

ASTRONOMI V KMICI



dvanajstič

Kazalo

KMICA V GALILEJEVEM LETU	2
MEDNARODNO LETO ASTRONOMIJE 2009 V SLOVENIJI	2
ROJSTVO ZVEZD	2
POVPREČNA TEMPERATURA PLANETOV	2
ASTRONOMSKE SATELITSKE NOVICE	2
KONCEPTUALNI POUK ASTRONOMIJE V SREDNJI ŠOLI	2
KRATERJI NA LUNI.....	2
GALILEJEVO ŽIVLJENJE IN DELO – SPLETNI UČBENIK	2
POPULARIZACIJA ASTRONOMIJE	2
HERKUL	2
PRVO TEKMOVANJE V ZNANJU ASTRONOMIJE	2
ZAVIRANJE RASTI VESOLJA.....	2
TEMNA ENERGIJA – MISTERIJ ENAINDVAJSETEGA STOLETJA.....	2
13. ASTRONOMSKI TABOR KMICA	2

KMICA V GALILEJEVEM LETU

Leto 2009 je nedvomno bilo astronomsko leto in temu smo se aktivno pridružili tudi v Astronomskem društvu Kmica. Mednarodno leto astronomije v spomin 400 letnici odkar se je Galileo Galilej prvič s teleskopom zazrl v zvezdno nebo, je kot eno najpomembnejših ciljev imelo popularizacijo astronomije med široki množicami, še posebej mladimi. To je tudi pomembno poslanstvo AD Kmica, zato smo aktivno sodelovali pri praktično vseh prireditvah mednarodnega leta astronomije v Sloveniji. Še toliko bolj, saj je naša članica pom. akad. dr. Andreja Gomboc bila nacionalna koordinatorka mednarodnega leta astronomije za Slovenijo.

Na začetku leta smo si zastavili ambiciozen program dela, ki je bil glede na prejšnja leta več kot podvojen. Naj kopici že tradicionalnih predavanj, astronomskih opazovanj in mladinskega raziskovalnega astronomskega tabora na OŠ Gornji Petrovci posebej navedemo le nekatere največje dogodke: kot edina regija v Sloveni smo imeli lokalno Otvoritev mednarodnega leta astronomije v Pomurju, na štiridnevem maratonu 100 ur astronomije smo pogled skozi teleskop omogočili preko tisoč Pomurcem, dvakrat pa smo organizirali tudi Dan odprtih vrat AD Kmica. Naši člani se odlikujejo po zelo kakovostnih astro fotografijah, zato ne le da smo mednarodno razstavo postavili na ogled v soboški galeriji, temveč smo v Klubu Pac razstavili naše fotografije, vse to pa nadgradili z edino razstavo umetniških slik na temo astronomije, ki jih je posebej za to priložnost naslikal naš član Lojze Veberič.

To je le del naših aktivnosti. Vseh na tem mestu ne moremo naštet in to tudi ni namen. Pomembneje od tistega, kaj je bilo je tisto, kar nam je od tega ostalo in kaj nam nudi dodatno osnovo za naše nadaljnje delo. Na prvem mestu so prav gotovo novi člani, katerih aktivnost se že kaže na različnih področjih, od prenovljene spletne strani do pomembnega strokovnega napredka naših aktivnosti. Kmica ima na razpolago tudi nekaj nove astronomske opreme. Dobre odnose in tesne stike s šolami smo še razširili in poglobili. Vse te aktivnosti in rezultati so možni le ob široki podpori zunanjih partnerjev in aktivnem članstvu. Vsem se na tem mestu iskreno zahvaljujem in želim, da se z nami veselijo skupnih uspehov.

Mednarodno leto astronomije bo minilo, vendar veselje bo še naprej nad nami. Kmica si je nabrala dodatne izkušnje, da bo veselje in nebo nad nami lahko še bolje približala vsem zainteresiranim. Pridružite se nam.

pom. akad. dr. Mitja Slavinec
predsednik AD Kmica

MEDNARODNO LETO ASTRONOMIJE 2009 V SLOVENIJI

pom. akad. dr. Andreja Gomboc in asist. dr. Uroš Kostić
Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

Združeni narodi, UNESCO in Mednarodna astronomska zveza so leto 2009 razglasili za Mednarodno leto astronomije (MLA), saj to leto mineva 400 let od prvih Galilejevih astronomskih opazovanj s teleskopom.

MLA2009 je svetovni dogodek, posvečen astronomiji in njenim prispevkom k družbi, znanosti in kulturi. Cilj tega leta je spodbuditi zanimanje ljudi, predvsem mladih, za astronomijo in znanost nasploh pod skupnim geslom "Vesolje je nad tabo. Odkrij ga!" in da bi se bolje zavedali vpliva astronomije in drugih temeljnih znanosti na naše vsakodnevno življenje. To nam bo vsem pomagalo bolje razumeti, kako znanje prispeva k bolj enakopravni in miroljubni družbi.

Tukaj na kratko predstavljamo glavne projekte MLA2009 v Sloveniji. S pripravi na MLA2009 smo v Sloveniji pričeli poleti 2008, ko je bil Astronomsko geofizikalni observatorij na Golovcu določen za "Single Point of Contact for Slovenia" oz. nacionalno vozlišče. Najprej smo pripravili zgbanko s kratkim opisom ciljev in aktivnosti MLA2009 ter MLA2009 plakat. Jeseni smo izdali barvni koledar MLA2009 ter opremili uradni film leta astronomije "Eyes on the Skies", ki so ga izdali mednarodni organizatorji, s slovenskimi podnapisi. Ves reklamni material smo poslali šolam širom Slovenije. Organizirali smo tudi dve postavitvi potujoče razstave "Od Zemlje do vesolja", sestavljeni iz 20 astronomskih fotografij domačih in tujih avtorjev, ki sta januarja 2009 pričeli pot po slovenskih šolah, knjižnicah, vrtcih idr. Razstavi običajno vsak teden zamenjata lokacijo in se bosta nadaljevali tudi v leto 2010. Tako bosta postavljeni na več kot 100 lokacijah, kjer si ju bo skupno ogledalo več deset tisoč ljudi.



Slika 1: Pokrovitelj MLA2009, predsednik Republike Slovenije dr. Danilo Türk na slavnostni otvoritvi MLA2009 v Grand hotelu Union 27. januarja 2009.

Uradno se je MLA2009 začelo v Sloveniji 27. januarja na svečani otvoritveni slovesnosti v Grand hotelu Union v Ljubljani, ki se je je udeležilo okrog 250 ljudi. Na otvoritvi so predavali tuji in domači astronomi, program je popestril Zoran Predin, s svojo prisotnostjo pa nas je počastil tudi predsednik Republike Slovenije dr. Danilo Türk, ki je pokrovitelj MLA2009.

V MLA2009 je potekala vrsta projektov, pozabili nismo niti na najmlajše. Projekt "Zavedanje vesolja" je namenjen predšolskim otrokom. Predšolski otroci so prav tako radovedni, kot njihovi starejši vrstniki, in s pravilnim pristopom lahko tudi njim približamo lepote vesolja. V ta namen smo prevedli in pripravili gradiva in vaje, primerne za različne starostne stopnje, s pomočjo katerih se predšolski otroci, osnovnošolci in srednješolci spoznajo z osnovnimi astronomskimi pojmi in si izdelajo nekaj astronomskih pripomočkov. Organizirali smo

astronomske delavnice, npr. na Otroškem bazarju v Ljubljani. V sodelovanju z revijo Moj planet smo izvedli akcijo risanja izvirnih ozvezdij pod imenom "Nebo je nad tabo. Odkrij ga!" in najboljše izdelke poslali na mednarodni natečaj.

Ustvarili smo internetno stran www.astronomija2009.si, kjer so objavljene vse informacije o MLA2009, prej omenjeno gradivo za otroke, povezave na mednarodne spletne strani, aktualni dogodki, potek posameznih projektov znotraj MLA2009 itd. Na tej strani je tudi koledar dogodkov, kjer so objavljeni urniki javnih opazovanj, predavanj, dnevov odprtih vrat na observatorijih ipd. Vpeljali smo tudi forum, kjer lahko uporabniki postavijo vprašanje z astronomsko tematiko, poklicni astronomi pa nanj odgovorijo. V tem letu je ta spletna stran postala glavni vir informacij o vsem, kar se dogaja v Sloveniji in je kakorkoli povezano z MLA2009. Objave o astronomskih temah in dogodkih so bile v tem letu pogoste tudi v različnih tiskanih in elektronskih medijih (Gea, Moj planet, Slovenske novice, Presek, različne radijske postaje, itd.).



Slika 2: Obiskovalci na dnevu odprtih vrat na Astronomsko geofizikalnem observatoriju na Golovcu.

V tem letu se je zvrstila množica astronomskih dogodkov: številna astronomska predavanja po šolah in dnevi odprtih vrat na observatorijih. Na edinem profesionalnem observatoriju na Golovcu smo sprejeli čez 2000 obiskovalcev. Po Sloveniji so mnoga astronomska društva zelo aktivno pristopila k aktivnostim in organizirala številna javna opazovanja in predavanja. Največ jih je bilo od 2. do 5. aprila, ko je po vsem svetu potekal projekt "100 ur astronomije" in od 22. do 24. oktobra, ko so bile "Galilejeve noči". Slovenija je imela v okviru teh mednarodnih projektov prijavljenih veliko večje število dogodkov kot npr. mnogo večje sosednje države. Žal vseh nismo mogli izvesti, ker nam je nekoliko ponagajalo vreme. Spomladi 2009 je izšlo šest telefonskih kartic "Astronomija 2009" in dve priložnostni znamki "Europa 2009": ena je posvečena 50-letnici Astronomsko geofizikalnega observatorija na Golovcu, druga pa odkritju doslej edinega "slovenskega" kometa Maticič leta 2008.

V poletnih mesecih je ljubljansko Jakopičevo sprehajališče v parku Tivoli krasila velika razstava astronomskih fotografij "Od Zemlje do vesolja". Na 120 panojih so bile predstavljene najlepše fotografije največjih teleskopov na Zemlji in nad njo, vključno s posnetki Vesoljskega teleskopa Hubble. Razstava je pokukala tudi v tehnološko ozadje astronomskih odkritij. Eden najodmevnejših dogodkov je bil organiziran 28. avgusta: ob razstavi je bilo v Tivoliju organizirano veliko opazovanje Lune in Jupitra. Ljubiteljski astronomi so na več kot 30 teleskopih omogočili tisočem obiskovalcem, da so kot Galileo

Galilei opazovali Luno in Jupiter ter njegove lune skozi teleskop.



Slika 3: Ovitek prvega dne z znamkama Astronomija 2009. Ena od šestih MLA2009 telefonskih kartic.



Slika 4: Velika razstava »Od Zemlje do vesolja« na Jakopičevem sprehajališču v parku Tivoli v Ljubljani. Foto: Aleš Arnšek, Andreja Gomboc.

Profesionalni astronomi pa so istočasno na Jakopičevem sprehajališču pripravili vodene ogled razstave, kjer so fotografije strokovno razlagali in odgovarjali na številna vprašanja radovedne množice obiskovalcev. Zaradi velikega zanimanja je razstava ponovno postavljena na ogled od 26. novembra 2009 do 10. februarja 2010, ko si jo lahko ogledajo tudi šolske skupine. Ob tej priložnosti smo izdali tudi barvno brušuro s slikami razstave in jo podarili vsem šolam.



Slika 5: Voden ogled velike razstave »Od Zemlje do vesolja« in javno opazovanje Lune in Jupitra v parku Tivoli v Ljubljani 28. avgusta 2009. Foto: Matic Smrekar, Rok Pucer.

Astronomijo in razstavo »Od Zemlje do vesolja« smo oglaševali tudi na vlakih in avtobusih. Na avtobusih ljubljanskega potniškega prometa so bila ob vstopu objavljena astronomska vprašanja, ob izstopu pa so potniki lahko prebrali tudi odgovore nanje. Od junija do decembra pa so astronomijo prinašali potnikom širom Slovenije vlaki, saj so bili opremljeni z desetimi trainboardi z astronomskimi slikami.

Jeseni se je zvrstilo še nekaj odmevnejših dogodkov: 20. in 21. oktobra je na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani potekala konferenca »Slovenija in vesolje: včeraj, danes, jutri«. Na njej so domači in tuji strokovnjaki predstavili svoje delo na področju astronomije in razvoja satelitov ter druge vesoljske opreme. V oktobru je bila v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani na ogled razstava »Kopernik na Slovenskem«. V okviru te razstave si je lahko javnost prvič ogledala dva izvoda Kopernikove knjige iz leta 1566 ter drugo astronomsko dediščino. Prav tako je v okviru mednarodnega projekta ohranjanja astronomske dediščine potekala razstava v Tehniškem muzeju v Bistri o prof. Pavlu Kunaverju: »Moje zvezdarne«.



Slika 6: Otvoritev razstave »Kopernik na Slovenskem« v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani.

Projekti, ki so bili posebej namenjeni šolam, so vključevali projekt merjenja svetlobne onesnaženosti s štetjem zvezd v Orionu pod imenom "Nebo ponoči". V mesecu decembru smo izvedli prvo državno tekmovanje iz znanja astronomije za osnovne in srednje šole.

Med akcijami, ki bodo nedvomno imele daljnosežni vpliv za astronomijo v Sloveniji v prihodnosti, je vsekakor akcija "Teleskop za vsako šolo". V njenem okviru je okrog 82% vseh slovenskih šol kupilo teleskop ali drugo astronomsko opremo.

Ker je oprema, ki so jo šole nakupile, zelo različna, in marsikateri učitelj ni več uporabe teleskopa, smo izvedli tudi ustrezno izobraževanje učiteljev, na katerih predavajo izkušeni astronomi in prikažejo uporabo najrazličnejših teleskopov.

Z akcijo "Teleskop za vsako šolo" je sedaj večini učencev in dijakov omogočeno, da gredo po sledeh Galileja in ne samo, da ponovijo njegova opazovanja, ki so imela tako velik vpliv na astronomijo in naš pogled na svet, ampak tudi sami raziskujejo vesolje. Več informacij o MLA2009 na: www.astronomija2009.si.

Organizacijski odbor MLA2009 se zahvaljuje za podporo in sodelovanje naslednjim organizacijam in posameznikom: Predsednik Republike Slovenije dr. Danilo Türk, Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, Ministrstvo za šolstvo in šport, Astronomska revija Spika, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani,

Halcom d.d., Nacionalna komisija za UNESCO, Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, Zavod za turizem Ljubljana, Revija Moj planet, Slovenske železnice.



Slika 7: Akcija »Teleskop za vsako šolo« je bila opažena tudi v tujini.

Hvala vsem sodelujočim astronomskim društvom, šolam, vrtcem in posameznikom!

ROJSTVO ZVEZD

pom. akad. dr. Primož Kajdič

Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

Zvezde so ogromne krogle žareče plazme. Temperatura na njihovih površjih dosega nekaj tisoč Kelvinov, v njihovi notranjosti pa nekaj deset milijonov. Vidimo jih, ker oddajajo elektromagnetno valovanje, naše oči pa so občutljive na del tega valovanja, ki mu pravimo vidna svetloba. Skoraj vsa vidna svetloba v vesolju prihaja z zvezd. Svetloba, ki prihaja iz zvezdnih kopic in galaksij je mešanica svetlobe, ki jo oddajajo posamezne zvezde. Mrzli medzvezdni oblaki, ki bi bili za nas nevidni, če v njihovi bližini ne bi bilo zvezd, ki bi jih osvetljevale. Planete vidimo, ker odbijajo svetlobo zvezd okoli katerih krožijo. Brez zvezd bi vesolje bilo temno in neprimerno za razvoj življenja kot ga poznamo. Ne samo, da nam osvetlujejo vesolje, s svojo svetlobo nam zvezde odkrivajo kako se je v razvijalo preteklosti, ter kakšno ima strukturo danes.

Že odkar je Newton odkril zakon težnosti, astronomi iščejo znanstveno razlago za nastanek zvezd. Danes vemo, da zvezde pretežno nastajajo v spiralnih rokavih galaksij. Razlog za to je preprosto – v njih se nahajajo ogromne količine medzvezdnega plina, iz katerega nastajajo zvezde (Slika 1). Ta plin je skoncentriran v ogromnih medzvezdnih plinskih oblakih, ki lahko počez merijo do 1000 parsekov, mase v njih pa je za deset milijonov Sonc. Gostota teh oblakov ni povsod enaka, ampak obstajajo območja s povečano gostoto, ki ji pravimo jedra molekularnega plina. V teh relativno gostih jedrih se vodik nahaja v obliki molekul (H_2). Tipična temperatura molekularnih jeder je 10 – 20 Kelvinov, gostota v njih pa okoli 20 molekul vodika H_2 na kubični centimeter. Jedra merijo sto parsekov, njihova masa pa je enaka milijonu Sončevih mas. Ta plin je lahko primordialnega izvora, se pravi, da je v taki obliki nastal že ob nastanku vesolja, deloma pa je že sestavljal zvezde, ki so nekoč sijale v vesolju, pa se je njihova pot končala v velik eksplozijo, ki ji prabimo supernova.

V molekularnih oblakih se za prevlado borita dve sili; Atome in molekule občutijo medsebojni privlak zaradi težnosti oziroma gravitacije. Če bi gravitacija bila edina sila, ki bi nanje delovala, bi se medzvezdni oblaki takoj sesedli samo vase. Temu

sesedanju nasprotuje sila tlaka. Ta sila je sorazmerna produktu gostote in temperature v oblakih. Če sta gravitacija in sila tlaka izenačeni, pravimo, da se plin v medzvezdnem oblaku nahaja v hidrostatičnem ravnovesju. Včasih se zgodi, da se to ravnovesje poruši in da v določenih predelih medzvezdnih oblakov prevlada gravitacija. Vtem primeru pride do lokalnega sesedanja plina, ki s tem postaja vedno bolj gost. Potencialna energija sesedajočega se plina se večinoma pretvori v infrardečo svetlobo in se izseva v medzvezni prostor. Sesedanje se nadaljuje brez večjih sprememb dokler gostota sesedajočega plina v centru ne doseže $10^{-13} \text{ g cm}^{-3}$ ali 2×10^{10} molekul $H_2 \text{ cm}^{-3}$. Takrat namreč plin postane neprozoren za infrardečo svetlobo, kar pomeni, da se le-ta več ne izseva, ampak pobzroči segrevanje plina, čigar temperatura se prvič dvigne na več kot 10 Kelvinov. Pri gostoti $10^{-12} \text{ g cm}^{-3}$ molekularno jedro postane popolnoma adiabatno – vsa potencialna energija se pretvori v notranjo energijo plina. Zaradi povišane temperature se v središču sesedajočega se plina poveča tlak, kar lokalno zaustavi nadaljnje sesedanje. Pravimo, da se je izoblikovalo *prvo hidrostatično jedro*. Hidrostatična jedra imajo tipično mase okoli 0.01 sončeve mase, njihov premer pa znača nekaj astronomskih enot. Proces sesedanja se v samih jedrih ustavi, vendar nanje še vedno pada snov iz razsežne plinske ovojnice, kjer plin še ni v hidrostatičnem ravnovesju. Temu padanju snovi pravimo *akrecija*. Hitrost snovi, ki pada na hidrostatično jedro, preseže lokalno hitrost zvoka, zato se okoli jedra izoblikuje *akrecijski udarni val*, ki ima obliko krogelne lupine. V njem se hitrost sesedajočega se plina močno zmanjša. Zaradi akrecije se masa hidrostatičnih jeder s časom povečuje, hkrati pa raste tudi temperatura v njih.

Hidrostatična jedra so kratkožive strukture. Ko temperatura v njih doseže 2000 Kelvinov, pride do disociacij molekul vodika. Tako vodik v hidrostatičnih jedrih ni več povezan v molekule H_2 , ampak se posamezni vodikovi atomi prosto gibljejo znotraj jeder. Plin tako postane spet prozoren za elektromagnetno sevanje, kar povzroči izgubo toplote, zmanjša se tlak, čemur sledi ponovno sesedanje. To drugo sesedanje se zgodi zelo hitro.

V središču tvorbe, ki je prej bila prvo hidrostaticno jedro, se gostota in temperatura ponovno zelo dvigneta. Sesedanje se zaustavi šele, ko je postane vodik skoraj popolnoma ioniziran. Takrat se znova vzpostavi hidrostaticno ravnovesje in izoblikuje se *drugo hidrostaticno jedro*, okoli katerega se spet vzpostavi akrecijski udarni val. Začetna masa tega jedra je tipično le tisočinka sončeve mase, njego premer pa je primerljiv s premerom Sonca. V samo desetih letih pade vsa masa, ki je prej sestavljala prvo hidrostaticno jedro, v drugo jedro, večina plina pa se še vedno nahaja v ogromni ovojnici, kjer še vedno pada proti jedru. Tako zvezde začnejo svoje življenje kot majhni embriji z maso, ki je stokrat manjša od mase Sonca. Tem embrijom se masa s časom povečuje in iz njih nastanejo protozvezde. Izven akrecijskega udarnega vala je snov še vedno prozorna za elektromagnetno sevanje, kar povzroča sevalne izgube. Zaradi tega protozvezde ne rastejo, ampak njihov premer ustali pri vrednosti 4 sončevih radijev, in to ne glede na maso protozvezd. Sčasoma ves plin iz plinske ovojnice pade na protozvezdo in takrat le-ta postane "pre-main sequence (PMS) star", torej zvezda, ki je na tem, da se na Hertzsprung-Russelovem (HR) diagramu postavi na glavno vejo, kjer bo preživela večino svojega življenja. Protozvezde pridobivajo energijo z gorenjem devterija v njihovih notranjostih.

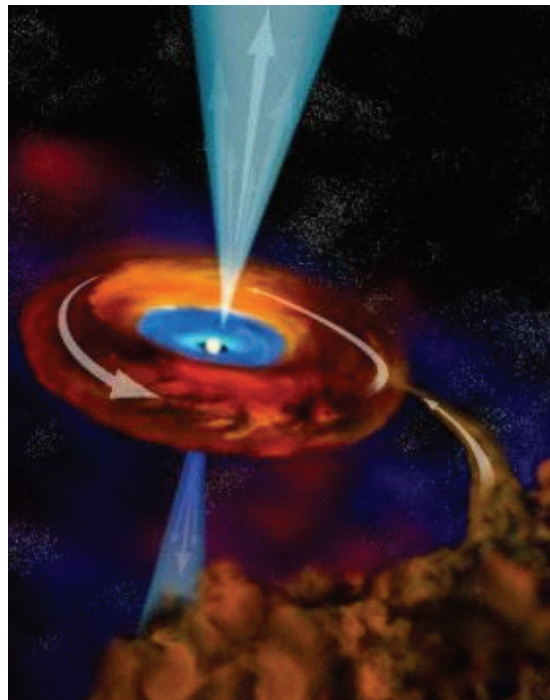


Slika 1: M74 je spiralna galaksija, podobna naši Galaksiji. Ima značilno jedro in spiralne oblake. Rdeča območja v njih so medzvezdni plinski oblaki, v katerih se rojevajo zvezde.

Protozvezde postanejo zvezde, ko v njih začno potekati jedrske reakcije, ki pretvarjajo lažje kemijske elemente v težje. Vse zvezde začnejo svoje življenje s pretvorbo vodika (H) v helij (He), pri čemer se sprošča energija. Del te energije se izseva v obliki elektromagnetnega valovanja, del tega valovanja pa zaznamo kot vidno svetlobo.

V neposredni bližini protozvezd, akrecija plina nanje ni izotropna. To pomeni, da plin ne pada na protozvezde iz vseh smeri enako. Sesedajoč se plin ima namreč lastnost, ki se ji reče vrtilna količina, kar pomeni, da kroži okoli protozvezde. Če opazujemo določeno parcelo plina na njeni poti proti protozvezdi, vidimo, da bolj ko se ji približuje, hitreje kroži okoli nje. V bližini protozvezd se zato izoblikuje *akrecijski disk*, v katerem plin pada na protozvezdo in hkrati hitro kroži okoli nje, tako da ima njegova tirnica obliko spirale. Akrecijski disk v premeru meri nekaj deset astronomskih enot, njegova debelina pa je dosti manjša od njegovega premera. Na krožec plin deluje centrifugalna sila, ki bi sčasoma zaustavila njegovo padanje. Da se to ne zgodi, mora protozvezda temu plinu nekako odvzeti vrtilno količino. Protozvezda je s plinom v akrecijskem disku povezana preko njenega magnetnega polja, saj je plin večini ioniziran. Majhen delež plina, ki pade na protozvezdo, le-ta izvrže v obliki dveh tankih curkov (Slika 2), v katerih snov potuje s hitrostjo nekaj sto kilometrov na sekundo v smeri

zvezdinih magnetnih polov. Te curke poznamo pod imenom curki Herbig-Haro (HH). Pogosto so ravno curki HH edini indikator, da se v nekem območju nahajajo mlade zvezde (Sl. 3).



Slika 2: Prikaz akrecijskega diska in obeh curkov, s katerima zvezda iz diska odstrani odvečno vrtilno količino in tako omogoči nadaljnjo akrecijo.



Slika 3: Curek Herbig-Haro, ki izhaja iz ene izid zgoščin v meglici Carina, je edini indikator, da je v zgoščini skrita mlada zvezda.

Zaradi pogojev, ki so potrebni za nastanek zvezd, so mlade zvezde velikokrat obdane s plinom, ki se ni sesedel. Zaradi tega so povečini našim očem nevidne. Zvezde se le redko rodijo

osamljene, velika večina jih življensko pot začne v zvezdnih kopicah.

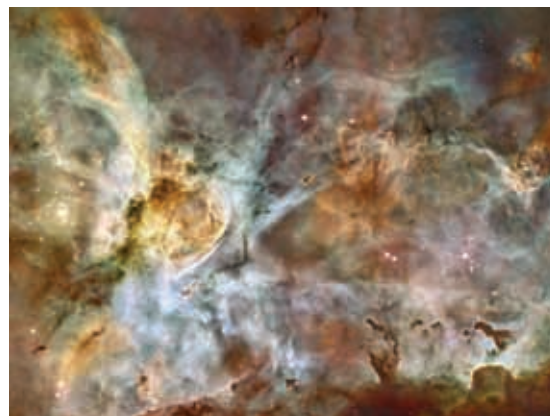
Svetloba teh zvezd ter vroč plin, ki ga oddajajo v obliki zvezdnega vetra, odpihujeta in segrevata mrzel plin, ki jih obdaja. V nekem trenutku te kopice postanejo vidne, hkrati pa razsvetlujejo sam plin okoli njih. Takrat plin postane viden kot difuzna meglica. Ena takih meglic je zelo znana Orionova meglica (Slika 4), ki jo v zelo temnih in jasnih nočeh lahko opazimo tudi s prostimi očmi. V njej se nahaja na stotine mladih zvezd. Nekater izmed njih so zbrane v zvezdni kopici imenovani Trapez. Orionova meglica je tako prava porodnišnica zvezd.



Slika 4: Orionova meglica je kraj, kjer se rojevajo številne zvezde.

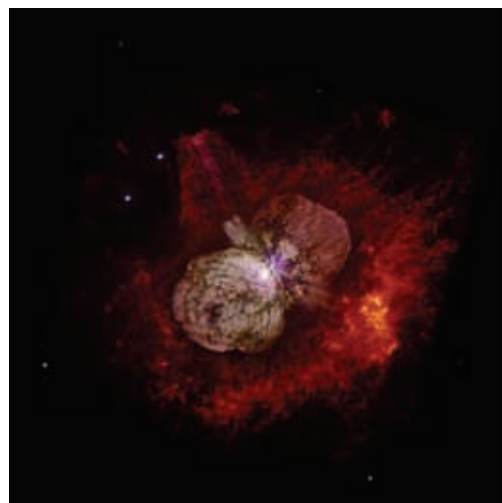
Druga zelo zanimiva je meglica Carina (Slika 5). V njej se nahaja kar nekaj mladih zvezdnih kopic. Nekaj teh zvezd je pravih velikanov v primerjavi z našim Soncem. V meglici Carina pa nahajata tudi dve največji znani zvezdi v Galaksiji, to sta h Carinae (Slika 6) in HD 93129A. Obe sta dejansko dvojni zvezdi. Masi najmasivnejših zvezd v njih pa imata okoli 100 oziroma 200 sončevih mas.

Ko se zvezda popolnoma izoblikuje, akrecijski disk izgine. Nekaj snovi iz tega diska ostane v obliki veliki kondenzacij, ki jim pravimo planeti, sateliti, ateroidi, kometi ter medplanetarni prah. Le-ti tvorijo planetne sisteme. V našem Osončju poznamo osem planetov. Astronomi so v zadnjih dvajsetih letih odkrili čez



Slika 5: Meglica Carina je rojstni kraj mnogih zvezd. Med drugim se v njej nahaja več zvezdnih kopic in pa dve najmasivnejši zvezdi v Galaksiji.

400 planetov, ki krožijo okoli drugih zvezd in teh odkritij bo v prihodnosti še več. Vsi planeti, tudi Zemlja, so sestavljeni iz snovi, ki je nekoč bila le del ogromnih medzvezdnih plinskih oblakov. Iz iste snovi smo sestavljeni tudi mi. Nekoč smo torej bili zvezde.



Slika 6: Ena največjih zvezd v Galaksiji, Eta Carinae.

POVPREČNA TEMPERATURA PLANETOV

doc. dr. Vladimir Grubelnik

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

1. Uvod

V današnjem času je pri raziskovanju vesolja vse bolj aktualno odkrivanje novih planetov izven našega osončja (eksoplaneti). Od leta 1995, ko sta švicarska astronoma Didier Queloz in Michel Mayor odkrila prvi planet izven našega osončja, smo do danes odkrili že preko 400 planetov, ki krožijo okoli različnih zvezd [1,2]. Z namenom odkrivanja novih planetov je bil marca letos v vesolje izstreljen tudi observatorij Kepler [2,3], ki bo več kot tri leta natančno opazoval sto tisoč zvezd določenega območja na nebu.

Glede na veliko število odkritih planetov je vse bolj aktualno tudi vprašanje, ali obstajajo planeti podobni Zemlji in s tem

življenje podobno našemu. Čeprav je danes znanih že preko 400 planetov, so ti večinoma večji, primerljivi z Jupitrom [1]. Seveda na podlagi tega ne velja sklepati, da ne obstajajo manjši planeti, podobni Zemlji. Z današnjo tehnologijo namreč težko odkrivamo majhne, Zemlji podobne planete. Za razvoj življenja na določenem planetu morajo biti vzpostavljeni tudi ustrezni klimatski pogoji. Pri tem velja izpostaviti predvsem vpliv temperature. Ker je za življenje, kot ga poznamo danes, ključnega pomena voda, mora biti temperatura površja v precej ozkem območju. Temperatura mora biti nižja od vrelišča vode in višja od njenega zmrzišča.

V prispevku želimo predstaviti dejavnike, ki vplivajo na povprečno temperaturo površja določenega planeta. Ker je proučevanje klimatskih razmer zelo kompleksen pojav, bomo predpostavili določene prenostavitve in se osredotočili le na ključne dejavnike, ki jih bomo podrobneje opisali v nadaljevanju.

2. Izsev zvezde in oddaljenost planeta od zvezde

Ker planeti pridobivajo toploto oziroma energijo od zvezd, okoli katerih krožijo, si kot prvo pogledimo izsev zvezd, ki je precej odvisen od mase zvezde. Izsev zvezde L je količina energije, ki jo zvezda izseva v enoti časa, oziroma oddana moč ($L=P$) v obliki fotonov.

