko nam je akademik prof. dr. Anton Kuhelj predaval o Eulerjevih kotih.

Ob koncu 17. stoletja je bila po zaslugi Keplerja, Galileija in Newtona zaključena matematična teorija nemotenega (čistega) gibanja planetov in njihovih satelitov. Utrdili so se trije (Keplerjevi) zakoni planetnih gibanj kot posledica v vesolju splošno veljavnega (Newtonovega) gravitacijskega zakona. Pokazalo se je: če Sonce in planet vzajemno drug drugega privlačujeta po gravitacijskem zakonu, je gibanje planeta okrog Sonca (točneje okrog težišča sistema Sonce + planet, ki pa praktično sovпада s središčem Sonca) določeno s Keplerjevimi zakoni. Tak model, oziroma iz njega izhajajoč takoimenovani *problem dveh teles*, predpostavi, da na planet deluje samo privlačna sila Sonca

in nobena druga sila (da sta torej v vsem prostoru le dve telesi, Sonce in planet). Resnica je drugačna. Planeti drug drugega medsebojno privlačujejo. Nadalje je treba upoštevati pritisk Sončevega sevanja, plimske sile, upor medplanetnega prostora (ki ni čisto prazen), kar vse spremeni eliptične poti (orbite) planetov in satelitov. Resnične tirnice (tiri) vesoljskih teles so zamotane. Niso vaze zaprte prostorske krivulje. Imamo jih lahko le približno (recimo v prvem približku) za elipse. Določiti parametre takih prostorskih krivulj je težavno. In matematično področje nebesne mehanike, ki se ukvarja z izračunavanjem motenj tirov vesoljskih teles, se imenuje *teorija motenj*.

Newton je dal izhodišče, osnovne ideje teorije motenj. Vendar pa za utemeljitelja te teorije velja Euler. Podal je več splošnih metod teorije motenj in rešitev določenih astronomskih problemov. Ustavimo se le pri teoriji gibanja Lune, ki jo je obdelal Euler (*Theoria motuum lunae*, St. Peterburg 1753). Morska plovba, natančnejše merjenje časa, izdelava različnih tipov koledarja itn. - vse to je zahtevalo natančnejšo informacijo o obdajajočem svetu, natančnejše poznavanje gibanja nebesnih teles.

Po odkritju gravitacijskega zakona so znanstveniki izdelali okoli dvajset teorij o Luninem gibanju. Od teh dve pripadata Eulerju. Da je nastalo toliko teorij, je več vzrokov. Najpomembnejši je ta, da je Luna skrajno zamotano nebesno telo, odlični matematiki pa so kar tekmovali med seboj, kdo bo to gibanje najbolj obdelal. Niti ena od Luninih teorij ni povsem zadovoljila praktičnim potrebam. Naloga o gibanju Lune pač spada med edinstvene in najtežje v nebesni mehaniki. Sonce namreč tako močno privlači Luno, da se že po dveh ali treh obhodih Lune okrog težišča mas sistema Zemlja + Luna, njena elipsna pot v prostoru povsem spremeni.

Prva Eulerjeva Lunina teorija je predvsem uporabna vzporedno (ali skupaj) z obširnim opazovalnim materialom. Na osnovi te teorije oziroma Eulerjevih idej je nemški astronom Tobias Mayer v 18. stoletju izračunal superprecizne Lunine tablice - efemeride (ta astronom je izdal za njegov čas tudi odlično Lunino karto), v drugi polovici 19. stoletja pa J. Hill blesteče razvil osnove najpopolnejše teorije Luninega gibanja.

V svoji drugi Lunini teoriji pa je Euler kot prvi pojasnil osnovno rešitev glavne naloge v teoriji gibanja Lune, to je gibanje Lune pod vplivom hkratnega skupnega privlačnostnega vpliva Zemlje in Sonca pri pogoju, da obravnavamo vsa tri telesa kot materialne točke, težišče sistema Zemlja + Luna pa se giblje okrog Sonca po eliptični poti.

Obe njegovi teoriji gibanja Lune sta zelo pomembni za astronomijo. Jasno povesta: brez stalnih opazovanj, brez praktične dejavnosti - ni nič. Gre torej za tesno povezavo med teorijo in prakso.

Veliko del je Euler posvetil tudi eni najbolj zahtevnih nalog v astronomiji, pri nebesni mehaniki, to je *problemu treh teles*. Formulacija tega problema je v bistvu preprosta: treba je najti zakon gibanja vsake od treh materialnih točk, ki druga drugo vzajemno privlačujejo po gravitacijskem zakonu. Ta problem menda do danes še ni rešen v celoti. Prvi korak k rešitvi pa je vsekakor napravil prav Euler. Našel je delne rešitve tega problema. Pokaže se, da v odvisnosti od mase in začetne hitrosti teles, ki se vzajemno privlačujejo, obstaja taka premočrtna razporeditev (stroga kolinearna konfiguracija), pri kateri vsa tri telesa ležijo na eni in isti premici itn. Pa pustimo podrobnosti. Je res zapleteno.

Nekaj let nato je francoski matematik in astronom Joseph Louis Lagrange našel drugo delno rešitev problema treh teles, pri kateri te tri vzajemno privlačujoče se materialne točke sestavljajo (večni) enakostranični trikotnik, ki ali miruje ali pa se njegovo težišče premika premočrtno in enakomerno, sam trikotnik pa še kroži s konstantno hitrostjo itn. Ti delni rešitvi sta dobili ime "libracijski točki" in sta odigrali v razvoju številnih področij matematike in mehanike pomembno vlogo, posebno v teoriji stabilnosti. /Opomba: V posebnem primeru Lagrangove rešitve ustrezajo opisu gibanja v sistemu Sonce + Jupiter + Trojanci (ena skupina planetoidov.)/

Eulerjevo astronomsko delo pa se ne konča le pri nebesni mehaniki. Objavil je več deset spisov o praktični astronomiji, astrometriji, geodeziji, geografiji in kartografiji. Podal je osnove dinamične teorije plimovanja (plime in oseke), pisal o astroklimi (*Določitev stopnje toplote in hlada v različnih krajih Zemlje in v različnem času*), sodeloval pri izdelavi *Geografskega atlasa ruskega imperija* itn.

Eulerjeva dela so še danes neizčrpen vir, prava zakladnica za nove tvorne ideje, saj je njihovo proučevanje danes prav tako aktualno in koristno kot za časa življenja velikega znanstvenika.

Pomembno za astronomijo je še njegovo teoretično delo v optiki. Pokazal je, da s kombinacijo dveh steklenih leč (konveksne in konkavne) z različnima lomnima količnikoma lahko izdelamo akromatični objektiv (1747). Prvi objektiv tega tipa je izdelal angleški optik John Dollond (1758).

Alexis Claude Clairaut

Edmond Halley je pri raziskovanju pozneje po njem imenovanem kometu postal pozoren na obhodni čas kometa, ki ni bil stalen. Med prehodoma kometa čez perihel leta 1531 in leta 1607 je preteklo 460 dni več kot med prehodoma v letih 1607 in 1682. Vzroka ni poznal. Zato ni mogel natančno napovedati datuma naslednjega prihoda kometa. Medtem je že nastopilo leto 1758, komet pa se še ni in ni pojavil.

Neobhodna so bila torej natančna raziskovanja motenj, s katerimi na komet delujejo planeti. Metode obravnavanja vpliva teh motenj pa še niso bile izdelane. Te zares skrajno zahtevne matematične naloge se je lotil znameniti francoski matematik Alexis Claude Clairaut (izg. Kleró) ob pomoči astronoma Jeroma Lalande ter astronomke in matematičarke Nicole-Reine Lepaute (izg. Lepot).

Dela matematika A. C. Clairauta so imela velik pomen za astronomijo. Matematične sposobnosti Clairauta so se pojavile zelo zgodaj. Že v 12. letu je napisal razpravo o raziskovanju algebrskih krivulj 4. reda. Z 18. leti je postal adjunkt Pariške akademije znanosti, s 25. leti pa njen član. Leta 1736 se je udeležil znanstvene ekspedicije na Laponsko, katere cilj je bil meritev obsega Zemljinega poldnevnik. Rezultat teh meritev je bila bleščeča potrditev Newtonove teorije o obliki Zemlje. Pogoje ravnovesja vrtečih se tekočin in vprašanja o ustreznih oblikah planetov je natančno obdelal v knjigi *Teorija figure Zemlje*, osnovana na načelih hidrostatičnosti (1743). Tu je prvi rešil nalogo o gibanju Luninega prizemlja zaradi Sončeve motnje. Svetovno slavo pa so mu prinesla njegova dela v zvezi z raziskovanjem Halleyjevega kometa, kjer je prvič uporabil numerične metode integriranja za izračune motenj s strani Jupitra in Saturna ter tako napovedal pojav kometa leta 1759 z napako 31 dni.

Prvič sem slišal za Clairauta na univerzi, in sicer na predavanjih Diferencialne enačbe pri akademiku prof. dr. Josipu Plemlju, ko smo posebej obravnavali Clairautovo diferencialno enačbo, ki ima obliko: $y = xy' + g(y')$ in dve možni rešitvi. Niti v sanjah si nisem mogel misliti, da bom v svoji astronomski praksi na to ime tolikokrat naletel; samo pri pisanju tekstov o Halleyjevem kometu več ko 50-krat.

Šest mesecev so torej vsi trije člani astronomsko-matematične delovne skupine računali kot nori od zore do mraka. Izračunavali so razdalje kometa od obeh planetov-velikanov, Jupitra in Saturna, in sicer za vsako kotno stopinjo na nebesni krogli za obdobje 150 let. Določali so privlačno silo na komet s strani obeh planetov, ki se je časovno hitro spreminjala, in ocenjevali njen vpliv na tir kometa. Komet naj bi se vsak hip vrnil k Soncu, z računi pa še niso zaključili.

Hočeš nočeš so pri računanju morali poseči po poenostavitvah, kar pa je seveda nekoliko poslabšalo natančnost.

Elementi tira kometov, ki so se pojavili v letih 1531, 1607 in 1682, ko še ni bil odkrit Halleyjev komet

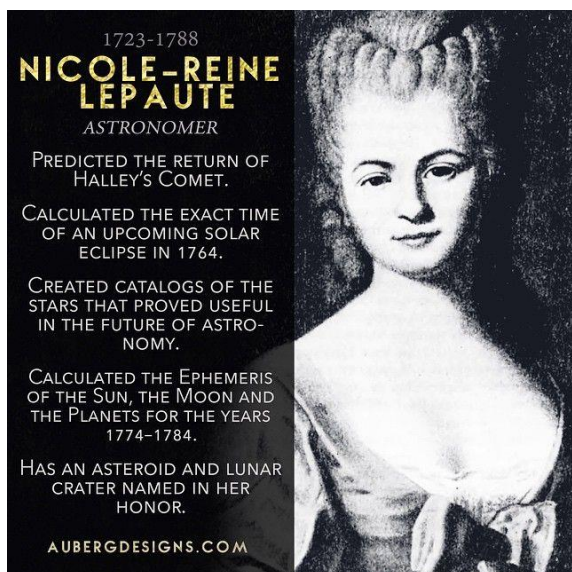
<i>Prehod čez perihel</i>	<i>Naklonski kot</i>	<i>Dolžina dvižnega vozla</i>	<i>Argument perihela</i>	<i>Perihelna razdalja</i>
26. 8. 1531	162,3° *	50,8°	301,6°	0,58 a.e.
27. 10. 1607	163,0°	50,4°	302,2°	0,58 a.e.
15. 9. 1682	162,4°	49,4°	301,7°	0,57 a.e.

* Naklonski kot je večji od 90°, kar pomeni, da se komet giblje po svojem tiru obratno kot planeti. Planeti se gibljejo napredno (v levo), Halleyjev komet obratno (v desno, če gledamo proti jugu).



Alexis C. Clairaut (1713–1765).

Dne 15. 11. 1758 je rezultate preračunavanj Clairaut predstavil Pariški akademiji znanosti. Napovedal je datum prehoda kometa čez priončje za dan 13. 4. 1759 z možno napako blizu 30 dni zaradi računskih poenostavitev. Računi so pokazali, da bo komet zakasnil za 618 dni, 518 dni zaradi Jupitra, 100 dni pa »po krivdi« Saturna.



