

KAZALO

ASTRONOMIJA V POMURJU	2
NEPOJASNJENE SKRIVNOSTI IZBRUHOV SEVANJA GAMA	3
MRK V AFRIŠKI SAVANI.....	7
LINUX IN ASTRONOMIJA	9
RAZVOJ ZVEZD.....	10
KOMETI, ZAČETEK IN KONEC?	14
SOBOTE SO ZVEJZDE SIGDAR BLIŽE.....	15
POROČILO O MEDNARODNI METEORSKI KONFERENCI.....	17
ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 2001	19
ŽE PA MED ZVEJZDAME	19
POROČILA O DELU NA ASTRONOMSKEM TABORU	19
<i>SKUPINA THE MIGHTY BUCK FUTTERS.....</i>	<i>19</i>
<i>SKUPINA ZA SPLOŠNO ASTRONOMIJO</i>	<i>19</i>
<i>RAZDALJA DO VENERE.....</i>	<i>20</i>
<i>MERJENJE RAZDALJE S POMOČJO KEFEID</i>	<i>21</i>
<i>ASTEROIDI, KOMETI IN METEORJI</i>	<i>23</i>
<i>TABOR V FOKOVCIH.....</i>	<i>23</i>
<i>O SONCU</i>	<i>24</i>
<i>DOLOČANJE ODDALJENOSTI IN VIŠINE CERKVE.....</i>	<i>25</i>
<i>POROČILO</i>	<i>25</i>
<i>SONČNE PEGE.....</i>	<i>26</i>
<i>ASTEROIDI.....</i>	<i>26</i>
<i>ZVEZDNI SPEKTRI</i>	<i>28</i>
<i>PLANETI VELIKANI.....</i>	<i>29</i>
<i>VENERA</i>	<i>29</i>
<i>MARS.....</i>	<i>30</i>
<i>SPREMENLJIVKE</i>	<i>30</i>
<i>POROČILO</i>	<i>34</i>
<i>LUNA</i>	<i>34</i>
<i>SONCE</i>	<i>35</i>
UDELEŽENCI ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 2000.....	38

ASTRONOMIJA V POMURJU

Astronomsko društvo Kmica si je tudi v letošnjem letu zadalo veliko ciljev. Ob že tradicionalnem Astronomskem taboru pri našem observatoriju v OŠ Fokovci, izdajo biltena in astronomskega koledarja ter mnogih javnih opazovanjih neba, namenjenih široki javnosti, smo organizirali strokovno ekskurzijo na Dunaj (tehnični muzej, planetarij in observatorij), predavanja in druge aktivnosti, namenjene popularizaciji astronomije. Popularizacija astronomije na ljubiteljski ravni predstavlja tudi glavno poslanstvo društva. Z velikim veseljem pa lahko ugotovimo, da ob slednjem, v društvu zmeraj večjo težo in pomen dobiva tudi astronomija na nekoliko višji ravni. Pet naših članov se je junija odpravilo v Afriko na opazovanje popolnega sončnega mrka, udeležili smo se mednarodne meteorske konference, s predavanjem smo sodelovali na znanstveni konferenci o astronomiji v Angliji, še posebej ponosni pa smo na novi doktorat fiziklanih znanosti s področja astronomije, ki ga je uspešno obranila naša članica in rojakinja.

Ob izobraževanju in popularizaciji astronomije pa našim članom želimo omogočiti tudi čim boljše materialne pogoje za astronomska opazovanja. V ta namen smo se v letošnjem letu (kot plod domačega znanja) opremili z manjkajočimi pripomočki za astronomsko fotografiranje, plod naših skupnih prizadevanj s Klubom PAC v Murski Soboti pa je novi astronomski observatorij opremljen z zelo zmogljivim teleskopom. Pri tem je zelo vspodbudno, da pri dobavi opreme več nismo vezani na tuje dobavitelje, ampak imamo široke možnosti znotraj društva.

Astronomsko društvo Kmica počasi preživlja svoja otroška leta. Članstvo društva je široko in strokovno. Kadrovsko smo dovolj razviti, da lahko samostojno organizira tudi najzahtevnejše prireditve s področja ljubiteljske astronomije. Da bomo tudi v nadalje ohranili tak tempo razvoja, kot ga je društvo imelo do zdaj, bo treba dodajati zmeraj nove in nove vsebine, že obstoječe pa dvigniti na čim višji strokovni in izvedbeni nivo. Prve korake v tej smeri smo že naredili, kar se odraža tudi v vsebini pričujočega biltena.