Poznamo zvezde, katerih masa se giblje med desetino in nekaj deset Sončevih mas [4]. Če je plinska krogla, iz katere se razvije zvezda, nekoliko manjša od desetine mase Sonca, temperatura v središču zvezde ne doseže 15 milijonov stopinj, potrebnih za spajanje vodika v helij in takšna plinska krogla se ne »prižge« kot zvezda. Prav tako ne obstajajo zvezde, ki bi imele stokrat večjo maso od Sonca, saj so te zvezde nestabilne in razpadejo v več manjših. Glede na različno maso zvezd, se zvezde precej razlikujejo v izsevu. Masa zvezde namreč vpliva na središčno temperaturo, velikost zvezde in poraznosta za svetlobo, kar je pogojeno z izsevom zvezde. Zvezo med maso in izsevom lahko zapišemo kot [5]:

$$L/L_s = (m/m_s)^n,$$

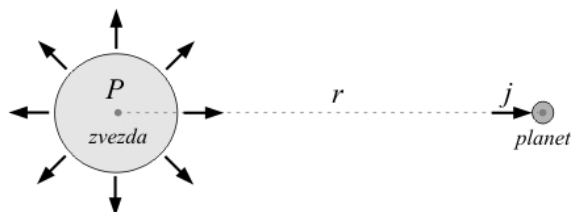
kjer je izsev Sonca $L_s=3,8 \cdot 10^{26}$ W, eksponent n pa je določen eksperimentalno in je med 3 in 4. Izsev zvezd je lahko torej od nekaj tisočin do več tisoč izsefov Sonca. Kot primer omenimo nekaj zvezd v ozvezdju Oriona, kjer ima zvezda Alnitak 100.000-krat, zvezda Mintaka, 70.000-krat, zvezda Rigel pa več kot 60.000-krat večji izsev kot Sonce.

Pri izsevu zvezde velja poudariti še to, da zvezde z večjo maso in s tem večjim izsevom ne obstajajo tako dolgo kot zvezde z manjšim izsevom. Zaloga vodika namreč raste sorazmerno z maso zvezde, medtem ko je izsev zvezde povezan z maso na četrto potenco [4]. Zvezda z desetimi masami Sonca ima torej deset krat večjo zalogo vodika, vendar ga porablja desettisočkrat hitreje. To pomeni, da je pri masivnih zvezdah na razpolago manj časa za morebiten razvoj življenja.

Poleg izseva je ključnega pomena za velikost temperature na površju planeta tudi oddaljenost planeta od zvezde. Ker zvezde sevajo v vse smeri (slika 1), gostota energijskega toka pada sorazmerno s kvadratom oddaljenosti od zvezde. Na razdalji r od zvezde je gostota izsevanega toka:

$$j(r) = \frac{P}{4\pi r^2},$$

kjer je P izsevna moč zvezde. Z zmanjševanjem gostote energijskega toka ($j(r)$) se sorazmerno s kvadratom razdalje r zmanjšuje tudi preprežen energijski tok, ki pade na enoto površine določenega planeta. S tem se zmanjšuje tudi povprečna temperatura na površini planeta, kar bomo podrobneje spoznali v nadaljevanju.



Slika 1: Gostota izsevanega energijskega toka zvezde (j) je sorazmerna z izsevom zvezde (P) in obratno sorazmerna s kvadratom oddaljenosti od zvezde, saj zvezda seva energijski tok v vse smeri.

3. Izračun povprečne temperature planetov brez vpliva atmosfere

Za grobo oceno povprečne temperature planeta lahko uporabimo poenostavljen model, kjer ne upoštevamo vpliva atmosfere oziroma učinka plinov tople grede [6]. Zanimarimo tudi toploto,

ki bi morebiti prehajala iz notranjosti planeta. Upoštevamo, da zvezda obseva polovico planeta, pri čemer je absorbirana energija po površini osvetljene polovice odvisna od albeda (odbojnosti sevanja od planeta) a in kota med normalo na površje in smerjo sevanja. Upoštevamo tudi, da planet seva nazaj v vesolje po celotni površini, skoraj kot črno telo (emisivnost ≈ 1).

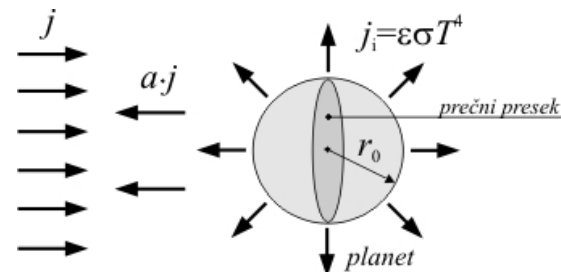
Za določitev povprečne temperature na planetu predpostavimo stacionarno stanje, ki je pogojeno z dovolj dolgim časovnim intervalom, kjer se dnevna in letna nihanja temperature izpoprečijo. Za planet kot celoto tedaj velja, da se energija sevanja, ki jo prejme planet od zvezde, izenači z energijo, ki jo planet izseva v vesolje (slika 2). V kolikor izenačimo ta dva energijska tokova lahko zapišemo:

$$(1-a)j\pi r_0^2 = \varepsilon\sigma T^4 4\pi r_0^2,$$

pri čemer je T povprečna temperatura, r_0 pa polmer planeta (slika 2). Če enačbo preoblikujemo, dobimo izraz za povprečno temperaturo planeta:

$$T = \sqrt[4]{\frac{(1-a)j}{4\varepsilon\sigma}}, \quad (1)$$

ki jo imenujemo tudi efektivna temperatura planeta.



Slika 2: Del vpadnega energijskega toka se od planeta odbije ($aj\pi r_0^2$), preostali del ($(1-a)j\pi r_0^2$) pa absorbira. Planet seva v vesolje tudi energijski tok v vse smeri ($\varepsilon\sigma T^4 4\pi r_0^2$).

Iz dobljene enačbe (1) kot primer izračunajmo povprečno temperaturo Zemlje. Gostota izsevanega toka Sonca na razdalji Zemlje od Sonca ($1,5 \cdot 10^{11}$ m) je $j=1360$ W/m², za povprečni albedo Zemlje vzemimo $a=0,35$ [6], za emisivnost pa $\varepsilon=1$. Izračunana povprečna temperatura Zemlje je v tem primeru okoli 254 K oziroma -19 °C, kar je manj, kot je dejanska izmerjena povprečna temperatura Zemlje, ki znaša okoli 14 °C [7]. Vzrok za dobljeno nižjo temperaturo od dejanske je v neupoštevanju vpliva atmosfere.

V kolikor poznamo povprečni albedo planeta, emisivnost in gostoto energijskega toka zvezde na razdalji planeta od zvezde, lahko na enak način izračunamo efektivne temperature tudi na drugih planetih. Kot primer omenimo Mars, katerega albedo $a=0,2$ [8]. Gostota energijskega toka ki prihaja od Sonca do Marsa je 590 W/m². Izračunana povprečna temperatura na Marsu je v tem primeru 213 K (-60 °C), medtem ko je dejanska povprečna temperatura na Marsu okoli -50 °C [8]. Podobno kot pri Zemlji je tudi v tem primeru prišlo do razlike zaradi neupoštevanja vpliva atmosfere, čeprav je pri Marsu ta vpliv nekoliko manjši. V kolikor bi na podoben način izračunali še povprečno temperaturo na površju Venera, bi dobili precej večje razlike. Kljub temu, da je Venera bližje Soncu kot Zemlja, zaradi velikega albeda absorbira celo manjši energijski tok kot Zemlja. Visoko temperaturo na površju Venera (500 °C) je torej mogoče razložiti le z učinkom tople grede in s prehajanjem energije iz notranjosti planeta.

Iz zgornjih preračunov lahko vidimo, da vpliva atmosfere na temperaturo površja planeta ne smemo zanemariti, saj je lahko v določenih primerih zelo velik. Zato si v nadaljevanju nekoliko podrobneje pogledimo ta vpliv.

4. Izračun povprečne temperature planetov z upoštevanjem vpliva atmosfere

Za razliko od prvotnega preračuna, ko smo precej poenostavljeno izračunali povprečno temperaturo planeta

(enačba 1), naredimo sedaj nekoliko realnejšo oceno povprečne temperature, kjer poleg površja planeta upoštevamo še njegovo atmosfero. Pri upoštevanju vpliva atmosfere predpostavimo, da atmosfera zanemarljivo absorbira sevanje, ki prihaja direktno od zvezde, ampak se to sevanje absorbira v tleh, podobno kot v prejšnjem modelu. Za razliko od prej pa sedaj upoštevajmo, da atmosfera absorbira odbito dolgovalovno sevanje od površja planeta. Del tega sevanja pa emitira tudi nazaj v vesolje (slika 3). Če izenačimo dotok in odtok energije posebej za tla (slika 3):

$$(1-a)j\pi r_0^2 + \varepsilon\sigma T_a^4 4\pi r_0^2 = \sigma T^4 4\pi r_0^2$$

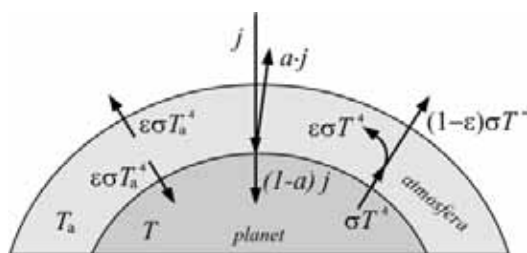
in atmosfero (slika 3):

$$\varepsilon\sigma T^4 4\pi r_0^2 = 2\varepsilon\sigma T_a^4 4\pi r_0^2,$$

ter enačbi preuredimo, dobimo izraz za povprečno temperaturo površja planeta:

$$T = \sqrt[4]{\frac{(1-a)j}{\sigma(4-2\varepsilon)}}, \quad (2)$$

ter povprečno temperaturo atmosfere: $T_a = T/\sqrt[4]{2}$.



Slika 3: Shematski prikaz energijske bilance za površje planeta in njegovo atmosfero.

Kot primer ponovno izračunajmo povprečno temperaturo na Zemlji. Če predpostavimo, da ima atmosfera s toplogrednimi plini za infrardeče sevanje emisivnost $\varepsilon=0,7$ [9], dobimo povprečno temperaturo površja 279 K oziroma 6°C, kar je precej boljši približek izmerjeni vrednosti, ki znaša okoli 14°C, kot prej izračunana vrednost (-19°C), pri kateri nismo upoštevali vpliva atmosfere. S poznavanjem razmer v atmosferi posameznih planetov, lahko na podoben način ocenimo tudi povprečno temperaturo drugih planetov.

5. Zaključek

V prispevku je prikazanih nekaj ključnih dejavnikov, ki vplivajo na povprečno temperaturo površja planeta, kjer vsekakor ne smemo zanemariti vpliva atmosfere oziroma tako imenovanega vpliva tople grede. Ta je pri nekaterih planetih, kot je Venera, še posebej izrazit [4]. Poudariti je potrebno še, da smo pri izračunih zanemarili toploto, ki pri nekaterih planetih prihaja iz notranjosti planeta in je posledica nastanka planetov in radioaktivnih razpadov v notranjosti planeta. Kot primer omenimo Jupiter, ki ima v notranjosti velike zaloge toplote in seva v prostor dvakrat toliko energije, kot je prejme od Sonca. Pri Zemlji lahko toplotni tok iz notranjosti zanemarimo, saj znaša le tri odstotke energijskega toka s Sonca [4]. Temperatura na površju planeta se lahko spreminja tudi zaradi spreminjanja gostote energijskega toka j , ki pade na planet. Ta se lahko spreminja zaradi spreminjanja izseva zvezde ter spreminjanja razdalje pri gibanju planeta okoli zvezde. Prav tako se lahko spreminja albedo a . V primeru ledenih dob, ko je planet prekrit predvsem s ledom, je odbojnost energijskega toka od planeta precej velika. Na odbojnost vplivajo tudi oblaki. S spreminjanjem sestave atmosfere se lahko spreminja tudi emisivnost atmosfere. Ravno o tem vplivu pa se v današnjem času veliko govori v okviru dvigovanja povprečne temperature na površju Zemlje zaradi povečane koncentracije ogljikovega dioksida v ozračju.

Literatura

- [1] Tabela odkritih eksoplanetov. Pridobljeno 6.12.2009 iz: <http://exoplanet.eu/>.
- [2] Odkrivanje eksoplanetov. Pridobljeno 6.12.2009 iz: <http://planetquest.jpl.nasa.gov/>.
- [3] Observatorij Kepler. Pridobljeno 6.12.2009 iz: <http://kepler.nasa.gov/>.
- [4] Tomaž Zwitter, *Pot skozi vesolje*, Modrian, Ljubljana 2002.
- [5] Andrej Čadež, *Fizika zvezd*. DMFA SRS, Ljubljana 1984.
- [6] Jože Rakovec in Tomaž Vrhovec, *Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike*, DMFA, Ljubljana 1998.
- [7] Podatki o Zemlji. Pridobljeno 6.12.2009 iz: <http://en.wikipedia.org/wiki/Earth>.
- [8] Podatki o Marsu. Pridobljeno 6.12.2009 iz: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mars>.
- [9] Jože Rakovec, *Vzroki spreminjanja podnebja*, Geografski vesnik, 77-1, 2005.

ASTRONOMSKE SATELITSKE NOVICE

pom. akad. dr. Andreja Gomboc
Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

V Mednarodnem letu astronomije 2009 je bilo mnogo astronomskih odkritij. Narediti objektivni pregled vseh najpomembnejših je obsežna (in tudi nevhvaležna) naloga. Znana je ameriška astrofizikarka Virginia Trimble, ki je pisala takšne pregledne z naslovi »Astrophysics in 1991« itd. od leta 1991 do 2006. Tukaj se bom sama zelo omejila in predstavila le nekaj po mojem mnenju pomembnih dogodkov in odkritij v zadnjem času, ki so mi tako ali drugače prišli na pot in so povezani z astronomskimi sateliti.

Satelit Kepler

7. marca 2009 je Nasa izstrelila satelit Kepler, ki je namenjen detekciji planetov okrog drugih zvezd. Poimenovan je po nemškem astronomu in matematiku Johannesu Keplerju, ki je pred 400 leti, leta 1609, objavil dva izmed svojih treh Keplerjevih zakonov o gibanju planetov. Tirmica satelita Kepler je v bistvu tirmica Zemlje okoli Sonca, le da satelit »zaostaja« za okrog 1500 km za Zemljo. Satelit Kepler opazuje področja z veliko gostoto zvezd - Rimsko cesto v bližini ozvezdja Labod.

Planete odkriva na podlagi prekrivalne metode: metoda deluje samo za sisteme, kjer leži



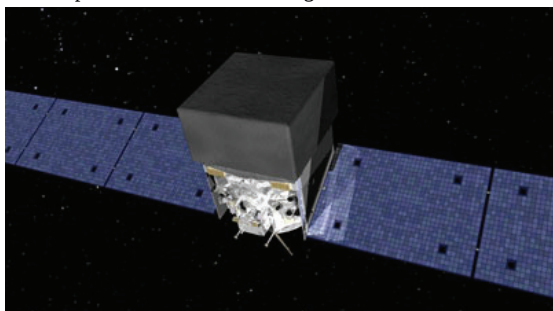
Slika 1: Umetniški prikaz drugega osončja - sistema večih planetov okrog neke zvezde. Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/File:196222main_exoplanet-final.jpg

orbita planeta okrog zvezde tako, da občasno pride planet med zvezdo in satelit. Z zelo natančnim merjenjem sija zvezde lahko

zazna drobcena zmanjšanja sija oz. mrke, ki nastanejo, ko planet zakrije zvezdo. Njegova natančnost je tolikšna, da naj bi bil sposoben zaznati planete podobne Zemlji. Doslej je sicer znanih že 400 planetov okoli drugih zvezd, vendar so večinoma »vroči Jupitri«^{oz.} precej večji od Zemlje. Ljudje pa seveda željno pričakujemo odkritje, da v vesolju obstajajo tudi planeti, ki so po velikosti in pogojih podobni Zemlji in na katerih morda prav tako obstaja življenje. Doslej je satelit Kepler, kot stranski produkt, odkril že več tisoč spremenljivih zvezd. Koliko novih planetov je odkril, je zaenkrat še skrivnost. Objavo rezultatov o novoodkritih planetih pričakujemo januarja 2010 na srečanju American Astronomical Society Meeting.

Satelit Fermi

Nasin satelit Fermi je bil izstreljen 11. junija 2008 pod imenom GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope). Kmalu po izstrelitvi so ga poimenovali po znanem italijansko-ameriškem fiziku Enricu Fermiju, ki je živel v prvi polovici 20. stoletja in je znan v fiziki po Fermijeve izključitvenem načelu in po sodelovanju pri projektu Manhattan (razvoju prve atomske bombe). Satelit Fermi je v orbiti okrog Zemlje na višini 550 km nad Zemljinim površjem in je namenjen opazovanju neba v gama žarkih. Gama žarki ali sevanje gama je elektromagnetno valovanje z okrog 100.000-krat višjo frekvenco oz. nižjo valovno dolžino kot vidna svetloba. Ker Zemljino ozračje ne prepušča žarkov gama, moramo za opazovanje gama žarkov iz vesolja poslati posebne satelite nad ozračje. In kako vidimo nebo v gama žarkih? Precej drugače kot v vidni svetlobi. Naše Sonce vidimo v gama žarkih le ob Sončevih izbruhih. Sicer Sonce ne oddaja gama žarkov, podobno tudi ne običajne zvezde. V gama žarkih vidimo predvsem najbolj divje, visoko-energetske procese v vesolju: črne luknje v aktivnih galaktičnih jedrih, kozmične žarke, supernove in izbruhe žarkov gama.



Slika 2: Satelit Fermi Gamma-ray Space Telescope.

Vir:

http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/multimedia/beauty_stills.html

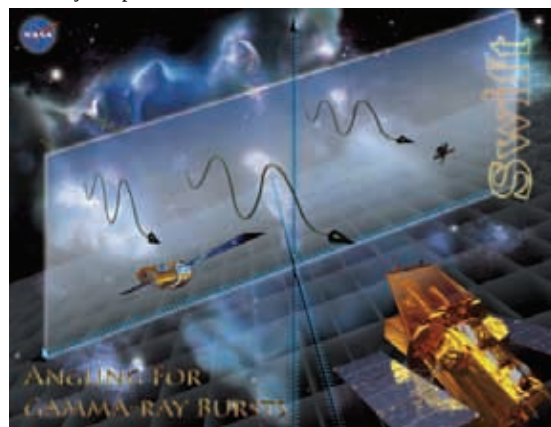
Med pomembnimi odkritji, ki jih je prinesel satelit Fermi, je gotovo odkritje »gama pulzarja«. Pulzarji nastanejo iz nekaterih zvezd na koncu njihovih življenjskih poti. Ko te zvezde pokurijo svoje jedrsko gorivo, se njihova jedra pričnejo sesedati in pride do eksplozije supernove. Ta odpihne zunanje plasti zvezde, jedro pa se lahko sesede v zelo gost objekt, ki mu pravimo nevtronska zvezda. Mlade nevtronske zvezde se običajno hitro vrtijo in oddajajo svetlobo v snopu, podobno kot svetilniki na morski obali. Ko ta snop svetlobe posveti v smeri proti Zemlji, vidimo »pulz«. Odtod ime pulzarji. Poznamo okrog 2000 pulzarjev, vendar je ta, ki ga je odkril Fermi, poseben zato, ker je prvi znani pulzar, ki oddaja samo gama žarke. Leži v meglici, ki je od nas oddaljena okrog 4600 svetlobnih let in je ostanek supernove CTA 1, ki je eksplodirala pred približno 10.000 leti. Gre za prvi odkrit primer posebne vrste pulzarjev, ki nam bo dal pomemben vpogled v mehanizem delovanja teh gostih zvezd. Strokovnjaki menijo, da je v tem primeru snop, ki oddaja žarke gama, širši od tistega, ki oddaja svetlobo nižjih frekvenc (vidno in radijsko svetlobo). Ta ožji snop verjetno nikoli ne posveti proti Zemlji, zato te svetlobe nikoli ne vidimo. Širši snop, ki oddaja žarke gama, pa posveti proti Zemlji vsakih 317 milisekund.

Zelo pomembno odkritje satelita Fermi je tudi detekcija izbruha žarkov gama GRB 080916C. Izbruh žarkov gama so najsilovitejše znane eksplozije v vesolju (po Velikem poku, seveda). V njih se v času od delčka sekunde do nekaj minut sprosti več energije, kot je odda supernova v mesecu dni ali več, kot je bo oddalo Sonce v celem svojem življenju v okrog 10 milijardah let. Po današnjem razumevanju nastanejo večinoma pri eksplozijah zelo masivnih in hitro vrtečih se zvezd, katerih jedra se sesedejo v črne luknje. Drug način nastanka izbruhov žarkov gama je zlitje dveh nevtronskih zvezd in/ali črnih lukenj. Primer GRB 080916C je poseben, ker gre za izbruh z doslej najhitrejšo eksplozijo: opazovanja kažejo, da se je udarni val, ki je nastal ob eksploziji, širil s hitrostjo 99,9999% svetlobne hitrosti.

Satelit Swift

Še dve zanimivi odkritji na področju proučevanja izbruhov žarkov gama je prinesel Nasin satelit Swift, ki se giblje na orbiti 600 km nad Zemljino površino (njegovo ime Swift izhaja iz angleščine in pomeni hiter: satelit namreč hitro obrne svoje instrumente v smer izbruha žarkov gama):

Marca 2008 je zaznal GRB 080319B. Hitra opazovanja z robotskimi teleskopi so na njegovem mestu (v ozvezdju Volarja) odkrila svetel izvor, t.i. optični afetr glow, ki je dosegel celo magnitudo 5 in je bil za okrog tričetr minute svetlejši od magnitudo 6. To pomeni, da bi ga lahko opazovali tudi s prostimi očmi – če bi vedeli kam in kdaj pogledati. Ker je bil tako svetel, so bili astronomi zelo presenečeni, ko so z merjenjem rdečega premika spektralnih črt ugotovili, da leži 7500 milijard svetlobnih let daleč. Ker se svetloba od izbruha do nas giblje s končno hitrostjo 300.000 km/s, to pomeni, da je bilo vesolje, takrat ko se je izbruh zgodil, pol mlajše in manjše kot je danes. Zemlja in Osončje pa sploh še nista obstajala. Verjetno je torej šlo za nastarejši dogodek, ki bi ga lahko opazovali s prostimi očmi. Da je bil videti tako zelo svetel kljub veliki oddaljenosti, pomeni, da gre za eksplozijo z izjemno veliko energijo: okrog 2,5 milijonov krat večjo od energije, ki se sprosti ob običajni supernovi.



Slika 3: Satelit Swift detektira izbruh žarkov gama. Ker so to najsilovitejše eksplozije po Velikem poku, jih lahko zazna tudi, če se zgodijo v zelo oddaljenih galaksijah.

Vir:

<http://swift.sonoma.edu/images/multimedia/images/epo/grbp08r05.jpg>

Aprila 2009 je Swift zaznal izbruh žarkov gama GRB 090423. Ko so izmerili njegov kozmološki rdeči premik (premik spektralnih črt zaradi širjenja vesolja), so dobili rezultat $z=8,1$. To ustreza oddaljenosti 13,1 milijard svetlobnih let. Z drugimi besedami: izbruh se je zgodil, ko je bilo vesolje staro le okrog 600 milijonov let ali manj kot 5% današnje starosti. Ta meritev je presenetila astronome, saj niso vedeli, da so že v tako mladem vesolju obstajale zvezde in da so lahko eksplodirale. Te prve zvezde so bile samo iz vodika in helija brez težjih elementov. Zaenkrat še niso odkrili galaksije, v kateri naj bi se ta eksplozija

zgodila, saj je zaradi ogromne oddaljenosti zelo šibka. Astronomi imajo za naslednje leto v načrtu posebna opazovanja z Vesoljskim teleskopom Hubble, da bi jo odkrili. Dosedanji rekord za rdeči premik je pripadal galaksiji A1689-zD1 z $z=7,6$. Sedaj pa je GRB 090423 (oz. njegova galaksija, ko bo odkrita) uradno najbolj oddaljeno znano telo v vesolju.

Satelita Planck in Herschel

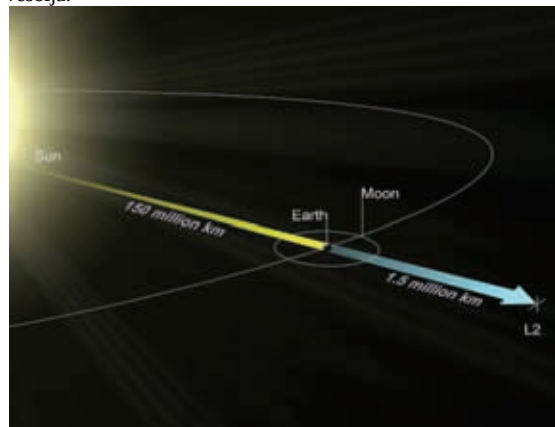
Evropska vesoljska agencija (ESA) je 14. maja 2009 izstrelila satelita Planck in Herschel. Oba sta postavljena na tirnico okrog Lagrangeve točke L2. Ta točka leži 1,5 milijona kilometrov daleč od Zemlje, na drugi strani Zemlje kot Sonce (Slika 4). Tam je stabilna točka v gravitacijskem potencialu in je energijsko ugodna. Druga prednost je, da so sateliti tam v temi in lahko opazujejo ves čas (če krožijo okrog Zemlje, so omejeni zaradi Sonca, ki moti meritve, in zaradi Zemlje, ki jim zastira pogled.)



Slika 4: Izstrelitev satelitov Planck in Herschel z raketo Ariane 5 iz Francoske Gvajane.

Satelit Planck je poimenovan po pomembnem nemškem fiziku Maxu Plancku iz poznega 19. in zgodnjega 20. stoletja, ki se je ukvarjal s kvantno teorijo fizike. Namenjen je detekciji mikrovalovnega sevanja ozadja, ki je pra-ostanek Velikega poka. Satelit Planck bo detektiral to sevanje in anizotropije v njem,

podobno kot sonda Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – WMAP, le da ima Planck boljšo občutljivost in boljšo kotno ločljivost. Rezultate pričakujejo leta 2012, dosedanje meritve pa kažejo, da so dobljeni podatki zelo kvalitetni. Pričakujejo, da nam bodo rezultati povedali veliko novega o nastanku in razvoju vesolja.



Slika 5: Lagrangeva točka L2 je oddaljena od Zemlje 1,5 milijona kilometrov in leži onstran tirnice Lune (ki je okrog 375.000 km od Zemlje). Vir:

http://en.wikipedia.org/wiki/File:L2_rendering.jpg

Satelit Herschel je dobil ime po nemško-angleškem glasbeniku in astronomu Siru Williamu Herschelju iz 18. in zgodnjega 19. stoletja, ki je med drugim odkril Uran in dve Saturnovi ter dve Uranovi luni. Satelit Herschel opazuje nebo v infrardeči svetlobi. To oddajajo relativno hladni objekti v vesolju (hladnejši od Sonca). Zanimiva je zato, ker drugače kot vidna svetloba, pride skozi oblake medzvezdnega prahu. Tako nam opazovanja v infrardeči svetlobi omogočajo videti v prašne oblake, v katerih nastajajo mlade, še ne zelo vroče zvezde. Poleg nastajanja zvezd lahko proučujemo tudi nastajanje planetnih sistemov in lastnosti mladih galaksij. S satelitom Herschel opazujejo tudi telesa v našem Osončju in proučujejo njihovo kemijsko sestavo. Doslej je med drugim Herschel že odkril krasen pogled na hladen plin v bližini ravnine naše Galaksije v ozvezdju Južni Križ, kjer so aktivna področja nastajanja novih zvezd nanizana kot biseri na kozmični verižici. Ker je Herschel šele dobro pričel z delovanjem, so glavna odkritja še pred nami.

Dogajanje v vesolju je, prav tako kot na Zemlji, zelo pestro. Morda že veste, da se Slovenija priključuje Evropski vesoljski agenciji – ESA. To bo slovenski industriji in študentom odprlo vrata za sodelovanje pri Esinih projektih, razvoju satelitov in poletih v vesolje. In kdo ve, morda bomo nekoč imeli tudi slovenskega astronava.

KONCEPTUALNI POUK ASTRONOMIJE V SREDNJI ŠOLI

mag. Simon Ūlen¹, pom. akad. dr. Mitja Slavinec², prof. dr. Ivan Gerlič²

¹Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za fiziko

UVOD

Tradicionalni frontalni pouk v srednji šoli gotovo zavzema pomemben položaj v našem izobraževanju in pouk fizike tu ni izjema. Frontalna oblika pouka fizike z metodo razlage [1],

četudi podprta z demonstracijskimi poskusi, vodi v reproduktivno dojemanje informacij, kjer imajo učenci malo možnosti za ustvarjalni miselni in osebni razvoj [2]. Sodobni pouk se nikakor ne sme osredotočati zgolj na to informacijsko raven, ampak mora vsebovati učne elemente, ki učencem

omogočajo kreiranje novih možnosti mišljenja, doživljanja in vrednotenja. Težišče pouka se mora prenesti na učenca, na njegovo samostojno in zavestno iskanje novih spoznanj. Dodatno hiter razvoj današnje družbe, ko so učenci že v osnovni šoli obkroženi z računalniki, mobiteli in drugimi sodobnimi IKT dosežki, učiteljem v srednjih šolah omogoča nove metode in pristope k pouku. To dijaki od učiteljev nenazadnje tudi pričakujejo. Številni projekti doma in po svetu kažejo, da se vedno več srednjih in visokih šol zaveda potrebe po spremembah pri poučevanju fizike. Pri nas kaže na to tudi prenovljeni učni načrt za fiziko v gimnazijah [3].

KONCEPTUALNI PRISTOP

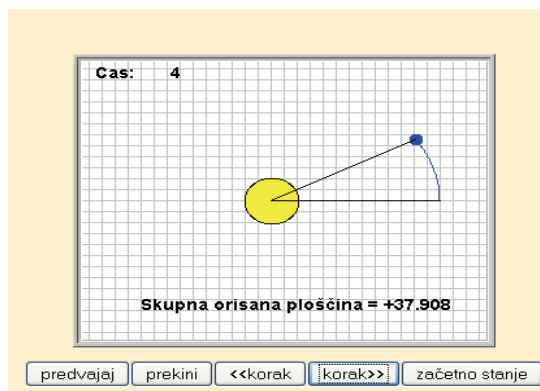
Možna rešitev je vpeljava konceptualnega pristopa [4] poučevanja in učenja fizike v srednji šoli. Bistvo konceptualnega pouka je izkustveno doživeti določen naravoslovni pojav ali zakon pred njegovo kvantitativno obravnavo. Konceptualni pouk je problemsko zasnovan pouk, ki vključuje samostojno reševanje problemov, kjer dijaki razvijajo temeljne karakteristike ustvarjalnega mišljenja in ravnanja. Problemski pouk, eksperimentalno delo in uporaba računalnika oz. izobraževalne komunikacijske tehnologije (IKT), so tri komponente tega didaktičnega pristopa [5].