N. Lepaute (1723–1788) in J. Lalande (1732–1807).

Komet so mrzlično iskali na nebu številni astronomi. Znani francoski »lovec na komete« Ch. Messier je za to porabil eno celo leto. Toda sreča se je nasmehnila ljubitelju astronomije iz okolice Dresdna, sicer kmetovalcu J. G. Palitzschu (gl. splet Knjižnica A.T. Linharta, Radovljica, *Vesolje in ljudje* I. del), ki ga je odkril na božično noč 25. 12. 1758, ko so vsi drugi veselo praznovali. To je bil, recimo mu tako, prvi rojstni dan slavnega kometa.

Komet so nato opazovali do sredine februarja 1759, potem se je skrnil v večernem mraku, toda aprila je bil ponovno viden na predjutranjem nebu. Dosegel je sij približno ničelne magnitude in imel 25° dolg rep. V začetku junija je bil še viden s prostim očesom, proti koncu tega meseca pa je izginil. Čez perihel je šel 13. 3. 1759, vsega 32 dni prezgodaj od časa, ki ga je s svojo 'računalniško' ekipo napovedal Clairaut.

Ponovni pojav Halleyjevega kometa za leto 1759 so napovedali po računanju in upoštevanju vpliva šestih tedaj znanih planetov na komet, predvsem pa Jupitra in Saturna. Toda leta 1781 je W. Herschel odkril nov planet, Uran, sedmi po vrsti glede oddaljenosti od Sonca. Od zdaj dalje je bilo treba upoštevati tudi motnje na komet oz. na njegov tir tudi s strani tega velikana Osončja.

Pariški astronom Marie Charles Theodor Damoiseau (izg. Damuzao; 1768–1846) je z računanjem motenj vseh planetov, razen Merkurja, vendar pa že z upoštevanjem Urana, napovedal novi prehod kometa čez prisončje za 4. 11. 1835. Za ta izračun je dobil posebno nagrado. Drugo premijo pa je dobil Philippe Pontecoulant (izg. Pontekulan; 1795–1874), ki je napovedal datum 7. 11. 1835. Čez nekaj časa je ponovil račun, ko je vzel za maso Jupitra

1/1054 mase Sonca namesto prejšnje vrednosti 1/1070, in izračunal nov datum 15. 11. 1835. Prvič v zgodovini kometne astronomije je bil izračunan ne le trenutek prehoda kometa čez priončje, ampak preračunana tudi vsa njegova pot na nebu glede na zvezde. Številnim se je to zdelo preprosto nekaj nemogočega, neverjetnega.

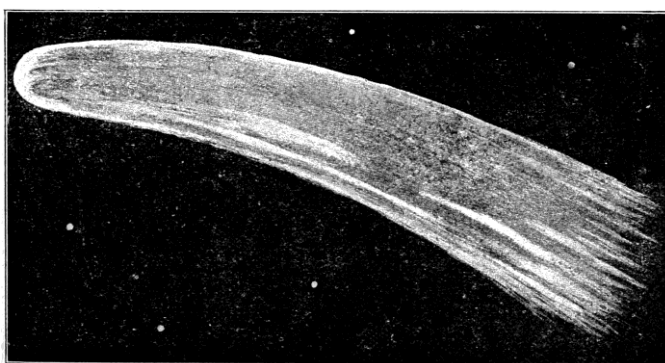
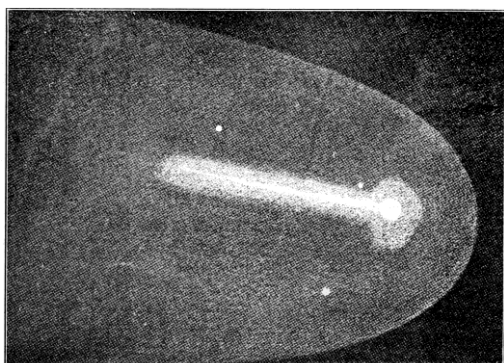
Že decembra 1834 so teleskope naravnavali proti predelu neba, kjer so pričakovali pojav kometa. Toda nič, takrat je bil še prešibak, da bi ga bilo mogoče zaznati. Dne 6. 8. 1835 pa je direktor manjše zvezdarne v Rimu (Collegio Romano), jezuitski pater Etienne Dumouchel (izg. Djumušel; 1773–1840), usmeril teleskop v napovedano točko neba, kjer naj bi bil po računih Halleyjev komet, in ga kot komaj zaznavno svetlečo točko mahoma zagledal v zornem polju svojega daljnogleda ter tako skromno naznanil drugi rojstni dan kometa.

Novih opazovanj ni bilo do 20. 8., ko je komet postal dostopen opazovanjem v bolj severnih zemljepisnih širinah. Tega dne ga je ponovno odkril v Dorpadu Friedrich Georg Wilhelm Struve, astronom, ki je pozneje zgradil in postal direktor Pulkovskega astronomskega observatorija pri Sankt Peterburgu. Čez dva dni ga že opazoval s prostim očesom, 24. 8. pa se je kometu začel razraščati rep. Oktobra je postal dovolj dovtizen za vtise in za vsesplošno pozornost. Komet je dosegel sij prve magnitude in imel okoli 20° dolg rep.

Struve z velikim refraktorjem in John Herschel, sin slavnega astronoma Williama Herschla, pa z velikim reflektorjem na Rtu Dobre Nade, sta naredila veliko lepih risb kometa, ki je stalno spreminjal velikost in obliko. V osrednjem delu kometove glave sta jasno videla jedro, obkroženo s svetlim megličastim sojem. Včasih se je komet videl v nejasno zaviti kopreni, ki se je razširjala in izginevala daleč v repu.

Dne 17. 9. je Struve opazoval redek pojav, ko je komet zakril zvezdo. Šibka zvezdica za kometom se je počasi navidezno približevala središčnemu, najgostejšemu in svetlemu delu glave. Pričakoval je, da bo sij zvezde oslabil in da bo zvezda čez čas izginila zaradi zakritja s kometovim jedrom. Toda nič od tega se ni zgodilo. Sij zvezde se ni prav nič spremenil. V času dveh ur je Struve opravil natančne mikrometrške meritve leg zvezde, no, in tudi nobenega odklona svetlobe, ki je šla z zvezde, ni opazil. Tudi to, da kometna snov ni povzročila loma svetlobe, se mu je zdelo nenavadno. Struve je zato menil, da je snov v kometovi glavi skrajno razredčena in da komet ali nima povsem trdega jedra ali pa je skrajno majhno. Zadnje se je izkazalo, da je res.

Komet je prešel priončje 16. 11. 1835. To je malenkostna zamuda (samo en dan) glede na Pontecoulantovo napoved, kar pa je Pontecoulantu pozneje omogočilo natančneje določiti maso Jupitra, in sicer 1/1049 mase Sonca (dejansko je njena vrednost 1/1047,6 mase Sonca).



Skica Halleyjevega kometa, ki sta jo po opazovanju z daljnogledom jeseni leta 1835 narisala John Herschel (levo) in Friedrich Georg Wilhelm Struve.

Po prehodu čez perihel je začel komet vidno hirati. J. Herschel ga je s svojim teleskopom, ki je bil takrat en od največjih in tudi najzmogljivejših na svetu, opazoval vse do 19. 5. 1836. V zornem polju daljnogleda se mu je izgubil, ko je potoval na svoji ustaljeni poti nekje med Marsovim in Jupitrovim tirom. Proslavljanje drugega rojstnega dne je bilo konec.

Vtis je, kakor da se ne moremo ločiti od Halleyjevega kometa. Menda vidite tudi sami, kako veliko astronomov in matematikov po celi Evropi je tudi zaposljeval. Poročilo, kdaj se bo vrnil, so morali poslušati celo akademiki na francoski akademiji znanosti in, kaj vemo, kje še. Nekaj tega vzdušja se je pretihotapilo tudi sem, v naše pisanje. Mar ni to prijetno. Tako se mi zdi.

Friedrich Wilhelm Bessel

Nemški astronom F. W. Bessel je žrtvoval vse svoje moči, nadarjenost in znanje za izboljšanje načinov astronomskih opazovanj. Svojo življenjsko pot je začel kot trgovski pomočnik. Ta poklic ga ni zanimal. Goreče se je samoizobraževal. Hitro in uspešno je obvladal znanje matematike in astronomije, ki si jo je zbral za svoj življenjski cilj. Komaj dvajsetleten je na osnovi starih opazovanj izračunal tir Halleyevega kometa v prostoru. To delo je med astronomi vzbudilo veliko pozornost. Opazili so Besslovo nadarjenost in pronicljivost. Kmalu se je zanj začela strma znanstvena pot nvažgor, polna uspehov in odkritij. Postal je profesor matematike in astronomije na königsberški univerzi. Tam je zgradil astronomski observatorij, katerega direktor je ostal do konca svojega življenja.

Opisali bomo eno njegovih velikih odkritij: kako je v brezmejni množici zvezd našel zvezdo, ki ji je z natančnim opazovanjem izmeril paralakso in ji nato izračunal oddaljenost od Zemlje.

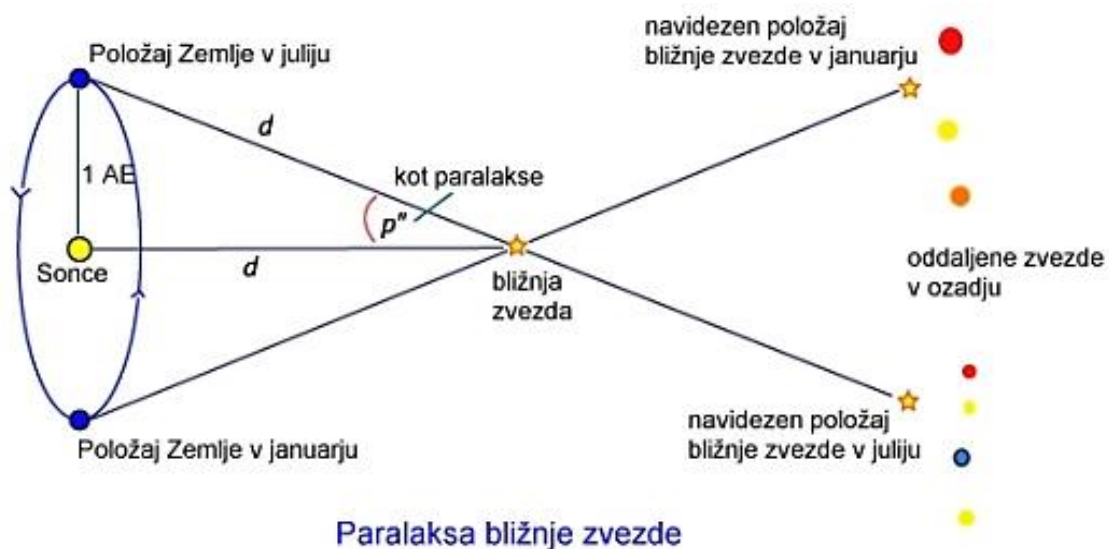


**Nemški astronom in matematik Friedrich Wilhelm Bessel
(Minden, 22. 6. 1784 – Kaliningrad, 17. 3. 1846).**

Že pred Besslom so številni astronomi sestavljali zvezdne kataloge. V njih so bili nenatančni podatki o opazovanih zvezdah. Zato katalogov niso mogli uporabljati za natančno delo v astronomski praksi. Bessel pa se je odločil, da sestavi uporaben katalog. V njem naj bi zbral čim natančnejše podatke o zvezdah. V ta namen je pregledal in natančno obdelal opazovanja okoli 60 000 zvezd, ki jih je stoletje pred njim opravil kraljevi astronom James Bradley na greenwiškem astronomskem observatoriju. Pri tem si je Bessel zadal nalogo, da odpravi čim več napak, ki jih vsebujejo Bradleyeva opazovanja.

Pri vseh meritvah, tudi astronomskih, so napake neizbežne. Do njih lahko pride zaradi nepopolnosti merilnih naprav, motenj v zemeljskem ozračju in tudi zaradi posebnega načina opazovanja (gledanja) ter živčne stabilnosti posameznega opazovalca. Vse napake se seštevajo in skupno vplivajo na rezultat opazovanj. Če jih odkrijemo in skrbno proučimo, dobljene rezultate opazovanj pa popravimo, lahko dosežemo veliko boljšo natančnost.