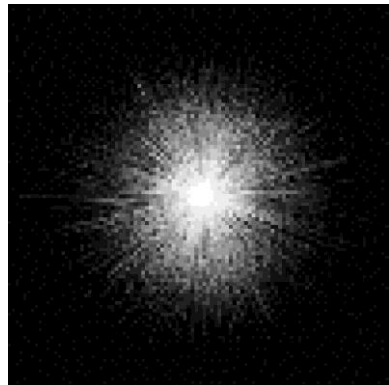
doc. dr. Mitja SLAVINEC,
predsednik AD Kmica

NEPOJASNJENE SKRIVNOSTI IZBRUHOV SEVANJA GAMA

Sevanje gama, fotoni gama je elektromagnetno valovanje z valovno dolžino manj kot 10^{-11} m oziroma frekvenco višjo od 10^{19} Hz, kar ustreza energiji fotonov 50 keV ($1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$).

Sevanje gama nastane pri radioaktivnih razpadih jeder, prehodu jeder iz vzbujenega stanja v vzbujeno stanje z manjšo energijo ali v osnovno stanje, pri zaviranju elektronov z energijo višjo od 10^5 eV in pri reakcijah med osnovnimi delci, npr. pri anihilaciji. (Leksikoni Cankarjeve založbe, Fizika, Priročnik elementarne fizike, Tehniška založba Slovenije)

V povprečju enkrat na dan se iz naključne smeri neba pojavi izbruh sevanja gama, ki pogosto zasenči vse ostale izvore sevanja gama na nebu skupaj. Izbruhi so naključni in za astronomska merila izjemno kratki: nekateri ugasnejo že po 30 milisekundah, drugi pa trajajo tudi 1000 sekund. Zelo različni so tudi njihovi časovni poteki: nekateri izbruhi so kaotični z velikim številom vrhov, drugi pa imajo preprosto strukturo z enim samim vrhom. Tretji pa so nekakšna mešanica teh dveh vrst. Skupna lastnost izbruhov sevanja gama je, da je večina njihove energije zbrane v obliki fotonov z energijami nad 50 kiloelektronvolti (keV), v spektrih nekaterih pa najdemo tudi fotone z energijami 200 megaelektronvoltov (MeV) ali celo (z nekoliko zakasnitvijo) fotone z 20 gigaelektronvolti ($\text{GeV} = 10^9 \text{ eV}$). (Za primerjavo, fotoni vidne svetlobe imajo energijo velikostnega reda 1eV.)



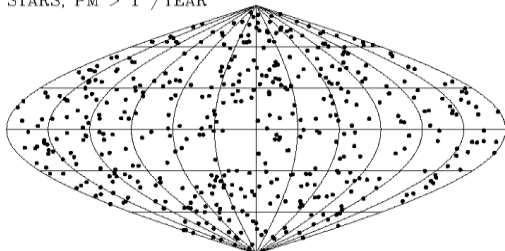
Ilustracija. Vir: <http://www.ias.rm.cnr.it/ias-home/sax/grbnews.html>

Zgodovina izbruhov gama je tesno povezana z vesoljskim programom in hladno vojno v 60-tih. Da bi nadzorovali izvajanje jedrskih poskusov v vesolju, predvsem morebitne poskuse Sovjetske zveze in Kitajske, je ameriška obramba poslala v orbito okoli Zemlje satelite, da bi zaznavali skrite jedrske eksplozije nad atmosfero. Baje so bile orbite teh sond takšne, da so lahko pokukale tudi za Luno, če se morda tudi tam kaj dogaja. Skritih jedrskih eksplozij niso opazili, opazili pa so občasne izbruhe sevanja gama, ki so prihajali iz naključnih smeri neba. Ker med zaznavanjem teh dogodkov na med seboj zelo oddaljenih sondah ni bilo bistvene zakasnitve, so hitro ugotovili, da so ti izvori daleč od Zemlje in niso povezani s Soncem ali drugimi deli Osončja. Vendar je trajalo še nekaj časa, preden so bili raziskovalci prepričani, da so izbruhi gama vesoljskega izvora. Odkritje so Klebesadel, Strong in Olsen objavili leta 1973. V prvih letih opazovanj so jih odkrili deset do dvajset na leto, kasneje pa z boljšimi detektorji in temeljitejšim pokritjem neba okrog 300 na leto. V zgodovino proučevanja izbruhov sevanja gama se je z velikimi črkami zapisal poskus BATSE (Burst and Transient Source Experiment), ki je devet let tekkel na Nasinem satelitu Compton Gamma Ray Observatory in v tem obdobju detektiral 2704 izbruhov sevanja gama.