KONCEPTUALNI POUK ASTRONOMIJE

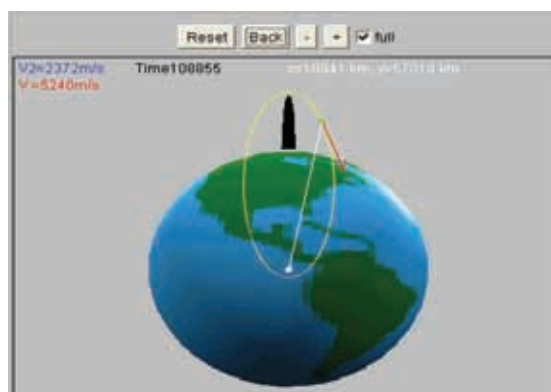
Astronomija in z njo povezana gravitacija sta vselej zanimivi za dijake v srednji šoli. Temeljna učna snov je sicer dokaj nezahtevna, kakor hitro pa želimo dijakom približati zahtevnejše vsebine, naletimo na težave, ki so povezane bodisi z razumevanjem določenih pojmov, bodisi z zahtevnejšo matematiko, ki predvsem dijakom 1. letnikov povzroča velike preglavice. Zato je smiselno razmišljati o drugačnem didaktičnem pristopu. Prav konceptualni pristop, katerega bistvo je izkustveno doživeti določen naravoslovni pojav ali zakon pred njegovo kvantitativno obravnavo, je lahko rešitev. Pomembno vlogo v konceptualnem pristopu ima računalnik oz. IKT. Z uporabo ustrezne programske opreme lahko nazorno prikažemo in simuliramo razne pojave [6], kar je še posebej dobrodošlo prav pri astronomiji in gravitaciji, ki jih je v učilnici nemogoče prikazati z eksperimentom. V zadnjem desetletju so postali pomembni programi, napisani v Javi, največkrat namenjeni uporabi skupaj s hipertekstom [6]. Takim javanskim programom pravimo tudi **apleti**. Za fiziko je **Wolfgang Christian** uvedel pojem **fizleti (physlets)** [7]. Fizleti - »fizikalni apleti« so majhni, prilagodljivi javanski apleti, ki jih lahko kot simulacijske modele uporabimo v vrsti učnih spletnih aplikacij. Fizlete odlikuje več lastnosti, ki jim dajejo še posebno izobraževalno vrednost. Fizleti imajo enostavno grafiko, običajno obravnavajo en fizikalni pojav in se ne ukvarja z analizo podatkov, zato so razmeroma preprosti. V splošnem jih delimo v tri skupine: fizleti, s katerimi predstavimo problem (predstavitve), fizleti za raziskavo problematike (raziskava) in fizleti za preverjanje usvojenega znanja (problem) [7]. **Predstavitve** zajemajo fizlete, v katerih so prikazani fizikalni koncepti. Dijaki po določenih korakih skozi fizlet na nazoren način pridejo do odgovorov na zastavljena vprašanja v predstavitev. Učitelj lahko predhodno dijakom dodeli uvodne naloge, npr. na učnem listu, povezane z izbranim fizletom. **Raziskave** so pomembne za razumevanje fizikalnih konceptov. Določene od dijakov zahtevajo, da najprej napovedo možne izide simulacije, nato pa s pomočjo le-te pojasnijo razlike med predvidevanji in opažanji. Pomembne so tudi raziskave, v okviru katerih dijaki spreminjajo določene parametre, opazujejo učinek sprememb in na ta način razvijajo občutek za fizikalna razmerja in enačbe. V zadnji skupini fizletov so **problemi**, ki služijo predvsem preverjanju usvojenega znanja, bodisi v šoli ali pa v okviru domačih nalog. Gre za interaktivne vaje, kjer dijaki lahko preverijo in pokažejo usvojeno znanje brez neposrednega učiteljevega vodstva. Slika 1 [7] prikazuje preprosto simulacijo 2. Keplerjevega zakona, katera lahko bistveno pripomore k razumevanju le-tega.

Na spletnem naslovu [8] lahko najdemo še preostale, zelo uporabne, fizlete zgoraj omenjenega avtorja, ki pokrivajo

področje gravitacije in astronomije. Najdemo jih v poglavju Težnost, ki zajema naslednja podpoglavja: splošna gravitacija, Keplerjevi zakoni, orbite planetov, referenčni okvirji planetov. Kot dodatni primer je na sliki 2 [7] prikazan fizlet z naslovom Izstrelki in tiri satelitov.



Slika 1: 2. Keplerjev zakon



Slika 2: Izstrelki in tiri satelitov.

ZAKLJUČEK

Fizlete lahko uporabljamo kot gradnike v skoraj vsakem učnem načrtu in pri skoraj vsakem načinu poučevanja, nepogrešljivi pa so pri konceptualnem pouku fizike. Lahko jih uporabljamo pri klasičnih demonstracijah, obravnavi nove učne snovi, preverjanju znanja, domačih nalogah itd. Pa vendarle, vsej sodobni tehnologiji navkljub, številnim uporabnim fizletom, brez usposobljenega in motiviranega učitelja, ki se zaveda svoje pomembne vloge in nadpovprečno opravlja svoje poslanstvo [9], ni uspešnega učnega procesa. Zato je učitelje potrebno vzpodbujati pri iskanju inovativnih didaktičnih pristopov, jim omogočiti razvoj kreativnosti pri svojem delu, obenem pa jih znati tudi primerno nagraditi. Pri slednjem bi morala ključno vlogo odigrati vodstva šol, na katerih taki učitelji delujejo.

LITERATURA

- [1] I. Gerlič, Metodika pouka fizike v osnovni šoli, Pedagoška fakulteta Maribor, 1991.
- [2] F. Strmčnik, Problemski pouk v teoriji in praksi, Didakta, 1992.
- [3] Učni načrti za fiziko, <http://www.zrss.si/default.asp?link=predmet&tip=6&pID=8&rID=99> (pridobljeno 16. 3. 2009, Zavod Republike Slovenije za šolstvo)
- [4] M. Jakob, Konceptualni pouk fizike v osnovni šoli, Fakulteta za naravoslovje in matematiko Maribor, 2007.
- [5] I. Gerlič, V. Udir, Problemski pouk fizike v osnovni šoli, ZRSŠ, 2006.
- [6] I. Gerlič, Konceptualno učenje in interaktivna učna gradiva, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta Maribor, 2006.

[7] W. Christian, M. Belloni, S. Divjak, Fizika s fizleti. Interaktivne predstavitve in raziskave za uvod v fiziko, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana, 2006

[8] http://colos.fri.uni-lj.si/fizleti/FIZLETI_FIZIKA/index.html
[9] M. Slavinec, Vpliv kakovosti izobraževanja na razvoj Pomurja, PAZU, 2009.

KRATERJI NA LUNI

Branko Pongrac in pom. akad. dr. Mitja Slavinec

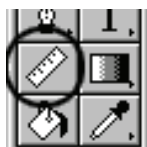
Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za fiziko

Pogled Lune skozi teleskop nam prikaže številne kraterje. Galilej je to sliko poskušal narisati, danes pa to z lahko fotografiramo. Običajno uporabimo digitalne zapisovalce slike, kot so CCD kamere ali tki. Web – kamero, kar je predvsem cenovno ugodnejše. Prednost digitalne fotografije pred klasičnim fotografiranjem na film je predvsem v večji ločljivosti in učinkovitejšem zajemanju svetlobe, pri čemer pogosto ključno pripomore ustrezna programska oprema in možnost neposredne računalniške obdelave. Prav slednje lahko s pridom izkoristimo pri določevanju in primerjavi dimenzij, kar si bomo v nadaljevanju poglobljevali.

MERJENJE PREMERA KRATERJA

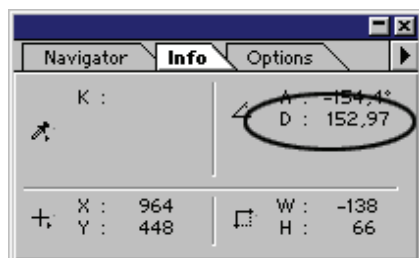
Premjer kraterja bomo določili primerjalno. Znano razdaljo, to je velikost Lune, bomo primerjali z neznano razdaljo, to je premerom kraterja. Za to meritev potrebujemo sliko celotne Lune in enega izmed grafičnih programov kot npr. Adobe Photoshop, Corel Photo paint ali Paint Shop Pro. Oglejmo si postopek v Photoshopu. Pred začetkom meritve moramo program malce prirediti, da bomo sliki lahko določili merilo. V File meniju izberemo Preferences Units & Rulers ter za Units izberemo Pixels.

Uporabimo zoom in povečamo sliko, da nam Luna prekrije celi ekran. Kliknemo na measure tool (slika 1) in izmerimo razdaljo od vrha do dna Lune. V info paleti (slika 2) v polju 'D:' očitamo koliko pixlov je velika Luna. Zapišemo si premer Lune v pixlih.



Slika 1. Measure Tool

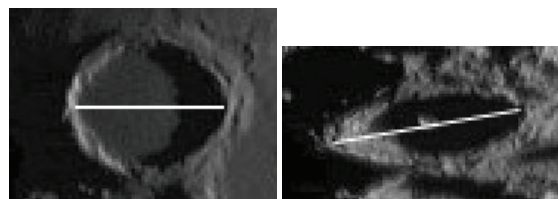
Poznamo velikost Lune v km in velikost slike Lune v točkah na našem zaslonu iz česar lahko izračunamo km znaša ena točka na zaslonu? Premjer Lune 3477,8 km delimo z številom točk slike Lune na našem zaslonu in dobili smo merilo.



Slika 2: Info Paleta

Kliknemo na measure tool. Uporabimo Hand Tool da najdemo krater, ki nas zanima. Stisnimo zoom, ter povečamo krater, da bo dobro viden na ekranu. Potegnimo črto po širini kraterja (slika 3). Na info paleti očitamo koliko točk - pixlov je velika ta črta.

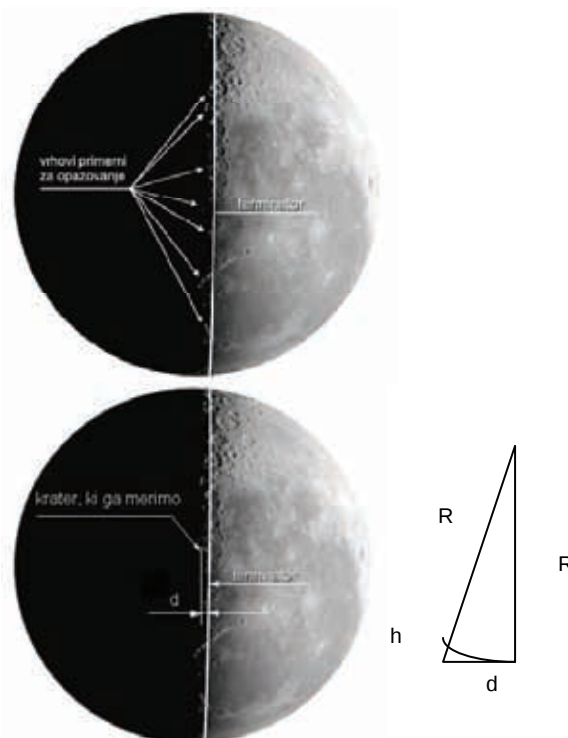
Dobljeno število pomnožimo z prej dobljenim merilom in dobimo velikost kraterja v kilometrih.



Slika 3: Dolžina - premer kraterja

MERJENJE VIŠINE KRATERJA

Najprej bomo opisali postopek, ko je Luna ob prvem krajcu. Na fotografiji določimo terminator, to je meja med osvetljenim in neosvetljenim delom Lune. Nato v neosvetljenem delu Lune poiščemo zaradi svoje višine še viden krater, ki mu bomo določili višino (slika 4). Za lažje razumevanje izračuna višine kraterja moramo ločiti dva osnovna pogleda. Prvi je pogled na Luno, kakor jo vidimo ob prvem krajcu z Zemlje. Drugi pogled je od odzgoraj na ravnino, ki jo ob prvem krajcu opisujejo Zemlja, Luna in Sonce. Zemlja, Luna in Sonce ob prvem krajcu stoje v ogliščih pravokotnega trikotnika, pravi kot je pri Luni. Poznati moramo polmer Lune, ki znaša $R=3477,8$ km. Iz fotografije določimo razdaljo d , ki je razdalja med terminatorjem in vrhom našega kraterja.



Slika 4: Pogled, kot ga prikazuje srednja slika, vidimo iz Zemlje.

Na pogledu od zgoraj vidimo pravokotni trikotnik. Ena izmed katet pravokotnega trikotnika je razdalja d , ki smo jo določili iz fotografije. Druga kateta je R , torej polmer Lune. Hipotenuzo trikotnika pa predstavlja oddaljenost vrha opazovanega kraterja od centra Lune, torej vsota $(R+h)$, pri čemer je h iskana višina kraterja nad okoliškim površjem.

Iz pravokotnega trikotnika na sliki 4, izpeljemo izraz za izračun višine kraterja h :

$$(R+h)^2 = R^2 + d^2,$$

od kod sledi:

$$h = \sqrt{R^2 + d^2} - R.$$

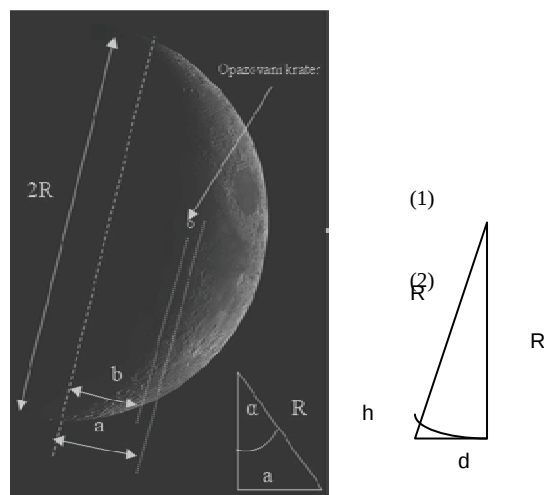
Metoda je uporabna ko krater leži na Luninem ekvatorju, pa tudi nad ali pod ekvatorjem.

DOLOČEVANJE VIŠINE KRATERJEV V DNEH PRED IN PO PRVEM ALI ZADNJEM KRAJCU

Določevanje višine kraterjev na Luninem površju v dneh pred in po prvem ali zadnjem kraju, je podobno, le da Sonce, Zemlja in Luna tvorijo trikotnik, ki ni pravokoten. Sonce osvetljuje Luno z desne. Iz fotografije Lune čim natančneje določimo terminator. Nato povežemo oba pola, kjer se konča svetel srp na Luni.

Izberemo krater, ki se nahaja v neosvetljenem delu Lune, a je zaradi svoje višine h njegov vrh osvetljen. Poiščemo oddaljenost vrha kraterja od terminatorja, to razdaljo označimo z a . Pravo razdaljo d , bomo šele izračunali. Na sliki 5 je predstavljen trikotnik, katerega hipotenuza je polmer Lune, spodnja kateta pa razdalja a , ki predstavlja razdaljo med terminatorjem na Luninem ekvatorju in zveznico med obema deloma osvetljenih srtov na Luni (črtkano).

Iz podatka a , ki ga prav tako določimo iz fotografije, lahko izračunamo kot α , to je zasuk terminatorja od pravokotnega položaja. Pri tem ni pomembno, v katero smer je terminator odmaknjen. Pri prvem kraju je v dneh pred prvim krajcem odmaknjen tako, da zmanjša z Zemlje viden osvetljen del Lune, v dneh po prvem kraju pa ga povečuje.



Slika 5: Določevanje višine kraterja v dneh pred ali po prvem (zadnjem) kraju

Kot α izračunamo iz izraza:

$$\sin \alpha = \frac{a}{R}.$$

Pravo razdaljo d izračunamo s pomočjo razdalje a , ki jo določimo iz fotografije. Pomagamo si s pravokotnim trikotnikom, ki je povečan prikazan na sliki 5 desno spodaj. Razdalja a je zgolj projekcija prave razdalje d , ki jo izračunamo iz enačbe:

$$d = \frac{a}{\cos \alpha},$$

kar vstavimo v enačbo (2) in izračunamo h .

GALILEJEVO ŽIVLJENJE IN DELO – SPLETNI UČBENIK

¹asist. mag. Robert Repnik in ^{1,2}doc. dr. Milan Ambrožič,

¹Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Koroška 160, Maribor

²Mednarodna diplomatska šola Instituta »Jožef Stefan«, Jamova 39, Ljubljana

POVZETEK

Letošnje leto je 400-letnica pomembnih Galilejevih opazovanj Luninega površja skozi njegov izboljšani teleskop. Naslednje leto so mu uspela še druga ključna astronomska odkritja, poleg tega je izšla tudi njegova knjiga Zvezdni glasnik. Zato je UNESCO proglasil 2009 za Mednarodno leto astronomije. Ob tej priložnosti smo izdelali spletni učbenik o Galilejevem življenju in delu, primeren za različne starostne skupine bralcev. V članku je podanih nekaj osnovnih dejstev in zanimivosti o Galileju, ki so poleg drugega opisani tudi v učbeniku.

1 Uvod

Mednarodna organizacija UNESCO (the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) je v sodelovanju z Mednarodno astronomsko zvezo (IAU = the International Astronomical Union) proglasila leto 2009 za Mednarodno leto astronomije (angleška kratica IYA2009).¹ Pred 400 leti, predvsem v letih 1609 in 1610, je namreč Galileo s svojim izboljšanim refrakcijskim teleskopom opravil pomembna opazovanja neba in nagnil znanstveno tehniko v prid heliocentričnega pogleda na Sončev sestav. V letu 1609 je izšla tudi Keplerjeva knjiga Nova astronomija, 1610 pa Galilejeva Sidereus Nuncius – Zvezdni glasnik (slika 1). V okviru IYA2009

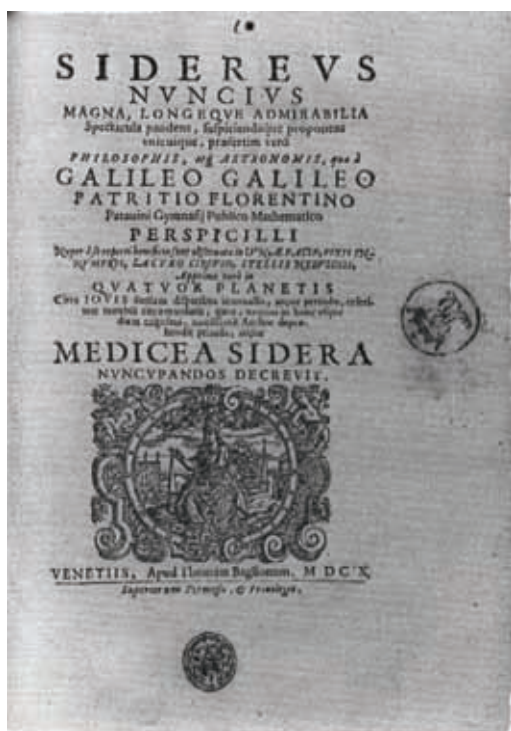
potekajo različne aktivnosti na lokalnem, nacionalnem, regionalnem in mednarodnem nivoju, kjer sodelujejo poklicni in ljubiteljski astronomi, znanstveni centri, popularizatorji znanosti, itd. V projektu sodeluje približno 140 držav. Osnovni namen teh prizadevanj je spodbujanje javnosti k znanstveni radovednosti, posebej zanimanju za astronomijo in ponovnem odkritju človekovega položaja v vesolju, med cilji pa je tudi prispevek znanosti k pravični in mirni družbeni ureditvi.

Podrobnejši opis Galilejevega življenja in dela je podan v angleščini na nekaterih spletnih straneh,² zapisi v slovenščini pa so manj obsežni.^{3,4} Seveda je o njem veliko napisanega v tiskanih knjigah in učbenikih, a zaradi strokovnega nivoja v glavnem za omejen krog bralcev.⁵⁻⁹ Zato smo si zastavili nalogo napisati spletni učbenik o Galileju, v katerem bi našlo nekaj zase čim več ljudi, od osnovnošolcev v višjih razredih in srednješolcev do študentov in drugih. V nadaljevanju prispevka je podanih nekaj bolj ali manj znanih dejstev o Galileju, vključno z zanimivostmi, kot so opisane tudi v učbeniku.

2 Galilejevo življenje

Galileo se je rodil 15. 2. 1564 v znamenitem italijanskem mestu Pisi. Njegova starša sta bila matematik in glasbenik Vincenzo in Giulia degli Ammannati iz revnega plemstva, Galileo pa je bil

prvi od njunih šestih ali sedmih otrok. Kmalu po letu 1570 so se preselili v Firence. Na univerzi v Pisi je študiral medicino, ki pa ga ni najbolj zanimala in je ni končal. Namesto medicine se je usmeril v matematiko in nazadnje postal profesor matematike na univerzi, pozneje pa matematik na medijskem dvoru. Leta 1599, je spoznal Marino Gambo, s katero je potem imel tri otroke, nikoli pa se ni poročil z njo. Bil je dober oče, rdečelasec, hitre jeze, nadarjen govornik in tudi zbadljivec. Da je bil tudi Galileo samo človek, pričajo njegovi izrazi (osel, bivol, bedak, neumna živina, itd.), s katerimi je včasih v svoji vihravosti obkladal svoje miselne nasprotnike.



Slika 1: Naslovnica Galilejeve knjige Zvezdni glasnik. Knjiga je bila po običaju napisana v latinščini.

Vir: <http://www.telescope1609.com/>

Zaslovel je predvsem zaradi svojih astronomskih odkritij v letih 1609 in 1610. Septembra 1610 se je preselil iz Padove nazaj v Firence, kjer je postal dvorni matematik in filozof na medijskem dvoru - dvoru "Velikega toskanskega vojvode" Kozima II. To mu je ustrezalo, saj se je prej pritoževal, da mu zaradi prevelikega dela s študenti zmanjkuje časa za raziskave. Tudi njegovo finančno stanje se je na dvoru precej izboljšalo. Po Galilejevem odhodu iz Padove se je Marina Gamba poročila z drugim, vendar je Galileo še dolgo vzdrževal prijateljske stike z obema. Galilejev odhod z univerze na dvor simbolizira preselitev težišča znanosti v naslednjih stoletjih. Doslej se je znanost gojila izključno na sholastičnih univerzah. Pozneje se je znanstveno dogajanje začelo razvijati tudi na dvorih, ki si jih lahko predstavljamo kot zamečke državnih znanstvenih institucij. Poleg tega so se v 15. stol. pojavile bolj svobodnjaške akademije kot protiutež togim univerzam. Galileo je bil član ustanove Accademia dei Lincei (Akademija tistih, ki gledajo kot ris). Akademija mu je pomagala objaviti več knjig, npr. Pisma o sončnih pegah in Preizkuševalca (tehtnice za drage kovine), pozneje pa ga je podpirala v spopadu z Inkvizicijo. Kardinal Maffeo Barberini (pozneje papež Urban VIII) je postal eden od Galilejevih mecenov in je uradno podprl nekatere Galilejeve poglede na gibanje teles, nekaj časa pa ga je ščitil tudi pred Inkvizicijo. Leta 1631 je le-ta poskusila preprečiti izid Galilejeve prelomne knjige Dialog o dveh glavnih svetovnih sistemih, ptolemejskem in kopernikanskem, vendar je ob papeževi podpori knjiga 1632 vseeno izšla. Vendar pa je povzročila prelom

prijateljstva med papežem in piscem, saj je papež v njej prepoznal svojo žaljivo karikaturu. Zato je bila knjiga po formalni inkvizicijski recenziji še v letu izida prepovedana, Galileo pa pozvan na inkvizicijsko sodišče v Rimu. Naslednjega leta se je Galilei bolan v Rimu branil v Rimu. Potem, ko so mu zagrozili z mučenjem, je izjavil, da že dolgo ni več pristaš Kopernikovega nauka. Sodišče je Galileju prisodilo krivdo »močnega suma krivoverstva«, za kar se je moral v spokorniški obleki, s svečo v roki, javno spokoriti in zavreči »zločin kopernikanskega krivoverstva«. Preostanek življenja je ostal jetnik Inkvizicije, vendar so se zadovoljili z hišnim priporom v delu Firenc po imenu Arcetri. Sprejemal je lahko le obiskovalce s posebnim dovoljenjem. Leta 1638 je popolnoma oslepel in zdravje se mu je še poslabšalo. Umrli je 8. januarja 1642. Papež Janez Pavel II je v imenu katoliške Cerkve Galilea uradno rehabilitiral leta 1992.

3 Galilejevo delo

Pri matematiki je bila takrat dobro razvita geometrija, aritmetika pa je bila še dokaj na nizkem nivoju. Kot vsestranski matematik se je Galileo ukvarjal tudi z lastnostmi cikloide: razmišljal je o njenih geometrijskih karakteristikah, kot je npr. dolžina in celo o infinitezimalnem računu, ki sta ga pozneje zelo razvila Newton in Leibniz. Galileo pa ni bil samo matematik in astronom, marveč se je ukvarjal tudi s fiziko, ki takrat še ni bila ločena veda, ampak je spadala v »filozofijo narave«. Bil je spreten eksperimentator, izumil je tudi nekaj naprav. Svoja odkritja in teorije je objavil v številnih delih. Med njegovimi najbolj znanimi knjigami so Sidereus Nuncius – Zvezdni glasnik (izid 1610), Dialog o dveh glavnih svetovnih sistemih (1632), Razgovori o dveh novih znanostih (1638), De Motu – O gibanju (nedokončana). Mnogi ga imajo za očeta moderne znanosti. Zavedal se je namreč pomena kombiniranja poskusov, razmišljanja in matematike za znanstveni napredek v naravoslovju.

3.1 Astronomska opazovanja

Galilejeva astronomska opazovanja, posebno v letih 1609 in 1610, so bila ključna za uveljavitev heliocentričnega modela Sončevega sistema. Med drugim je opazoval nepravilnosti Luninega površja, Venerine mene, Sončeve pege, Jupitrove satelite in nenavadno obliko Saturna. Na primer, Galilejev teleskop je imel že proti koncu leta 1609 veliko boljše povečavo od drugih (okrog 20), tako da si je Galileo upal trditi, da na Luni zares vidi gore, doline in kraterje. Najbolj sistematična opazovanja Lune je opravil v decembru. S kombinacijo svetlobe in senc v različnih legah Lune glede na Sonce je ocenil, da višina nekaterih njenih gorskih vrhov preseže 7 km. Glede Saturna: Galilejev teleskop še ni bil dovolj zmogljiv, da bi z njim razpoznal Saturnove obroče. Vsekakor pa je bila tudi Saturnova oblika v nasprotju s tedanjjo predstavo o idealni krogelni obliki nebesnih teles. Galileo je že leta 1604 v Padovi med drugimi opazoval supernovo. Pojav supernove v njegovem času je bil v nasprotju s splošno predstavo o nespremenljivosti zvezd. Po paralaksi izračunal, da je zvezda veliko dlje od Zemlje kot Luna, zato je v predavanju 1605 menil, da je treba spremeniti pogled na velikost vesolja. Seveda so nove zvezde na nebu opazili že davno pred Galilejem, npr. Brahe leta 1572, ki jo je imel preprosto za čudež, tako je bil prepričan o nespremenljivosti neba. Galileo je spoznal tudi to, da je Rimska cesta sestavljena iz velikega števila posameznih zvezd. Poudaril je pomembno razliko med videzom zvezd stalnic in planetov pri gledanju skozi teleskop: medtem ko so planeti videti kot svetli krožci, ostanejo zvezde točkaste, kot če ji gledamo s prostimi očmi, le svetlejšje so. Tudi ta Galilejeva opažanja so bila namig za to, da so zvezde od nas oddaljene neprimerno bolj kot planeti.

Morda najzanimivejše je bilo Galilejevo odkritje štirih največjih Jupitrovih satelitov: Io, Evropa, Ganimed in Kalisto. Ganimed je s premerom 5262 km sploh največja luna v Osončju in razen naše Lune edina, ko se jo da z dobrim vidom ob lepem vremeni videti tudi s prostimi očmi. Galileo je te Jupitrove lune odkril v prvi polovici januarja 1610 in jih imenoval »medijske zvezde« v čast svojega poznejšega mecena, toskanskega vojvode Kozima II. iz družine Medici. Pozneje v istem letu pa so njegova

opazovanja potrdili tudi drugi astronomi: Thomas Harriot, Christopher Clavius in drugi. Kot zanimivost omenimo, da je trenutno uradno priznanih 63 Jupitrovih lun. Razvrščamo jih v štiri skupine glede na oddaljenost od Jupitra. Lune, ki jih je odkril Galileo, so v drugi skupini; so največje lune v Osončju in v pasu med 400 000 km in 2 000 000 km od Jupitra.

3.2 Fizika

Galileo se je ukvarjal z več fizikalnimi pojavi in pojmi: padanjem teles, nihanjem, relativnostjo gibanja in celo z atomizmom in svetlobno hitrostjo. Z vztrajnim opazovanjem kotaljenja krogel po nagnjeni podlagi (klancu) se je dokopal do ugotovitve, da je njihova pot sorazmerna s kvadratom časa. Napol s strogim matematičnim sklepanjem, napol s poskusi je spoznal, da padajo vsa telesa enako hitro, ne glede na maso (če je zračni upor zanemarljiv, to je pri padcu z majhnih višin). Sklepanje o padanju različno težkih teles, ki so ga uporabili že Galilejevi predhodniki, je preprosto. Vzemimo dve krogli, težjo in lažjo, ter postavimo (napačno Aristotelovo) trditev, da mora padati težje telo hitreje od lažjega. Povežimo krogli in ju skupaj spustimo. Ker bi morala težja krogla padati hitreje kot lažja, jo lažja krogla pri skupnem padanju zavira. To pomeni: sestav krogel pada počasneje kot prosta težja krogla. Protislovje, saj ima sestav večjo maso kot težka krogla in bi moral padati še hitreje!

Svoje pomembne ugotovitve o gibanju teles je opisal v nedokončani knjigi *De Motu*. Znan je tudi po svojem daljnosežnem uvidevanju pomena relativnosti gibanja, ki ga lahko opišemo tudi z enačbami Galilejeve transformacije. V bistvu: če nekdo ali nekaj (oznaka A) »miruje«, drug objekt (oznaka B) pa se giblje mimo njega s hitrostjo 10 m/s v neko smer, bi lahko na njuno relativno gledali tudi takole: B miruje, A pa se giblje mimo B s hitrostjo 10 m/s v nasprotno smer. V resnici moramo biti pri opisu gibanja natančni in povedati, glede na kaj (katero točko, predmet, opazovalca) se objekt na določen način giblje. Bolj filozofsko: ne moremo kot absolutni sodniki govoriti o neki absolutno mirujoči točki v vesolju. Tega nam ne omogoča noben fizikalni zakon. Pravilno je Galileo razmišljal tudi o vodoravnem metu: le-tega lahko razstavimo v enakomerno gibanje v vodoravni smeri in enakomerno pospešeno padanje v navpični smeri (nekaj nepojmljivega za njegove sodobnike!). Vedel je, da se pri tem telo giblje po paraboli. Podobno je sklepal o poševnem metu.

Tudi pri opazovanju nitnega nihala je bil natančen in potrpežljiv ter ugotovil, da je nihajni čas neodvisen od mase obešenega predmeta in od (majhne) amplitude nihanja, je pa sorazmeren s korenem iz dolžine vrvi ali vrvce. Ob tem spoznanju je prišel do zamisli o uporabi nitnega nihala pri uravnavanju ur na visečo utež. Spoznal je tudi, da ima zrak maso, povezal frekvenco nihanja vpete strune z višino njenega tona, razmišljal o merjenju svetlobne hitrosti, pa še marsikaj drugega.