Astronomi so se že pred Besselom trudili, da bi odpravili napake, do katerih pride pri opazovanju. Toda Bessel je bil prvi, ki je uporabil matematične načine popravljanja napak. Tako je popravil Bradleyeva opazovanja in jih objavil v obliki kataloga 3 200 zvezd. Ta katalog je bil v tistem času najnatančnejši.



Paralaksa bližnje zvezde

Tam, kjer piše bližnja zvezda, si mislimi zvezdo 61 Laboda. Paralaksa p zvezde je kot, v katerem bi z zvezde videli astronomsko enoto, ki je pravokotna na zorno smer. Z d je označena oddaljenost zvezde. Ker je kot p zelo zelo majhen, lahko za astronomsko enoto $1 \text{ AE} = a = 150\,000\,000 \text{ km} = 15 \times 10^{10} \text{ m}$ vzamemo kar lok na krožnici s polmerom d , ki mu pripada središčni kot p . Tako lahko sestavimo enačbo (sorazmerje) $a/2\pi d = p/360^\circ$. Pri znanem a in izmerjenem p iz enačbe izračunamo oddaljenost d zvezde. Bessel je dejansko izmeril kot med smerema, v katerih je opazoval (videl) zvezdo 61 Laboda glede na ozadje zvezdnega neba v časovnem presledku pol leta. Kot med obema smerema je namreč enak dvojni paralaksi $2p$ zvezde. *Slika ni narisana v pravilnem merilu.*

Pri pregledovanju Bradleyevih opazovanj zvezd je Bessel postal posebno pozoren na šibko zvezdo 61 v ozvezdju Labod. Ta zvezda se je glede na druge zvezde zelo hitro navidezno premikala (okoli pet kotnih sekund na leto). Zato je domneval, da je najbrž mnogo bliže Zemlji kot njene sosede na nebu, pri katerih

takega navideznega premika ni zasledil. Odločil se je, da zvezdo 61 Laboda vzame v precep in natančneje razišče, da ji morda izmeri *paralakso*, kar so astronomi pred njim pri zvezdah iskali že več stoletij.

Paralaksa zvezde je izredno majhen kot. Da bi ga izmeril, je moral Bessel uporabiti posebno natančen daljnogled - heliometer. Izdelal ga je bavarski optik Fraunhofer. Meseca decembra leta 1838, po enem letu neprestanih opazovanj, je za paralakso zvezde 61 Laboda izmeril 0,3" (tri desetinke kotne sekunde; vrednost, ki se bistveno ne razlikuje od novejših meritev). Drugače povedano, Bessel je ugotovil, da je ta zvezda od Zemlje oddaljena:

$d = (360^\circ/2\pi p) a = (360 \times 60 \times 60'' / 2 \times 3,14 \times 0,3'') \times 15 \times 10^{10} \text{ m} = 10^{17} \text{ m}$
ali (ker eno svetlobno leto meri približno 10^{16} m) okoli deset svetlobnih let.

Tako je bil Bessel med prvimi astronomi, ki je ugotovil *oddaljenost* kake zvezde. Skoraj istočasno so namreč določili oddaljenost tudi za zvezdi Vego v ozvezdju Lira in Alfo v ozvezdju Kentaver (α Kentavra, tudi Rigilkent, Toliman). Pozneje se je izkazalo, da so vse tri zvezde med najbližjimi našemu Osončju, Alfa Kentavra pa celo najbližja, saj je oddaljena le dobra štiri svetlobna leta.

Alfa Kentavra pa ni le enojna zvezda, ampak je celo sestav treh zvezd - trizvezdje. Dejansko nam je najbližje najmanjša od teh treh zvezd, imenovana Proksima (Najbližja). Zadnje raziskave (2016) so celo pokazale, da se morda okoli nje giblje naši Zemlji podoben planet. Ta trenutek raziskave še niso končane. Tako se znanost razvija dalje. Tako je prav.

William Herschel

Planet Uran je prvič opazoval že leta 1690 greenwiški astronom John Flamsteed. V svoj zvezdni katalog ga je vnesel kot šibko zvezdo. Ni ga ločil od zvezde. Nato so ga opazovali še drugi astronomi, ki so ga tudi imeli za zvezdo. Šele ko se je v astronomskem svetu pojavil neumorni raziskovalec zvezdnega neba, William Herschel, je odkril, da to ni zvezda.

Herschel je opravil štiri svoje znamenite preglede ali sprehode zvezdnega neba oziroma, kot je sam rekel, pometanja. Vsakega se je lotil z določenim namenom in v vsakem je odkril nekaj novega v astronomiji.

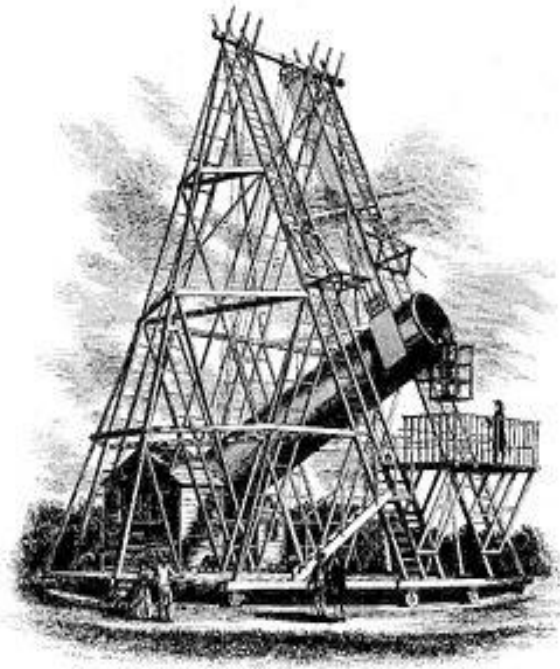


William Herschel (Hanover, Nemčija, 1738 – Slough, Anglija, 1822).

Največjo slavo mu je prinesel drugi sprehod po nebu, ki ga je začel leta 1779, med katerim je odkril novi planet - *Uran*. V tem pregledu je med številnimi opazovanji dne 13.3.1781 v svoj dnevnik opazovanj zapisal, da je v bližini zvezde Zeta Bika opazil nenavadno meglico ali pa komet. Ta dan velja za datum odkritja Urana. Že 17.3. je spoznal, da je nevsakdanje vesoljsko telo spremenilo lego na nebu in da je najbrž komet. Po dveh dneh je že trdil, da gre za komet, katerega tir gibanja je nekoliko naklonjen proti ravnini Zemljinega gibanja.

Skrbna opazovanja je Herschel najprej sporočil greenwiški in oxfordski zvezdarni, pozneje pa tudi evropskim astronomom. Nevil Maskelyne, tedanji direktor greenwiškega observatorija, je že v začetku aprila sodil, da opazovano telo ni podobno kometu. Tudi drugi astronomi, ki so iz novih opazovalnih

podatkov izračunali tir domnevnega kometa, so vse bolj poudarjali, da telo najbrž ni komet.



Herschlov mamut – velikanski reflektor z odprtino 125 cm in goriščno dolžino okoli 12 m. Herschel je vsa zrcala za svoje zrcalne daljnoglede (reflektorje) zbrusil sam oziroma v domači optični delavnici.

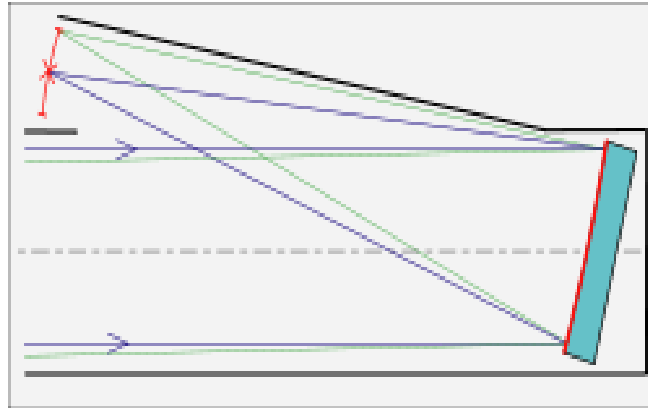
Tako je 23.4. Maskelyne pisal Herschlu, da je telo najverjetneje planet, ki se giblje po skoraj krožnem tiru okrog Sonca. To bistroumno Maskelynovno domnevo je končno z računom potrdil še peterburški matematik A. J. Lexell (1740–1784). Po nekajmesečnih raziskavah je dokazal, da gre za zunanji planet, ki kroži v dvakrat večji oddaljenosti od Sonca kot planet Saturn.

Ko so nato pregledali stara opazovanja, se je izkazalo, da so v letih od 1690 do 1781 številni znani astronomi kar dvajsetkrat opazovali novi planet, ki pa so ga vsi imeli za zvezdo.

Odkritje Urana je bilo senzacionalno. Planeti Merkur, Venera, Mars, Jupiter in Saturn so bili namreč znani že iz antike. Zemljo je dodal k planetom Kopernik (1543). Herschlovo odkritje pa je spet dodalo planet in nenadoma podvojilo razsežnost do tedaj znanega Osončja. Odkritje je tudi pokazalo, kako zelo so v astronomiji pomembna temeljita in načrtna opazovanja, ki so jim od tega časa posvečali vse večjo pozornost in skrbnost.

W. Herschel, po poklicu glasbenik, je bil dotedaj skoraj neznan ljubitelj astronomije. Z Uranovim odkritjem pa je na mah zaslovel. Londonsko kraljevo društvo mu je novembra leta 1781 podelilo priznanje, decembra pa ga je izvolilo za svojega člana. Najpomembneje je to, da se je Herschel dokopal do velikega

odkritja popolnoma sam z lastno metodo in daljnogledom lastne izdelave. Uran je odkril z zrcalnim teleskopom - reflektorjem, ki je imel premer objektiva 16 cm, goriščno razdaljo pa 215 cm. V tem času je bil to edini daljnogled na svetu, s katerim je bilo sploh mogoče odkriti Uran.



Pot svetlobnih žarkov v herschlovskem tipu reflektorja, kjer je zrcalo nekoliko nagnjeno. S tako poenostavljeno gradnjo je zmanjšal svetlobne izgube in povečal zmogljivost reflektorjev. Oko opazovalca je tam, kjer je križec.

V priznanje za veliki dosežek je kralj Georg III. priznal Herschlu letno vzdrževalnino 200 funtov in ga imenoval za častnega kraljevega astronoma. Iz hvaležnosti je Herschel hotel imenovati novi planet Georgium Sidus (Georgeova zvezda). Toda astronomi se s tem niso strinjali in so raje sprejeli ime Uran.

Dejstvo, da so Uran pred Herschlovim odkritjem opazovali številni izkušeni astronomi, kaže, da je bil Herschlov daljnogled izredno dober. Pa tudi sam Herschel je bil človek izrednih vrlin: prenikav duh, vzdržljiv, marljiv in skrajno zagnan opazovalec, izredno spreten in iznajdljiv. Odlikovala ga je še načrtnost in vodila velika ljubezen do zvezd.

Odkritje Urana je samo eno od njegovih velikih astronomskih dejanj. Ogromno je opazoval tudi dvojne zvezde in se ukvarjal z raziskavami oblike in razsežnosti naše Galaksije.

Urbain Leverrier

Do leta 1543 so poznali le pet planetov: Merkur, Venero, Mars, Jupiter in Saturn. Takrat je N. Kopernik v svoj heliocentrični sistem tem planetom priključil še Zemljo, ki se giblje okrog Sonca kot tretji planet med tiroma Venere in Marsa. Tako je veljalo vse do leta 1781, ko je W. Herschel pri svojem načrtnem daljnogledskem pregledovanju zvezdnega neba odkril nov, po oddaljenosti od Sonca sedmi planet - *Uran*. To odkritje je povedalo, da je naš planetni sistem mnogo večji, kot so do tedaj mislili, obenem pa je nakazovalo domnevo, da najbrž tudi Uran ni zadnji planet Osončja.

Uran kroži okrog Sonca v 20-krat večji oddaljenosti kot Zemlja. Zato je tudi od Zemlje zelo oddaljen. Prikazuje se nam kot vesoljsko telo na meji vidnosti človeškega očesa in zelo počasi spreminja svojo lego med zvezdami. Prav zato so ga nekateri astronomi, ki so ga opazovali že pred W. Herschlom, imeli za zvezdo.