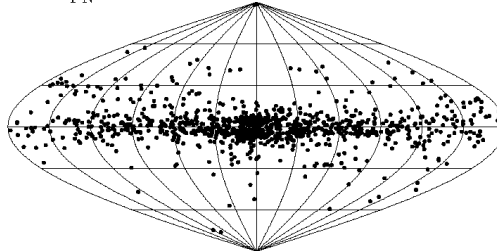
Analiza rezultatov poskusa BATSE je pokazala, da je večina izbruhov sevanja gama (vsaj 90 odstotkov) enkratnih dogodkov – da torej vsakega od njih povzroči drugo telo in se izbruhi ne ponavljajo (vsaj ne s periodo manjšo od 9 let, kolikor je trajal poskus). Le v preostalih 10 odstotkih izbruhov niso mogli izključiti možnosti, da sta vsaj dva izmed njih nastala v istem nebesnem objektu.

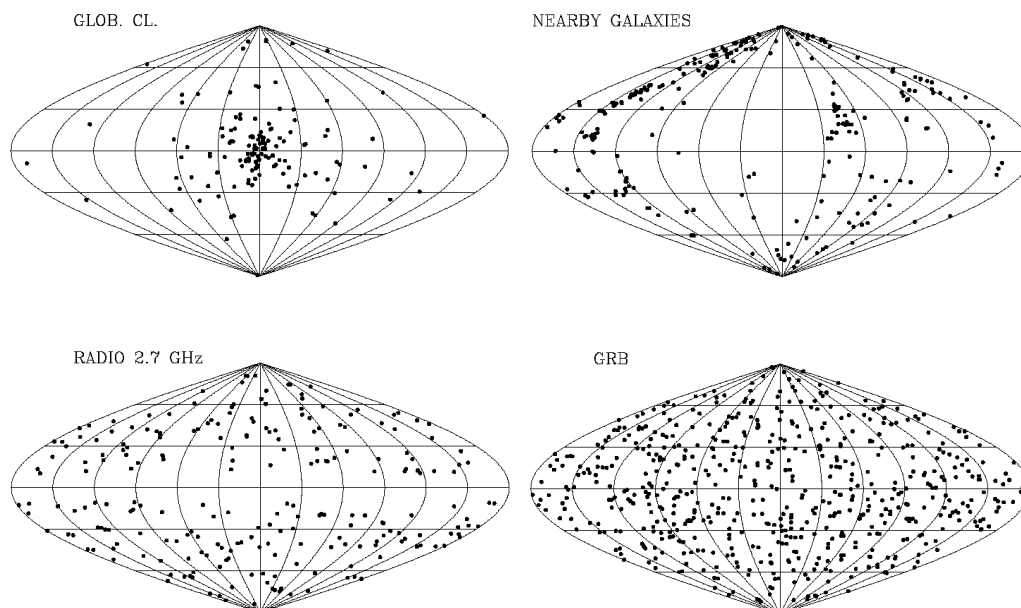
Rezultati poskusa BATSE so tudi pokazali, da se izbruhi sevanja gama pojavljajo enakomerno (izotropno) v vseh smereh neba, kar je v veliki meri pomagalo pri reševanju uganke o oddaljenosti objektov, ki povzročajo te skrivnostne izbruhe. Vprašanje oddaljenosti objektov je v astronomiji izredno pomembno, saj ključno vpliva na odgovor na vprašanje, kako močni oz. dejansko svetli so ti? Telesa, ki so blizu nas, so lahko bistveno šibkejša kot oddaljena telesa, pa vendar dajejo enako navidezno svetlost, t.j. so videti enako svetla. Ker izbruhi gama zaenkrat niso razkrili nobene lastnosti, ki bi bila neposreden pokazatelj njihove oddaljenosti, so raziskovalci o njihovi oddaljenosti sklepali le prek posrednih dokazov. Pri tem je ključna porazdelitev izbruhov sevanja gama po nebu. Na nebu namreč najdemo milijarde zvezd, galaksij in drugih teles. Astronomi poznajo stotine različnih vrst nebesnih objektov, vendar pa poznajo le nekaj bistveno različnih vrst porazdelitve objektov po nebu. Ker je ta povezana z njihovo oddaljenostjo, lahko na podlagi porazdelitve objektov po nebu nekaj rečemo tudi o njihovi približni oddaljenosti.