Lotil se je celo razlage plimovanja, vendar je morala pravilna in dosledna razlaga tega pojava počakati na Newtonov gravitacijski zakon. Galileo je podal naiven in napačen model, po katerem naj bi bilo plimovanje pljuskanje morij zaradi rotacije Zemlje. Kot druge je tudi njega čudilo dejstvo, da nastopi plima dvakrat na dan in ne enkrat. Zasmehoval je svojega dopisnega prijatelja Keplerja zaradi domneve, da plimovanje povzroča gravitacijska privlačnost Lune.

3.3 Tehnika

Galileo se je zelo zanimal za tehniko in med drugim izpopolnil ali izumil naslednje naprave: teleskop, črpalko za dviganje vode, sektor, termoskop kot preprosto različico termometra in hidrostatsko tehtnico, načrtoval pa je tudi način uravnavanja mehanskih ur z matematičnim nihalom. Opišimo na kratko njegovo izdelavo teleskopa, sektorja in termoskopa.

TELESKOP

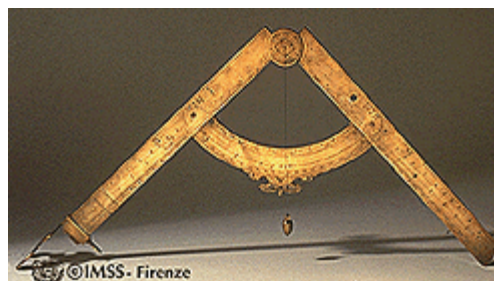
Nizozemec Hans Lippershey je leta 1608 izumil daljnogled, obstajajo pa domneve, da so ga izumili že veliko prej. Potem ko so drugi v Evropi v letu 1609 izdelali refrakcijske teleskope s trikratno povečavo, je tudi Galileo junija izdelal svoj teleskop z enako povečavo. Avgusta je Anglež Thomas Harriot s svojim

teleskopom s 6-kratno povečavo opazoval Luno in naredil skice njenega površja. Galileo je še v istem letu dosegel povečavo okrog 20. Sam je zbrusil leče teleskopov iz beneškega stekla, saj so Benetke veljale za središče evropske steklarske obrti. Eden od njegovih teleskopov je imel plan-konveksni objektiv s premerom $d_{ob} = 37$ mm in goriščno razdaljo $f_{ob} = 980$ mm in plan-konkavni okular s premerom $d_{ok} = 22$ mm in absolutno vrednostjo goriščne razdalje $f_{ok} = 50$ mm. Za povečavo M je pomembno le razmerje med goriščnima razdaljama, tako da dobimo za Galilejev teleskop naslednjo povečavo: $M = f_{ob}/f_{ok} = (980 \text{ mm})/(50 \text{ mm}) \approx 20$.

V čast Galilejevim odkritjem je skupina iz astronomskega observatorija Arcetri (Osservatorio astrofisico di Arcetri)¹⁰ ter Muzeja zgodovine znanosti v Firencah izdelala kopijo njegovega daljnogleda.¹¹ Podrobno so preučili steklo (obliko, lomni količnik, sestavo), iz katerega je narejen ohranjeni objektiv daljnogleda, ki ga je bil učenjak leta 1610 podaril Velikemu toskanskemu vojvodi Kozimu II. S kopijo teleskopa nameravajo sistematično opazovati in katalogizirati vse, kar je Galileo naštel v *Zvezdnem glasniku*. Z opazovanji so že začeli, posnete slike pa bodo objavili na internetu.



Slika 2 Galilejev teleskop; vir: <http://www.telescope1609.com/>



Slika 3 Sektor;

Vir: <http://galileo.rice.edu/sci/instruments/sector.html>

SEKTOR

Predhodnik sektorja je bila mehanična merilna priprava iz 16. stoletja, ki nekoliko spominja na lesen šolski pravokotni trikotnik. Narejena je bila iz dveh lesenih, med seboj pravokotnih, krakov, opremljena pa je bila tudi z vmesno krožno skalo in s svinčnico, to je vrvico z majhno utežjo. Uporabljali so jo pri merjenju nagiba topovske cevi. Poleg te naprave so v tem času izumili tudi razna ravnila z merilno skalo. Galileo je kombiniral oboje: merilno napravo za nagib topovske cevi je opremil z dolžinsko skalo na njegovih krakih in tako izumil sektor, uporaben za različne geometrijske naloge. Sektor lahko smatramo kot neke vrste šestilo. Z njim je lahko Galileo tudi računal, na primer kvadrate števil. Svoje študente je poučeval med drugim tudi o praktični uporabi sektorja, napisal pa je tudi priročnik o njem. Mnogi študentje so živeli kar v njegovi hiši. Leta 1598 je v svoji hiši nastanil izdelovalca Marcantonio Marzollena njegovih sektorjev, tako da so študentje kupovali pri njem oboje, sektorje in priročnike. Bil je pač tudi finančno

iznajdljiv, saj je moral prehranjevati ožje sorodnike po očetovi smrti.

TERMOSKOP

Termoskop je bil Galilejev predhodnik termometra, osnovan na odvisnosti gostote plina od temperature. To je bila posodica z zrakom, ki mu je Galileo želel približno ugotoviti temperaturo. Posodica se je nadaljevala s cevko, ki jo je postavil v vodo. Višina vode v cevki je kazala na temperaturo zraka. Čim višja je bila ta temperatura, tem bolj se je zrak razširil in potisnil vodo iz cevke. To še ni bil pravi termometer, ker je bila višina stolpca zraka v cevki odvisna tudi od zračnega tlaka. Prve termometre so pozneje naredili Galilejevi sodelavci. Firenški termometri z alkoholom so se uveljavili po vsem svetu.

4. Nekaj dodatnih zanimivosti

Med Galilejevimi sodobniki omenimo najprej Johannesa Keplerja (1571–1630), znanega po svojih treh Keplerjevih zakonih, s katerimi je opisal gibanje planetov po eliptičnih tirih okrog Sonca. Nekaj časa sta si bila dopisna prijatelja, potem ko je Kepler podprl Galilejeve trditve, da so bila njegova odkritja Jupitrovih satelitov resnična in ne le napaka leč teleskopa.

Evangelista Torricelli (1608–1647) je bil italijanski fizik in matematik.¹² Zadnje leto svojega življenja je Galileo povabil Toricellija k sodelovanju in nadaljevanju njegovega dela. Toricelli je po Galilejevi smrti tudi prevzel mesto matematika na medicinskem dvoru, bil pa je tudi predavatelj na Univerzi v Firencah. Odkril je manometer na živo srebro. Prvi je dosegel vakuum v cevi nad živim srebrom. Na Galilejev predlog je začel izdelovati tudi vakuumske črpalke, ki so mu prinesle slavo. Pravilno je predpostavil način črpanja vode: to ni težnja vode po zmanjšanju praznega (evakuiranega) prostora, marveč posledica zračnega tlaka na drugi strani. Po njem se je nekdaj imenovala enota za tlak *torr*, njena raba pa je sedaj prepovedana.

Vinzenzo Viviani (1622–1703) se je rodil v Firencah. Že zelo mlad je izstopal v svoji matematični nadarjenosti.¹³ Leta 1639, v starosti 17 let je postal Galilejev učenec, tajnik in pomočnik slepega Galileja v Arcetriju. Napisal je veliko knjig o matematiki in znanosti. Uredil je tudi prvo izdajo Galilejevih zbranih del (1655–1656), boril pa se je tudi za njegovo posmrtno rehabilitacijo. Bil je tudi Galilejev življenjepisec.

Še nekaj misli o usodni knjigi *Dialog o dveh glavnih svetovnih sistemih* (Ptolemejevem in Kopernikovem). Ker je bil Galileo že bolan, je knjiga nastajala osem let. Zaradi čim širšega kroga bralcev je bila napisana v italijanščini za razliko od drugih knjig, ki so bile latinske. Glavne misli za knjigo je Galileo pravzaprav nabiral vso svojo kariero, pobudo za njen naslov pa mu je dal njegov prijatelj in mecen papež Urban VIII. V knjigi nastopajo tri osebe: Salviati, Segredo in Simplicij. Salviati zagovarja Galilejev pogled na vesolje, Segredo je radoveden in bister laik, Simplicij - Preprostež pa trmasto brani aristotelski pogled. Dogajanje v knjigi poteka 4 dni, vsak dan pa se obravnava druga tema: opis novih astronomskih odkritij kot nasprotje aristotelskemu opisu narave, vrtenje Zemlje okrog njene osi, kroženje Zemlje okrog Sonca in plimovanje. V skladu z dogovorom s papežem, da se ne bo odkrito postavil na stran Kopernikovega sistema, Galileo v delu tu in tam pojasni, da stvari še niso povsem razjasnjene in se včasih skrjuje za

Kopernika. Vendar Simplicij nazadnje celo povzame neke papeževe besede, ki papeža smešijo, kar je bil najverjetneje glavni razlog za papeževo užaljenost, prepoved prodaje knjige in inkvizicijsko sodbo.

5. Vsebina in struktura spletnega učbenika

Naslov našega spletnega učbenika je *Galileo in mednarodno leto astronomije 2009*, naslov spletne strani pa:

<http://fizika.pfmb.uni-mb.si/observatorij/projekti/Galileo/>

Učbenik poleg Galilejevega življenja in dela med drugim opisuje tudi kronološki razvoj astronomije, podaja povezave med astronomijo, fiziko in tehniko, vsebuje pa tudi veliko povezav na druge spletne strani, kjer je mogoče najti veliko življenjepisov oseb, ki jih učbenik omenja. Razdeljen je na poglavja in podpoglavja, za lažjo orientacijo pa vsebuje tudi iskalnik po ključnih besedah. Učbenik nameravamo postopoma dopolnjevati in širiti, pri tem pa bomo upoštevali želje njegovih uporabnikov.

6. Sklep

Opisali smo nekaj dejstev iz Galilejevega življenja in dela, ki so širše podani v spletnem učbeniku. Le-tega smo v osnovni različici pripravili letos, ker je bilo letošnje leto proglašeno za Mednarodno leto astronomije. Primeren je tako za osnovnošolce v višjih razredih kot za srednješolce, pa tudi drugi bodo v njem našli vsak zase kaj zanimivega.

Zahvala:

Spletni učbenik je nastal s podporo Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije in Evropskega socialnega sklada v okviru projekta "Razvoj naravoslovnih kompetenc", št. OP 13.2.3.1.12.0001, ki ga izvaja Fakulteta za naravoslovje in matematiko z Univerze v Mariboru.

Viri

- 1 International Year of Astronomy 2009 (IYA2009), dostopno na: <http://www.astronomy2009.org/>
- 2 The Galileo project, dostopno na: <http://galileo.rice.edu/>
- 3 Wikipedia, prosta enciklopedija, o Galileju in povezane teme, dostopno med drugim na: http://sl.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei
- 4 Galileo Galilei – med mitom in zgodovino, Kvarkadabra, Časopis za tolmačenje znanosti, dostopno na: <http://www.kvarkadabra.net/article.php/Galileo-Galilei>
- 5 Janez Strnad: Fiziki, Založba M & N, 1995.
- 6 Janez Strnad: Razvoj fizike, DZS Ljubljana, 1996.
- 7 Simon Mitton: Astronomija, Didakta, Radovljica 1999 (prevod dela The Young Oxford Book of Astronomy).
- 8 Patrick Moore: Atlas vesolja, Mladinska knjiga Ljubljana, 1999 (prevod dela Atlas of the Universe).
- 9 Branislav M. Ševarlić: Kratka zgodovina astronomije, DMFA Ljubljana, 1986.
- 10 Osservatorio astrofisico di Arcetri, dostopno na: http://it.wikipedia.org/wiki/Osservatorio_Astrofisico_di_Arcetri
- 11 Telescope 1609TM, dostopno na: <http://www.telescope1609.com/>
- 12 http://sl.wikipedia.org/wiki/Evangelista_Torricelli
- 13 <http://galileo.rice.edu/sci/viviani.html>

POPULARIZACIJA ASTRONOMIJE

pom. akad. dr. Renato LUKAČ

Gimnazija Murska Sobota

Pogled v nočno nebo je od nekdaj fascinaliral človeštvo. V preteklosti je tolmačenje skrivnosti planetov, lun, sonc, galaksij in ostalih objektov ter s tem povezanih pojavov nekaterim prineslo blagostanje, spet drugim pogubljenje. Siloviti tehnološki razvoj je prinesel cel niz novih spoznanj o vesolju, kljub temu

pa ostaja še marsikaj neznanega, kar bo raziskovala in razvzhlajala naša mladina v prihodnosti. Nebo imamo povsod nad sabo, žal svetlobno vse bolj onesnaženo. Za astronomska opazovanja še rabimo primerno opremo in znanje ter kalček sreče z vremenom. Zaradi vsega navedenega ne preseneča velik interes mladih za

astronomijo in eno od težišč dejavnosti ob Mednarodnem letu astronomije - MLA 2009 [1] je bila prav popularizacija astronomije med mladimi. Prispevek se v nadaljevanju omejuje na dogodek vezan na dva projekta v sklopu MLA. Prvi je bil Teleskop v vsako šolo, drugi pa cikel 15 predavanj po srednjih šolah na temo astronomije in raziskovanja vesolja.

O teleskopih smo nekoč na osnovnih in srednjih šolah samo sanjali, lani pa si je vsaka šola lahko privoščila nakup teleskopa in astronomske opreme. Ob 400 letnici prvih astronomskih opazovanj Galileja s teleskopom je MŠŠ (Ministrstvo za šolstvo in šport) [2] omogočilo vsem osnovnim in srednjim šolam nabavo opreme za astronomska opazovanja. Zavodi so lahko nabavili opremo po poljubni ceni, MŠŠ pa jim je na podlagi dokazila o nabavi in izstavljenega zahtevka povrnilo znesek do 550 EUR. Po statističnih podatkih objavljenih na strani MLA [1] je dano priložnost izkoristilo 406 osnovnih šol, to je 90% od vseh, in 113 srednjih šol, to je 68% od vseh. Vsekakor je na ta način prišlo v slovenske šole precej astronomske opreme, vredne več, kot produkt števila šol in 550 EUR, saj so v konkurenčnem boju za posel dobavitelji bistveno spustili cene, marsikatera šola pa je nabavila opremo v večji vrednosti kot je bila sofinancirana.

Tudi na Gimnaziji Murska Sobota smo izkoristili dano priložnost, čeprav smo že imeli teleskop Meade LX 50, katerega smo nabavili leta 1997 v okviru inovacijskega projekta „Astronomija On-Line II“. Na starem teleskopu se je kalil marsikateri ljubiteljski astronom, poleg teh pa tudi taki, ki so prišli akademsko in raziskovalno najdlje. Mnoga leta smo organizirali s pomočjo tega teleskopa astronomske večere, vsako leto pa je bil tudi uporabljen na taboru Kmice. Nedavno je prišlo do napake v elektronskem delu in tako je bila njegova uporaba brez sistema za sledenje močno omejena. Popravilo elektronskega dela je bilo predrago in celo vprašljivo zaradi težav z nabavo potrebnih elektronskih komponent. V taki situaciji smo se določili za nabavo novega teleskopa Skywatcher 300PEQ6SYNSCAN. To je odličen teleskop z optično cevjo tipa Newton premera 300 mm in goriščno razdaljo 1500 mm na montaži EQ6 z vgrajenim GOTO vodenjem s 40000 objekti.

Ob tako pomembnem dogodku, kot je pridobitev novega teleskopa, smo organizirali otvoritveno srečanje, na katero smo povabili dijake srednjih in učence osnovnih šol ter člane Kmice. Odziv je bil zelo velik, saj je bila fizikalna učilnica nabito polna. Po otvoritvenem govoru ravnateljice Regine Cipot je bilo izredno zanimivo predavanje doc. dr. Andreje Gomboc o novostih v astronomiji. Sledilo je videokonferenčno predavanje dr. Primoža Kajdiča iz Mehike o astronomiji v njegovem okolju. Žal so bile motnje na povezavi tako velike, da smo to predavanje morali prekiniti. Nato sta dijaka Gimnazije Murska Sobota Rok Vogrinčič in Andrej Hanžekovič predstavila teleskop. Zaradi slabega vremena nismo mogli izvesti opazovanja zunaj, smo pa teleskop usmerili skozi okno proti bližnjemu nakupovalnemu središču in opazovali nekaj tamkajšnjih svetlih objektov.

MLA 2009 je uspelo narediti ogromno za popularizacijo astronomije. Prepričani smo, da bo večina dejavnosti imela

dovolj vztrajnosti in tako še naprej tešila apetite vseh nas, ki si želimo spoznavati skrivnosti našega vesolja.



Slika 1: Predavateljica pom. akad. dr. Andreja Gomboc. Foto: Tadej Kirinčič.



Slika 2: Ekipa Gimnazije Murska Sobota in novi teleskop. Foto: Borut Bencak.

Viri:

- [1] Mednarodno leto astronomije – MLA, <http://www.astronomija2009.si/>, citirano 10.1.2010
- [2] Ministrstvo za šolstvo in šport, <http://www.mss.gov.si/>, citirano 10.1.2010

HERKUL

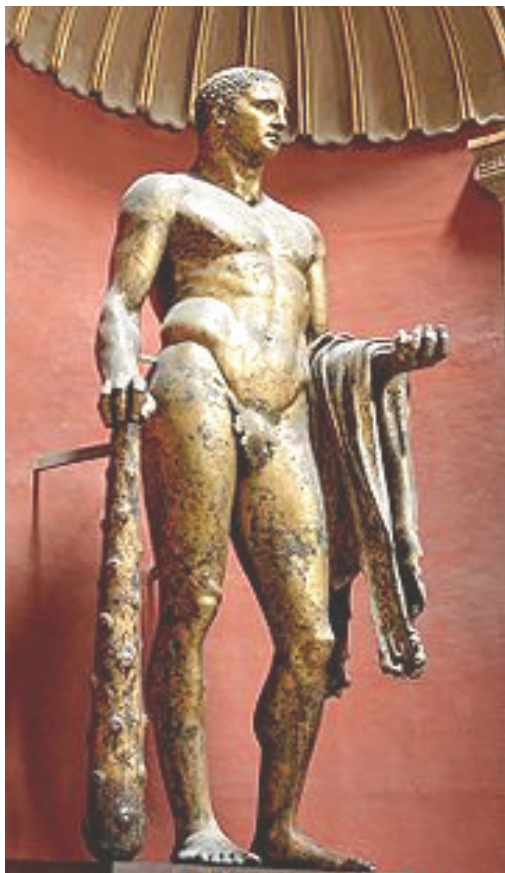
Marjan Čenar

Ljudska univerza Murska Sobota

Herkul / $\rho\alpha\kappa\lambda$ ς – 'Erakles / Herakles
Herakles (latinska/rimska verzija imena je Hercules) je najbolj znan junak svetovne zgodovine. Bil je rezultat ene od Zevsovih ljubezenskih avantur, tokrat z Alkmeno, hčerko kralja Miken (strahopetno, v podobi njenega moža). V imenu se kaže grška ironija. Herakles namreč pomeni 'slaven po Heri'. Hera je namreč ob vsakem Zevsovem

skoku čez plot pobesnela. Tudi Herakleju je grenila življenje, kjer je le mogla. Že takrat, ko je bil še v zibki, je poslala nadenj dve kači velikanki. In Herakles je začel svojo pot zmagovalca. Obe kači je hkrati zadavi. Zanj malenkost, saj je imel dve roki. Kot mladenič se je srečno poročil s hčerko kralja Teb, toda Hera je poskrbela, da je zblaznel ter ubil svojo prvo ženo

in otroke. Zato se je moral svojemu tastu odkupiti z dvanajstimi deli, ki so se zdela neuresničljiva, a so poskrbela za njegovo večno slavo.



Najprej je ubil nemejskega leva. /V starih časih so na jugu Evrope dejansko še živeli tudi levi! Ubiti leva sicer ni bilo nemogoče, a nemejski lev je imel neprebojno kožo. Zato je Herakles uporabil stari trik s kačami. Leva je zadavil. Pa še uporabil ga je. Ker nobeno rezilo ni bilo dovolj ostro, ga je odrl z njegovimi lastnimi kremplji. Kožo nemejskega leva je od takrat uporabljal kot oklep. Iz lesa oljke pa si je napravil gorjačo.



Ujel, ukradel, ukrotil, ali ubil je še vrsto drugih pošasti, ali slavnih stvari. V zgodovini umetnosti in v simboliki pa so najbolj uporabljana naslednja dejanja:

Očistil je Avgijev hlev. Hlev za 3.000 govedu je bil tako zanemarjen, da je veljal za simbol nesnage. Herakles se ga je lotil radikalno. Vanj speljal dve reki in zjutraj je hlev sijal od čistoče.

Bogu podzemlja, strašnemu Hadesu je odpeljal zloglasnega psa Cerberja (Kerber), ki je poleg treh glav imel še kačji rep. Pri tem sta mu pomagala Hermes in Atena, zato mu je Hades dovolil, da se bori s psom, le orožja ni smel uporabiti. Tudi iz podzemlja je smel. Psa je na koncu seveda vrnil, saj je Hades Zevsov brat in torej Heraklesov stric. In čuvaja potrebuje, saj se sence iz podzemlja tudi ne morejo prosto sprehajati naokrog po svetu.

V tem času se je drugič poročil in imel vrsto potomcev.

Udeležil se je še uspešnega iskanja zlatega runa z ladjo Argo. Odpravo, ki jo je vodil Jazon, je sestavljalo 50 mitoloških junakov. Poleg njih so najbolj znani Kastor in Polideuks, Laert, Laokont, Nestor, Orfej, Telamon in Tezej ter na povratku še Medeja.

Ko se je vrnil z zmagovite odprave, ga je njegova druga žena po nesreči zastrupila. A ni se končalo z značilno grško tragiko, saj je bil vendarle Zevsov sin. Atena ga je odpeljala na Olimp, kjer so ga bogovi že ves čas ljubili, pa še Hera mu je na koncu odpustila, da obstoja in mu celo dovolila, da se še tretjič oženi. Tokrat s Herino in Zevsovo hčerko (po očetu Zevsu seveda polsestro) boginjo kreposti, Hebo.

Herakles je fasciniral tudi Rimljane. Mit so prevzeli v celoti, še ime so komaj malo prilagodili – v Herkula (Hercules). Bil je eden prvih antičnih likov, ki ga je sprejela tudi krščanska Evropa, vsaj njen izobraženi del. Inspiriral je celo vrsto literarnih, slikarskih, kiparskih in drugih likov, vse do današnjih dni (levo: Bourdelle – Herkul kot lokostrelec, stripi, hollywoodski filmi, ...).

Grki so ga prikazovali kot lepega mladeniča. Takšni so bili navsezadnje (skoraj) vsi njihovi bogovi in junaki. Rambovski videz je dobil pozneje.

Herkul je dobil od astronomov mogočno ozvezdje, ki pa je žal zelo neizrazito. Zato mnogi menijo, da bi se po njem moralo imenovati ozvezdje, ki nosi ime Orion.

Viri:

Schwab: Najlepše antične pripovedke

Internet /mitologija/

Zgodovina umetnosti

PRVO TEKMOVANJE V ZNANJU ASTRONOMIJE

pom. akad. dr. Renato LUKAČ

Gimnazija Murska Sobota

Naslednja je bila na vrsti Hidra, pošast /kača ali zmaj/ z devetimi glavami. Težava je bila v tem, da sta ji namesto vsake odsekane glave zrasli dve novi. Herakles je problem rešil tako, da je izrastlino vsake odsekane glave zažgal in tako zaprl. V Hidrino strupeno kri je pomočil osti svojih pušic in postal še strašnejši borec. Pri tej borbi ga je oviral še velikanski rak, ki ga je nadenj poslala Hera. Ta ni bil prehuda težava za junaka, saj ga je enostavno zdrobil s svojo peto. Je pa raka skesana Hera potem dala med zvezde. Tako smo dobili še eno ozvezdje – Rak).

Mednarodno leto astronomije 2009 [1,2] nam je postreglo z mnogimi dogodki, ki so približali astronomijo tudi učencem in dijakom. Eden od načinov za popularizacijo so tudi tekmovanja. Tako smo bili priča 1. tekmovanje v znanju astronomije za osnovnošolce in srednješolce. Tekmovanje je razpisala in vodila Komisija za tekmovanje v znanju astronomije Društva matematikov, fizikov in astronomov. **Komisiji je predsedovala članica AD Kmica doc. dr. Andreja Gomboc**, glavino organizacije je opravil Andrej Guštin, za učinkovito rabo InfoServerta DMFA pa je poskrbel doc. dr. Matjaž Željko. Med svoje cilje si je komisija zadala širjenje in poglobljanje znanja astronomije, primerjanje znanja astronomije med učenci/dijaki, popularizacijo astronomije, odkrivanje in spodbujanje nadarjenih dijakov, motivacijo za nadaljnje poglobljanje znanja s področja astronomije ter spodbujanje druženja mladih iz različnih šol in okolij [3]. Za pripravo na tekmovanje je bilo na voljo nekaj nalog v elektronski obliki in priporočena literatura, še posebej učbenik Astronomija [4].

Izvedba tekmovanja je bila na dveh ravneh, šolski in državni. Šolsko tekmovanje je potekalo po vseh osnovnih in srednjih šolah po Sloveniji hkrati 2. decembra 2009 od 13.00 do 14.00 ure, državno tekmovanje pa je potekalo skupaj za učence in dijake 19. decembra 2009 na Fakulteti za matematiko in fiziko od 11:00 do 13:00 ure. Na obeh ravneh so tekmovali vsi osnovnošolci v isti skupini in vsi srednješolci spet v drugi skupini. Pri tem se je preverjalo:

- splošno znanje astronomije: uporabljen je bil sistem za obkrožanje; teme: poznavanje vesoljskih teles, orientacija po nebu, uporaba zvezdnih kart, mrki; pravičen odgovor je prinašal 2 točki, napačen odgovor eno negativno točko, neobkrožen odgovor pa 0 točk,
- računske naloge: pri osnovnošolcih so bile naloge podobne fizikalnim iz dinamike in niso zahtevale posebnega matematičnega znanja, pri srednješolcih pa je za reševanje bilo potrebno znanje osnove geometrije, kotnih funkcij, dinamike, gravitacijskega zakona, Keplerjevih zakonov in plinske enačbe; srednješolci so dobili tudi list z osnovnimi enačbami in konstantami; naloge so prinašale različno število točk glede na zahtevnost, negativnih točk ni bilo, celotni skop pa je prinašal več možnih točk kot sklop za obkrožanje.

Statistični podatki [5] kažejo na velik uspeh tekmovanja, saj se je šolskega tekmovanja udeležilo 1442 osnovnošolcev in 99 srednješolcev s skupaj 129 šol, vključenih je bilo 142 mentorjev in 239 članov tekmovalnih komisij. Skupaj je bilo podeljenih 509

bronastih priznanj. Na državno tekmovanje sta se uvrstila po dva najboljša tekmovalca z vsake šole, državna tekmovalna komisija pa je na državno tekmovanje povabila še nekaj učencev in dijakov izmed preostalih, ki so na šolskem tekmovanju dosegli najboljše rezultate in niso bili izbrani po splošnem kriteriju. Tako se je državnega tekmovanja udeležilo 173 osnovnošolcev in 21 srednješolcev s 103 šol. Vseh 194 udeležencev državnega tekmovanja je prejelo srebrno priznanje, najboljših 29 osnovnošolcev in trije srednješolci pa zlato priznanje. Medtem, ko so tekmovalci reševali naloge na državnem tekmovanju, so se spremljevalci sestali z državnim tekmovalno komisijo in razpravljali o organizacijskih in vsebinskih vidikih tekmovanja ter tako začrtali smernice za naslednja tekmovanja iz znanja astronomije.

Iz naše regije sta se državnega tekmovanja med srednješolci udeležila tudi predstavnika Gimnazije Murska Sobota, med osnovnošolci pa po dva učenca z Osnovne šole Gornja Radgona, Osnovne šole Beltinci in Osnovne šole Puconci. **Član AD Kmica Rok Vogrinčič z Gimnazije Murska Sobota je bil zelo uspešen, saj je med srednješolci zasedel peto mesto in si poleg bronastega in srebrnega priznanja prislužil tudi tretjo nagrado državnega tekmovanja srednješolcev.**

Vsak začetek je težak in hkrati izziv. Državna tekmovalna komisija je s sodelavci opravila odlično nalogo priprave in izvedbe prvega tekmovanja v znanju astronomije. V sodelovanju z mnogimi učitelji širom po Sloveniji je bil storjen odločilen preboj na koledar pomembnih šolskih tekmovanj. Velik odziv med učenci in dijaki je najboljši dokaz o uspešnosti tekmovanja, hkrati pa tudi zagotovilo za podobna tekmovanja v prihodnjih letih.



Slika : Tekmovalci in spremljevalci v veliki predavalnici na IJS. Foto: Andrej Guštin

Viri:

- [1] <http://www.astronomy2009.org/>, citirano 5.1.2010
- [2] <http://www.astronomija2009.si/>, citirano 5.1.2010
- [3] <http://www.dmfa.si/Ast/OpisTekmovanj.html>, citirano 5.1.2010
- [4] F. Avsec in M. Prosen: Astronomija, DMFA, Ljubljana 2006
- [5] <http://www.dmfa.si/Aktualno/Statistika.html>, citirano 5.1.2010

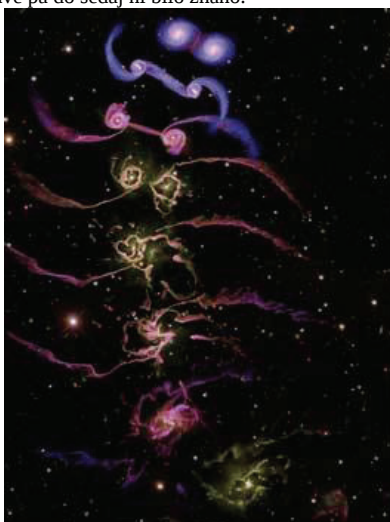
ZAVIRANJE RASTI VESOLJA

pom. akad. dr. Milan Svetec

RRA Mura, Murska Sobota

Nemško-ameriški skupini astrofizikov je na podlagi numeričnih simulacij uspelo poiskati povezavo med aktivnostjo kvazarjev in razvojem galaksij. V svojih računalniških simulacijah so preučevali trk dveh galaksij. Pri tem so se prišlo do masivnega vpada snovi v centralne črne luknje, pa tudi do generiranja novih zvezd. Aktivnost kvazarjev, ki je posledica vpada materije v črno luknjo, sprosti toliko energije, da iz centra galaksij izbruhnejo velike količine plina. Ta pojav omejuje nastanek novih zvezd, pa tudi širjenje črnih lukenj.

V mladem vesolju so imele številne galaksije jedra z veliko gostoto svetlobnega toka, ki jih imenujemo kvazarji. To lastnost jim omogočajo super-masivne črne luknje, katerih masa znaša tudi do ene milijarde sončnih mas. Znano je, da je masa črnih lukenj močno povezana s hitrostno porazdelitvijo zvezd v centralnem kroglastem področju galaksije. To nam pomaga pri sklepanju, da sta razvoj kvazarjev in galaksij povezana. Fizikalno ozadje te povezave pa do sedaj ni bilo znano.