Zgodovina opazovanj planeta Urana je zelo bogata, zanimiva in poučna hkrati. Tu omenimo na kratko le tisti del te zanimive zgodovine, ki govori o domnevi, da se za Uranovim tirom najbrž giblje še neraziskano, neznano telo, ki zaradi svoje privlačne sile vpliva na (moti) gibanje Urana. To domnevo so po zaslugi človeške raziskovalne misli tudi potrdili.

Kmalu po odkritju Urana so iz opazovanj določili tir gibanja novega planeta. Ugotovili so, da se ne giblje tako, kot kažejo teoretični računi. Prišlo je do razhajanja med teorijo in prakso. Astronomi so se zaman trudili, da bi pojasnili neskladje. Pregledali so vse dotedanje izračune, pri katerih so upoštevali celo vpliv planetov Jupitra in Saturna na Uran. Odkrili so nekaj računskih napak. Kljub popravkom pa je neskladje še vedno ostalo. Nepravilno gibanje Urana je ostalo še naprej velika uganka. O vzrokih nenavadnega gibanja Urana so izrekli več domnev.

Pravilna je dopuščala možnost, da neskladja med opazovanji in teoretičnimi izračuni pridejo zaradi še neznanega planeta, ki se mora gibati daleč za Uranovim tirom in moti Uranovo gibanje. Izredno zahtevnega problema, da iz nepravilnosti v gibanju Urana ugotovi morebitni neznan planet, se je v letih 1844/45 lotil matematik in astronom pariškega observatorija U. Leverrier.

Leverrier je zelo natančno proučil nepravilnosti v gibanju Urana. Avgusta 1846 je zaključil svoje raziskave. Izračunal je povprečno razdaljo neznanega planeta od Sonca in njegov obhodni čas, skratka tir gibanja tega planeta. Rešil je tudi najzahtevnejšo nalogo: izračunal je lego neznanega planeta na nebu. Nastal pa je velik problem, kako izslediti neznano telo med brezštevilno množico zvezd. Na pariškem observatoriju namreč niso imeli tako dobrih zvezdnih kart,

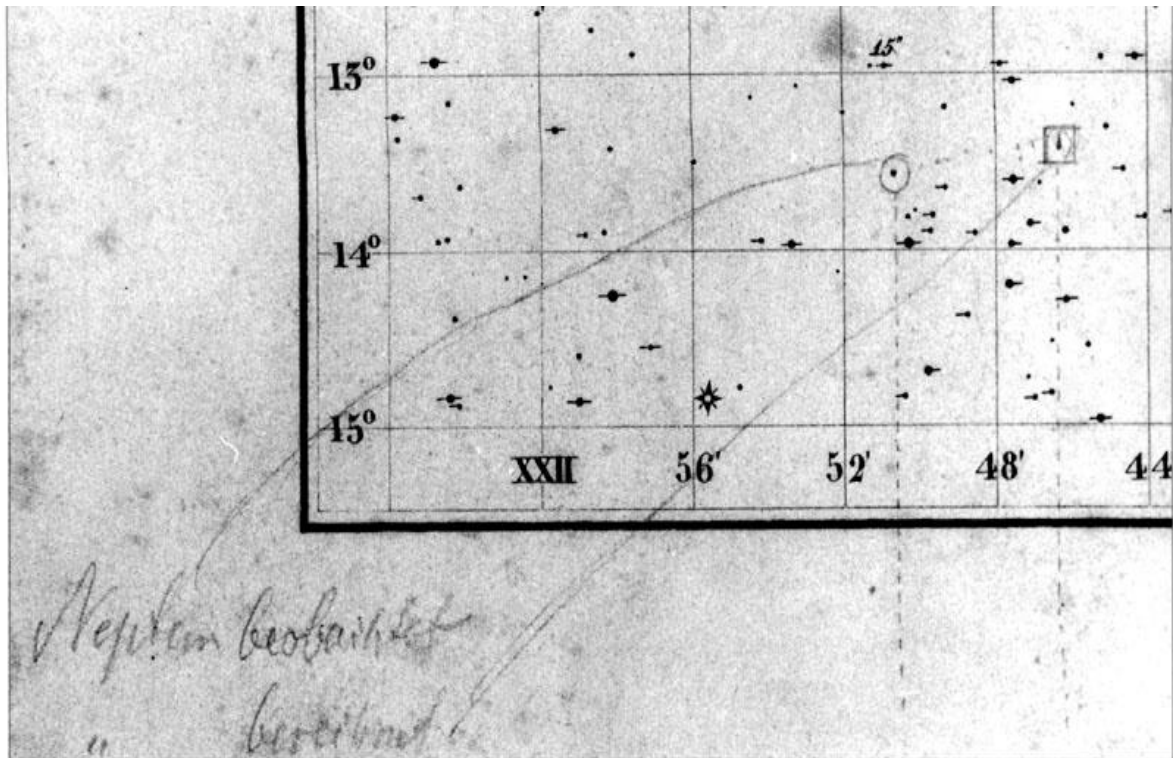
da bi v njih mogli označiti izračunano mesto in z daljnogledom nato ugotoviti, ali je na izračunanem mestu neba res planet ali ne. Imeli pa so jih na berlinski zvezdarni. Zato je Leverrier pisal astronomu J. G. Galleju v Berlin. V pismu je navedel, da je izračunal trenutno lego neznanega planeta v ozvezdju Vodnar. Še isti dan, ko je Galle prejel pismo, to je 23.9.1846, je zvečer z natančno zvezdno karto in z zelo zmogljivim 23-cm daljnogledom izsledil novi planet komaj eno kotno stopinjo stran od točke na nebu, ki jo je predvidel Leverrier.



Francoski matematik, astronom, fizik, prostozidar Urbain Leverrier (Le Verrier; Saint-Lo, Manche, 1811 – Pariz, 1877) – to je bil človek, ki je odkril planet na konici svojega peresa (Fr. Aragó).

Računska napoved in nato odkritje novega planeta, ki so mu dali ime *Neptun*, je bil izreden uspeh teoretične astronomije – nebesne mehanike. V znanosti in tudi v umetnosti je vzbudil močan val navdušenja. Celo opevali so ga. Odkritje Neptuna štejemo še danes za enega največjih dosežkov človeškega uma.

"Astronomi so včasih v zornih poljih svojih daljnogledov po naključju zasledili premikajočo se svetlo točko - planet, Leverrier pa je zaznal novo telo, ne da bi sploh pogledal na nebo. *Videl ga je na konici svojega peresa*. Z močjo računa je določil lego in velikost telesa, ki leži daleč za mejami do sedaj nam znanega Osončja več tisoč milijonov km stran od Sonca, videl je telo, ki ga je težko opaziti z najmočnejšimi daljnogledi", je pisal ob Neptunovem odkritju tedanji direktor pariškega observatorija Fr. Aragó, ki je Leverrierja ves čas vzpodbujal in bodril pri njegovih raziskavah domnevnega planeta.

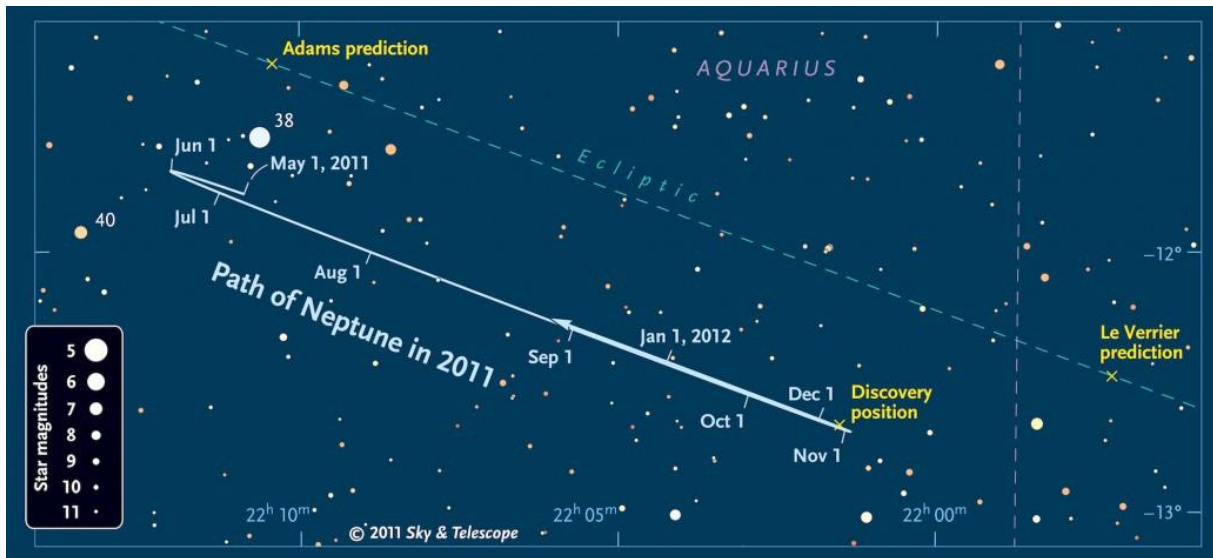


Zgodovinska slika dela zvezdne karte, na kateri je s kvadratom označena izračunana, s krožcem pa opazovana lega planeta, ko je Galle odkril planet Neptun.

Odkritje Neptuna je naposled še neposredni in najboljši dokaz za veljavnost Keplerjevih zakonov o gibanju planetov in Newtonovega gravitacijskega zakona, o katerem so nekateri tudi znani astronomi tedaj še vedno dvomili.

Dodati pa moramo še tole. Skoraj istočasno in neodvisno od Leverrierja je enake izračune opravil tudi angleški matematik in astronom J. C. Adams. Vodili so do enakega rezultata. Na nesrečo je bil Adams tedaj še zelo mlad in njegovi računi, ki jih je pokazal direktorju greenwiške zvezdarne, niso naleteli na zanimanje. Kljub temu so poleti leta 1846 na cambriškem astronomskem observatoriju začeli z daljnogledom iskati neznan planet. Z opazovanji pa so komaj začeli, ko so zvedeli, da je Leverrier že objavil svoje rezultate, Galle pa opravil ustrezno opazovanje, skratka, da je iskani planet že odkrit.

Z večjim zaupanjem do Adamsovih računov bi lahko Angleži poželi priznanje in vso slavo za odkritje Neptuna. Tako pa se jim je vse to izmuznilo. Zdaj nekako priznavajo prvenstvo v odkritju Neptuna obema, Francozu in Angležu, vendar pa se mi le zdi, da je zmagovalec tega dvoboja slavni Leverrier.



Skica prikazuje ozvezdje Vodnar, kjer je Galle odkril planet Neptun. Označene so: lega, kjer naj bi bil Neptun po Leverrierjevih računih (desno), lega po Adamsovi napovedi (zgoraj) in resnična lega ob odkritju.

Clyde Tombaugh

Leta 1846 so na izračunanem mestu neba odkrili planet Neptun. To je bil eden največjih dogodkov v astronomiji. Kmalu po tem odkritju so astronomi izračunali elemente tira gibanja planeta okrog Sonca in maso planeta. Na osnovi teh podatkov so lahko ugotovili, kako in koliko pravzaprav vpliva planet Neptun na gibanje planeta Urana. Ugotovili so, da kar močno. Toda nekih majhnih motenj, ki so jih že dalj časa opazovali v gibanju Urana, niso in niso mogli pojasniti niti s privlačno silo Neptuna niti vseh ostalih tedaj znanih planetov. Tako je naravno zrasla misel, da najbrž obstaja še kak neviden, neznan planet, ki s svojo privlačno silo moti gibanje Urana. Ta planet so potem začeli mrzlično iskati. Ne bomo navajali imen vseh astronomov, ki so bili udeleženi pri iskanju tega planeta. Omenili bomo le tri.

V začetku prejšnjega stoletja je posebno vneto iskal neznan planet ameriški astronom Percival Lowell (1855–1916), ki je v Flagstaffu v Arizoni zgradil astronomski observatorij, posebej namenjen za opazovanje planetov. Lowell je izračunal tir gibanja neznanega planeta okrog Sonca in tudi lego, kjer naj bi na nebu ležal ta planet in bi ga bilo treba iskati. Zelo, zelo ga je iskal. Iskal ga je s fotografsko kamero z odprtino 13 cm. Neposrednih opazovanj z daljnogledom namreč ni bilo mogoče opravljati, ker so računi pokazali, da je iskani planet - imenoval ga je planet X - zelo šibek, da najverjetneje zgleda kot medla zvezdica okoli 13. magnitude. Tako šibkih zvezd pa je na vsakem delu neba nešteto in med njimi izslediti zvezdici podoben planet bi bilo praktično nemogoče. Lowell planeta ni našel.