STARS, $\text{PM} > 1''/\text{YEAR}$



PN





Slika 1: Porazdelitev različnih astronomskih objektov po nebu v galaktičnih koordinatah (vodoravna črta na sredi ustreza galaktični ravnini, točka kjer se seka z navpično črto pa ustreza smeri proti centru Galaksije). Zgoraj levo: porazdelitev 528 bližnjih zvezd je približno izotropna (enaka v vseh smereh) in naključna. Zgoraj desno: porazdelitev 1143 planetarnih meglic kaže na močno zbiranje teh objektov v bližini galaktične ravnine. Sredina levo: na porazdelitvi 160 kroglastih kopic opazimo močno kopičenje teh objektov v smeri proti galaktičnemu centru. Sredina desno: porazdelitev 276 bližnjih galaksij, ki so zelo nepravilno porazdeljene in se zgoščajo v smeri bližnje jate v Devici. Spodaj levo: porazdelitev 233 najmočnejših izvengalaktičnih radijskih izvorov s frekvenco 2,7 gigahertza (GHz). Ti izvori so povezani z zelo oddaljenimi galaksijami in so po nebu razporejeni naključno in izotropno. Spodaj desno: porazdelitev 585 izbruhov sevanja gama iz drugega BATSE kataloga kaže, da so naključno in izotropno porazdeljeni po nebu. (Vir: B. Paczyński, PASP, 107, str. 1167, 1995)

V Sončevem sistemu so vsi znani objekti močno zgoščeni v ravnini ekliptike: orbite planetov, asteroidi, prah, kometi v Kuiperjevem pasu. Na večjih razdaljah – med Sončevim sistemom in najbližjimi zvezdami – so edina znana telesa kometi v Oortovem oblaku. Njihova porazdelitev je krogelno simetrična, a ne popolnoma: na obliko oblaka vplivajo plimske motnje naše Galaksije. Če bi izbruhovi sevanja gama prihajali iz Oortovega oblaka, bi opazili vpliv teh motenj na njihovo porazdelitev, a jih niso.

Ko zapustimo Sončev sistem, srečamo bližnje zvezde. Te so bolj ali manj enakomerno porazdeljene po prostoru, če zanemarimo, da se rade zbirajo v dvojne in večkratne sisteme. Njihova porazdelitev po nebu je skoraj izotropna (v vseh smereh enaka) (sl. 1).

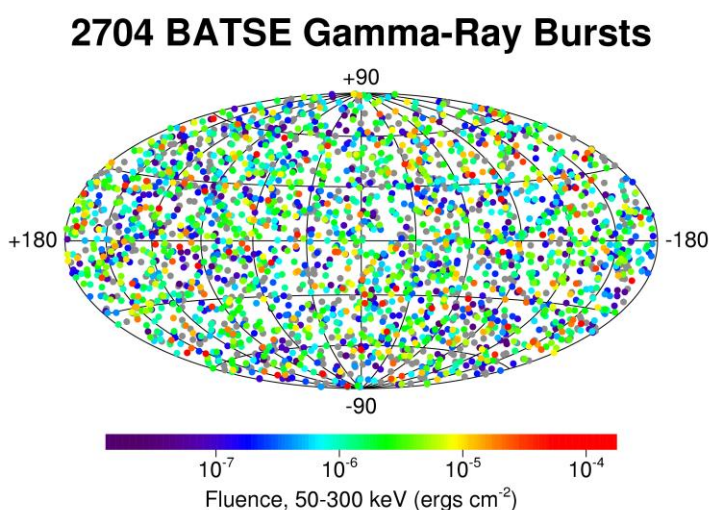
Ko vrišemo na karto neba bolj oddaljene zvezde, opazimo, da se zbirajo v galaktični ravnini. To ni nič nenavadnega, saj že od Galileja naprej vemo, da gradijo Rimsko cesto zvezde. In ker leži naše Osončje skoraj v ravnini naše Galaksije, vidimo večino njenih zvezd v galaktični ravnini, t. j. zbranih v pasu Rimske ceste. Med bolj oddaljenimi objekti, ki jih lahko opazimo v Galaksiji, so planetarne meglice, ki so pravzaprav ostanki starih rdečih orjakinj. Širne ovojnice teh ogromnih zvezd je pred nekaj tisoč leti odpihnilo, da so odletele proč od svojih gostiteljic in nastale so meglice, ki jim rečemo "planetarne", ostanki prvotnih zvezd v njihovih jedrih, pa so na poti, da postanejo bele pritlikavke. Planetarne meglice so zelo svetle in jih lahko opazimo do velikih razdalj. Če narišemo njihovo porazdelitev po nebu, opazimo, da se kopičijo v galaktični ravnini, kar je znak, da pripadajo naši Galaksiji (sl. 1).