Slika 1: Trk dveh spiralnih galaksij, simuliranih na računalniku. Teža sili plin v center galaktičnih jeder kar povzroči nastanek novih zvezd in povečanje sija kvazarjev. V simulacijah trkov galaksij je znanstvenikom prvič uspelo upoštevati razvoj super-masivnih črnih lukenj. Črna luknja so znanstveniki v svojih simulacijah predstavili s simulacijskim delcem oz. enoto, ki iz svoje okolice črpa plin a hitrostjo, ki je bila določena s preprostim teoretičnim modelom.

V kvazarni fazi črne luknje pridobijo na masi. Ta faza traja približno 100 milijonov let in sprosti toliko energije, da se plin segreje in se sprosti v prostor.

Zaradi trenja pri toku plina v okolici črnih lukenj, se ta toliko segreje, da začne močno sevati. Simulacije so pokazale, da med trkom dveh galaksij, gravitacijske plimske sile povzročajo tok plina v center galaksije. Tam pride do intenzivnega tvorjenja novih zvezd in s tem tudi do povečevanja mase črne luknje zaradi vpadaajočega plina. Zaradi svetlobnega izseva kvazarja se poveča tlak segretega plina in nastane močan veter, ki preostali plin v središču galaksije izvrže in s tem konča kvazarno fazo in nastajanje novih zvezd.

V velikih galaksijah je na voljo vedno več plina, ki povečuje maso črne luknje. Istočasno je gravitacijski potencial, v katerem je zajet plin, nižji. Zaradi tega morajo črne luknje pridobivati na masi, da bi lahko izsevane energija zadoščala za zaustavitev kvazarjeve aktivnosti zaradi izmeta plina v prostor. Rast črne luknje je s tem neke vrste samo-omejitveni proces, ki je povezan z istočasnim tvorjenjem krogelnih zvezdnatih populacij v centrih galaksij.

Literatura:

Tiziana Di Matteo et al., *Energy input from quasars regulates the growth and activity of black holes and their host galaxies*, Nature 433, 604 (2005).

TEMNA ENERGIJA – MISTERIJ ENAINDVAJSETEGA STOLETJA

Sandi Dora

Zgodba o temni energiji, se začne sredi dvajsetih let, dvajsetega stoletja s prelomnim odkritjem ameriškega astronoma Edwina Hubbla, da se vesolje širi. Hubble je namreč opazil premike spektralnih črt oddaljenih galaksij, proti rdečemu delu spektra in ugotovil, da je hitrost oddaljevanja galaksij z večjo oddaljenostjo, vse večja. To odkritje podpira tudi teorijo „velikega poka“, trenutka pred 13,7 milijardami let, v katerem se je rodilo vesolje.

Širjenje vesolja pojasni, splošna teorija relativnosti, s katero je Albert Einstein zajel gravitacijo podrobneje, kot Isaac Newton z gravitacijskim zakonom. Ta teorija in približno tudi gravitacijski zakon napove, da se zaradi gravitacije med galaksijami, širjenje zaustavlja. Pojavilo se

je torej vprašanje ali se bo širjenje vesolja zaustavilo, ali pa se bo to širilo v nedogled. Da bi dobili pregled nad širjenjem vesolja, je treba izmeriti hitrost oddaljevanja galaksij in njihovo oddaljenost. Hitrost izmerijo z Dopplerjevim premikom. Spektralne črte oddaljujoče se galaksije, so premaknjene proti rdečemu delu spektra (redshift). Težavneje je izmeriti oddaljenost zelo oddaljenih galaksij (milijardo in več svetlobnih let). V ta namen izkoristijo supernove tipa Ia (gosta bela pritlikavka, vleče pline z svoje zvezde spremljevalke. Snov se nabira okoli bele pritlikavke in ko se doseže kritična masa, le ta eksplodira v siloviti eksploziji). Supernova Ia seva do milijonkrat močneje, toliko kot je sevala prej vsa galaksija.

Ker supernova na višku zelo močno seva, jo je mogoče opaziti z zelo velike oddaljenosti. Zato je način merjenja z supernovami, uporaben do zelo velikih oddaljenosti. Vse supernove Ia, na višku sevajo približno enak svetlobni tok. Največji svetlobni tok z opazovanjem časovnega poteka še natančneje določijo. Izmerijo gostoto svetlobnega toka supernove na Zemlji in z znanim svetlobnim tokom izračunajo oddaljenost. Ameriški astronomi, so leta 1987 ustanovili Kozmološki načrt s supernovami- SCP (Supernova cosmology project), ki ga je vodil ameriški astronom Saul Perlmutter. Supernove so iskali tako, da so s srednje velikim teleskopom posneli precejšen del neba ob mlaju in posnetek ponovili ob naslednjem mlaju. Supernove ki so eksplodirale med obema opazovanjema, so ujeli tako, da so prvi posnetek odšteli od drugega. Potem so supernovo opazovali z velikim teleskopom, da bi njeno svetlobo ločili od svetlobe galaksije. Leta 1992 je skupina poslala v objavo prvi članek, o supernovi. Na

začetku leta 1998 je izšel članek o sedmih supernovah. Po letih skrbnega opazovanja teh supernov in merjenja njihovih oddaljenosti, so prišli do zaključka, da se vesolje pospešeno širi. V vesolju obstaja neka antigravitacijska sila, ki prostor-čas pospešeno vleče narazen, z galaksijami vred. Nadeli so ji ime Temna energija. Po teh ugotovitvah je mogoče sklepati, da se bo vesolje širilo v nedogled. Tudi številni drugi astronomi so s svojimi opazovanji pordili pospešeno širjenje vesolja. Z najnaprednejšimi sateliti, pa so še ugotovili, da temna energija sestavlja kar 72 % vesolja, skupaj z temno materijo 23 % in vidno snovjo 4,6 %. V načrtu vesoljske agencije NASA, je že izstrelitev vesoljskega teleskopa SNAP (Supernova acceleration probe), ki bo bolj sistematično meril hitrost oddaljevanja galaksij.

Veliko vprašanje pa ostaja, kaj se skriva za temno energijo, ki tako ostaja skupaj z temno materijo velika uganka sodobne kozmologije.

13. ASTRONOMSKI TABOR KMIKA

Ernest Hari
vodja tabora

Tradicionalni Kmicin astronomski tabor, ki tradicionalno poteka na Osnovni šoli Gornji Petrovci je bil že 13. zapovrstjo. Kot vsako leto se je zbralo okrog 20 udeležencev, ki so pod vodstvom štirih mentorjev raziskovali nočno nebo ter celotno teorijo ki za tem stoji. Mentorji Mitja Kelemen, Rok Vogrinčič, Andrej Hanžekovič ter Ernest Hari smo udeležence razdelili v tri skupine, ki pa so se letos prvič pletale med sabo, kar je prineslo tudi večjo kvaliteto rezultatov, ki so jih udeleženci na tem taboru dosegli. Kot vsako leto pa smo tudi letos imeli kar nekaj smole z vremenom, tako, da določenih

seminarskih nalog, ki so bile vse raziskovalne narave, nismo mogli izvesti v takšni meri, kot če bi sami preko praktičnega dela zajemanja podatkov prišli do le teh in jih nato skrbno obdelali ter jih vključili v seminarske naloge. Vendarle pa je potrebno omeniti, da se je letošnji tabor zaključil z dosti večjim outputom kot prejšnja leta, to pa že zaradi tega, ker je vsako leto vse več povratnikov, ki so že bili na našem taboru in so določena znanja že osvojili ter so se lahko zaradi tega posvetili težavnejšim temam, ki jih lahko najdemo v astronomiji.

V nadaljevanju so predstavljeni izdelki naših udeležencev.

Gravitacijski pospešek in vrtenje zemlje

Avtorja: Rok Štok in Thierry Šavora-Dinga
Mentor: Mitja Kelemen

TEORETIČNI DEL

Gravitacijski pospešek

Gravitacija je sila, ki deluje na vsa telesa v vesolju, skupaj drži zvezde in galaksije, odloča o orbitah vesoljskih teles in nastanku črnih teles ter je odigrala osrednjo vlogo pri oblikovanju vesolja. Prvi, ki je začel proučevati gravitacijski sile je bil Galileo. Z različnimi telesi in različnimi masami teles je pokazal, da vsa telesa padajo z enakim pospeškom. Nato je leta 1665 Isaac Newton ugotovil, da ta sila deluje tudi v vesolju in drži Luno v svoji orbiti okoli Zemlje [Wheeler, 2008].

S preučevanjem gibanja različnih teles v vesolju je Newton zapisal univerzalni zakon gravitacije. Njegovi zakoni še danes v večini zadostujejo za opis gibanja večine planetov. Iz splošnega zakona gravitacije lahko razberemo gravitacijski pospešek.

$F = m \cdot g$ Težni pospešek (g) je sorazmernostni koeficient.

Če ni prisotnih drugih sil pada telo po Newtonovih zakon enakomerno pospešeno s pospeškom g [http://www.fiz.uni-lj.si/~stipe/sola/praktikum_i/vaja10.pdf].

Gravitacijski pospešek je pospešek, ki nastane zaradi vpliva težnosti na prosto padajoča telesa na Zemljini površini in je zmnožek gravitacijske konstante in mase Zemlje, deljen s

kvadratom polmera Zemlje
[http://sl.wikipedia.org/wiki/Te%C5%BEni_pospe%C5%A1ek].

$$g = \frac{m}{R^2} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Vsa telesa padajo z enakim pospeškom. Težni pospešek pa je odvisen od vrtenja Zemlje, zemljepisne širine njene sploščenosti, nadmorske višine in sestave Zemljine skorje. Na severnem in južnem polu je gravitacijski pospešek večji kot na ekvatorju, saj natančno merjenje prostega padanja teles pokaže, da je težni pospešek odvisen od zemljepisne širine. Na naši zemljepisni širini (približno 46 °) znaša 9,81 m/s².

Dokler smo v neposredni bližini površja Zemlje (do nekaj kilometri nad tlemi), je težni pospešek približno neodvisen od višine. V velikih višinah pa se težni pospešek med oddaljevanjem od Zemlje zmanjšuje.

$$g = \frac{m}{(R + h)^2}$$

V bližini zemeljskega površja se težni pospešek spreminja od kraja do kraja, npr. v okolici masivnih gora, ki v svojih nedrih hranijo velikanske zaloge težkih rudnin. Te spremembe so sicer majhne, vendar jih lahko zaznamo in tako ugotovimo nahajališča rudnin. Sklepamo, da je težni pospešek odvisen od razporeditve snovi v notranjosti Zemlje [http://barbi.freehost386.com/navpi%E8ni%20met.html].

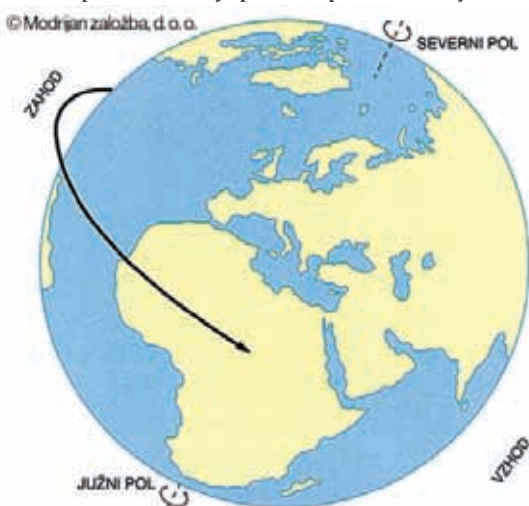
ROTACIJA ZEMLJE

Rotacija Zemlje poteka okoli njene vrtilne osi. Ta potuje skozi središče Zemlje in obema tečajema. Okoli svoje osi se vrti v smeri od zahoda proti vzhodu, kar traja 23 ur, 56 minut in 4 sekunde.

Vrtenja Zemlje neposredno ni mogoče opazovati, saj se skupaj z njo premika tudi vse v njeni notranjosti in naši okolici na površju. Eden izmed dokazov, da se Zemlja zares vrti je primer zvezde Alfa Centaurus. Od nas je oddaljena 4,3 svetlobna leta, da bi v 24 urah obkrožila Zemljo, kot je to vidno iz Zemlje, bi morala prepotovati krožnico s polmerom 4,3 svetlobna leta. To je praktično nemogoče in s tem dokazuje rotacijo Zemlje, saj bi v nasprotnem primeru za to morala potovati veliko hitreje od svetlobe, kar pa je za materijo nemogoče.

Posledice vrtenja Zemlje okoli svoje osi so menjavanje dneva in noči. Vedno je osvetljena natančno polovica Zemlje, druga polovica pa je obrnjena v nasprotno smer od sonca in je zato v temi. Takšno menjavanje dneva in noči ima številne posledice na površje Zemlje in zemeljsko življenje.

Tudi sploščenost Zemlje gre pripisati njenemu vrtenju. Vsako vrteče se telo se v spodnjem in zgornjem delu splošči, v sredini pa se izboči. Pri tem pojavu sta bistvenega pomena centrifugalna in centripetalna sila, ki ju prav tako povzroča Zemljina rotacija.



Skupaj z vplivom Lune pa vrtenje Zemlje povzroča tudi plimovanje morja[http://sl.wikipedia.org/wiki/Gibanje_Zemlje].

Pojavi zaradi vrtenja Zemlje

Pojave, ki dokazujejo vrtenje Zemlje okoli svoje osi, je moč zaslediti bodisi v poskusi na enem kraju bodisi s primerjavo opazovanj na različnih krajih zemeljskega površja.

Pri tem je pomemben pojav, ki ga je s teorijo dokazal že Isaac Newton. Gre za odklon prosto padajočega telesa, ki ga spustimo s čim večje višine. Pri natančni meritvi je namreč opaziti, da je telo pristalo nekoliko vzhodnejše od pričakovane točke, tj. natanko navpično pod točko spusta. Odklon se zgodi zaradi dejstva, da je vrhnja točka poti telesa bolj oddaljena od središča Zemlje in ima zato večjo obodno hitrost. Predmet, odvržen z vrha, bo tako po zakonu vztrajnosti obdržal svojo hitrost potovanja na vzhod in se bo tjakaj premikal hitreje kot točka natanko pod njim, temu primerno pa tudi pristal bolj vzhodno. Takšen odklon je majhen, saj se je pri poskusu meta krogle v rudniški jašek, globok 158,5 metra na zemljepisni širini 51°, krogla znašla 28,4 milimetra vzhodnejše od navpičnice. Bolj do izraza pa bi prišel ob npr. odmetu z letala 10 tisoč metrov nad tlemi, ko bi prosto padajoče telo odvisno od zemljepisne širine zaneslo okoli 7 metrov vstran.

Drugi pojav te vrste je navidezno vrtenje ravnine nihala, imenovano tudi Foucaultov poskus z nihalom. Če bi slednjega postavili nad katerega od zemeljskih tečajev tako, da bi podaljševalo vrtilno os, bi nihalo nihalo in pri tem spreminjalo smer gibanja tako, da bi projekcija njegovega gibanja v eni uri ustvarila dva kota po 15° z istim vrhom, in sicer natanko na polu.

Vztrajno nihanje bi v 24 urah zarisalo projekcijo gibanja nihala na ravnino, ki bi obsegala kot 360°. Praktični preizkus takšnega pojava, ki ga je možno izvesti kjerkoli izvzamši točke na ekvatorju, je leta 1851 izvedel francoski fizik Léon Foucault v kupoli pariškega Panteona s 67 metrov dolgo kovinsko vrvjo in 28 kilogramov težko kroglo na njenem koncu, na spodnji strani krogle pa z iglo, ki je v posuti pesek risala vzorec. Njen odklon v eni uri je znašal 11° 17'. Takšen pojav se pripisuje dejstvu, da se bo nihalo vedno gibalo v prvotni smeri ne glede na premikanje točke, na katero je obešeno. Poskus pa bi ne deloval na ekvatorju, saj sta ravnina ekvatorja in ravnina meridiana za razliko od drugih lokacij enaki ves čas vrtenja Zemlje.

Posledica vrtenja Zemlje je tudi njena različna težnost, ki je odvisna od zemljepisne širine. Tako na ekvatorju izmera vrednosti zemeljskega pospeška da vrednost 978,049 cm/s², medtem ko je na obeh polih ta rezultat 983,221 cm/s². Videti je, da je težnost na polih večja od tiste na ekvatorju. Razliko gre pripisati vplivu centrifugalne sile, ki jo proizvaja ravno vrtenje Zemlje. Ta deluje v nasprotni smeri sile teže in jo zato zmanjšuje, in sicer najmočneje na ekvatorju, saj je tam obodna hitrost in z njo centrifugalna sila največja.

Coriolisova sila bi ob izostanku drugih sil povzročala krožno vrtenje zračnih tokov; ko se to zgodi, nastane ciklon.

Ena bolj pomembnih neposrednih posledic vrtenja Zemlje pa je tudi odklon horizontalnih gibanj na površju Zemlje, imenovan **Coriolisova sila** po francoskem inženirju Gaspardu Gustavu Coriolisu.

Ta povzroča odklon, oziroma ukrivljenje gibajočih teles z vidika opazovalca, ki se nahaja na vrtečem sistemu, na primer na Zemlji. Ime je dobila po francoskem fiziku, inženirju in matematiku Gaspardu Gustavu de Coriolisu, ki je leta 1835 razpravljal o njej. Matematično jo je obravnaval že de Laplace leta 1778 v plimskih enačbah. Coriolisova sila je navidezna sila, ki se mirujočem sistemu opazovanja ne pojavlja, saj so tam vse spremembe, na katere ne deluje nobena sila, premočrtne. Coriolisova sila se pojavlja zgolj v primerih, kjer se opazovani sistem vrti. Ta sila se kaže kot pospešek, ki je pravokoten na smer gibanja, kar vodi do pojava, pri katerem se nam zdi sicer premočrtno gibanje, na katerega ne deluje nobena sila, ukrivljeno. Zaradi tega bi bilo bolje uporabiti izraz *Coriolisov pojav*, namesto Coriolisova sila. Coriolisova sila se pojavi ob delovanju centrifugalne sile in se pojavlja zgolj pri vrtiljivih sistemih. Centrifugalna sila je statična komponenta (odvisna zgolj od kraja opazovanja), Coriolisova sila pa dinamična (odvisna od hitrosti) komponenta končne rezultante navidezne sile. Coriolisova sila je tudi sestavni del geostrofije, oziroma geostrofičnega ravnovesja ozračja in oceanov. Merilni postopek, kot na primer Coriolijev merilec pretoka mase je osnovan na Coriolijevem načelu [http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2005_06/naloge/izdelki/v%20vrtecem%20sistemu/teorija.html].



Coriolisova sila je zraven tega tudi pomemben dejavnik pri pihanju pasatov, katerih pot se začne na okoli 30° severne in

južne geografske širine ter je usmerjena proti ekvatorju. Ti vetrovi se počasi odklanjajo proti zahodu, tako da na severni polobli pridobijo novo smer severovzhod-jugozahod, medtem ko na južni strani ekvatorja začno potovati od jugovzhoda proti severozahodu; ko preidejo ekvatorsko črto, gre njihov odklon v drugo smer [http://sl.wikipedia.org/wiki/Gibanje_Zemlje].

$l[m]$	$t_0[s]$	$t_0[s]$ (en nihalj)	$g[m/s^2]$
2,22	30	3	9,80
3,31	36,9	3,7	9,56
1,76	26,7	2,67	9,78
0,98	20	2	9,66
2,51	37,1	3,71	9,86

Pojav premikanja poti umetnih satelitov je znanost zasledila šele v obdobju potovanj v vesolje. Podlaga pojavu so umetni sateliti oziroma njihove orbite. Ti sateliti v določenem času obkrožijo Zemljo, pri tem pa presekajo ekvator vsakič v drugi točki, in sicer nekoliko zahodnejše od točke, skozi katero so nad ekvatorjem potovali v prejšnjem krogu poti. Do tega pojava bi ne prišlo v primeru nerotirajoče Zemlje.

EKSPERIMENTALNI DEL

Poskus sva izvedla kot prosti pad teles z različnimi masami in nihanjem. Zaradi pomanjkljivih podatkov, ki sva jih dobila pri prostem padanju teles, bova predstavila le podatke, ki sva jih dobila pri poskusu z nihalom.

NIHANJE

Težni pospešek deluje tudi na težno nihalno in vpliva na njegov nihajni čas. S poenostavitvijo formul lahko pridemo do enačbe za izračun težnega pospeška težnega nihala v odvisnosti od dolžine nihala ter povprečnega nihajnega časa. Formula za izračun se glasi:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{t_0^2}$$

Paralaksa

Avtor: Urban Avsec

Mentor: Mitja Kelemen

Za začetek seminarske naloge sem si postavil 2 problema, ki bi jih rad s pomočjo teoretičnega in praktičnega dela preizkusil. Za boljše preglednost si bom na podlagi problemov izbral hipoteze in želene cilje te naloge.

1. Kaj je paralaksa?
2. Načini uporabe paralakse.

1H: S pomočjo paralakse določamo razdalje do bližnjih in daljnih predmetov.

2H: Paralaksa je način za merjenje razdalj v vesolju

Cilji seminarske naloge:

- Se bolje spoznati z paralakso in jo tudi predstaviti
- Raziskati preteklost paralakse in kako so jo iznašli
- Preizkusiti paralakso v praksi in predstaviti rezultate

Naloga bo razdeljena na dva velika dela. Prvi bo teoretični del v katerem bom najprej raziskal in napisal zgodovino paralakse, Osnove merjenja s paralakso, kater bom pozneje tudi predstavil v teoretičnem delu in predstaviti še druge načine merjenja razdalj v vesolju, da jih bom lahko v teoretičnem delu primerjal z paralakso.

Zaključil bom z dokazovanjem oziroma odvrčanjem hipotez in

Izmerila sva dolžino nihala od obesišča do težišča kroglice nato pa zanihala nihalno tako, da amplitude niso bile večje od 5°. Nato sva izmerila čas, ki ga je nihalno potrebovalo za 10 nihaljev, v tabelo pa sva vpisala nihalni čas t_0 . Meritev sva ponovila še enkrat z nespremenjeno dolžino nihala potem pa še 4x z različnimi dolžinami.

Določila sva povprečno vrednost nihalnega časa za vsako dolžino posebej potem pa še izračunala težne pospeške. Povprečen rezultat vseh pospeškov je bil 9,732 m/s².

$$\bar{g} = 9,732 \text{ m/s}^2$$

ZAKLJUČEK

Z najino seminarsko nalogo sva predstavila pojma gravitacijski pospešek in vrtenje oziroma rotacija Zemlje. Oba sta tesno povezana s različnimi fizikalnimi zakoni, ki omogočajo delovanje našega planeta kot tudi vesolja. Zraven teoretičnega dela sva izvedla tudi eksperimentalni del, kjer sva merila gravitacijski pospešek na Zemlji s pomočjo nitnega nihala in rezultate podala v preglednico.

VIRI IN LITERATURA

1. http://www.fiz.uni-lj.si/~stipe/sola/praktikum_i/vaja10.pdf
2. http://sl.wikipedia.org/wiki/Te%C5%BEni_pospe%C5%A1ek
3. <http://barbi.freehost386.com/navpi%E8ni%20met.html>
4. http://sl.wikipedia.org/wiki/Gibanje_Zemlje
5. http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2005_06/naloge/izdelki/v%20vrtecem%20istemu/teorija.html
6. Liz Wheeler: Vesolje. Mladinska knjiga, Ljubljana 2008.

z zaključkom

Metodologija dela

V seminarski nalogi bom uporabil naslednje metode dela:

- ❖ Prebiranje pisne in elektronske literature
- ❖ Izpisovanje podatkov
- ❖ Napis teoretičnega dela s pomočjo zapiskov
- ❖ Eksperimentalno delo z metodo paralakse

Teoretični del

Beseda paralaksa (parallaxis*παράλλαξις) pomeni v grščini sprememba nečesa oziroma preureditev nečesa.

Paralaksa je sprememba smeri v kateri vidimo nebesno telo, ker se je premaknilo opazovališče.

Paralaksa se uporablja za določanje razdalj. V praksi se je uveljavila predvsem za merjenje razdalj v vesolju. Paralaksa deluje na principu poznavanje razmerij v trikotniku.

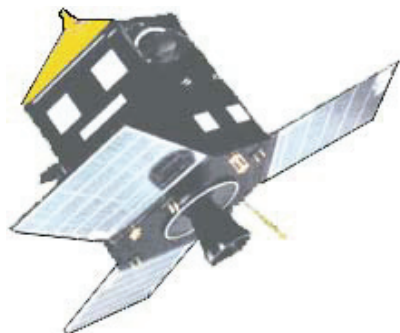
Danes se paralaksa uporablja za določanje razdalj med vesoljskimi objekti in zemljo.

2. Zgodovina paralakse

1.1 Kdo je »iznašel« paralakso?

Dandanes se je paralaksa zelo uveljavila v svetu vesoljskih meritev. Je edina do sedaj uspešna metoda merjenja zunajzemeljskih razdalj. Po

dosedanjih podatkih ni jasno, kdo je prvi opazil pojav paralakse vendar vemo da so paralakso poznali že v antičnih časih. Prvo ljudstvo, ki naj bi opazilo pojav paralakse so bili Sumeri, ki so bili zelo izobraženi v astronomiji. Tudi grški astronomi in filozofi so poznali pojav paralakse predvsem malo znani grški astronom Aristarh je podpiral paralakso. Med drugim je tudi govoril, da se zemlja vrti okoli sonca (heliocentrični sistem)



1.2 Paralaksa v 20. In 21. stoletju

V času srednjega veka je astronomija doživela zaton, tako se je tudi znanje o pojavu paralakse izgubilo. Vendar je z Galilejevimi opazovanji paralaksa spet "oživila".

Prva uspešna meritev paralakse na vesoljskem objektu (planet Mars) je bila datirana leta 1673.

Prve uspešne meritve medzvezdnih razdalj pa segajo slabih dvesto let nazaj. Leta 1838 je Friedrich Wilhelm Bessel s Fraunhoferjevimi

heliometrom izmeril paralakso zvezde 61 Laboda (Cygni). Nadaljnje meritve so bile deležne zvezde Vega (Friedrich Georg Wilhelm von Struve) in Proksima Kentavra (Thomas James Henderson)

Parsek (PC) je merska enota paralakse. Sestavljena iz dveh besed para-sek.

Prvi jo je uporabil Carl Vilhelm Ludvig Charlier v svojem članku Prostorska porazdelitev zvezd v Carringtonovem polarnem katalogu (The Distribution in Space of the Stars in Carrington's Circumpolar Catalogue) iz leta 1913.

Do sredine 20. Stoletja je bila izmerjena paralaksa več kot 60,000-ih zvezdam.

Med leti 1989 in 1993 je satelit Hipparcos, ki ga je izdelala evropska vesoljska agencija (ESA) izmeril paralakso 100,000 zvezdam do 2 kPC. Leta 2003 je NASA zaključila njegovo misijo.

Teorija Paralakse

Pojav paralakse je vsakdanjem, celo tako, da se ga več ne zavemo. Najbolj preprosti dokaz paralakse je da prst pridržiš pred seboj in zapreš eno izmed oči. Ko zamenjaš odprto z zaprtim opaziš spremembo položaja prsta glede na opazovališče. Ta pojav se imenuje paralaksa. Sprememba odstopanja lege želenega objekta glede na oba opazovališča je odvisna glede na dve spremenljivki:

- ❖ Razdaljo med opazovališčem in objektom
- ❖ In razdaljo med obema opazovališčema (Baza)

Paralaksa je kot, v katerem iz oddaljenega telesa vidimo izbrano bazo.

$$p = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$

Za izračun paralakse lahko imamo različne baze: a.e., polmere zemlje, in vnaprej določene razdalje med dvema opazovališčema.

Razdaljo r izračunamo s pomočjo enačbe:

$$r = \frac{AB}{\sin(p)}$$

II. Praktični del

1. naloga

Koliko metrov je oddaljen gasilski dom od OŠ Gornji Petrovci?

Delo:

Razdaljo do objekta sem izračunal s pomočjo paralaktične enačbe. Za kot α sem si vedno izbral kot 90° tako da sem dobil pravokotnik:

$$\frac{AB}{\sin(p)}$$

AB je razdalja med obema opazovališčema mestoma in p je paralaktični kot, ki sem ga izračunal po spodnji enačbi:

$$p = 90^\circ - \beta$$

Zaradi zelo malih kotov je verjetno odstopanje $2^\circ \pm$

$$|AB|=5m, \alpha=90^\circ, \beta=88^\circ$$

$$180^\circ - (\alpha + \beta) = 180^\circ - (90^\circ + 88^\circ) = 2^\circ$$

Po enačbi:

$$\frac{AB}{\sin(p)} \longrightarrow \frac{5}{\sin(2^\circ)} = 143m$$

Rezultat sem primerjal z razdaljo pridobljeno iz programa Google earth. In dobil naslednja rezultata:

Moje meritve 143m, Google earth: 600m

2. Naloga

V drugem primeru pa sem izmeril razdaljo od OŠ Zgornji Petrovci do bližnje cerkve.

Po zgornjem primeru sem izračunal razdaljo:

$$p = 90^\circ - 85^\circ = 5^\circ$$

$$\text{Po enačbi } r = \frac{AB}{\sin(p)}$$

$$r = \frac{5}{\sin(5^\circ)} = 62m$$

Primerjava podatkov z podatkom pridobljenim na google earth-u

Moj rezultat: 62 m, Google earth: 120m

Razlika med obema rezultatoma je prisotna zaradi nenatančnih izmer kotov.

Analiza podatkov

Iz podatkov pridobljenih z obema nalogama sem prišel do naslednji končnih rezultatov:

Paralaksa je zelo uporabna metoda za določanje razdalj. Vendar je za njo potrebna zelo dobra oprema za merjenje kotov, saj se že pri zelo malih kotih pride do velikih odstopanj rezultata od realne razdalje.

Komentar ob analizi podatkov

Do velikih odstopanj je prišlo zaradi nenatančnih meritev kotov, saj sem uporabljal dokaj nenatančne merilne naprave. Nekaj je dodal tudi človeški faktor.

Pri 1. Nalogi je bilo odstopanje velikansko, saj so pri večjih razdaljah zelo pomembne tudi manjše enote kot so stopinje in sam nisem imel priprav za meritve takih malih kotov.

4. Zaključek

Paralaksa je pojav, ki so ga opazili že v stari antiki. Je do sedaj najbolj natančna vrsta merjenja daljših razdalj v vesolju in tudi na zemlji. V času srednjega veka je bila paralaksa z vso znanostjo zanemarjena in je potonila v pozabo. Vendar je so jo z ponovnimi opazovanji spet opazili. V preteklih 400 letih se je s pomočjo paralakse izmerilo več kot 100,000 objektov v vesolju.

ESA in NASA sta v 90-ih letih poslali posebno sončno sondo, ki je merila paralakso.

Paralaksa ni le uporabna za vesoljske razdalje, a je tudi za razdalje na zemlji, vendar je pod pogoj imeti zares natančne aparature za merjenje kotov.