Iste naloge se je nato lotil William Pickering (1858–1937), brat znanega direktorja harwardske zvezdarne v ZDA. Tudi on je izračunal tir iskanega planeta. Potrdil je Lowellove račune, da se planet X najbrž giblje v ozvezdju Dvojčka. Tako so leta 1919 začeli planet ponovno iskati s tedaj največjim teleskopom, ki so ga postavili na astronomskem observatoriju Mt. Wilson. Delo je vodil Pickering. Natančno so preslikali celotno ozvezdje Dvojčka, izredno pozorno so pregledali vse posnetke. Na njih niso našli planeta.

Leta 1929 pa je na Lowellovem astronomskem observatoriju v Flagstaffu začel delati triindvajsetletni laborant - opazovalec in strasten ljubitelj astronomije Clyde Tombaugh. Zaupali so mu iskanje planeta X. Zagnani ljubitelj je preslikal "vsako ped" ozvezdja Dvojčka. Snemal je s 33 cm refraktorjem. To je bilo obsežno, težaško delo. Vsako drugo noč je večkrat slikal izbrane predele tega ozvezdja. Vsako snemanje je terjalo več ur nočnega dela. Na fotografskih posnetkih je bilo zabeleženih od 200 do 400 tisoč zvezdic tja do 17. magnitude. In med to pošastno množico zvezd je bilo treba izslediti silno šibak in izredno počasi se premikajoč zvezdi podoben objekt, ki naj bi bil planet.

Po slabem letu nenehnega in napornega iskanja pa se je 18.2.1930 zgodilo to, nad čemer so že skoraj vsi obupali. Pri pregledu negativov, posnetih med 23. in 29.1.1930, je Tombaugh našel blizu zvezde Delta Dvojčkov, komaj 5 stopinj stran od napovedanega mesta na nebu, medel šibki zvezdi podoben objekt (sija 15. magnitude), za katerega se je pozneje izkazalo, da je iskani planet X. Odkritje so objavili 13.3.1930, novemu planetu pa so dali ime *Pluton*. To je edini 'planet', ki so ga odkrili s fotografijo.

Odkritje novega, po številu devetega velikega planeta (gl. dalje), je pomenilo ponovno zmagoslavje nebesne mehanike. Potrjevalo je, kako natančni so astronomski računi in kako pomembno je v astronomiji sistematično in vztrajno delo. Potrdilo pa je seveda že znano spoznanje, kot prej ob odkritju Neptuna, da v vesolju res velja zakon o splošni privlačnosti teles.



Clyde Tombaugh (izg. Tombó; 1906–1997) – zaslovel kot odkritelj planeta Pluton.

Vsako odkritje pa daje tudi kanček grenkega, seveda tistemu, ki mu je bil že zelo blizu, a ga je spregledal. Pri pregledu starih fotografij, ki so jih posneli na Mt. Wilsonu leta 1919, so namreč ugotovili, da je bil planet Pluton na štirih negativih prav lepo viden. Bil je torej tam, kjer so ga iskali, a ga žal niso ločili od zvezde.

Astronomi so nato izračunali elemente tira gibanja Plutona okrog Sonca. Njihovi rezultati so bili blizu Lowellovem. Velika polos tira gibanja je 39,5 astronomske enote, to je razdalje Zemlja-Sonca. Planet Pluton torej kroži okrog Sonca v povprečni oddaljenosti približno 40 astronomskih enot. Obhodni čas planeta je okoli 248 let. Soncu najbližje je bil leta 1989.

Pluton je zelo daleč od Sonca in tako tudi od Zemlje. Zato ga je težko raziskovati. Z Zemlje ga vidimo pod zornim kotom 0,2 kotne sekunde, to je pod tako majhnim kotom, kakor bi opazovali šibko osvetljeno kroglico s premerom 1 cm iz razdalje 10 km. Da pa bi mogli opazovati predmet, ki ga vidimo v tako majhnem zornem kotu, moramo vzeti zelo zmogljive daljnoglede z najmanj 600 kratno povečavo. Njegov premer je približno 0,2 premera Zemlje. Je torej manjši od Lune. Vrtilni čas je 6,4 dni, masa pa precej manjša od desetinke mase Zemlje (niti 0,2 mase Lune).

Po tem slavnem odkritju je Tombaugh več kot deset let vztrajno iskal še planet za Plutom. Ni ga našel. Iskali so ga tudi drugi. Niso ga našli. Kakorkoli že, pri tem svojem strastnem iskanju je Tombaugh odkril nov komet, stotine malih planetov, več kot tisoč spremenljivk in več kot deset tisoč galaksij.

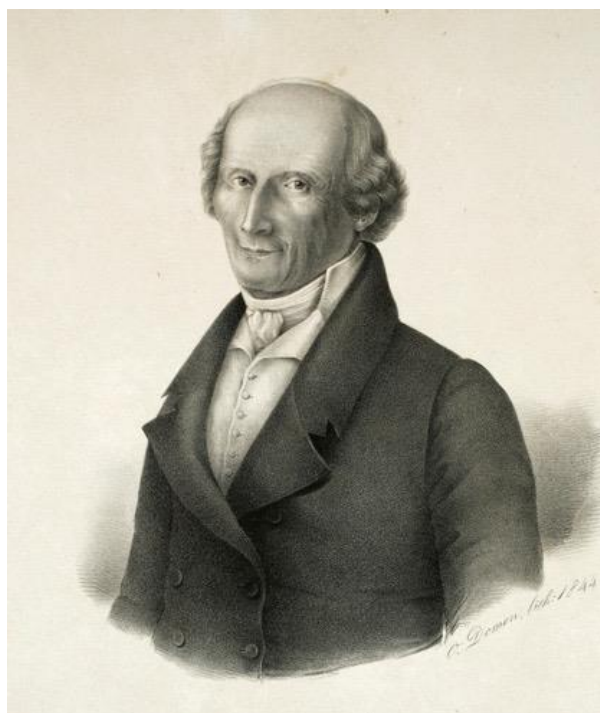
Približno takole sem pisal pred okoli 30-timi leti. Danes pa ni več tako. Veliko se je spremenilo, tudi v definiciji, kaj je planet. Po novem Pluton ni več planet, ampak pripada takoimenovanim pritlikavim planetom, kjer je tudi Ceres. Saj je res, in tudi zdrava kmečka pamet pove, le kako bi mogel drobčkan Pluton motiti masivna orjaka Urana in Neptuna na njunem gibanju okrog Sonca. Spomini pa le ostajajo. Zgodovina zabeleži vse, velika in majhna odkritja. Odkritje Plutona je bilo veliko, vsaj meni se tako zdi, čeprav je bil odkrit le pritlikavi planet.

Alvan Clark

Za vrhunsko izdelan refraktor, to je daljnogled, ki ima lečo za objektiv in lečo za okular, sta za uspeh v glavnem pomembni dve stvari: odlična kakovost optičnega stekla in natančnost, pravzaprav že prava umetnost njegovega brušenja.

Po Galilejevem zgledu (okoli 1610 je izbrusil leče za svoj prvi refraktor in z njim prvi pogledal v zvezdno nebo) so številni astronomi 17. stoletja sami brusili, izdelovali leče in seveda tudi daljnogled. V eni osebi so se tako morali združiti nadarjenost optika, natančnost mehanika in opazovalna veščina astronoma. Takih ljudi je malo. Zato so že v naslednjem stoletju opravila razdelili. Z izdelovanjem leč so se izključno ukvarjali optiki, z mehanskim delom (justiranjem in postavitvijo teleskopa) mehaniki, z opazovanjem pa tisti, ki najbolj poznajo vesolje in nebo, to je astronomi.

Od optikov 18. stoletja omenimo predvsem Švicarja Pierra L. Guinanda, ki je začel svojo kariero optika z izdelovanjem očal in preprostih refraktorjev s kartonastimi cevmi. Šele po sedmih letih poskušanja mu je uspelo vlitati optično steklo. Prav neuspehi so ga spodbujali k novim poskusom. Bil pa je zelo vztrajen. Zgradil je veliko talilno peč, v kateri je bilo možno taliti do 80 kg stekla. Za to je porabil skoraj vsa svoja sredstva, tako da je njegova družina več let stradala.



Optik in odličen brusilec stekla, Pierre-Louis Guinand (1748–1824).

Velika vztrajnost je bila na koncu poplačana. Okoli leta 1800 mu je uspelo viliti nekaj odličnih steklenih diskov s premerom 10 do 15 cm, kar je bil tedaj izreden optični uspeh. Pozneje je izumil še način, kako se odpravijo razne nepravilnosti v steklenih odlitkih. S tem je odprl pot do izdelave velikih lečnih objektivov.

Končno je vлил odličen disk s premerom 45 cm, ki so ga (1823) zbrusili za glavni daljnogled Dublinskega observatorija. To je bil zadnji uspeh P. Guinanda. Po njegovi smrti (1824) so skrivnosti izdelovanja steklenih izdelkov prešle na njegovega sina, ki pa jih je prodal neki francoski firmi, ki se je združila z drugo firmo steklenih izdelkov v Angliji. Prav od teh francoskih in angleških podjetij, ki so izkoriščale Guinandove izume in izkušnje, je sprva dobival steklene diske za izdelavo leč največjim refraktorjem na svetu slavni ameriški optik in astronom Alvan Clark.

A. Clark je bil po poklicu slikar – portretist. V mladosti je bil dninar, vendar pa se je ukvarjal še z različnimi drugimi mehanskimi opravili, med njimi je zelo rad brusil stare leče. Že precej v letih se je odločil, da bo izdeloval teleskope. Tako je osnoval eno največjih optičnih podjetij na Zahodu z imenom Alvan Clark in sinovi. Lečne objektivne so izdelovali v ameriškem Cambridgu. Preskuse njihovih optičnih lastnosti so opravljali z umetno zvezdo v 70 metrskem predoru.

Že leta 1853 je A. Clark dosegel pomembne uspehe. Z refraktorjem, ki ga je izdelal, je bilo mogoče opazovati vrsto neznanih oziroma še od prej neraziskanih dvojnih zvezd. Leta 1862 so v državi Mississippi postavili 46 centimetrski Clarkov refraktor. Že prvo noč so se v polni meri pokazale njegove odlične optične sposobnosti. Clarkov sin George je namreč ob Siriju odkril drobno zvezdico – šibko spremljevalko, za katero se je pozneje izkazalo, da je bila to prva odkrita bela pritlikavka. Obstoje te spremljevalke je iz nepravilnosti v gibanju zvezde Sirij napovedal (1844) že Bessel, toda znameniti nemški astronom ni mogel predvideti, da se bo z odkritjem Sirijeve spremljevalke odprlo novo, tako zelo široko področje v astrofiziki.

Po enajstih letih je v Washingtonu na Morskem observatoriju začel delovati še večji inštrument – 66 centimetrski refraktor firme A. Clark in sinovi. S tem refraktorjem so leta 1877 odkrili oba Marsova satelita, Fobosa in Deimosa. Istega leta je svet obletela vest astronoma Schiaparellija o zagonetnem odkritju kanalov na Marsovem površju. Mnoge so pritegnile tudi razprave o marsovski civilizaciji in leta 1894 je Percival Lowell, bivši diplomat, v Arizoni (ZDA) z lastnimi sredstvi zgradil velik observatorij. Njegova glavna naloga je bila reševanje različnih problemov v zvezi z Marsom. Leta 1896 je na tem mestu že stal ponovno odličen Clarkov refraktor s premerom objektiva 60 cm.



Alvan Clark (1804–1887) s svojima sinovoma. Znameniti optik – brusilec leč je skupaj s svojima sinovoma osnoval podjetje, ki se je specializiralo za izdelovanje objektivov velikih refraktorjev.