V astronomskem inventarju so tudi telesa v haloju Galaksije. Najizjemnejši primer porazdelitve v haloju znan doslej, so kroglaste kopice zvezd. Te so skoraj krogelno razporejene okrog središča Galaksije in segajo do nekaj deset kiloparsekov (1 kiloparsek = 1000 parsekov = $1000 \times 3,26$ svetlobnih let) iz Galaksije. Njihova porazdelitev po nebu jih kaže zbrane v smeri okrog središča Galaksije, kar je značilno za vsa telesa v haloju. Pri tem velja pripomniti, da kroglaste kopice niso krogelno simetrično porazdeljene okoli nas, ampak okrog središča Galaksije. Ker smo sami osem kiloparsekov daleč od tega središča, jih vidimo zbrane v smeri proti njemu.

Če gremo še dalj v vesolje naletimo na najbližje galaksije. Te se rade zbirajo v jate, pravzaprav so skoraj vse bližnje galaksije članice jate v Devici. Če gledamo dalj in dalj, pa opazimo, da se bolj oddaljene galaksije sicer še vedno zbirajo v jate, vendar postaja njihova skupna porazdelitev po nebu bolj in bolj enakomerna (sl. 1).

Če povzamemo: med številnimi vrstami teles, ki jih najdemo v vesolju, sta le dve, ki sta porazdeljeni po nebu naključno (ne v skupinah) in izotropno (v vseh smereh enako). To so najbližje zvezde (na razdaljah velikostnega reda 100 parsekov) in zelo oddaljena izvengalaktična telesa (na razdaljah velikostnega reda 1 Gigaparseka). Katerakoli vmesna oddaljenost kaže ali galaktično strukturo ali podpis lokalne strukture vesolja. Kot kažejo rezultati poskusa BATSE (sl. 1, sl. 2), prihajajo izbruhi sevanja gama iz vseh smeri neba enako pogosto. So torej izotropni in se ne zbirajo v galaktični ravnini niti v smeri proti središču Galaksije. Torej so lahko le tako blizu kot najbližje zvezde ali pa tako daleč kot oddaljene galaksije – na kozmoloških razdaljah.

Glede prve možnosti je sklepanje naslednje: v astronomiji velja nekakšno pravilo, da naš del vesolja (torej naše Osončje, Galaksija in okolica) ni nekaj posebnega, ampak so njegove lastnosti več ali manj enake kot drugod v vesolju. To nam potrjujejo tudi opazovanja – vse vrste objektov, ki jih zaznamo v naši Galaksiji, najdemo tudi v drugih galaksijah. Edina omejitev je, da so dovolj svetli, da jih lahko opazimo v bolj oddaljenih galaksijah. Z drugimi besedami, naš del vesolja ni nič boljši ali slabši od drugih. Če nastajajo izbruhi sevanja gama v naši okolici oz. tako blizu kot so nam najbližje zvezde, lahko sklepamo, da nastajajo tudi v drugih delih vesolja torej tudi okrog drugih zvezd. V naši bližini bi bili izbruhi sevanja gama porazdeljeni tako kot najbližje zvezde – krogelno simetrično, z večanjem oddaljenosti od nas pa bi se zmeraj bolj zgoščali v galaktični ravnini, tako kot zvezde. Istočasno bi v povprečju padala njihova navidezna svetlost, vendar bi bila še zmeraj dovolj visoka, da bi jih opazili tudi onstran najbližjih zvezd. Tako bi morali opaziti, da so svetlejši izbruhi porazdeljeni izotropno, šibkejši pa bolj zbrani v ravnini Galaksije. Ker rezultati poskusa BATSE kažejo prav nasprotno, saj je porazdelitev izotropna ne glede na svetlost izbruhov (sl. 2), ostane le še zadnja možnost: da so izbruhi sevanja gama na kozmoloških razdaljah. Takšna velika oddaljenost pa pomeni, da morajo biti izbruhi strahovito močni, da jih s tolikšne razdalje (1 Gpc) vidimo tako svetle. Ob predpostavki, da so tudi izbruhi sami izotropni, t.j. oddajajo energijo enakomerno v vseh smereh, sledi ocena, da je njihova moč tudi do 10^{43} W, kar ustreza 10^{17} Sončevih izsevov. To pa je tudi za astronomska merila ogromno in pomeni, da so izbruhi sevanja gama daleč najsvetlejši pojavi v vesolju!