Viri:

- F. Avsec, M. Prosen; Astronomija ;DMFA; Ljubljana 2006 str/ 54-60 (pridobljeno dne 1.7.2009)
- M. Prosen ;Utrinki iz astronomije; Mladinska knjiga; Ljubljana 1980 str.52 (pridobljeno dne 1.7.2009)

- M. Rušič, C. Velkovrh; Nebo in zvezde; Mladinska knjiga; Ljubljana 1983 str/ 98 (pridobljeno dne 1.7.2009) <http://sl.wikipedia.org/wiki/Paralaksa> (pridobljeno dne 1.7.2009)
- http://www2.arnes.si/~jperna/poizkus_paralaksa.htm (pridobljeno dne 1.7.2009)
- <http://www.presek.si/18/1023-Prosen.pdf> (pridobljeno dne 1.7.2009)

Premjer kraterjev in višina gora na Luni

Avtorja: Tanja Vajs, Tilen Naraks

Mentor: Rok Vogrinčič

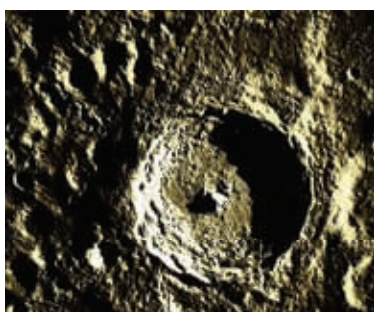
Luna

Luna ali Mesec je Zemljin edini naravni satelit. Izraz Luna prihaja iz latinščine, grški izraz pa je Selene. Slovenski izraz Mesec je povezan z koledarskim mesecem, saj Luna zamenja vse svoje mene v slabem mesecu dni, včasih pa je bil koledarski mesec vezan prav na gibanje Lune. Simbol lune je srp.

Videz Lune

Enolično, s prahom pokrito kamnito površje ima nešteto kraterjev s premerom do 200 in višino do 8 kilometrov. Luna prejema svetlobo od Sonca, zaradi tega jo vidimo v različnih menah (mlaj - Luna leži med Zemljo in Soncem; ščip - Zemlja je med Luno in Soncem). Kadar gre ščip v Zemljino senco, nastane delni ali popolni Lunin mrk.

Udarni krater



Udarni krater (tudi astroblemi ali kar krater) je krožna ali ovalna depresija na površini, običajno na planetu, luni, asteroidu ali drugemu nebesnemu telesu, ki je nastala s trkom manjšega telesa meteora s površjem. Barringerjev krater v Arizoni, ZDA, je značilen primer.

Starodavni kraterji, čigar relief je že izginil in je za njimi ostala le še sled, se imenujejo palimpsesti. Čeprav lahko predvidevamo, da bi velik udarec na Zemlji lahko pustil neizbrisljive posledice, pa stalni procesi, ki spreminjajo površje Zemlje, počasi zabrišejo učinke udarca. Erozijska vetra in vode, napihan pesek, vodonosni sedimenti in tokovi lave sčasoma zakrijejo ali pokopljejo kraterje, ki so ostali po trkih. Pomembno vlogo igra tudi propadanje šibkega materiala skorje, predvsem na telesih zunanjega dela Osončja, ki so prekrita s skorjo ledu (npr. na Jupitrovi luni Kalisto).

Vendar pa nekateri dokazi ostanejo in tako je bilo na Zemlji odkritih preko 150 večjih kraterjev. Preučevanja teh kraterjev so omogočila geologom najdbo preostalih sledi drugih kraterjev, ki so bili večinoma zabrisani. Udarni kraterji so bili najdeni na skoraj vseh planetih in lunah s trdnim površjem.

Premjer kraterjev na Luni

Vaja ima dva dela. Najprej s teleskopom fotografiramo Luno ob prvem krajcu. Kdaj točno nastopi prvi krajec, poiščemo na internetu ali v efemeridah. S pomočjo Luninega zemljevida se odločimo, katerim kraterjem bomo ocenili premer. Nato na

posnetku najprej določimo premer Lune v milimetrih (npr. s pomočjo programa CoerlDraw), potem izmerimo premer določenega kraterja v milimetrih (glej sliko 1). Ker kraterji niso idealni krogi meritev večkrat ponovimo, ob tem pa tudi obnovimo, kaj je to relativna in kaj absolutna napaka. Po sklepnem računu izračunamo, saj premer Lune v kilometrih poznamo (tj. 3476 km) in imamo ocenjeno vrednost premera. Dobljeno oceno lahko primerjamo z podatki iz literature. Polmer Lune: 1735, 97 km. Premer Lune: 3471, 94 km.

1. KRATER: 11 mm

Račun: $x/3471.94 = 11/276$

X: 138 km

Pravilno: X: 153 km

Ime: Ptolemaeus

Rezultat: 138 km $\pm$ 13 km

2. KRATER: 8 mm

Račun: $x/3471.94 = 8/276$

X: 101 km

Pravilno 108 km

Ime: Alphonsus

Rezultat: 101 km $\pm$ 13 km

3. KRATER: 6.5 mm

Račun: $x/3471.94 = 6.5/276$

X: 82 km

Pravilno: 97 km

Ime: Arzachel

Rezultat: 82 km $\pm$ 13 km

4. KRATER: 6 mm

Račun: $x/3471.94 = 6/276$

X: 75 km

Pravilno: 81 km

Ime: Archimedes

Rezultat: 75 km $\pm$ 13 km

5. KRATER: 7.2 mm

Račun: $x/3471.94 = 7.2/276$

X: 90 km

Pravilno: 93 km

Ime: Copernicus

Rezultat: 90 km $\pm$ 13 km

6. KRATER: 4 mm

Račun: $x/3471.94 = 4/276$

X: 50 km

Pravilno: 58 km

Ime: Eratosthenes

Rezultat: 50 km $\pm$ 13 km

Rezultat: 138 km $\pm$ 13 km

Lunino površje in notranjost

Že s prostim očesom razločimo na Luni svetle predele - "celine", ki zavzemajo okoli 60 % Lunine navidezne okrogle ploskvice, in temna območja - "morja".



Najbolj značilne tvorbe Luninega površja pa so kraterji. Na z Zemlje vidni polovici Lune bi lahko našli okoli 300.000 kraterjev s premerom od enega do sto kilometrov. Pet kraterjev ima premer večji od 200 km. Za Lunino pokrajino so značilni tudi razpotegnjeni sistemi žarkov, velikanske razpoke, jarki in žlebovi. Na vidni strani Lune lahko naštejemo okoli 500 razpok. Nekatere so dolge 300 km, široke do 5 km in globoke več sto metrov. Najdemo tudi dolge strme razsežne prepade z ostrimi robovi. Eden od njih je Ravna stena, dolga okoli 100 km in visoka 300 m.

Višina gora na Luni

Višino gora najlažje ocenimo ob Luninem prvem in zadnjem kraju. Tedaj gore mečejo najdaljše sence in so kraterji zelo dobro vidni. To dejstvo uporabimo za preprosto metodo določanje višine gora na Luni. Na posnetkih Lune ob prvem ali zadnjem kraju izmerimo dolžino sence in oddaljenost gore od terminatorja v milimetrih. Za meritve uporabimo program Corel Draw 11. Višino gora podamo v metrih, seveda pa moramo prej narediti preprost sklepn račun, kot pri razsežnosti kraterjev. Pri tej vaji je potrebna precejšnja mera potrpežljivosti, ker je oddaljenost stene gora od terminatorja in dolžino sence težko oceniti. Posebno tu je potrebna ostra slika in uporabimo več različnih posnetkov Lune ob prvem in zadnjem kraju. K dobri oceni višine gora prispeva množica preciznih meritev. Za določanje dolžine sence in oddaljenost gore od terminatorja seveda lahko uporabimo še kakšno drugo metodo, npr. da povečano sliko projiciramo na zaslon in nato izmerimo.



1. GORA: 1 mm
Enačba: $h = d \cdot l / R$
 $h = (23 \cdot 1) / 276 = 0.083 \text{ mm}$
 $(0.083 \cdot 3471.94) / 276 = x$
 $x = 1.05 \text{ km} \pm 13 \text{ km}$
Ime: Mons Pico

2. GORA: 2.5 mm
Enačba: $h = d \cdot l / R$
 $h = (23 \cdot 2.5) / 276 = 0.21$
 $(0.21 \cdot 3471.94) / 276 = x$
 $x = 0.21 \pm 13 \text{ km}$
Ime: Pico

3. GORA: 0.5 mm
Enačba: $h = d \cdot l / R$
 $h = (23 \cdot 0.5) / 276 = 0.041$
 $(0.041 \cdot 3471.94) / 276 = x$
 $x = 0.52 \pm 13 \text{ km}$
Ime: Henry Freres C.

4. Gora: 0.2 mm
Enačba: $h = d \cdot l / R$
 $h = (23 \cdot 0.2) / 276 = 0.02$
 $(0.02 \cdot 3471.94) / 276 = x$
 $x = 0.25 \pm 13 \text{ km}$
Ime: Grimaldi

5. GORA: 0.8 mm
Enačba: $h = d \cdot l / R$
 $h = (23 \cdot 0.8) / 276 = 0.07$
 $(0.07 \cdot 3471.94) / 276 = x$
 $x = 0.88 \pm 13 \text{ km}$
Ime: Unknown

6. GORA: 1 mm
Enačba: $h = d \cdot l / R$
 $h = (23 \cdot 1) / 276 = 0.083 \text{ mm}$
 $(0.083 \cdot 3471.94) / 276 = x$
 $x = 1.05 \text{ km} \pm 13 \text{ km}$
Ime: Monthes Rhiphaeus

Kometi

Avtor: Oto Jug

Mentor: Ernest Hari

Opis kometov

Komet (ali repatica) je majhno astronomsko telo, podobno asteroidu, vendar sestavljen pretežno iz ledu. Skoraj vsa masa komet je v njegovem jedru, ki je sestavljen iz kamnja in nikljevega železa. Ti delci so med seboj povezani z ledom. Ko se komet približa Soncu, se ta led spremeni v plin. Ta plinasti oblak se potem razporedi okrog jedra komet in nastane koma. Koma je plinasta in prašna ovojnica jedra. Sončev veter potem odbija delce prahu iz kome in pojavi se dolg rep, ki je usmerjen stran od Sonca. Najbolj znan komet je Halleyjev komet, ki ima obhodno dobo 76 let.

Kometi se razlikujejo od asteroidov po repu (komi), ki se nahaja za kometom. V daljšem času lahko komet izgubi vse hlapljive snovi. S tem postane podoben asteroidom. Kometi in asteroidi se razlikujejo tudi po mestu nastanka. Kometi so nastali v zunanem delu Osončja, asteroidi pa v notranjem delu.

Kometi imajo zelo različne obhodne dobe, ki so lahko velike od nekaj let pa vse do nekaj sto tisoč let. Nekateri od njih letijo mimo Sonca samo enkrat, ker jih težnostna sila izvrže v medzvezdni prostor.

Komete po značilnosti obhodne dobe delimo na:

neperiodične komete, ki imajo parabolično ali hiperbolično tirnico. Takšni kometi se enkrat pojavijo, potem pa nikoli več.

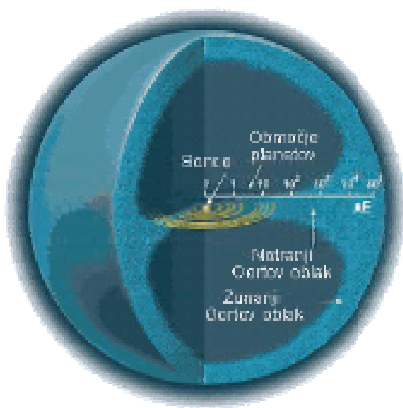
periodične komete, ki imajo stabilno tirnico po kateri se gibljejo tako, da v daljšem ali krajšem času obkrožijo Sonce. Po dolžini obhodne dobe jih delimo na:

dolgoperiodične komete, ki imajo obhodno dobo daljšo od 200 let. Verjetno izhajajo iz Oortovega oblaka. Njihov način gibanja je lahko prograden ali retrograden. Izsrednost njihove tirnice je blizu 1.

kratkoperiodične komete, ki imajo obhodno dobo manjšo od 200 let. Ta vrsta kometov izvira verjetno iz Kuiperjevega pasu ali v razpršenem disku. nakloni tirnice teh kometov so okoli 20° in tako se nahajajo blizu ekliptike. Pri več kot polovici kratkoperiodičnih kometih leži perihelij tirnice blizu tirnice Jupitra (to je med 5 in 6 a.e.). Te komete obravnavamo kot Jupitrovo družino kometov.

V novembru 2008 so poznali 3572 kometov,¹ Od katerih jih je 1500 Kreutzovih bližnjesončevih kometov in 400 je kratkoperiodičnih. To je verjetno izredno majhen del teles, ki bi lahko bila komet, saj predvidevajo, da je takšnih okoli trilijon. Običajno vsako leto s prostim očesom vidimo samo enega, pa še ta ni vedno zanimiv za širšo javnost.

Od kod izvirajo kometi?



Eden od izvorov je Oortov oblak, tj. sferni oblak kometov, ki predstavlja mejo sončnega sistema in je najgostejši na razdalji približno 50.000 astronomskih enot (AE)¹ oziroma skoraj eno svetlobno leto od Sonca. To je približno četrtnina razdalje med Soncem in zvezdo *Proxima Centauri*, ki je najbližja našemu sončnemu sistemu. Oblak naj bi se raztezal do 200.000 AE v vesolje. Oortov oblak je zelo redek, kometi pa so med seboj oddaljeni po več deset milijonov kilometrov. Njihovo število ocenjujejo na 6 trilijonov, njihova skupna masa pa naj bi bila okrog 40-krat večja od Zemljine. Oblak je sestavljen iz relativno gostejšega obroča v ravnini ekliptike in redkejša lupine. Oortov oblak je izvor dolgoperiodičnih kometov. Gravitacija Sonca na komete iz Oortovega oblaka nima velikega vpliva, zato lahko zunanji vplivi povzročijo motnje in komete preusmerijo proti notranjosti sončnega sistema ali pa v medzvezdni prostor. Vzroki za spremembe v tirnicah kometov so poleg mimoidočih zvezd tudi veliki oblaki molekularnega vodika, ki jih sreča Sonce na svoji poti po galaksiji.

Označevanje kometov

V letu 1994 je Mednarodna astronomska zveza uvedla nov način označevanja kometov. Novo odkritemu kometu Mednarodna astronomska zveza podeli začasno ime, ki je sestavljeno iz leta odkritja in velike črke, ki označuje polovico (prvo ali drugo) meseca v katerem je bil odkrit. Dodajo še številko, če bi v eni polovici meseca odkrili več novih kometov. Pred to oznako pa dodajo oznako, ki označuje lastnost kometar:

P/ označuje periodične komete

C/ označuje neperiodične komete

X/ označuje komete za katere se ne more določiti tirnica (kometi opaženi v preteklosti)

D/ označuje komete, ki so razpadli ali so jih izgubili

A/ označuje telesa, ki so jih najprej imeli za komete, pozneje pa so ugotovili, da so asteroidi

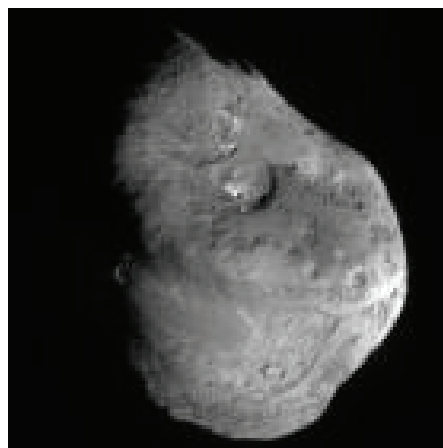
Ko je natančno določena tirnica dobi komet še zaporedno številko (podobno kot pri asteroidih). Tako ima prvi odkriti periodični komet (Halleyjev komet) oznako 1P/1682 Q₁. Poznamo pa tudi pet teles, ki jih obravnavamo kot komete in kot asteroide. To so 2060 Chiron (95P/Chiron), 4015 Wilson-Harrington (107P/Wilson-Harrington), 7968 Elst-Pizarro (133P/Elst-Pizarro), 60558 Echeclus (174P/Echeclus) in 118401 LINEAR (176P/LINEAR (LINEAR 52)). Kometi, ki pa najprej dobijo oznako asteroida, pa s tem pridobijo nenavadno ime. Primer: P/2004 EW38 (Catalina-LINEAR).

Jedro

Jedro kometar je običajno veliko od 100 m do 40 km. Komet z jedrom večjim od 40 km ni znan. Sestavljeno je iz kamnin, prahu, vodnega ledu in zamrznjenih plinov (oglikov monoksid, oglikov dioksid, metan in amonijak). Velikokrat komete opisujejo tudi kot *umazane snežne kepe*. Verjetno pa imajo nekateri tudi bolj komplicirane spojine (oglikovodik in aminokisljine). Oblika jedra kometov je nepravilna, ker imajo premalo mase, da bi postali okrogli.

Svetlost

Jedra kometov so med najbolj temnimi telesi v Osončju. Sonda Giotto (Halleyjevemu kometu se je približala na 596 km) je odkrila, da Halleyjev komet odbije samo 4% svetlobe, ki pade nanj (za primerjavo: asfalt odbije 7% svetlobe). Tudi sonda Deep Space 1 je izmerila, da površina kometar 19/P Borrelly odbije od 2,4 do 3% svetlobe.



Koma

V zunanem delu Osončja komete težko opazimo, ker ostane komet zamrznjen in so po velikosti zelo majhni. O opažanjih neaktivnih kometov v Kuiperjevem pasu poročajo tudi po opaževanjih z Vesoljskim teleskopom Hubble. Teh opažanj še niso potrdili neodvisni opazovalci, zato niso povsem zanesljivi. Ko se komet približuje notranjemu delu Osončja, pričnejo lahko

hlapljive snovi izparevati na površini. Pri tem se seveda izloča tudi prah, ki je vključen v zamrznjeno telo jedra komete. To povzroči, da nastane okoli komete oblak prahu in plinov, ki je podoben atmosferi, kar imenujemo koma. Zaradi tlaka Sončevega sevanja in Sončevega vetra se naredi velikanski rep, ki vedno kaže v nasprotni smeri od Sonca. Tokovi prahu in plinov tvorijo dva repa, ki kažeta v rahlo različni smeri. Rep, ki je nastal iz delcev prahu, je rahlo ukrivljen. Koma komete je lahko večja od Sonca, sam rep pa je lahko tudi daljši od 1 a.e. Relativna razlika v hitrosti komete in Sončevega vetra povzroča udarni val. V tem udarnem valu se koncentrirajo kometovi ioni in polnijo Sončevo magnetno polje s plazmo. Magnetne silnice se ukrivijo okoli komete in tvorijo rep, ki je lahko dolg tudi do 100.000 km. Koma in rep osvetljuje Sonce in tako postaneta vidna z Zemlje, ko se komet giblje v notranjem delu Osončja. Prah odbija vpadlo svetlobo, plini pa sevajo zaradi ionizacije. Večina kometov je preslabotnih, da bi jih videli s prostim očesom. Nekateri pa postanejo nenadoma tako svetli, da jih lahko vidimo. Občasno kometi tudi kažejo nenadne izbruhe plina in prahu, kar močno poveča komo. Naj opišem dva komete:

Halleyev komet

Leta 1705 je Edmond Halley z uporabo Newtonovih novih zakonov gibanja napovedal, da se bo komet, ki je bil viden v letih 1531, 1607 in 1682 vrnil leta 1758 (ki pa je bilo po njegovi smrti). Komet se je zares vrnil in je bil kasneje imenovan v Halleyevo čast.



Povprečna perioda Halleyeve orbite je 76 let, vendar ne moremo izračunati datumov njegovega pojavljanja preprosto z odštevanjem mnogokratnikov 76 od leta 1986. Gravitacijske sile velikih planetov spreminjajo orbito iz obrata v obrat. Med leti 239 p.n.š. in 1986 n.š. se je orbitalna perioda spreminjala od 76,0 let (leta 1986) do 79,3 let (leta 451 in 1066). Njegova najboljša znana pojava je bila leta 1066, ko je bil viden med bitko pri Hastingsu in je celo ovekovečen na Bayeux Tapestry.

Komet Halley je bil viden leta 1910 in spet leta 1986. Njegov naslednji prehod perihelija bo leta 2061.

Samo tri komete so obiskala vesoljska vozila. Nasin ICE je šel skozi rep komete Giacobini-Zinner leta 1985; Giotto je leta 1989 obiskal komet Grigg Skjellerup. Leta 1986 je pet vesoljskih vozil iz ZSSR, Japonske in Evropske zveze obiskalo Halleyev komet; Esin Giotto je uspel dobiti bližnje posnetke Halleyevega jedra.

V nasprotju z pričakovanji je Halleyevo jedro zelo temno: njegov albedo je le okoli 0,03, kar je temnejše od oglja in je zato eno od najtemnejših objektov v sončnem sistemu.

Gostota Halleyevega jedra je zelo majhna: le 0,1 g/cm³ kaže, da je verjetno luknjast, mogoče zaradi tega, ker je verjetno le prah, ki je ostal po sublimaciji raznih ledov.

Halleyev komet je skoraj edinstven med kometi, ker je velik in aktiven in ima dobro določeno in normalno orbito. Zato je bil lahka tarča za Giotto in druge, vendar pa v splošnem ne predstavlja običajnih kometov.

Lulin komet

Zimsko nebo bo letos popestril svetli komet C/2007 N3 (Lulin). Komet so že julija 2007 odkrili kitajski astronomi, v letošnjem

februarju pa naj bi po pričakovanjih dosegel 5. magnitudo in bo tako lepo viden v binokularjih, na temnem nebu pa morda tudi s prostim očesom.

Tekom februarja se komet približuje Zemlji do največjega zblizanja 24. februarja, ko bo 0,41 astronomske enote oz. 61 milijonov km od Zemlje. Takrat se bo zaradi bližine hitro pomikal po nebu s kar 5° na dan! Ob največjem zblizanju bo komet obenem tudi v opoziciji s Soncem, zato bo viden vso noč.

V binokularjih bo na temnem nebu mogoče videti modrozeleno barvo kometove plinske kome. Zaradi bližine Zemlji utegne doseči precej velike dimenzije, morda do 20', oz. dve tretjini Luninega navideznega premera. Dosedanji razvoj komete ni posebej obetaven za daljši plinski rep, a bomo zaradi ugodne opazovalne geometrije – večino časa se namreč nahajamo zelo blizu ravnini kometove orbite – lahko toliko bolje videli njegov prašni rep.

Po opoziciji s Soncem in največjem zblizanju z Zemljo se bo komet tekom pomladi počasi pomikal dlje od nas. Proti koncu maja se bo komet pogreznil v večerno zarjo in ne bo več viden.

Komet je tudi eden od vzrokov za meteorski roj. Zato bom opisal tudi le te.

Meteorski roj

Meteorski roj (tudi meteorski dež) je nebesni pojav pri katerem se vidi večje število meteorjev, ki navidezno izvirajo iz ene točke. Točka iz katere izvirajo meteorji se imenuje radiant.

Meteorji so posledica delcev, ki vstopijo v atmosfero Zemlje z izredno veliko hitrostjo. Manjši delci zaradi trenja pri gibanju skozi zrak izparijo. Večji delci pa pustijo svetlo sled, ki hitro izgine. Sled nastane zaradi zastojnega tlaka, ki deluje na delec pri gibanju skozi zrak. Večina delcev tako razpade in nikoli ne dosežejo površine Zemlje. Kadar pa delec (ali njegov del) pade na površino Zemlje, ga imenujemo meteorit.

Merilo za aktivnost meteorskega roja je zenitna urna frekvenca (ZHR), ki meri število meteorjev, ki bi jih videl opazovalec na temnem in jasnem nebu, če bi bil radiant v zenitu.

Izvor in nastanek meteorskih rojev

Meteorski roji imajo svoj izvor v delcih, ki jih za seboj pusti komet. Vidimo jih kot kometov rep. Na ta način se po celotni poti komete razsujejo meteoroidi obliki meteoroidnega toka. Med kroženjem Zemlje okoli Sonca včasih Zemlja prečka ta meteoroidni tok in na Zemlji takrat opazimo meteorski roj. Meteoroidi z veliko hitrostjo vstopajo v atmosfero, zaradi velikega zastojnega tlaka, ki deluje nanje, se segrejejo in kažejo kot meteorji.

Irski astronom George Johnstone Stoney (1826-1911) in britanski astronom Arthur Matthew Weld Downing (1850-1917) ter od njiju neodvisno v Nemčiji Adolf Berberich so že leta 1890 prišli na zamisel, da so meteorski roji posledica meteoroidnega toka, ki nastane na poti komete. Težnostna sila na te delce določa kje bo njihov tok sekal pot Zemlje. V letu 1985 je E. D. Kondratjeva in E. A. Reznikov z Univerze v Kazanu sta prva pravilno določila leto v katerem so nastali delci, ki so povzročili nekatere meteorske roje Leonidov. Peter Jenniskens je objavil predvidene meteorske roje za naslednjih 50 let. Po dolgem času se lahko oblika prašnih področij zelo spremeni. Eden izmed vplivov je v resonančnih tirnicah z Jupiterom ali katerim drugim planetom. Ker ima Jupiter ponavljajoč se vpliv, privlači delce tako, da bi ostali v vedno enakem relativnem položaju. To ustvarja nitasto strukturo.

Drugi vliv je možno srečanje s planetom. Ko meteoroid leti mimo Zemlje, se lahko pospeši ali pa zavre. To povzroča vrzeli v prašnem področju, kar se pozna pri naslednjem srečanju s planetom.

Tretji vpliv je sevalni tlak, ki potiska manjše delce v tirnice dalje od Sonca. Večji delci pa ne čutijo sevalnega tlaka v tolikšni meri. To povzroči, da včasih nastanejo meteorski roji z bolj svetlimi meteorji, drugič pa z manj svetlimi.

Zunajzemeljski meteorski roji

Vsako nebesno telo s primerno atmosfero lahko ima meteorske roje. Na Marsu so že opazili meteorske roje, ki pa niso enaki kot na Zemlji. Mars kroži po drugi tirnici in seveda seka poti

kometov na drugih mestih kot Zemlja. Panoramska kamera na robotskem vozilu Spirit je 7. marca 2004 posnela svetlobno črto za katero domnevajo, da je meteor iz meteorskega roja, ki je povezan s kometom 114/PWise-Skiff. Drugi meteorski roj, ki ga pričakujejo so »Lambda Geminidi«, ki so povezani z zemeljskim rojem Eta Akvaridi oba pa sta povezana s kometom 1P/Halley. Drugi meteorski roj bi bil »Beta Canic Major«, ki je povezan s kometom 13P/Olbers.

Perzeidi

Perzeidi so meteorji, ki pripadajo vsakoletnemu meteorskemu roju.

Radiant Perzeidov leži v ozvezdju Perzeja (Per) (Perseus). Perzeidi se pojavljajo od 14. julija do 24. julija, svoj vrhunec pa dosežejo v 12. avgusta. Starševsko telo (izvorni komet) je komet Swift-Tuttle (obhodna doba okoli 133 let). Večina prašnih delcev v oblaku, ki daje meteorski roj, je starih okoli 1000 let. Obstoj pa tudi mlajši pramen prahu, ki je izparel iz komete v letu 1862. Meteorji, ki izvirajo iz tega pramena, dajejo močnejši roj.

Opazovanje

Meteorski roj Perzeidov opazujejo že okoli 2000 let. Prvi podatki o opazovanju prihajajo iz Daljnega vzhoda. V Evropi so bili Perzeidi znani kot »solze svetega Lovrenca«. Roj se lahko opazuje vsako leto od 17. julija do 24. avgusta. Največ utrinkov opazimo okoli 12. avgusta. V glavnem jih vidimo na severni polobli. Vrhunec roja je zelo širok, zato jih lahko opazujemo več noči. Ko doseže roj vrhunec, lahko vidimo več kot 60 meteorjev na uro. Aktivnost roja se prične zvečer in močno naraste po 23. uri, ko je radiant že precej visoko na nebu. Število meteorjev narašča vse do jutra. Srednja hitrost delcev je okoli 59 km/s.



Tauridi

Tauridi so meteorji, ki pripadajo dvema meteorskima rojema, ki ju imenujemo Severni Tauridi in Južni Tauridi. Tauridi se pojavljajo od 1. oktobra do 25. novembra, svoj vrhunec pa dosežejo 5. novembra. Roj povroča več teles, med njimi je tudi komet 2P/Encke

Zgodovina

Meteorski roj Tauridov je bil odkrit leta 1869. Severne Tauride je opazoval Giuseppe Zezioli iz Italije, ki je opazil 11 meteorjev. Južni Tauride je opazoval T. W. Backhouse, ki je opazil 5 meteorjev. Severne Tauride so v 19. stoletju pogostejše opazovali kot pa Južne.

Poglobljena obravnava Južnih Tauridov se je pričela šele leta 1920. William F. Denning je opazil, da večina ognjenih krogel, ki se pojavljajo v začetku novembra, izhaja iz radianta meteorskega roja Tauridov. Po letu 1920 so postala opazovanja obeh radiantov pogostejša. Raziskovalci so se strinjali s tem, da je v področju ozvezdij Bik in Ovna večje število radiantov, ki so aktivni oktobra in novembra. Pomembno delo o radiantih Tauridov je bila knjiga *Meteorstrom*, ki jo je napisal Hoffmeister leta 1948. Odkril je 91 radiantov severnih Tauridov. V 60-tih letih so s pomočjo radijskih odbojev določili tirnico za

vsak roj posebej. Z opazovanjem meteorjev, ki jih s prostim očesom ne vidimo, so ugotovili tudi, da se obe tirnici zelo malo razlikujeta.

Nastanek

Komet Encke je verjetno nastal ob razpadu večjega komete pred 20.000 do 30.000 leti. Pri tem je nastalo veliko manjših delcev. Oblak delcev se je zaradi težnostnega vpliva Zemlje in drugih planetov zelo razširil. Tako je nastal oblak, ki je eden največjih v Osončju. Zaradi izrednih razsežnosti Zemlja potuje skozi oblak kar nekaj tednov. Tako nastane meteorski roj, ki traja mnogo dalj časa kot ostali meteorski roji. Delci, ki sestavljajo oblak, so tudi precej težji kot zrna prahu v ostalih rojih. Predvidevajo, da ima roj vrh aktivnosti vsakih 2.500 do 3.000 let. Naslednji vrh bo okoli leta 3.000. to daje slutiti, da je roj Tauridov povzročil tudi znano Betlehemske zvezdo, ki jo opisuje Sveto pismo

Opazovanje

Običajno se opaža okoli 7 utrinkov na uro. Pogosto se vidijo ognjene krogle. Meteorji so relativno počasni. Meteorski roj je bil lepo viden leta 1988 in 2005.

Andromedidi

Andromedidi ali Bielidi (tudi Alfa Andromedidi) so meteorji iz vsakoletnega meteorskega roja.

Radiant Andromedidov leži v ozvezdju Andromede (And) (Andromeda). Andromedidi se pojavljajo od 25. septembra do 3. oktobra, svoj vrhunec pa dosežejo 12. novembra. Meteorski roji Andromedidov, ki se pojavljajo sedaj imenujejo tudi letni Andromedidi. Za Andromedide iz leta 1872 in 1885 pa uporabljajo samo ime Andromedidi. Obstojajo pa tudi Ni Andromedidi, ki imajo kot starševsko telo asteroid 2002 XO14.