A. Clark je nihal rekord za rekordom. Že prej, leta 1878, se je Pulkovski observatorij obrnil na firmo Clark in sinovi z naročilom za izdelavo 76 centimetrskega, tedaj največjega refraktorja na svetu. Naročilo je bilo izpolnjeno, pri čemer je objektiv izdelal sam Alvan iz stekla neke pariške firme, mehanski del teleskopa pa je izdelala nemška firma Repsold. Novi pulkovski refraktor, ki je začel delovati 1885, je bil odličen inštrument, eden najboljših na svetu. Toda že leta 1888 je na gori Hamilton v Kaliforniji začel svoje delo Observatorij Lick, oskrbljen z 91 centimetrskim refraktorjem A. Clarka. Odlični atmosferski pogoji so se tu srečali s vrhunskimi lastnostmi inštrumenta.

Ob koncu 19. stoletja so se v tekmovanje orjaških teleskopov vključili ameriški milijonarji. Začetnik te dobrodelnosti je bil James Lick, ki je daroval tri četrt milijona za izgradnjo novega observatorija pri pogoju, da bo nosil njegovo ime in da bo glavni teleskop observatorija največji na svetu. Primer Licka je našel posnemovalce. Čikaški mogotec Charles Yerkes pa je podaril čikaški univerzi več kot milijon dolarjev, da zgradijo teleskop, ki bo po velikosti in optičnih lastnostih še večji in boljši od refraktorja na observatoriju Lick. To izredno zahtevno nalogo je izpolnilo isto podjetje – A. Clark in sinovi, toda že brez sodelovanja svojega začetnika, saj je znameniti optik umrl leta 1887.



Clarki so izdelovali objektivne za največje refraktorje, ki so jih tudi montirali. Največji med njimi so na observatorijih: Lowell (premer objektiva 60 cm), Washington (66 cm), Pulkovo (76 cm), Lick (91 cm) in Yerkes (102 cm; na sliki). Yerksov objektiv je do danes ostal največji na svetu in goriščna razdalja največjega refraktorja je skoraj 20 m.

Orjaški objektiv s premerom 102 cm (navadno rečemo kar enega metra) je bil izgotovljen že 1893. Zvezdarna Yerkes blizu Chicaga pa je začela delovati leta 1897 in je torej imela največji refraktor na svetu. Opravljeno je bilo ogromno delo (pet let brušenja). To je rekord, ki ga do danes še ni nihče presegel. Refraktorji so s tem dosegli svoj višek. Boljših in večjih ni bilo več. (Drobna pripomba. Lečni objektivni s premerom več kot 100 cm morajo biti tudi razmeroma debeli. Zato absorbirajo veliko svetlobe. Razen tega se zaradi teže upogibajo, zvijajo in zato popačijo slike vesoljskih teles, pri fotografiji pa nastanejo razmazane slike.)

V zgodovini astronomije so refraktorji A. Clarka in obeh njegovih sinov med vsemi astronomskimi inštrumenti odigrali izredno veliko, celo najpomembnejšo vlogo. Z njimi so obogatili planetno in zvezdno astronomijo s prvorazrednimi odkritji. Uspešno delo na teh refraktorjih se nadaljuje še danes.

Camille Flammarion

Vsak strokovno napisani članek po moje še ni nujno poljudnoznanstven. V poljudnoznanstven spis je treba poleg strokovnosti vtakati dosti več, predvsem pa čustveni odnos oz. pristop do podajanja snovi. Če je premalo čustvenega naboja, zraven pa še ni dovolj ljubezni, prijaznosti, pozornosti, odgovornosti in sploh neke nevidne pozitivnosti do obravnavanja snovi in pozornosti do bralca, se pripoved lahko slabo napiše, včasih celo izjalovi. Tudi ni dobro, da je preveč naštevanja. Tako lahko v podatkovnem morju informacija preprosto izpuhti. Lahko se celo zgodi, da članek ne prinese vsebine. To pa je najhuje, kar se more zgoditi prispevku. In takšnih člankov najdemo veliko. Prispevek mora zadovoljiti tako specialiste različnih strok kot tudi bralce različnih izobrazbenih struktur od osnovne šole navzgor. Navsezadnje naj bo zanimiv tudi za navadnega delavca v tovarni oz. podjetju in vedoželjnega kmeta. Članek naj pritegne. Napisan mora biti strokovno neoporečno in splošno razumljivo. Preprosto. Za to pa je treba včasih kar močno zavihati rokave.

V svetovnem merilu je pravkar opisane zahteve (in še dosti več) zagotovo upošteval in povsem izpolnil francoski astronom, ki je bil sam tudi strastni popularizator astronomije in sploh naravoslovja. To je bil slavni Camille Flammarion. O tem velikem in, rekel bi, skoraj neprekosljivem pisnem posredovalcu številnih in najrazličnejših astronomskih vsebin je na Slovenskem malo napisanega. Zato pa tu nekaj več o njem.

C. Flammarion si je astronomsko izobrazbo v glavnem pridobil kot samouk. Vrsto let je delal na Pariškem observatoriju. Leta 1883 pa je osnoval Observatorij v Juvisyju (s 24-cm ekvatorialom kot osnovnim teleskopom) in bil njegov direktor do smrti.

Leta 1861 je izšla prva Flammarionova knjiga *Množičnost naseljenih svetov*. Napovedovala je začetek večje serije izredno uspešnih in pronicljivih poljudnih astronomskih del, ki so Flammariona pozneje ustoličila kot najbolj znanega avtorja popularizacije znanosti tistega časa. Njegovi knjigi *Poljudna astronomija* (1880) ter *Zvezde in zanimivosti neba* (1882) sta bili široko razširjeni po Evropi, zelo brani, sploh pa občudovani. Bili sta najboljši knjigi te vrste v 19. stoletju na svetu. Še danes sta občudovanja vredni, tako bralno kot slikovno in bogato s številnimi podatki o zvezdah in drugih nebesnih telesih in pojavih na nebu. Tudi o zvezdnih mitih.

Znana pa so še Flammarionova znanstvena dela o dvojnih in večkratnih zvezdah. Tako je npr. odkril splošno lastno gibanje številnih zvezdnih parov. Proučeval je barve zvezd in celo barve posameznih tvorbo na Luninem površju (npr. barvne spremembe v kraterju Platon). Leta 1876 je zasledil sezonske

spremembe temnih območij na Marsu. Številna opazovanja tega planeta, ki jih je Flammarion opravil na svojem observatoriju v Juvisyju, je objavil v knjigi *Planet Mars in pogoji bivanja na njem* (1909). V tem delu je zbral vsa opazovanja Marsa od leta 1636 dalje. Trdno je zagovarjal obstoj kanalov in razumskega življenja na Marsu. Sploh pa je verjel, da so na telesih v vesolju posejana živa bitja.

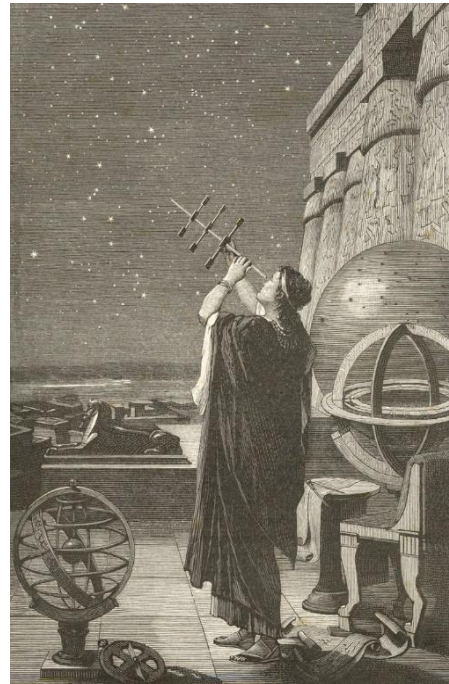
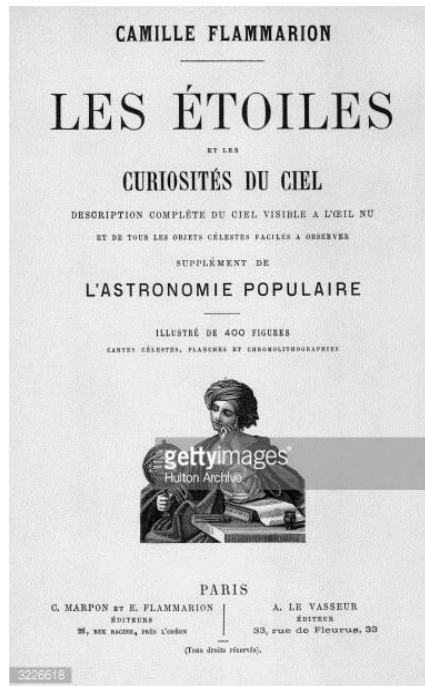


Camille Flammarion (Montigny-le-Roi en Haute-Marne, 1842 – Juvisy-sur-Orge, 1925), zagotovo eden najbolj znamenitih in velikih popularizatorjev astronomije.



Flammarionov observatorij v Juvisyju.

C. Flammarion se je živahno zanimal za številna področja naravoslovja, poleg astronomije za vulkanologijo, za probleme v Zemljinem ozračju (posebno atmosfersko električno) in klimatologijo. Leta 1882 je osnoval znamenito poljudno revijo *L'astronomie*, ki izhaja še danes, in vanjo pridno pisal popularne članke; leta 1887 pa je osnoval Francosko astronomsko društvo.



Levo: Notranja naslovnica ene od Flammarionovih knjig, v kateri popularizira astronomijo.

Desno. stromski observatorij v Aleksandriji (zelo znana slika iz njegove *Popularne astronomije*, 1880).

Težko bi našli človeka, ki je na področju popularizacije astronomije v svetovnem merilu naredil več kot Camille Flammarion. Jaz ga ne najdem. Po moje je brez konkurence. Doma imam italijanski prevod njegove popularne knjige *Zvezde in zanimivosti neba* (iz leta 1927). Kaj naj zapišem o njej. Samo en stavek, v katerem je vse: Občudujem jo. Marsikak podatek iz te knjige sem že uporabil pri svojem poljudnem pisanju.

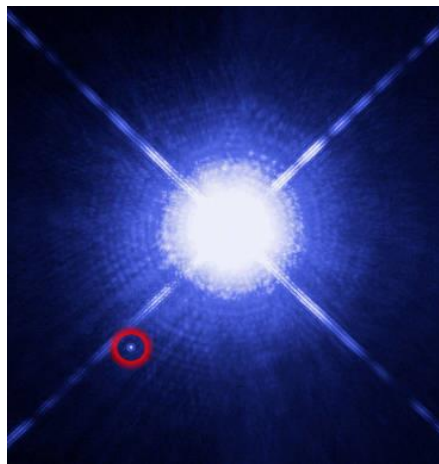
Ob koncu pa še kratek odlomek prav iz te knjige, in sicer s tiste strani, kjer Flammarion živo pripoveduje zgodbo o zvezdi Sirij, pravzaprav o odkritju Sirijeve spremljevalke.

»... Da bi pojasnil to nepravilnost, je leta 1844 astronom Bessel oblikoval domnevo o moteči zvezdi, torej o nevidni Sirijeви spremljevalki, za katero je leta 1851 Peters izračunal teoretični tir, ki je boljše ustrezal opazovalnim podatkom. Enajst let pozneje je optik Alvan Clarck izdelal tedaj največji objektiv (s

premerom 47 cm) in ga preskusil. Ko ga je nekega večera njegov sin obrnil v smer proti Siriju, je kaj kmalu zavpil: "Oče, oče, Sirij ima spremljevalko." Torej je bila lega te spremljevalke tako natančno izračunana, kakor svoj čas lega planeta Neptuna, ki je bil prej odkrit na konici peresa (tj. z računom) kot pa z daljnogledom. Toda prerok Bessel je bil že od leta 1846 pod rušo.

Po zaslugi računov, ostrega očesa Clarckovega sina in tako zmogljivega inštrumenta, so kasneje opazovali drobno zvezdico 9. magnitude, jo merili, ... in tako potrdili teoretično napoved ...«

Prevedla Stana Prosen



Zvezda Sirij in njegova spremljevalka (obkrožena s krožcem).