Slika 2: Porazdelitev 2704 izbruhov sevanja gama po nebu iz četrtega BATSE kataloga. Nebo je prikazano v galaktičnih koordinatah, barva točk ustreza svetlosti izbruha v skladu z legendo spodaj. Porazdelitev je naključna in izotropna ne glede na svetlost izbruhov. (Vir: <http://gammaray.msfc.nasa.gov/batse/grb/skymap/>)

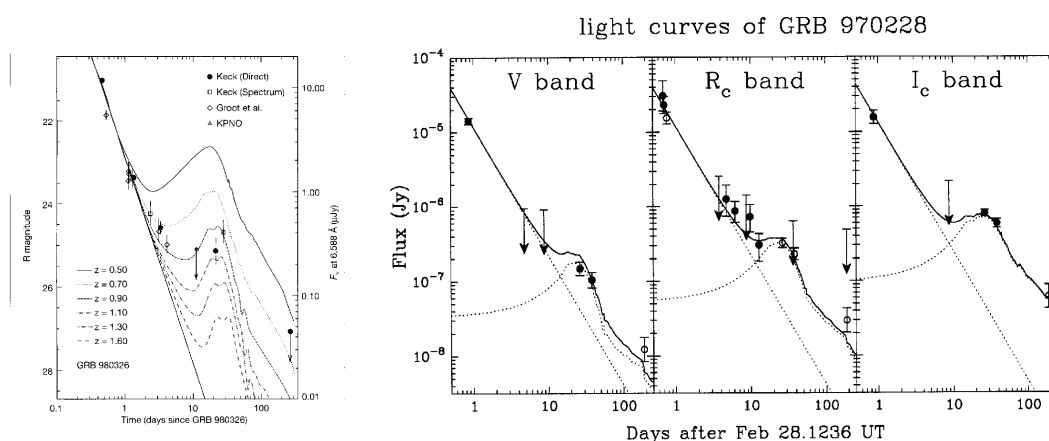
V zadnjih letih 20-tega stoletja je prišlo do velikega napredka pri razumevanju skrivnosti izbruhov sevanja gama z odkritjem kasnega sija (angl. afterglow) izbruhov sevanja gama in z odkritjem njihovih galaksij gostiteljic. Leta 1997 je satelit BeppoSAX detektiral rentgenski sij, ki se je z majhno zakasnitvijo pojavil na istem mestu (v okviru natančnosti opazovanj) na nebu kot izbruh gama GRB970228 (GRB pomeni izbruh sevanja gama, številke pa datum izbruha: letnica-mesec-dan). Takšnim primerom pravimo tudi, da so odkrili rentgenski dvojnik izbruha sevanja gama. (Dvojnik je pravzaprav telo oz. pojav, za katerega obstaja zanemarljivo majhna verjetnost, da le naključno leži v isti smeri na nebu kot izbruh sevanja gama in spremeni svoj izsev istočasno ali v nekem kratkem časovnem obdobju po njem. Tako torej sklepajo, da je dvojnik z zelo visoko verjetnostjo povezan z danim izbruhom in je nastal v istem nebesnem objektu, ter ne gre le za naključje.) Pri izbruhu GRB970228 so detektirali tudi dvojnik v optičnem delu spektra, ki je pravzaprav šibka galaksija. Sledila so odkritja rentgenskih, optičnih in radijskih dvojnikov tudi drugih izbruhov sevanja gama. S spektroskopskimi metodami so nato iz izmerjenega kozmološkega rdečega premika spektralnih črt določili oddaljenost detektiranih dvojnikov (galaksij) in tako potrdili, da izbruhi sevanja gama ležijo na kozmoloških oddaljenostih.

O izbruhih sevanja gama je bilo v letih od njihovega odkritja do danes objavljeno več tisoč opazovalnih ali teoretičnih člankov. Ravno za teoretike je bilo to področje kot še neposejana njiva: za razlago izbruhov so predlagali marsikaj, edine omejitve pri tem so bile meje njihove domišljije. Že leta 1994 (ko je bilo verjetno opravljeno zadnje takšno štetje) je bilo več kot sto različnih teoretičnih modelov izbruhov sevanja gama. Nekateri so v šali dejali, da je bilo, kot rešitev njihove uganke, predlagano že prav vse razen enega: da jih povzročajo kometi iz antisnovi, ki padajo v bele luknje. Vendar mora dober model izbruhov sevanja gama razložiti nekatere njihove bistvene značilnosti.