Zgodovina

Zgodovina Andromedidov je tesno povezana s kometom 3D/Biela, ki je bil trikrat odkrit. Nazadnje ga je odkril Wilhelm von Biela v letu 1826 (po njem ima tudi ime). Biela je znal povezati vsa tri odkritja z enim nebesnim telesom. Leta 1832 ga je odkril John Herschel. Nato ga nekaj časa zopet niso videli. V letu 1839 so ga zopet opazili. Takrat je postal za astronome izredno zanimiv, ker je imel dve ločeni jedri, ki sta počasi večali svojo medsebojno razdaljo. Obe jedri so nekaj časa lahko opazovali. Ko se je komet zopet pojavil leta 1846 je imel še samo eno jedro. Pozneje so ga zopet izgubili in ga nikoli več niso videli. Zanimivo je to, da so v času predvidene vrnitve komete (1872) opazili izredno močan roj (do 3000 utrinkov na uro).

Prvi podatki o meteorskem roju Andromedidov obstojajo za 5. december leta 1741. Pojavili so se še leta 1798, ko so 7. decembra opazili okoli 400 utrinkov na uro. Najmočnejši je bil roj 27. novembra 1885, ko so lahko opazili tudi do 13.000 utrinkov na uro. Meteorski roji Andromedidov so se še pojavljali 6. decembra 1738 (okoli 100 na uro), 6. decembra 1847 (~ 150 na uro), 30. novembra 1867, nato pa še v letih 1885, 1892, 1899, 1904 (~ 20 na uro), 1940 (~ 30 na uro). Komet 3D/Biela je bil prvi komet, ki so ga lahko z veliko verjetnostjo povezali z meteorskimi roji.

V letu 1971 so opravili nove raziskave tirnice komete 3D/Biela. Lindblad je ugotovil, da Andromedide sestavljata dva toka, pozneje pa so ugotovili, da nista samo dva toka delcev, ampak jih je več. Na te tokove delcev je verjetno vplival Jupiter. Zaradi tega se je vrhunec roja pomikal od sredine decembra v sredino novembra. To pomeni, da trenutna aktivnost v novembru izhaja iz nove tirnice delcev. Aktivnost iz decembra pa izhaja iz starega toka delcev. V 70-tih letih prejšnjega stoletja so postali Andromedidi bolj zanimivi, ker so zopet lahko opazovali šibek roj (nekaj utrinkov na uro). Verjetno trenutne roje Andromedidov povzroča cela vrsta nitastih obročev sestavljenih iz manjših delcev. Ti obroči so nastali iz prvotne sledi poti komete zaradi vpliva Jupitra. V zadnjih 100 letih so zaznali naraščajočo letno dolžino roja in obstoj večkratnih vrhuncov v novembru. Letne Andromedide je raziskoval tudi Hoffmeister. Opazil je, da se je radiant Piscidov pomikal proti severu oziroma proti radiantu znanih Andromedidov.

Opazovanje

Meteorji so šibki, rdečkaste barve in niso močnejši od 3,0 do 3,5 magnitude. Andromedidi so bili najmočnejši meteorski roj v 19. stoletju. Danes se pojavljajo vse od 25. septembra in včasih trajajo tudi do 6. decembra.

Viri:

- Wikipedija
- PowerPoint predstavitev astronomskega društva Vega
- astronom.si
- razne astronomske internetne strani

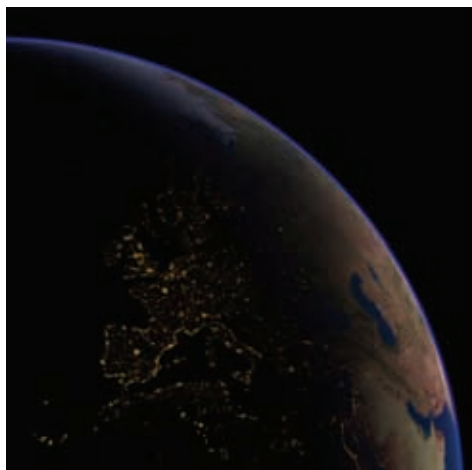
Svetlobno onesnaženje

Avtorja: Urša Klobučar, Manca Bukovac

Mentor: Mitja Kelemen

SVETLOBNO ONESNAŽENJE

V seminarski nalogi sva prikazali problem svetlobnega onesnaženja v Evropi, Ameriki ter drugod po svetu. Razložili sva pojem svetlobno onesnaženje, navedli vzroke le-tega, opisali posledice, če se bomo osvestili ter prenehali svetlobno onesnaževati, pa tudi če tega ne bomo storili. Veliko ljudi misli, da je to samo problem astronomov, ne pa tudi njih samih, zato tudi ničesar ne naredijo v zvezi s tem. Če pa bi se zavedali, kako pomembno je to za njihovo zdravje samo, za živali in naš ekosistem, bi se morda zamislili in začeli varčno ter okolju prijazno uporabljati razsvetljavo.



Kaj je svetlobno onesnaženje?

S pojmom svetlobno onesnaženje označujemo sevanje svetlobe in svetil za zunanjo razsvetljavo neposredno ali posredno v nebo. Zaradi povečevanja neustrezne umetne razsvetljave se tako povečuje svetlost neba. Del svetlobe, ki se uporablja za neprimerno razsvetljevanje cest, dvorišč, reklamnih panojev in drugih objektov se širi navzgor v nebo, ki je zaradi tega svetlejši. O tem se lahko enostavno prepričate tudi sami; če se v večjem mestu v jasni noči ozrete v nebo, lahko vidite le nekaj najsvetlejših zvezd. Šibkejših zvezd ni mogoče videti, ker je odsev neba svetlejši od njih.

Svetlobno onesnaženje opazimo kot:

- Žarenje neba v smeri mest, ki ga lahko opazimo na desetine kilometrov daleč.
- Bleščanje - neprijeten občutek, ko je vid zaradi močne svetlobe oviran.
- Svetenje preko mej zemljišča, najbolj moteča je, ko ponoči sveti skozi okna.

Najpogostejši vzroki svetlobnega onesnaženja so:

- Nastane zaradi sipanja svetlobe neustreznih svetilk na prahu ali vlagi v zraku.
- Množična uporaba zastarelih nezasečenih svetilk, ki ne osvetljujejo samo tal, ampak pošiljajo obilo svetlobe tudi v nebo. Poleg negativnih okoljskih je v nepotrebnem troši tudi obilo energija, kar pa seveda tudi ni zastonj.

- Nestrokovno montirane svetilke, ki poleg tal osvetljujejo tudi okolico. Tovrstnih instalacij je precej in kažejo na nestrokovnost in površnost izvajalcev.
- Razsipno in prekomerno nočno razsvetljevanje objektov, reklamnih panojev, cest in javnih površin.

Velik problem predstavlja pomanjkanje strokovnega znanja in ustrezno usposobljenih strokovnjakov, ki bi tudi aktivno delovali na področju ozaveščanja ljudi o pravilni, učinkoviti in okolju prijazni umetni razsvetljavi.

Še v začetku 90. let prejšnjega stoletja je bilo ponoči veliko bolj temno in se je s prostim očesom dalo videti tudi malo manjše in manj svetle zvezde in objekte, sedaj pa zaradi prevelike in napačne uporabe razsvetljave vidimo le še največje in najsvetlejši objekte. To je v današnjem času zelo velik problem za astronome, saj jim svetloba onemogoča opazovanje nebesnih teles.

Obstaja več tipov svetilk:



ZASENČENE SVETILKE:

Nameščene so vzporedno s horizontom, to je edina pravilna namestitve svetilk. V slovenski zakonodaji je določeno, da se uporabljajo svetilke, katerih delež svetlobnega toka, ki seva navzgor, je enak 0%. Električna moč posamezne svetilke ne sme presegati moči 20W, osvetljene pa naj bi bile le površine namenjene pešcem, kolesarjem ali počasnemu prometu.

DELNO ZASENČENE SVETILKE:

Take svetilke prevladujejo v Sloveniji, kar 90 odstotkov vseh svetilk je samo delno zasenčenih. Na zgornji strani so zasenčene, na spodnji strani pa imajo nameščen pokrov iz prosojnega materiala, povzročajo bleščanje, predvsem v dežju in s tem zmanjšujejo prometno varnost.

NEZASENČENE SVETILKE:



Največkrat so v obliki krogle in so iz prosojnih materialov. So neprimerne za javno razsvetljavo, saj se svetloba širi neposredno

v ozračje in z njimi porabimo ogromno električne energije. Pogosto so uporabljene pri razsvetljavi stranskih ulic, stanovanjskih sosesk.

Kako zmanjšujemo svetlobno onesnaževanje?

V Sloveniji se precej ljudi zavzema za ohranitev gozdov, živali, voda, vendar pa je malo tistih, ki se zavzemajo za ohranitev temnega neba in manjšega svetlobnega onesnaženja. Eno takih društev je DRUŠTVO TEMNO NEBO SLOVENIJE, ki je bilo ustanovljeno 22. septembra 2008 na pobudo zaskrbljenih državljanov, ki so delovali že pred ustanovitvijo.

Že avgusta 2007 so dosegli, da je vlada RS sprejela uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja. Za veliko večino svetilk prepoveduje svetenje nad vodoravnico v vesolje in zahteva uporabo popolnoma zasenčenih svetilk. Svetenje nad vodoravnico je namreč glavni vzrok svetlobnega onesnaženja. Zasenčene svetilke manj bleščijo, kar izboljša varnost v cestnem prometu ter poveča vidljivost.

Uredba omejuje tudi svetenje v bivalne prostore, saj so izvedli raziskave, ki so potrdile, da ljudje, ki so preveč izpostavljeni umetni svetlobi, hitreje zbolijo za rakavimi obolenji.

Uredba zahteva zmanjšanje porabe energije za javno razsvetljavo, kar pomeni, da naj bi občine morale skrbeti za racionalno rabo energije. Osvetljevalo naj bi se tam kjer je potrebno, v količini, ki je potrebna in v tistem času, ko svetlobo rabimo. Sredi noči, ko ni več prometa, naj bi se nivoji osvetljenosti znižali.

Objekti kulturne dediščine, med njimi je veliko cerkva, naj bi bili osvetljeni z nižjimi nivoji. Na tem področju pozdravljamo prizadevanje in sodelovanje Rimskokatoliške cerkve pri ohranjanju narave in okolja.

Uporaba velikega števila popolnoma zasenčenih svetilk bi ugodno vplivala na številne nočno aktivne živalske vrste, med njimi so posebej ogrožene žuželke in netopirji. S tem uredba prispeva k ohranjanju biodiverzitete, kar je eden od izjemno pomembnih ciljev EU.

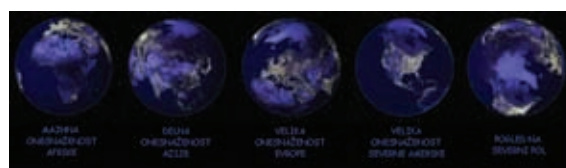
Kaj lahko storimo sami?

- Ne osvetljujemo preveč. To je razlog za svetlobno onesnaženje in posledično zapravljane denarja.
- Zahtevajmo, da bodo zunanje svetilke postavljene samo na mestih kjer je to potrebno, samo takrat, ko je to potrebno in z jakostjo, ki je potrebna!
- Ugašajmo luči, ko jih ne potrebujemo zaradi varnosti in osvetljevanja. Zato priporočajo uvedbo časovnih omejitev s podrobnejšimi svetlobne jakosti za določene nočne ure (npr. reklamno in okrasno osvetljevanje naj bo izklopljeno po 23. uri).
- Zahtevajmo boljšo ulično razsvetljavo, torej tako, ki sveti le navzdol (ne uporabljamo svetilk z obliko bučk)!
- V nočnem času (npr. po 23. uri) zahtevajmo, da bodo osvetljeni le najpomembnejši kulturno-zgodovinski objekti. Uporaba rešetk za usmerjanje svetlobe je nujna! Če je le možno, objekte osvetljujemo od zgoraj.
- Občani, ki imajo okoli hiš dekorativno razsvetljavo, naj poskrbijo za to, da bo snop svetlobe usmerjen proti tlom, uporabljena pa najmanjša moč svetlobe. V nočnih urah (recimo po 23. uri) naj bo taka razsvetljava ugasnjena.
- Občani z močnimi reflektorji, ki se prižigajo ob mimoidoilih, naj tipala usmerijo tako, da zaznajo le tiste, ki se dovolj približajo objektu, reflektor pa naj bo manjše moči in usmerjen tako, da njegova svetloba ne gre nad vodoravnico.
- Pri osvetljevanju cest bi morali kar se da omejiti svetlobo nad vodoravno smerjo ali celo navzgor.

Kaj bomo imeli od tega, če zmanjšamo svetlobno onesnaženje?



- Povečala se bo prometna varnost, saj primerne svetilke ne svetijo voznikom v oči, zato ni neprijetnega bleščanja. Tako so bolj varni tudi pešci, ki hodijo ob cesti.
- Boljši spanec za tiste, ki jih svetloba v sobi moti.
- Veliko bomo prihranili pri energiji.
- Varovali bomo naravo, živali, ki jih nočna svetloba moti, ker jo zamenjajo z Luno ali Soncem (ptice, žuželke, netopirji ...)
- Neokrnjen pogled na nočno nebo in s tem lažje opazovanje astronomov nočnega neba



Najbolj svetlobno onesnaženi deli sveta:

V zelo razvitih koncih sveta so vsemesta osvetljena celo noč, saj se tam ves čas nekaj dogaja. Porabijo ogromno energije, razsvetlujejo okolico in jo s tem svetlobno onesnažujejo. Zelo razsvetljene iz vesolja so predvsem Severna Amerika, Evropa ter velik del Azije.

Manj razvite dežele, kot je na primer Afrika, niso tako svetlobno onesnažene. To se lepo vidi na posnetkih Zemlje iz vesolja, kot je prikazano na zgornjih fotografijah.

90 % vseh Američanov živi v okolju, ki je zelo močno svetlobno onesnaženo, medtem ko več kot polovica vseh ne more videti Mlečne ceste iz svojih domov. Kmalu, zaradi svetlobnega onesnaževanja, ne bomo več mogli videti tudi ozvezdje Orion. Žalostno dejstvo je, da večina ljudi odrasča v svetu, polnem svetlobe in nikoli ne vidi lepote Narave, meteorjev, ki dežujejo, ozvezdja in planetov. Večina ljudi, otrok in odraslih, ki so enkrat v živo videli zvezdno nebo v temi, so bili mnenja, da vse zgleda kot v planetariju.





Svetlobno onesnaženje kot ovira pri odkrivanju vesolja

Vsi astronomi se spopadajo s svetlobnim onesnaženjem že od samega gospodarskega razvoja in s tem razvoja vsemest. Svetloba, ki je usmerjena v vesolje, prepreči, da bi videli bolj oddaljene in s tem manj svetle objekte v vesolju. Zato si morajo astronomi poiskati bolj odročne kraje, kjer jih svetloba velikih mest ne doseže.



Nad dejstvom, da v vesolju zvezde izginjajo kot po tekočem traku se zaradi vpliva tolikšne količine svetlobnega onesnaženja niti ne moremo več čuditi. Vidne razlike pri kvaliteti nočnega neba ne nastopajo v časovnih intervalih generacij, niti desetletij, ampak iz leta v leto. O posledicah delovanja svetlobnega onesnaževanja na nočno nebo se lahko enostavno prepričamo, če živimo v kraju z obsežnejšo javno razsvetljavo in se v jasni noči brez Lune ozremo v nebo. Videti je možno le peščico najsvetlejših zvezd in planete, šibkejših zvezd pa ni mogoče opaziti, saj je ozadje neba svetlejše od njih. Če se odpravimo v kak bolj odmaknjen kraj daleč od umetne razsvetljave, vidimo mnogo več zvezd in načeloma bi jih lahko prešteli nekaj več kot 2000. Žalostno pa je, da pri nas skorajda že ni več kraja, kjer bi lahko opazovali s svetlobnim onesnaženjem neokrnjeno nebo. Svetlobno onesnaženje prav tako kot posameznike, moti tako

profesionalna kot tudi amaterska astronomska opazovanja, saj zmanjšuje učinkovitost astronomske opreme in kvari podobo nočnega neba. Astronomija je ena izmed glavnih ved, saj s pomočjo nje ugotavljamo naš položaj v Vesolju. Je tudi ena izmed redkih ved, kjer lahko resni amaterski raziskovalci s svojimi opazovanji veliko doprinesejo k razvoju znanosti, a žal le-ti kljub uporabi velikih teleskopov ne morejo opazovati šibkejših nebesnih teles, saj se izgubljajo v t.i. svetlobnem smogu. Da je svetlobno onesnaženje resen problem v astronomiji, pričajo lokacije velikih svetovnih observatorijev, ki so na oddaljenih, temnih mestih in ukrepi, ki jih proti svetlobnem onesnaženju sprejemajo observatoriji, v bližini katerih so zrasli večji urbani centri. Sicer pa vprašanje temnega neba ni le vprašanje peščice naravovarstvenikov. Danes morda še, a če se bo svetlobno onesnaženje nekontrolirano bohotilo še naprej, naši otroci in vnuki nikoli ne bodo doživeli lepote temnega nočnega neba. Svetloba iz najoddaljenejših delov Vesolja potuje do nas stotine, tisoče in milijone let. Na žalost jo izgubimo prav v zadnjem trenutku njenega potovanja.



Bortlova lestvica onesnaženega neba

Color	Bortle* Class
	1
	2
	3
	4
	4.5
	5
	6.7
	8.9

Sam mejni sij zvezd ni najboljši pokazatelj resnične kakovosti neba. Prav zato je ameriški astronom John E. Bortle, ki ima več kot 45 let opazovalnih izkušenj, izdelal tako imenovano »Bortle Dark Sky Scale« –

lestvico, ki kakovost neba deli v devet razredov, pokazatelj kakovosti neba pa je poleg mejnega sija zvezd tudi vidnost Rimske ceste, nezvezdnih objektov ter zodiakalne svetlobe. Lestvica je za mnoge prav šokantna, saj opazujejo pod nebom, za katerega menijo, da je temno, po Bortlovih kriterijih pa je le srednje temno.

Razred 1: izjemno temna lokacija – Zodiakalna svetloba

Razred 2: običajna temna lokacija – Svetlikanje neba utegne biti vidno tik nad obzorjem.

Razred 3: podeželsko nebo – Nizko nad obzorjem so že vidne sledi svetlobnega onesnaženja.

Razred 4: prehod med podeželskim in primestnim nebom – Svetlobne kupole so očitne nad vasmí in mesti v več smereh.

Razred 5: primestno nebo – Ob najboljših pomladnih in jesenskih nočeh so vidne le sledi zodiakalne svetlobe.



Razred 6: svetlo primestno nebo – Tudi ob najboljših nočeh je zodiakalna svetloba povsem nevidna.

Razred 7: prehod med primestnim/mestni nebom – Celotno nebo ima sivkast odtenek.

Razred 8: mestno nebo – Nebo se sveti sivkasto ali oranžno in je dovolj svetlo, da lahko beremo naslove v časopisih.

Razred 9: nebo v središču mesta – Vse nebo je razsvetljeno, tudi v zenitu.

Svetlobno onesnaženje v Sloveniji

Tudi pri nas v Sloveniji svetlobno onesnaženje zelo hitro narašča. Po nekaterih ocenah naj bi bilo v Sloveniji kar 95 % svetilk, ki onesnažujejo temno nebo. Število svetilk se povečuje, to pa samo še dodatno otežuje delo profesionalnim in amaterskim astronomom. V Sloveniji po nepotrebnem letno porabimo kar približno za 10 milijonov električne energije, v nekaterih vaseh porabijo 200 % povprečno porabljene energije v Evropski Uniji. Raziskave so pokazale tudi, da naj bi se na vrhovih slovenskih domov v povprečju uporabljalo svetilke, ki svetijo z močjo 150 W. Na sliki je središče glavnega mesta Slovenije, Ljubljane, ki je preveč razsvetljena.



OPAZOVANJE

V opazovanju okolice osnovne šole Gornji Petrovci sva ugotovili, da so v veliki večini nameščene delno zasenčene

ulične svetilke. V okolici osnovne šole se nahaja 20 delno zasenčenih svetilk, nezasenčenih ter zasenčenih ni. Vendar sva odkrili nezasenčene svetilke malo dlje od šole ter reflektor za osvetlitev cerkve poleg cerkve. Meniva, da je na določeni ulici v bližini šole preveč svetilk ki niso potrebne.

ZAKLJUČEK – povzetek

Za seminarsko nalogo sva si izbrali svetlobno onesnaženje, saj se nama zdi, da bi bilo ljudi potrebno bolj ozavešiti o današnjem problemu. Niso na slabšem le astronomi, temveč tudi vse človeštvo, ki je ob svetlobi izpostavljeno oslabitvi imunskega sistema in posledično tudi različnim obolenjem. To ni le problem astronomov, temveč vseh nas. Nihče ne prispeva k ohranitvi temnega neba. Še v začetku 90. let je bilo nebo bolj temno, sedaj pa je onesnaženo že blizu vsake vasi.

Definicija svetlobnega onesnaženja je sevanje svetlobe in svetil za zunanjo razsvetljavo neposredno ali posredno v nebo. Del svetlobe, ki prihaja od svetil, se usmeri v nebo, ki postane svetlejša. Svetlobno onesnaženje opazimo kot žarenje neba v smeri mest, bleščanje, svetenje skozi okna.

Kaj lahko storimo sami?

- Pomagamo lahko tako da ugašamo luči, ko jih ne potrebujemo zaradi varnosti in osvetljevanja.
- Ne osvetljujmo preveč (cest, okolice hiš ...).
- Moramo pa se tudi zavzeti za to, da se osvetljuje samo najpomembnejše zgodovinske objekte.

Kaj bomo imeli od tega, če zmanjšamo svetlobno onesnaženost?

- Z zmanjšanjem bomo dosegli večjo varnost v prometu. Ponoči bomo lažje in bolj zdravo spali, saj se bo zmanjšala možnost obolenja za rakavimi obolenji.
- Astronomi bodo lažje opazovali nočno nebo.
- Živali ne bodo več zamenjavali luči za Sonce, oziroma Luno, kajti to je lahko za njih usodno.

Najbolj onesnaženi deli sveta so Evropa, Severna Amerika in del Azije. Po statistiki naj bi bilo v Sloveniji 95% svetilk ki oddajajo svojo svetlobo v nebo, tako vsako leto po nepotrebnem porabimo ogromne količine električne energije.

Nebo v poletnih mesecih

Avtor: Izidor Simončič

Mentor: Rok Vogrinčič

Tema moje seminarske naloge je: Nebo v poletnih mesecih. V njej bom opisal poletni trikotnik, katere zvezde ga sestavljajo, zakaj se tako imenuje in podobno. Opisal bom tudi ostala poletna ozvezdja (kako naj bi nastala zakaj so tam kjer so njihove značilnosti in njihove pomembnejše zvezde.

Poletni trikotnik

V poletnih mesecih so dobro vidna tri znana ozvezdja. To so ozvezdja Orel, Labod in Lira. Vsako izmed ozvezdij vsebuje zelo svetlo zvezdo, ki tvorijo tako imenovan poletni trikotnik. Najlažje ga najdemo tako: Poletni trikotnik je sorazmerno lahko prepoznati, saj v bližini teh treh zvezd ni drugih svetlejših zvezd. Najsvetlejša zvezda v ozvezdju Lire je Vega, ki je tudi tretja najsvetlejša zvezda na našem nebu. Od nje sta svetlejša samo še Sirij v Velikem psu (ki pa je ozvezdje zimskega neba) in Arktur v Volarju. Lepo prepoznavno ozvezdje v obliki križa je Labod, najsvetlejša zvezda (na labodovem repu) pa je Deneb. Tretje ozvezdje poletnega trikotnika je Orel. Njegova najsvetlejša zvezda pa se imenuje Altair.

LABOD : Zgodba:

Med nebesnimi ptiči je Labod res kralj. Grki so videli v Labodu na nebu samega Zeusa z Olimpa. Ta je nekoč začel dvoriti špartanski kraljici Ledi v obliki laboda. Kraljica je potem postala mati dveh znamenitih Dvojčkov Kastorja in Poluksa, ki sta tudi ovekovečena med zvezdami. Leda je bila tudi mati prelepe Helene, ki je povzročila zaradi prepira med boginjami usodno

Trojansko vojno, v kateri so se proslavili številni grški in trojanski junaki, med drugimi Enej, ki je bil pozneje začetnik rimske države. Labod je povezan tudi s pripovedko o Fetonu,



Poletna ozvezdja

Poleti so vidna še ozvezdja:

sinu boga Sonca, ki je drznil voziti Sončev voz prek neba, kjer je naredil zmedo in ga je Zeus ubil. Fetonova mati je bila umrljiva in Feton je začel dvomiti o svojem božjem poreklu. Eden njegovih prijateljev ga je dražil, naj dokaže, da je sin boga Sonca. Tako je Feton res naprosil mater, naj mu pove resnico. Mati mu je potrdila, da je sin boga Sonca in naj gre kar preverit, če še dvomi, da mu bo bog sam potrdil. Dom njegovega očeta je

bil na vzhodu. Bil je ves iz zlata in draguljev. Notri je sedel Sončni bog Apolon na prav tako zlatem prestolu in opazoval, kako se vrstijo dnevi, meseci, leta. Feton je prišel od svojega očeta. Končno se je opogumil in ga vprašal, če je on njegov oče. Apolon mu je to pritrdil. Feton ga je nato prosil, če bi mu podaril kako stvar, da bi prijatelji videli, da je res njegov oče. Apolon mu je svečano prisegel, da mu bo dal katerokoli stvar si bo zaželel. Feton je ob očetovih besedah postal drzen, zato ga je prosil, naj mu da njegov nebesni voz, da ga bo en dan vozil po nebu. Apolon se je prestrašil. Vedel je, da nihče drug ne bi mogel krotiti njegovih konj med nevarno potjo razen njega. Vendar pa je hotel ostati zvest svoji obljubi in je popustil. Sinu je dal zlati voz in ta je brž skočil nanj in se z živahnimi konji odpeljal. Feton je kmalu začutil, da se prehitro dviga in da zgublja nadzor. Z vsemi močmi se je trudil, da bi obvladal sproščene živali, vendar ni imel Apolonove moči. Voz se je začel zaletavati v nebesni svod in oblaki so se vžigali pod udarci kopit. Od vročine, ki jo je povzročilo zaletavanje konj, so se začele sušiti reke. Žito na poljih je zgorelo in nevarno je bilo celo, da bi voda v morju izhlapela. Strašen pa je bil prizor, ko je nebesni Lev odprl svoj gobec proti vozu, ki je letel mimo njega. Feton je popustil vajeti in konji so se splašili in dirjali, kamor so hoteli. Drveli so proti Škorpionu in Feton se je od groze onesvestil. Nebesni voz je začel drveti proti Zemlji. Zeus je z Olimpa opazoval ta nered in se silno razjezil. Ves njegov svet je bil v nevarnosti, da se razsuje. Ogorčen je pograbil eno od strel poleg sebe in jo zalučal v Fetona. Udarec je bil tako močan, da je Fetona vrglo iz voza in z vso hitrostjo je začel padati proti Zemlji. Končno je treščil v vodo podzemeljske reke Eridan, kjer je izginil. Fetonov brat Ciklus pa je imel brata zelo rad, zato ga je odšel iskat. Našel ga je, a telo je bilo zогlenelo od nebesnega ognja. Večkrat se je moral potopiti v globoko vodo, da je polagoma z nosil bratove ostanke na kopno. Ko se je spuščal v reko, je bil podoben Labodu. Bogovi so Ciklusovo reševanje opazovali z vrha Olimpa. Bili so ganjeni, pa tudi smešno se jim je zdelo, ker se je Ciklus tako naglo spreminjal v vodnega ptiča. Bogovi so se posvetovali in zedinili, da bodo brata Ciklusa, ki je tako vztrajno in z ljubeznijo zbiral Fetonove ostanke, ovekovečili v obliki Laboda med zvezdami na visoko nebo. Če izpustimo skrajni dve zvezdi, ki sta na koncu Labodovih peruti, je ozvezdje podobno križu. Tako ga nekateri imenujejo tudi Severni križ, ki pa ima svojega dvojčka na južni nebesni obli. Labodova glavna zvezda se imenuje Deneb in je najsvetlejša v tem ozvezdju. Njena svetloba je od tam odpotovala s hitrostjo 300.000 kilometrov na sekundo pred tisoč štiristo leti. Deneb je velikanska, vroča zvezda, ki sveti pred enim najlepših področjih Rimske ali Mlečne ceste. Deneb je tudi zvezda v poletnem trikotniku. Na natančnejši zvezdni karti pa najdemo na videz blizu te velike zvezde zvezdico, označeno s številko "61". Komaj je še vidna, saj je plus 5,6 velikosti. Od nas je oddaljena samo okoli 11 svetlobnih let. To področje ima kar nekaj dvozvezdij. Najzanimivejše je zvezda "beta". Glavna zvezda je tu s prostimi očmi vidna v velikosti ali siju plus 3,3, druga zvezda pa prostim očem ni vidna, ker ima svetilnost plus 6,5, torej že eno velikost sija premo za proste oči. Z boljšim teleskopom pa je ta zvezdni par lepo viden. Prva zvezda žari v močno zeleno-zlati ognjeni barvi, druga pa nekoliko manj, a vseeno v zelenkasti barvi. Astronom Norton je imenoval ta lepi par "glorious", dvozvezdje "psi", katerega ravnina je paralelna (vzporedna) z ravnino tira naše Zemlje. Zato opazujemo kroženje zvezd okoli skupnega gravitacijskega središča le kot približevanje in oddaljevanje druge od druge. Tudi zvezda "gama" je dvozvezdje, a le optično, se pravi, da je druga zvezda le navidez blizu spredaj in zvezdi nista fizično, gravitacijsko povezani med seboj, da bi krožili okoli skupnega središča. Dvozvezdje "49" sestoji iz rumenkaste in rdečkaste zvezde. Tudi zvezda "mi" je lepo dvozvezdje. Ozvezdje Labod ima tudi precej utripajočih zvezd. Zvezda "CH" je močno rdeča hladna zvezda s temperaturo pod 3000 stopinj, utripa pa neenakomerno. Zvezdi "R" in "RT" sta dolgoperiodični neenakomerno utripajoči zvezdi podobni zvezdi "Mira" v Kitu, po kateri imajo vse podobno neenakomerne utripajoče zvezde svoje ime. Silovito se napihujejo in se spet in spet krčijo. Taka je tudi zvezda "hi", ki utripa celo v 407 dneh. Nasprotno pa tako imenovane kefeidne

zvezde izredno natančno utripajo in to v razmeroma kratkih presledkih. Te zvezde uporabljajo astronomi za merjenje oddaljenosti zvezd, ki so oddaljene več kot 300 svetlobnih let. Zvezdi "V" in "W" sta podobni "Mira", "M" pa spet neenakomerno utripa. Posebnost v ozvezdju Labod so njegovi velikanski oblaki vesoljskih plinov. Nekateri so neprozorni in nam sredi Rimske ceste zakrivajo milijone zvezd, ki so zadaj. Labod ima tudi svetle meglenne pline, ki pa jih pokažejo samo dobre fotografije. Ena od največjih se imenuje "Ameriška meglica", ker je po obliki precej podobna Severni Ameriki. Še bolj znamenita je nežna tančičasta polkrožna meglica. Izračunali so, da je ta velikanski polkrog ostanek strahovite eksplozije zvezde, ki se je polagoma razletela pred približno 50.000 leti.