Henry Norris Russell

Ta pomembni ameriški astronom in astrofizik je znan po obsežnih in raznovrstnih raziskavah zvezd. Njegovo ime je za astronomijo neizbrisno, pozna ga vsak, ki se vsaj malo zanima za zvezde, saj se z njim srečamo v poljudnih spisih in učbenikih skoro na vseh zahtevnostnih stopnjah, od osnovne šole do univerze. Njegova znanstvena pot se je pričela v Princetonu, na severovzhodu ZDA. Tam je doktoriral, postal profesor astronomije, nato rektor univerze in tudi direktor observatorija Princetonske univerze. To je bil slavni Henry Norris Russell.

Leta 1897 je zaključil Princetonsko univerzo in nadaljeval izobraževanje na univerzah v Princetonu in Cambridgu (Anglija). Vse od leta 1905 do 1947 je delal na Princetonski univerzi. Leta 1911 je postal profesor, naslednje leto pa direktor univerzitetnega astronomskega observatorija. Od 1922 do 1942 je bil še sodelavec observatorija Mt. Wilson, od 1947 do 1952 pa še Harvardskega observatorija.



Henry Norris Russell (Oyster Bay, Long Island, New York, 1877 – Princeton, New Jersey, 1957) – plodovito je deloval v številnih področjih astronomije in astrofizike.

Russell je po dolgotrajnih raziskavah zvezd ugotovil zvezo med spektrom (natančneje spektralnim tipom) zvezd in njihovimi izsevi. Pri tem je ugotovil velike razlike pri izsevih zvezd. Pokazalo se je, da se modrikaste in bele, tj. najbolj vroče zvezde tudi razlikujejo po ogromnem izsevu; rumene in rdeče zvezde pa se ostro ločijo na dve skupini: zvezde z velikim izsevom, 100 in tudi 1000-krat večjim od izseva Sonca, in zvezde z razmeroma majhnim izsevom, tj. nekako tolikšnim, kot je izsev Sonca ali pa še manjšim. Tako je bilo

ugotovljeno, da po izsevu lahko zvezde razdelimo na orjakinje (velikanke) in pritlikavke. Pozneje so še ugotovili, da so orjakinje in pritlikavke glede izseva orjakinje in pritlikavke tudi glede polmera (velikosti) in glede mase, čeprav razlike v masah niso tako velike kot razlike v izsevih in polmerih zvezd. Za nas Zemljane velikansko Sonce s svojim ogromnim izsevom nekaj 10^{26} W se je pokazalo, da je to komaj borna rumena pritlikavka, nič kaj posebnega, povsem vsakdanja zvezda naše Galaksije.

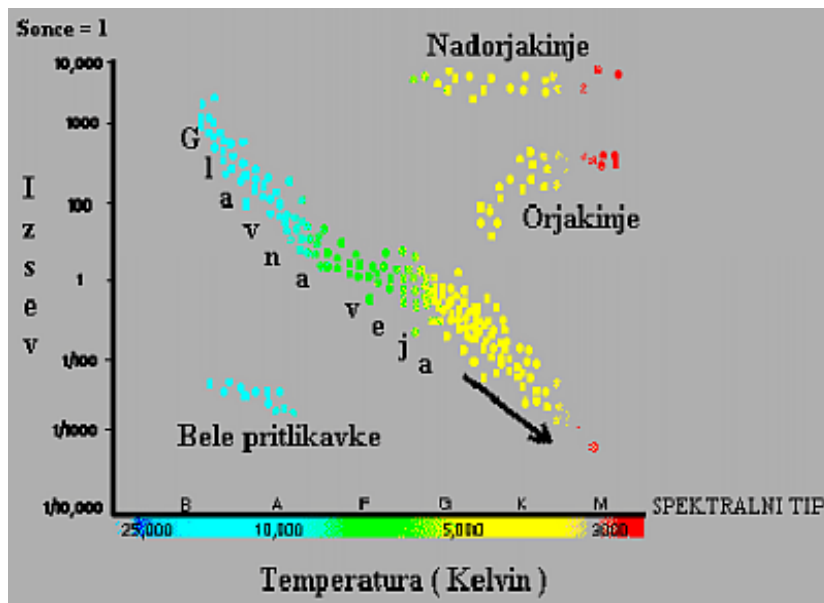


Danski astronom in kemik Ejnar Hertzsprung (København, 1873 – Roskilde, Danska, 1967).

Iz natančnega proučevanja zvezd je ugotovil, da je v vesolju večina zvezd orjakinj in pritlikavk, pri čemer pa je pritlikavk neprimerno več kot orjakinj. Kmalu so tudi spoznali, da so v vesolju poleg orjakinj in pritlikavk tudi druge vrste zvezd, nadorjakinje (nadvelikanke), tj. vroče belo-modrikaste in hladne rdeče zvezde, podorjakinje oziroma podpritlikavke, tj. zvezde, ki se glede izseva približujejo orjakinjam oziroma pritlikavkam, in končno bele pritlikavke, v zadnjem času pa so dodali še rjave pritlikavke itn.

Podobne raziskave je opravil tudi danski astronom E. Hertzsprung. Russell in Hertzsprung sta okoli leta 1913 skupaj izdelala poseben diagram, ki kaže odvisnost izseva od površinske temperature zvezd (oziroma od spektralnega tipa zvezd). Ta znameniti diagram, ki ga nekateri včasih radi imenujejo »diagram izsev-spekter«, večinoma pa je znan kot *H-R diagram* (Hertzsprung-Russell diagram), je odigral in igra še danes pomembno vlogo pri raziskovanju razvojne poti zvezd. Ves čas ga še dopolnjujejo in popravljajo glede na nove podatke.

Russell imamo za enega od utemeljiteljev modernega obravnavanja zvezd in njihove razvojne poti. Čeprav se mu ni posrečilo izrisati povsem pravilne sheme razvojne poti (evolucije) zvezd, je bila vendarle ta njegova ideja resna in zanesljiva smer za nadaljnje tovrstne raziskave.



H-R diagram – shematski prikaz. Na abscisno os nanašamo površinsko temperaturo zvezde (ali spektralni tip zvezde), na ordinatno os pa izsev (ali absolutni sij zvezde); diagram prikazuje odvisnost izseva od temperature. Odvisnost (zveza) ni enolična. Točke, ki ustrezajo zvezdam v tem diagram, torej niso razporejene zelo neureno (kaotično), ampak so razporejene (potekajo) v posameznih skupinah - ‘vejah’. Največ jih je na glavni veji, ki gre od levo zgoraj do desno spodaj. V tej veji se s padajočo temperaturo zmanjšujeta izsev in radij zvezde. Vzporedno z abscisno osjo je zgoraj veja nadorjakinj, najsvetlejših zvezd, ki imajo skoraj vse enak izsev, čeprav imajo različno površinsko temperaturo. Prikazani sta še veji orjakinj in belih pritlikavk. So pa še druge veje. Tu je podano le bistvo tega diagrama. Lego Sonca v diagramu dobimo tako, da skozi točko 1 na ordinatni osi narišemo premico, ki je vzporedna z abscisno osjo. Tam, kjer ta premica preseka glavno vejo, ‘leži’ Sonce s svojimi fizikalnimi podatki (parametri), določenim izsevom, površinsko temperaturo (spektralnim tipom), radijem in maso.

Russell je ogromno naredil tudi v drugih področjih astronomije, posebno v kozmogoniji Osončja. Med prvimi je v astrofiziki široko uporabljal M. Sahovo teorijo ionizacije atomov v zvezdnih atmosferah. Podal je prve ocene vsebnosti kemičnih elementov v Sončevi atmosferi (da je v njej neprimerno več vodika kot ostalih elementov) in v vesolju. Izdelal je splošno teorijo prekrivalnih (ekliptičnih) spremenljivk, po kateri je možno izračunati elemente tira in parametre teh dvojnih zvezdnih sestavov.

Russell je zelo znan tudi po svoji pedagoški (učbeniški) in popularizatorski dejavnosti. Bil je član več znanstvenih akademij in znanstvenih društev, prejel je številna priznanja.

Edwin Powell Hubble

V zadnjem času smo lahko priča velikim fotografskim dosežkom znamenitega Hubblovega vesoljskega teleskopa, ki v oddaljenosti okoli 570 km kroži nad Zemljo in že od aprila leta 1990 dalje snema nebesne objekte globoko v vesolju. Lahko bi kaj več izvedeli tudi o življenju in delu človeka, po katerem je vesoljski teleskop dobil ime. Ta človek je bil eden najvidnejših in nadarjenih astronomov 20. stoletja, pionir v raziskovanju oddaljenih zvezdnih sistemov - galaksij. *»Njegovo delo se lahko primerja z delom, ki sta ga za astronomijo naredila W. Herschel in G. Galilei«*, piše Wikipedija. Ta pomembni astronom je bil E. P. Hubble.



Ameriški astronom, pravnik in častnik Edwin Powell Hubble Marshfield, Missouri (ZDA), 20. 11. 1889 – San Marino, Kalifornija, 28. 9. 1953) – s fotografijo je ‘razbil’ galaksijo M31 in druge galaksije na posamezne zvezde, ugotovil, da se bolj oddaljene galaksije hitreje oddaljujejo od nas in tako nakazal zamisel o širjenju vesolja.

Študiral je na Univerzi v Chicagu. Po študiju prava je končal študij astronomije. Svoje astronomsko izobraževanje je nadaljeval na Oxfordu v Angliji. Leta 1914 se je vrnil v Chicago in bil asistent na Observatoriju Yerkes blizu Chicaga, kjer so postavili največji refraktor na svetu s premerom objektiva 102 cm. V času prve svetovne vojne je bil v vojski. Po vrnitvi iz armade je nastopil službo astronoma na Observatoriju Mt. Wilson, kjer je ostal do konca svojega življenja. Po drugi svetovni vojni je prevzel določene obveznosti pri projektiranju novega observatorija na Mt. Palomar, kjer so postavili orjaški in takrat največji reflektor na svetu s premerom zrcala 508 cm.

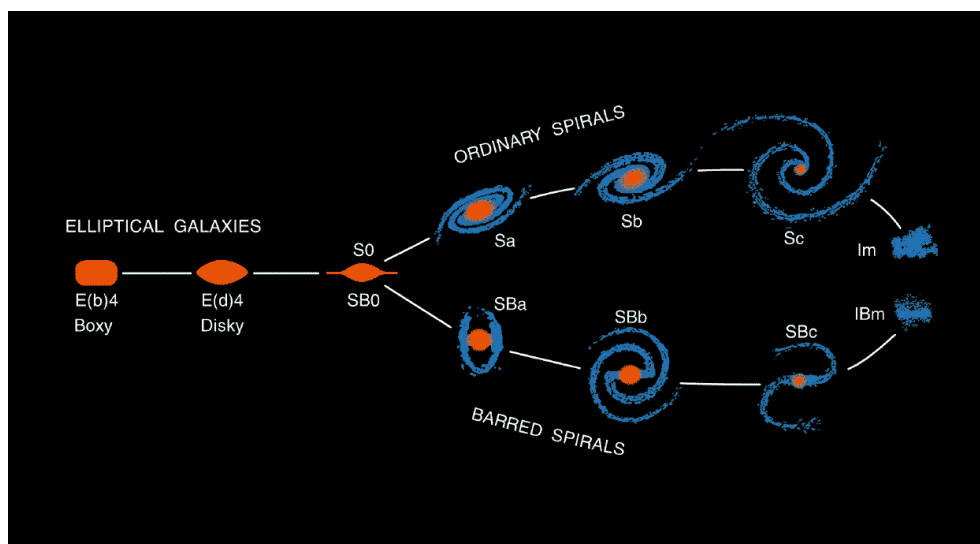
Že v 18. stoletju so nekateri astronomi in filozofi menili, da so Sonce in vse

zvezde, ki jih vidimo na nebu, sestavni del velikanske skupine zvezd, podobne orjaškemu mlinskemu kamnu ali disku. Še več. Domnevali so celo, da ta orjaška zvezdna skupina, danes imenovana Galaksija, najbrž ni edina v vesolju, ampak le ena od številnih zvezdnih sistemov, ki jih astronomi opazujejo z daljnogledi na nočnem nebu kot bolj ali manj šibke megličaste pege (tvorbe, puhaste oblačke).

Za tisti čas so bile to drzne misli, ki jih ni bilo mogoče potrditi. Astronomi so imeli prešibke daljnoglede. Počakati je bilo treba dobri dve stoletji.