Dejstvo, da so izbruhi sevanja gama izjemno kratki, kaže na to, da so objekti oziroma območja, v katerih nastajajo, izjemno majhni. Sklepanje je sledeče: recimo, da pride v nekem objektu ali območju vesolja do neke (kakršnekoli) spremembe, ki ima za posledico spremembo izseva, ki traja recimo čas Δt . Če je ta sprememba izseva velika, sodeluje pri njej velik del tega objekta oz. območja. Vendar ta objekt oz. območje po drugi strani ne more biti večje,

kot je pot, ki jo v času nastanka spremembe, naredi svetloba. Informacija o spremembi pogojev, ki povzročijo spremembo izseva, se namreč ne more prenesti z enega konca sevajočega območja do drugega, hitreje od svetlobe. Tako sklepamo, da je objekt oz. območje vesolja, ki spreminja izsev v času Δt , po velikosti manjše ali kvečjemu enako veliko kot je razdalja, ki jo prepotuje v tem času svetloba: $c\Delta t$ ($c=3\times 10^8$ m/s je svetlobna hitrost). Za izbruhe sevanja gama to pomeni, da je njihova velikost največ okrog 1000 svetlobnih sekund, kar ustreza približno dvakratni oddaljenosti Zemlje od Sonca. Iz, v astronomskih merilih, tako majhnega območja pa prihaja izsev po moči enak tudi do 10^{17} Soncem, torej kot da bi imeli v območju med našim Soncem in malo dalj od Marsove tirnice kar sto milijonov milijard Sonc. Tako velik izsev iz tako majhnega območja nujno kaže na izredno visoko koncentracijo energije in fotonov (svetlobe). Raziskovalci pričakujejo, da se po neki začetni eksploziji ustvari plazma nabitih delcev, ki se s gibljejo s hitrostjo blizu svetlobni in ustvarjajo t.i. ognjeno kroglo. Pri širjenju te ognjene krogle prihaja do različnih faz od relativističnega gibanja, preko upočasnjevanja delcev do nerelativističnih hitrosti, udarnih valov, ko ta razširjajoča ognjena krogla trči v medzvezdni prah in plin, itd. Možno je tudi, da ta ognjena krogla pravzaprav ni krogla, ampak je bolj ali manj sploščena oz. usmerjena v neki smeri. Kako jo vidimo z Zemlje, pa je v tem primeru odvisno od tega, iz katere strani jo gledamo. Raziskovalci upajo, da bodo s tem modelom in njegovimi različicami lahko razložili raznolike lastnosti izbruhov sevanja gama.

Čeprav se zdi, da so na tem področju raziskovalci že dokaj blizu pravilni razlagi, pa še vedno ostaja vprašanje, kaj povzroči prvotno eksplozijo, iz katere nato sledi ta ognjena krogla? Najbolj popularne modele za ta prvotni proces lahko razdelimo v dve osnovni skupini: v prvi so dvojni sistemi kompaktnih objektov (črne luknje, nevtronske zvezde, bele pritlikavke), ki se v različnih kombinacijah zlijejo v en sam objekt, npr. črna luknja, ki se zlije s črno luknjo, nevtronsko zvezdo ali belo pritlikavko v večjo črno luknjo, nevtronska zvezda z nevtronsko zvezdo ali belo pritlikavko in bela pritlikavka z belo pritlikavko. V drugi skupini pa so modeli, v katerih se zvezda z zelo veliko maso sesuje sama vase in pri tem nastane črna luknja. Različice tega modela vključujejo hitro vrtečo se masivno zvezdo in zvezdo z močnim magnetnim poljem. Energije, ki se sprostijo pri takšnih procesih so po predvidevanjih visoke in verjetno v vseh modelih tudi podobne, saj vsi ti scenariji vodijo do nastanka kompaktnega objekta, po vsej verjetnosti črne luknje.



Slika 3: Svetlobne krivulje kasnih sijev izbruhov GRB 980326 (levo) in GRB970228 (desno). Točke prikazujejo izmerjene vrednosti, ravna premica pričakovano ugašanje izbruha, črtkane krivulje pa pričakovani časovni potek eksplozije supernove na različnih oddaljenostih od nas. Vsota pričakovanega ugašanja in supernove se dokaj dobro ujema z izmerjenimi vrednostmi. (Vir: T. Galama et al., ApJ, 536, str. 185, 2000)