Pomembnejši objekti:

- zlato-modro dvozvezdje Albireo
- meglici Severna Amerika (NGC 7000) in Pelikan (IC 5070)
- ostanek supernove - meglica Tančica (NGC 6960)



LIRA je prišla na nebo takole: Neka kitajska pripovedka nam pripoveduje, kako naj bi to ozvezdje prišlo na nebo: V davniini je vladala Kitajski cesarska družina Han in v tistem času je živel mladenič Tun Jung. Zaporedoma je doživljal nesreče, najprej je bila slaba letina, umrl mu je brat in kmalu nato še oče. Po starem kitajskem običaju je moral sin pripraviti očetu svečan pogreb, za kar pa mladenič ni imel dovolj denarja, saj ni mogel kupiti niti preproste lesene krste. Da bi imel dovolj denarja za očetov pogreb, je samega sebe prodal za sužnja bogatemu posestniku, za izkupiček je nato nakupil vse potrebno za pogreb. Toda mladega Tung Junga je gospodar izkoriščal in zaradi pretrdega dela je začel pešati in je celo zbolel, da so njegovi sodelavci že obupali nad njim. Takrat pa je gospodar neba poslal svojo hčer, Čih Ni, da gre temu zvestemu in dobremu sinu pomagat. Ko je bolni Tung Jung odprl oči in opazil krasno deklico poleg postelje ga je vročica minila in takoj je ozdravel. Deklica se mu je nasmešnila in mu povedala, da je prišla od daleč in da bo njegova žena. Od tistega dne dalje je Tung Jung pojoč odhajal na delo, saj ga je doma vedno čakalo kosilo na mizi in topla postelja. Še več, Čih Ni je predla tako lepe vezenine, kakršnih Tung Jung še nikoli ni videl in se mu o takih krasotah še sanjalo ni. To je prepričalo Tung Junga, da njegova žena ni zemeljsko bitje, vendar je ni želel spraševati o ničemer. Čih Nijine vezenine so kmalu zaslovene povsod po deželi in ljudje iz dalnjih krajev so se zbirali ob njuni koči ter kupovali njene izdelke. Kmalu sta zaslužila dovolj denarja, da se je Tung Jung lahko odkupil iz suženjstva, si nakupil zemlje, zgradil hišo in najel služabnikov. Čih Ni pa je spoznala, da je njeno delo opravljeno ter da se bo morala vrniti v svojo domovino na nebo. Tudi sin, ki ga je rodila Tung Jungu je bil star že eno leto. Če se ne bi hotela vrniti, bi postala umrljivo človeško bitje in zato se je neke noči tiho poslovila od svojega moža in sina ter odšla po isti srebrni poti, po kateri je nekoč prišla navzdol k Tung Jungu. Druge zvezde so jo veselo sprejele in se še bolj zasvetile. Ona sama (Vega!) - nebesna predica pa se je namestila poleg nebesne reke (Rimske ceste)... Morda pa je na nebo prišla takole: Takrat v Liri niso videli harfe ali lire, ampak so v teh zvezdah videli jastreba. Šele Grki in Rimljani so v tem ozvezdju videli Liro. Stari Arabci so njeno najsvetlejšo zvezdo Vego imenovali "Alvaki" - padajoči

orel; iz te besede je nastalo sedanje ime Vega. Slovence to ime moti, kajti tako se je pisal naš slavní matematik, Jurij Vega, po katerem pa se imenuje neki krater na Luni. No pa pustimo to pogledimo raje kaj je bilo z liro.

Grki so to ozvezdje imenovali "Lira", glasbilo, ki ga je uporabljal njihov bog Apolon, čeprav ga je iznašel olimpski bog Hermes tako, da je na prazno želvino lupino napolnil 7 do 9 strun. Apolon je liro podaril svojemu sinu Orfeju, ki je postal nenavaden božanski pevec in glasbenik. Iz lire je znal izvajati take lepe melodije, da so ga morala poslušati vsa bajna bitja, ljudje in divje živali, celo gore in reke... Orfeju je zaradi kačjega pika umrla njegova krasna nevesta Evridika in moral je v Hades, podzemeljski svet mrtvih da bi jo dobil nazaj. Igraje na liro je Orfej stopil v podzemlje in prosil vladarja podzemlja, Plutona in njegovo ženo Perzefono, če mu lahko vrne Evridiko. Pluton je bil tako očaran od njegovega petja in igranja, da je dovolil, vendar pod enim pogojem- da se mora vračati igrati na liro in ne sme se ozreti, če mu Evridika sledi. Toda Orfej se je v dvomu, da mu nevesta sledi, ozrl in... Evridika je izginila. Žalostni Orfej je še vedno pel po hribih in dolinah v Trakiji, toda njegove pesmi so bile žalostne in otožne. Veliko deklet ga je skušalo potolažiti, toda ker je vse zavrnil, so se razjezila in se odločila, da ga ubijejo. Naj je Orfejeva lira še tako mило zvenela, da bi skoraj ustavila kopja in puščice, ki so letale nad Orfeja, so glasovi razjarjenih deklet preglasili zvok njegove lire in Orfej je bil pokončan. Morilke so vrgle truplo in liro v reko Hebrus, vendar so ga muze dvignile in ga pokopale. Bajno glasbilo- liro- pa je mogočni Zeus, ki je bil očaran od njenih melodij, odnesel na nebesni obok, kjer zdaj sveti kot mično ozvezdje. Tam gori zdaj zvone Lirine melodije ter se družijo z melodijami vesoljstva... Pomembnejši objekti:

dvojno-dvojna zvezda Epsilon Lire planetarnameglica M75 in kroglasta kopica M56



ŠKORPIJON je planet, ki tekmuje po lepoti in veličastnosti z zimskim ozvezdjem Orionom. Škorpionova najsvetlejša zvezda je skoraj najbolj rdeča med svetlimi zvezdami. Stari Grki, ki so dobro poznali boga vojne in planet, imenovan po njem, Ares, so nadeli zvezdi ime Antares, kar pomeni Aresov tekmeč (Ares=Mars). Zakaj je Orion zimsko ozvezdje, Škorpion pa poletno? Pravijo, da kadar Škorpion zleze na nebo, Orion zbeži v najoddaljenejši kot neba. Orion je bil največji najspretnější bajeslovni lovec davnih časov. Večni uspeh pri lovu mu je stopil v glavo. Začel se je hvalisati, da je vsaki živali kos, da ga nobena ne more raniti, kaj šele premagati. Boginja Hera, Zeusova žena, se je naveličala tolikšnega bahanja. Odločila se je, da Orionu dokaže, kako ničvredno in prazno je njegovo hvalisanje. Stori la bo tako, da bo Orino umrl na najbolj ponižujoč način. Pičila ga bo majhna in skoraj nepomembna živalca. Izbrala je škorpionja, ki ima v repu smrtno strupeno žlezo. Nekega jutra je škorpion prežal v grmovju ob poti, po kateri je Orion hodil na vsakodnevni lov. Škorpion ga je pičil v peto in Orion je umrl. Boginja lova Artemida je bila zaljubljena v postavnega in spretnega lovca Oriona. Ko je umrl, je prosila Zeusa, naj ga kot ozvezdje postavi na nebo. Ker je Orion dobil tako častno mesto na nebu in postal nesmrten, je Hera od Zeusa zahtevala, da mora tako ovekovečiti tudi Škorpion. Zeus je ustregel tudi njej. Toda bil je zelo previden. Postavil ju je toliko narazen, enega na

poletno in drugega na zimsko nebo, da ne bi Škorpion ponovno pičil Oriona ali da se veliki lovec ne bi maščeval nad živalco, ki ga je ugonobila. V mitih starih narodov je Škorpion posebej temne sile onostranstva, kjer vladata zlo in trpljenje. V starih sumerskih pripovedkah je nastopal kot človek škorpion Girtablili. Varoval je nebesna vrata, skozi katera je zahajalo Sonce. S svojim strupenim repom je lahko pičil vsakega, ki se mu je na nebu dovolj približal. Le legendarni vladar Sumerijcev Gilgameš, ki si je priskrbel travo nesmrtnosti, se ga ni bal. Taka Predstava o Škorpionu je značilna tudi za starogrško mitologijo. Škorpion je pogubil Oriona in tudi Faetona, sina bleščečega boga Helija, ko se je z očetovo zlato kočijo vozil prek neba. Stari Maji so na delu neba, kjer leži Škorpion, prikazovali vladarja teme Jalagaya, ki je imel navado, da je svoje ujetnike mučil do smrti. Polinezijci so v zvezdah Škorpiona videli trnek, s katerim je pravljčni junak Mauk izlekel iz ocena otok Novo Zelandijo. Na nekaterih zvezdnih kartah so ta del neba poimenovali tudi drugače, na primer Kardinalov klobuk, Dvojni meč, Želo, Ostrina, Škarje, Marsove zvezde. Vendar so večinoma narodi poimenovali to ozvezdje kot Škorpion, saj je posebej mrki, surov, vlažen in hladen čas leta, ko je v globoki jeseni v to ozvezdje vstopilo Sonce in se je vsa narava pripravljala za zimski počitek, da bi se ponovno prebudila v pomladi prihodnjega leta.

Pomembnejši objekti:

- razsuti kopici M6 in M7
- belo-modro dvoezvezdje Beta Škorpiona



Tudi za ozvezdje **ORLA** so si izmislili zgodbo o nastanku. Grška pravljica o ozvezdju Orla ni nič posebnega. Bogovi na Olimpu so imeli zabave na katerih si seveda niso sami nalivali pijače v čaše. Za to so imeli posebne točaje in točajke. Toda točajka Heba je bila muhasta in je pustila svojo službo. Zeus je hitro poslal svojega orla, da je z Zemlje prinesel lepega pastirja Ganimedea, ki je prevzel novo službo točaja. Za zahvalo so ga ovekovečili kot ozvezdje Vodnar, Zeusovega Orla pa malo više nad njim.

Ozvezdje Orla so Rimljani prevzeli od Grkov, Grki pa verjetno od vzhodnih azijskih narodov, saj je Orel vklesan celo v kaldejskih kamnih. Poznali so ga tudi Hebrejci, pozneje pa Arabci kot "Črna Orla".

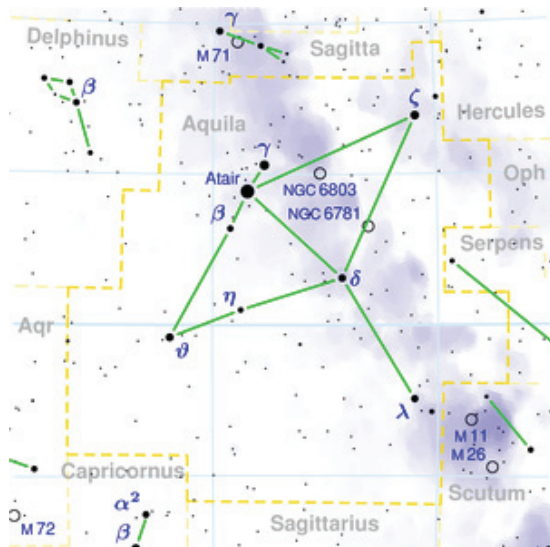
V Indiji so zvezdo Atair z zvezdami na levi in desni kot stopinjo boga Višnu. Višnu pa je pomenil Sonce samo, ki mora vsak dan narediti tri velikanske korake- od jutra, čez opoldne, do večera. Tiste tri zvezde naj bi bile odtisi Višnujeve noge.

Kitajci in Japonci pa imajo zelo lepo pravljico o ozvezdju Orel. Njihov Sončni bog je imel prelepo hčerko, Čih Ni, ki je bila boginja voženja in tkalstva. Zaljubila se je v lepega pastirja očetovih nebesnih volov. Kralj je začutil obojestransko in močno ljubezen ter privolil v poroko. Čih Ni si je sešila čudovito obleko iz najčistejše svetlobe samih zvezd, kadar se svetlikajo v mirni vodi. Ljudje na Zemlji pa so strmeli in se čudili, kako lepo je žarela zvezda- tkalka. Mladoporočenca sta bila tako zaljubljena in srečna, da sta pozabila na vsakdanja opravila, Čih Ni na voženje, njen mož pa na oskrbovanje nebeskih bogov. Kljub pogostim kraljevim opozorilom in grožnjam, se nikakor nista mogla odtrgati drug od drugega. Kralj je imel vsega dovolj in ju

je ločil. Ker nista bila umrljiva, je med njiju postavil široko nebesno reko- Rimsko ali Mlečno cesto. Kralj je kmalu podlegel njunim obupanim prošnjam in jima dovolil, da se sestajata enkrat ne leto in to na sedmi dan sedmega meseca. Njuna edina naloga je bila, da najdeta sredstvo, da prideta čez široko reko. Usmilile so se ju srake, ki so s svojimi telesi in perutmi sestavile most na dan, ko jima je bilo srečanje dovoljeno. Kitajci in Japonci so trdno verjeli v to pravljico. Če so sedmi dan v sedmem mesecu videli kakšno srako, so jo začeli obmetavati s kamenji, da bi odletela in pomagala zgraditi most, ki bi združil nesrečna zaljubljenca.

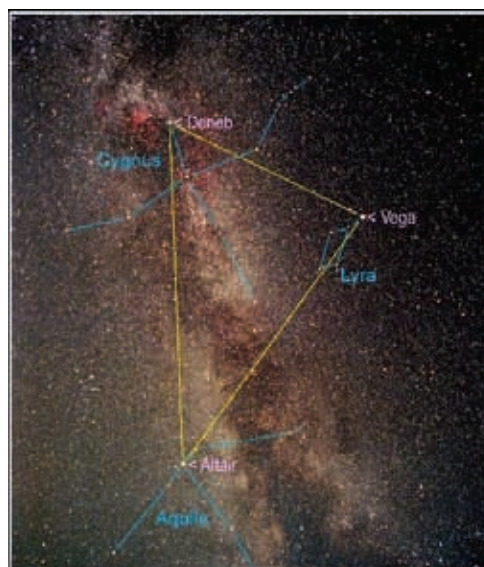
Pomembnejši objekti:

- Zvezda Altair, ki je ena od zvezd, ki sestavljajo poletni trikotnik.



Kaj smo se naučili

Ob pisanju te seminarske naloge sem veliko izvedel o razlaganju starih ljudstev o nastanku ozvezdij. Stari Grki so vsa ozvezdja, ki so jih poznali poimenovali po mitološkem junaku/predmetu, ki naj bi bogove »prepričal«, da je pomemben in je naredil nekaj velikega ali nepozabnega. Lira na primer naj bi prišla na nebo zaradi Orfejevega prečudovitega igranja nanjo; Škorpion zato, ker je Zeus ustregel Artemidi in je na nebo postavil Orija, njegova žena Hera zahtevala da tako ovekoveči tudi škorpiona in je to potem tudi naredil. Labod naj bi predstavljal Ciklusa, ko je iz vode vlekli kose svojega brata. Naučil sem se tudi kako najti poletni trikotnik, da se poleti pojavi prej zato ker ima zemlja svojo pot okrog sonca elipsaste oblike in da ga sestavljajo zvezde Vega, Deneb in Altair.



Opazovanje meteorjev z All-sky kamero in določanje vstopnih koordinat

Avtor: Bor Klančar, Aleksander Rajhard

Mentor: Ernest Hari

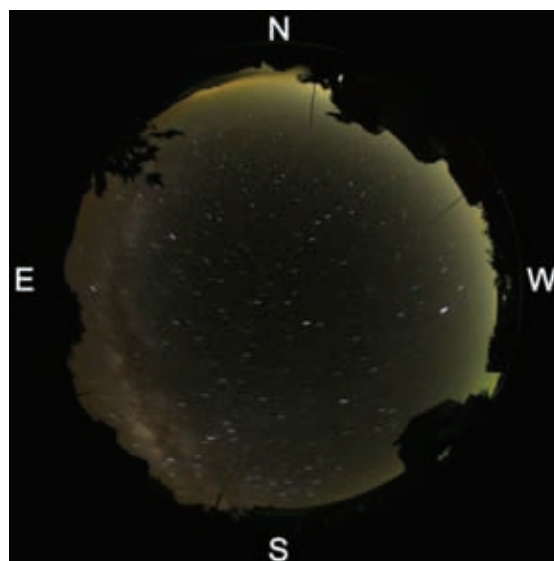
ALL-SKY KAMERA

All-sky kamera je pripomoček za opazovanje celotnega neba. Fotoaparat usmerimo v ukrivljeno ogledalo namesto v nebo. Tako dobimo posnetek celotnega neba. Sestavljena je iz velikega ukrivljenega ogledala, ki omogoča obširnejši pogled na nebo in stabilizator, ki je pritrjen na robu upognjenega ogledala. Na stabilizator postavimo fotoaparat, ki z enim klikom posname več slik. Potrebujemo primerno mesto z dobrimi pogoji.

Najpomembnejše pri opazovanju je, da svojo uro do sekunde natančno uskladimo z uro na televiziji ali internetu. Pri zapisovanju meteorjev upoštevajmo, da mora biti čas preleta zapisan vsaj do treh sekund natančno, a bolje je, če o še bolj natančni. Če vidimo zelo svetel meteor, imenovan bolid, moramo čas preleta zapisati do sekunde natančno.

Za razsvetljavo imejmo šibko baterijsko svetilko, ki jo prevlečemo z rdečim filtrom (rdeč celofan ali plastika). Premočna svetloba bi nas motila in bi si morali po vsakem prižigu svetilke na novo prilagoditi oči na temo.

Med drugim se lotimo tudi zvezdnih kart. Na začetku je pomembno da poznamo različne sije posameznih različno svetlih zvezd v našem okolju do ene magnitude natančno. Ko si nabere dovolj opazovalnih ur lahko preidemo na določanje meteorjevega sija do pol magnitude natančno. Za določanje magnitude si lahko pomagamo z razpredelnico svetlosti nebesnih objektov.



OPAZOVANJE METEORJEV

Če je meteor približno tako svetel kot Venera, ga imenujemo bolid. Sled vsakega bolida moramo narisati na zvezdno ozadje. Kasneje moramo določiti še koordinate začetka in konca bolida, mimo katerih zvezd je letel, kotno hitrost, barvo, ali se je razletel na več kosov, smo ob njegovem preletu slišali kakšen zvok, je bil tako svetel, da so predmeti metali senco, ...

Na zvezdni karti poiščemo radiante aktivnih rojev v času opazovanja. Ponavadi imamo dane koordinate radiana roja za noč maksimuma. Za druge dni v času aktivnosti roja si moremo pomagati s tabelami pomika radianta. Radianti se po nebu premikajo zaradi kroženja Zemlje okoli Sonca. Zemlja se glede na zvezdno ozadje pomakne za 1 stopinjo proti vzhodu na dan vzdolž eliptike. Vedeti moremo če se radiant na eliptiki pomakne za 1 stopinjo se radiant v zenitu komaj kaj premakne.

Tipičen primer so roji, ki so aktivni dlje časa. Kot primer vzemimo Perzeide, ki imajo na začetku svoje aktivnosti okoli 15. junija koordinate $\alpha = 12^{\circ} \delta = +51^{\circ}$, na koncu aktivnosti pa okrog 25. avgusta pa je $\alpha = 65^{\circ} \delta = +60^{\circ}$. Razlika je torej velika: $\Delta\alpha = 53^{\circ} \Delta\delta = 9^{\circ}$.



Naslednja stvar, ki jo moramo znati, preden gremo pod nočno nebo, je določanje kotnih razdalj na nebu. Sprva si lahko pomagamo z znano razdaljo med zenitom in horizontom, ki znaša 90° . Vendar nam tako velika osnovna mera bolj malo koristi. Mnogo priročajneje je določanje razdalj z iztegnjeno roko, kar je dovolj natančno. Razprto dlan iztegnjene roke vidimo pod kotom dvaindvajsetih stopinj, pest pod kotom osem stopinj, prst ima debelino dveh stopinj, razmik med iztegnjenim palcem in kazalcem, pa znaša petnajst stopinj. Pri majhnih kotnih dolžinah tako vemo, da je premer Sonca in Lune pol stopinje. Vendar je za določitev dolžine meteorja dovolj, da je do ene stopinje natančna.

FOTOGRAFIRANJE METEORJEV

Med zanimivo spremljanje aktivnosti meteorjev sodi tudi fotografiranje, v katerem smo še bolj odvisni od sreče ali bo priletel kakšen zelo svetel meteor mimo zornega polja našega fotoaparata.

Za svetlejše meteorje - bolide uporabljamo all-sky kamere. Poznamo dve izvedbi all-sky kamere. Prva je objektiv ribje oko (fisheye), ki pokrije 180° zornega polja. Druga izvedba all-sky kamere je fotoaparat z normalnim 50mm objektivom, nameščenim v gorišču izbočenega zrcala. To izvedbo sva uporabljala tudi midva za fotografiranje meteorjev.

Da lahko kasneje iz fotografije meteorja določimo njegovo kotno hitrost in čas trajanja, mora imeti fotoaparat nad objektivom nameščeno tudi prekinjevalno zaslonko (veternico) s stalno frekvenco. Tako dobimo nasekan meteor, ki se z lahkoto razlikuje od sledi zvezd in letal, ki so zaradi počasnega premikanja po nočnem nebu neprekinjene črte. Kotno hitrost dobimo iz dolžine delčkov črte meteorja in frekvence vrtenja veternice.

Še tako lep posnetek meteorja nima nobene znanstvene vrednosti če ne vsebuje podatkov

- Začetek in konec posnetkov
- Območje neba in čas, kdaj se je pojavil meteor na nekaj sekund natančno

- Preleti letal in satelitov mimo polja fotoaparata

SLEDI NA POSNETKU KI NISO METEORJI

Če opazimo svetlo sled na posnetku, se ne smemo takoj veseliti, da imamo posnet meteor. Pri zelo dolgih ravnih šibkih črtah je zelo velika verjetnost, da to ni meteor. Lahko je samo praska čez celotno dolžino filma, ki se je naredila med razvijanjem in jo tako opazimo kot zarezo v filmu.

Ko eliminiramo vse praske na filmu, se lahko vprašamo tudi o tem, ali smo natančno vodili zapiske, kaj je letelo mimo zornega kota fotoaparata? Če tega nismo delali in tudi nismo fotografirali neba s prekinjevalno zaslonko, je vsako naše ugibanje, kaj je na posnetku, zaman.

S skrbno vodenimi zapiski, kaj je na katerem posnetku letelo mimo zornega polja, lahko hitro ugotovimo, kaj je in kaj ni meteor.

Letalo pusti na posnetku dve ali tri vzporedne črte, odvisno od tipa letala in zornega kota pod katerim gledamo. Določiti satelit pa je malo težje. Ko med nebom opazujemo nebo, hitro ločimo, da kakšen »meteor« predolgo traja in preveč enakomerno spreminja sij – to je umetni Zemljin satelit. Sledi teh satelitov so po navadi zelo dolge. Ko pregledujemo posnetke, teh satelitov ne moremo ločiti od meteorje, ker na posnetku enostavno ne moremo videti, kako hitra je stvar. Če umetni satelit prekriva celo zorno polje 50mm objektiv, lahko skoraj z gotovostjo trdimo, da to ni meteor; če tega nimamo zapisanega, ne bomo vedeli.

Še bolj lažnivi so bliski Iridijevih telekomunikacijskih sistemov. Takšen blisk je zelo svetel in tudi traja le nekaj trenutkov, zato ga lahko neizkušeni opazovalci kaj hitro zamenjajo z zelo počasnim svetlim bolidom, ki je na sredini močnejše zažarel. Njegova idealna simetričnost je edina lastnost po kateri ga lahko takoj ločimo od meteorjev. Stvar pa ni tako brezupna, kot se nam sprva zdi, saj na internetu najdemo kup spletnih strani, na katerih so programi za izračun bliskov Iridijevih in raznih drugih satelitov. Tako si lahko vnaprej izračunate, ali boste v noči opazovanja videli blisk Iridija nad sabo.

VIDEO SNEMANJE METEORJEV

Video snemanje meteorjev je podobno fotografiranju meteorjev; dobra stran tega je, da iz video posnetka običajno lahko določimo tudi kotno hitrost meteorja in čas, v katerem smo ga posneli.

Ker je video trak sestavljen iz zelo hitrega zaporedja posnetkov, po navadi si sledijo na 1/25 sekunde, lahko zabeležimo zelo kratkotrajne spremembe v intenziteti meteorja ali pri samem obnašanju sledi.

Ob sodobnih kamerah in video ojačevalcih lahko ujamemo meteorje v podobnem rangu kot vizualni opazovalci. Slabost videoposnetka je, da moramo posneti trak večkrat pregledati da ne spregledamo kakega meteorja.

Dandanes že obstajajo računalniški programi, ki avtomatično iščejo meteorje na traku, vendar njihova zanesljivost še ni stoodstotna. Slabost računalniških programov je zaenkrat tudi ta, da za svoje delovanje zahtevajo določeno strojno opremo (video kartico določene znamke), kar je povezano s stroški. Eden izmed takih programov je na spletni strani IMO; imenuje se MetRec in ga je spisal Sirko Molau.

FIREBALL POSTAJE

Po svetu poznamo sklope več postaj za snemanje svetlejših meteorjev, imenovane fireball postaje. Sestavljene so iz all-sky kamere z normalno občutljivim filmom, ki ga lahko osvetljujemo vso noč. Tako v eni noči naredijo le en posnetek. Z njimi ulovijo meteorje sija 6 magnitude in svetlejše. Ker so te postaje med seboj povezane, lahko zelo hitro dobijo dva ali več posnetkov istega bolida, ki nam koristi za izračun njegove poti po atmosferi in mogočega padca potencialnega meteorita.

Fotografske fireball postaje so ponekod predelali v video postaje, kajti video trak je mnogo cenejši kot fotografske plošče.

FIREBALL POSTAJE V SLOVENIJI

- Kostanjevec (operatorja: J. Kac in J. Dobaj),
- Črni Vrh Observatorij (operator: H. Mikuž),

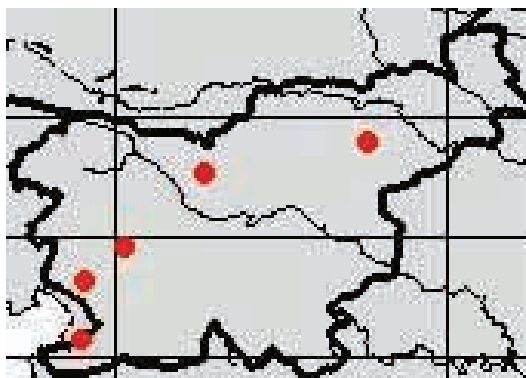
- Rezman Observatorij (operator: R. Palčič),
- Plavje (operator: P. Atanackov),
- Kobilj observatorij (operator: M. Mihelčič),

RADIJSKO SPREMLJANJE METEORJEV

Prva možnost radijskega opazovanja je, da imamo oddajnik in sprejemnik na istem mestu: takrat lovimo radijski signal, ki se odbije od meteorja v isti točki, kjer smo oddali signal (Backward scatter).

Druga možnost, ki je enostavnejša za izvedbo in jo lahko uporabljajo tudi amaterji, je, da imamo oddajnik in sprejemnik na različnih mestih na Zemljinem površju (Forward scatter).

Pri prvi metodi uporabljajo radarje, pri drugi pa lahko uporabijo kar navadne radijske sprejemnike ali radioamaterske sprejemnike.



Radijsko opazovanje meteorjev se je razvilo po 2. Svetovni vojni, radijsko opazovanje s sprejemanjem odbitega vala druge pa je postalo popularno med amaterji šel sredi 80-ih let.

Nebo fotografiramo tako, da obračamo kamero navzdol proti sferični podlagi. Pod kamero namestimo zavito ogledalo, v katerem lahko opazimo celotno okolico.

FOTOGRAFIRANJE METEORJEV

Med zanimivo spremljanje aktivnosti meteorjev sodi tudi fotografiranje.

Za svetlejša meteorje - bolide uporabljamo all-sky kamere. Poznamo dve izvedbi te kamere. Prva je objektiv ribje oko(fisheye), ki pokrije 180° zornega polja. Druga izvedba all-sky kamere je fotoaparati z normalnim 50mm objektivom, nameščenim v gorišču izbočenega zrcala. To izvedbo sva uporabljala tudi midva za fotografiranje meteorjev.

Še tako lep posnetek meteorja nima nobene znanstvene vrednosti, če ne vsebuje podatkov:

Začetek/konec ekspozicije, objektiv, območje neba in časa, kadar se je pojavil meteor, preleti letal in satelitov mimo zornega polja fotoaparata.

SLEDI NA POSNETKU KI NISO METEORJI

Če opazimo svetlo sled na posnetku, se ne smemo takoj veseliti, da imamo posnet meteor. Pri zelo dolgih ravnih šibkih črtah je zelo velika verjetnost, da to ni meteor. Lahko je praska čez film, letalo ali satelit.

VIDEO SNEMANJE METEORJEV

Video snemanje meteorjev je podobno fotografiranju meteorjev; dobra stran tega je, da iz video posnetka običajno lahko določimo tudi kotno hitrost meteorja in čas, v katerem smo ga posneli.

Ker je video trak sestavljen iz zelo hitrega zaporedja posnetkov, po navadi si sledijo na 1/25 sekunde, lahko zabeležimo zelo kratkotrajne spremembe v intenziteti meteorja ali pri samem obnašanju sledi.

Ob sodobnih kamerah in video ojačevalcih lahko ujamemo meteorje v podobnem rangu kot vizualni opazovalci. Slabost videoposnetka je, da moramo posneti trak večkrat pregledati da ne spregledamo kakega meteorja.

FOTOGRAFIRANJE METEORJEV IZ VEČ TOČK

Iz posnetka istega meteorja, ki ga naredijo iz vsaj dveh mest, oddaljenih med seboj najmanj 10 km, lahko izračunamo kje v atmosferi se je gibal meteor in orbito po kateri je potoval po Osončju.

Meteor, posnet iz več točk na Zemljinem površju, je zelo koristen podatek, saj mu lahko izračunamo orbito, po kateri je meteorid potoval po Osončju. Najnujnejši podatki, ki jih moramo imeti poleg simultanih fotografij, so še natančen čas (do sekunde natančno) ko smo videli meteor, kotna hitrost in sij meteorja.

Za enolično določitev poti meteorida po atmosferi potrebujemo vsaj dva posnetka istega meteorja. Ta meteor bo na posnetkih imel drugačno lego glede na zvezdno ozadje in iz te bomo lahko izračunali kje je meteor pričel svetiti in kje je ugasnil.

Ko si poskušamo organizirati takšno opazovanje iz dveh ali več točk, je najpomembnejša točna časovna sinhronizacija posnetkov in ista točka v prostoru, ki jo fotografiramo. S sodelavcem ki bo fotografiral na drugi točki vsaj 20 km stran se moramo zmeniti da slikamo v enakih intervalih ob istem času. Za povprečno aktiven meteorski roj so predlagani intervali 10 minut narazen. Ko smo se dogovorili za časovne intervale, moramo paziti, da ne prekinemo posnetka takoj, ko je mimo našega zornega polja priletel dovolj svetel meteor, ampak posnetek prekinemo šele na koncu, saj ne vemo če je tudi naš sodelavec ujel ta meteor in ali je ta slika uporabna. Ob preletu meteorja moramo zapisati natančen čas preleta meteorja do sekunde natančno, da bomo lahko kasneje odčitali točne pozicije začetka in konca meteorja iz posnetka.

VIRI:

- Internet
- Knjiga Meteorji

Urednik:

pom. akad. dr. Mitja SLAVINEC

Oblikovanje:

Ernest Hari

Tisk:

AIP Praprotnik

Naklada:

400 izvodov

Založnik:

AD Kmica in ZOTKS

zanju: pom. akad. dr. Mitja Slavinec