Pri proučevanju svetlobe z različnih vesoljskih teles so že pred 150-timi leti ugotovili, da se spekter (razklonjena vidna svetloba - mavrica) mnogih megličastih vesoljskih tvorb ne razlikuje od spektra navadnih zvezd. To je nakazovalo, da utegnejo biti ti vesoljski objekti oddaljene skupine zvezd. Skoraj istočasno so še ugotovili, da ima veliko vesoljskih "peg" spiralno strukturo, če so jih opazovali z zelo močnimi daljnogledi. Vendar pa v "pegah" niso razločili zvezd.

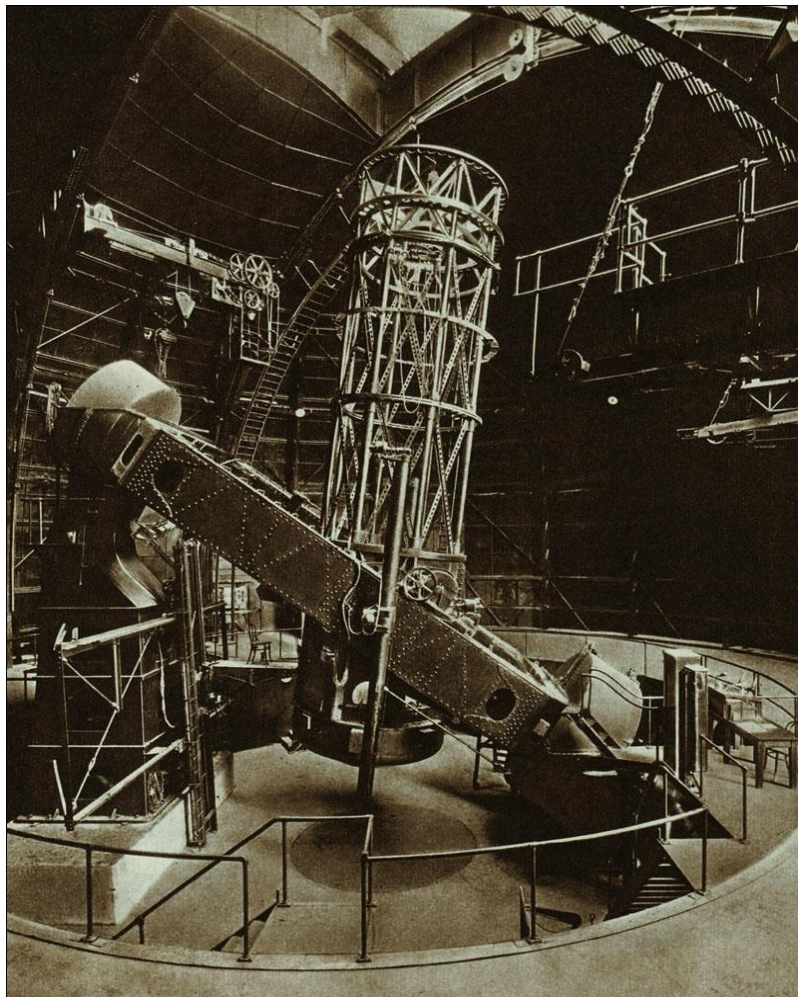
V začetku prejšnjega stoletja so take megličaste vesoljske tvorbe začeli natančneje in množično raziskovati. Uspeh ni izostal. Leta 1924 je svet obletela famozna vest, da je ameriški astronom Edwin Hubble v megličastem objektu M 31 v ozvezdju Andromede razpoznal množico zvezd. To se mu je posrečilo z 250-cm reflektorjem, tedaj najmočnejšim daljnogledom na svetu na observatoriju Mt. Wilson. Z njim je fotografiral obrobne predele objekta M 31 in na fotografijah jasno razločil številne zvezde. Hubble je s tem dokazal, da naša Galaksija ni edina orjaška skupina zvezd v vesolju.



Galaksije imajo različno obliko. Večina je spiralnih. Veliko jih je okroglih ali eliptičnih, nekatere imajo tudi nepravilno obliko. Hubble jih je podrobno raziskal in razvrstil po obliki in drugih lastnostih. Slika prikazuje Hubblovo razvrstitev (klasifikacijo) galaksij; levo eliptične, zgoraj spiralne, spodaj prečkaste (s prečko) in desno nepravilne galaksije.

Raziskave so še pokazale, da je med odkritimi zvezdami v M 31 veliko različnih spremenljivih zvezd, med njimi tako imenovanih *kefeid* - zvezd, ki pulzirajo, to je, se širijo in krčijo in tako spreminjajo radij. Pri takšnem "dihanju" se zvezdam spreminja površinska temperatura in s tem tudi v sekundi oddana svetlobna moč ali izsev zvezde. Svetloba, ki jo s takih zvezd sprejmemo na Zemlji, torej ni stalna, ampak se s časom periodično spreminja - niha.

Značilno za kefeide je, da imajo pri daljši periodi nihanja svetlobe oz. sija večji povprečni izsev. Če opazujemo kefeido in izmerimo periodo nihanja njenega sija, torej sprejete svetlobe, ki prihaja od nje, lahko ocenimo njen povprečni izsev. Ker vemo, da je svetloba, ki jo z zvezde sprejmemo in izmerimo na Zemlji, sorazmerna znanemu izsevu in obratno sorazmerna kvadratu neznanemu oddaljenosti, lahko iz te fizikalne odvisnosti preprosto izračunamo oddaljenost kefeide od nas.

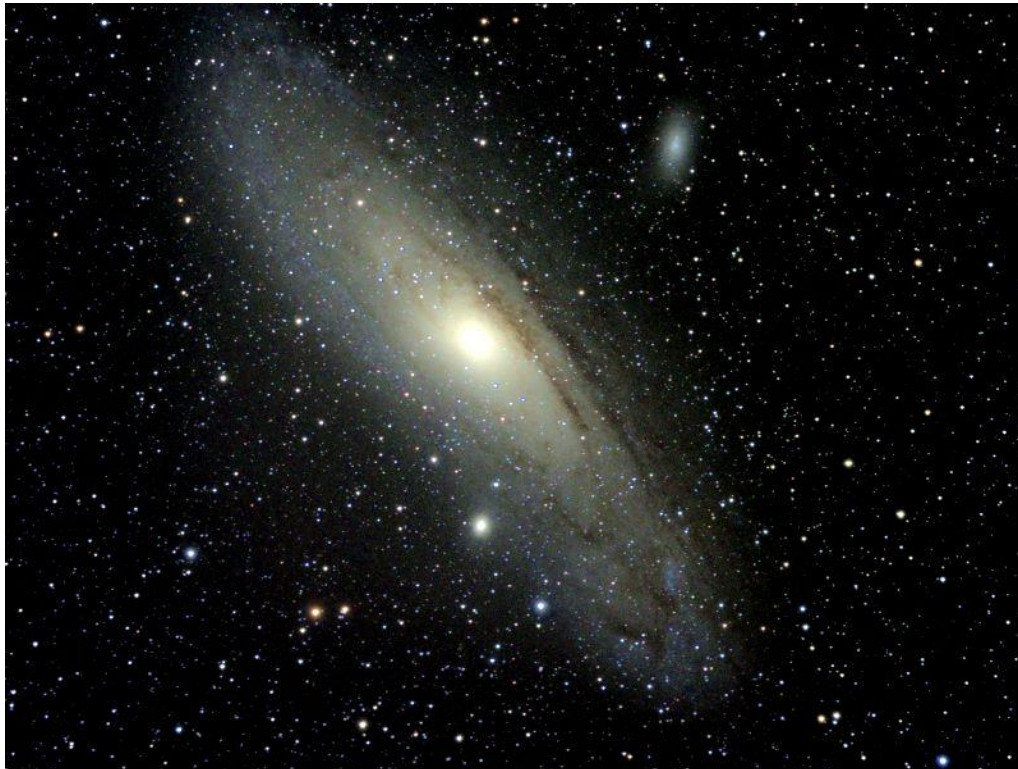


2,5- metrski reflektor na Observatoriju Mt. Wilson, s katerim je Hubble »razbil« galaksije v zvezde, izmeril oddaljenost in hitrost oddaljevanja številnih galaksij in tako prišel do pomembnega spoznanja, da se vesolje širi.

Kefeide so orjaške zvezde. Vse so več desetkrat ali tudi več stokrat večje od Sonca, so orjakinje ali nadorjakinje. Glede na to imajo prav tako ogromne izseve. V prostor torej oddajajo ogromno svetlobno moč. Zato jih lahko opazimo v velikih razdaljah, npr. v zelo oddaljenih zvezdnih skupinah, kjer daleč zunaj naše Galaksije spreminjajo svojo svetlobo. Delujejo kot nekakšni svetilniki v vesolju, ki jih astronomi zlahka odkrijejo in nato iz opazovanja njihovega sija določijo oddaljenost daljnjih zvezdnih sestavov, v katerih svetijo kefeide.

Hubble je s pomočjo kefeid, ki jih je odkril na fotografijah M 31, določil oddaljenost tega nebesnega objekta. Njegova ocena je bila milijon svetlobnih let. (Današnje meritve kažejo, da je oddaljenost približno dvakrat večja.) Z meritvami in računom je dokazal, da "megličasta pega" M 31 v Andromedi res leži daleč zunaj naše Galaksije. Od tega časa dalje so vse podobne vesoljske objekte začeli imenovati *galaksije* (pisano z malo začetnico za razliko od naše *Galaksije*, ki jo pišemo z veliko začetnico).

Po zaslugi Hubbla in tudi drugih astronomov so se hitro razširile meje proučevanega dela vesolja. S fotografijo so odkrili na milijone galaksij, ki se nahajajo na vse večjih oddaljenostih od nas in odkrili številne jate in nadjate galaksij.



Megličasta nebesna pega z oznako M 31 v ozvezdju Andromeda, to je galaksija M31 v Andromedi – prva galaksija, v kateri je Hubble s fotografijo razločil zvezde in ji s pomočjo opazovanih kefeid določil oddaljenost od nas.

Hubble je izdelal tudi podrobno klasifikacijo (razvrstitev) galaksij po njihovi obliki. Našel je tudi zvezo med oddaljenostjo galaksij in hitrostjo, s katero se odmikajo od nas. Hitrost je sorazmerna z oddaljenostjo. Njegovo odkritje, da se vse bolj oddaljene galaksije vse hitreje oddaljujejo od nas, tj., da se vesolje širi, je gromnega pomena za astronomijo in kozmologijo.

Hubblova raziskovanja galaksij so močno razširila naše znanje o vesolju. On sam, še posebno pa njegovi nasledniki, so do danes fotografirali na milijarde galaksij, ki se združujejo v manjše ali večje jate, oddaljene od nas na milijone in milijarde svetlobnih let. Lahko rečemo, da je bil Hubble eden najvidnejših in najnadarjenejših astronomov 20. stoletja, pionir v raziskovanju galaksij in ideje o širjenju vesolja. Morda je bil celo najbolj znan in upoštevan astronom preteklega stoletja. Bil je član vrste znanstvenih društev in akademij. Prejele je številna priznanja in medalje.

Hubble ima precej spomenikov. Po njem se imenuje asteroid 2069, krater na Luni, klasifikacija galaksij, konstanta H v Hubblovem zakonu $v = H r$ (kjer r pomeni oddaljenost galaksije, v hitrost njenega oddaljevanja, med njima pa velja sorazmernost), in seveda 2,4-metrski Hubblov vesoljski teleskop, ki še vedno potuje na tiru okrog Zemlje in snema in snema daljnje kraje v globinah vesolja in nam pošilja prvovrstne in presenetljive posnetke in podatke o vesoljskih telesih in pojavih tam zelo daleč, o čemer se čudimo, strmimo in se presenečeno sprašujemo: kaj vse neki leži in se skriva v teh globinah in kaj vse zna ta teleskop odkriti in nam na svojih fascinantnih fotografijah prikazovati in pripovedovati.



Opisali smo nekaj nepozabnih odkritij in pomembnih ugotovitev vrlih astronomov, katerih nova spoznanja so vplivala na razvoj astronomije, jo bogatila in hkrati usmerjala k še globljim spoznanjem in še večjim uspehom.

Kranj – Zlato Polje, 27. 11. 2016

Marijan Prosen



Več o najnovejših astronomskih odkritjih si lahko preberete na svetovnem spletu.