V zadnjih letih je vse več znakov, da so izbruhi sevanja gama morda povezani z eksplozijami supernov (Supernova je močna eksplozija zvezde, ki pokuri svoje jedrsko gorivo in v siloviti eksploziji razpihne svoje zunanje plasti, medtem ko se njeno jedro skrči bodisi v belo pritlikavko, nevtronsko zvezdo ali črno luknjo.) Eksplozije supernov so bile že med prvimi idejami in modeli razlage izbruhov sevanja gama, vendar pa imajo bistveno drugačne lastnosti, predvsem obliko spektra, in so tako videti neprimerne za to nalogo. Raziskovalci so bili tako zelo presenečeni, ko so kmalu po izbruhu GRB980425 na njegovem mestu odkrili supernovo SN1998bw. Ker ocene kažejo, da je verjetnost, da je takšen dogodek naključen, le 0.0001 (1 proti 10.000), sklepajo, da sta oba dogodka povezana. Raziskovalci trdijo, da tudi svetlobne krivulje kasnih sijev nekaterih drugih izbruhov (GRB980326 in GRB970228) kažejo na prisotnost supernove (sl. 3). Čeprav zaenkrat opazovalni podatki ne dajejo boljše slike dogajanja in tudi ni jasno od kod tolikšne razlike med izbruhi sevanja gama in supernovami, pa ti rezultati vendarle podpirajo idejo, da vsaj del izbruhov sevanja gama nastane pri kolapsu masivnih zvezd.

Na odgovor na vprašanje, kateri od številnih modelov izbruhov sevanja gama je pravi, bo tako treba še nekoliko počakati. Zaenkrat lahko z veliko gotovostjo trdimo le, da nam izbruhi sevanja gama pravzaprav signalizirajo nastanek novih črnih lukenj v vesolju.

asist. dr. Andreja Gomboc
Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

MRK V AFRIŠKI SAVANI

Že leta 1999, takoj po »našem« mrku, smo se zbadali, da bomo šli gledat tudi naslednjega v Afriko. Tega takrat nihče ni jemal resno. Potem pa, kako leto pred prvim popolnim sončevim mrkom tega tisočletja, se nas je pet študentov fizike, Kmicinih članov, odločilo, da bomo to zares storili. Začela se je oblikovati Odprava Mrk 2001. Mrzlično smo iskali sponzorje ter dopolnjevali program naše odprave. Zadalji smo si več nalog: Poleg dokumentacije mrka smo si želeli navezati stike s študenti in profesorji Narodne univerze Zambije (UNZA). Tudi to nam je uspelo. Odpravo sta podprli dve največji slovenski astronomski društvi (Kmica in Javornik), Oddelka za fiziko Univerze v Mariboru in Ljubljani ter prof. dr. Tomaž Zwitter. Za finančno podporo se imam zahvaliti Klubu prekmurskih študentov, Zavarovalnici Triglav, podjetju Mlinopek, Poudarek in Eurovision, Študentski organizaciji ŠOU v Ljubljani ter AD Kmica. Medijsko pa so nas pri tem podprli Radio Slovenija, Radio Murski Val, časopisa Večer ter Pomurski vestnik ter, na žalost zdaj že pokojna, revija Spika. Ob vsej tej podpori smo se 8. junija trije člani odprave odpravili v Zambijo. To smo bili Primož Kajdič, Gregor Skok in Uroš Kržič. Vsem, ki so nam odpravo omogočili, bi se rad v tem prispevku še enkrat najlepše zahvalil.

Mrk med prijaznimi Zambijci ter slovenskimi misijonarji

Po dvanajstih urah leta in triindvajsetih urah potovanja smo člani odprave Mrk 2001 v petek zjutraj pristali na letališču v glavnem mestu Zambije, Lusaki. Pogled na ostale tuje turiste je pričal, da so si večinoma prišli ogledat popolni sončev mrk. Teleskopi in fotografski objektivni so bili obvezni del prtljage. Vreme nas je nekoliko prestrašilo, saj so vso državo prekrivali črni oblaki.

Lusaško letališče ni dosti večje od brniškega ali zagrebškega, kar nas je, glede na to da v Zambiji živi okrog 10 milijonov ljudi, nekoliko presenetilo. Po opravljenih formalnostih na carini, nas je na letališču pričakal pater Janez Mlakar, eden izmed slovenskih misijonarjev, ki deluje v Zambiji. Skupaj jih je kakih sedem razporejenih po vsej deželi. Odpeljal nas je v Jezuitski center, približno pet kilometrov v stran od letališča. Tam so nas toplo sprejeli in od tedaj smo bili s strani slovenskih misijonarjev vseskozi prijazno pogoščeni. Ko smo se jim zahvaljevali za izkazano gostoljubnost so dejali, da so se tekom let pač navzeli zambijske prijaznosti. Kasneje smo to pregovorno prijaznost občutili na svoji koži.

Mrk

Zambijci so dobro vedeli, zakaj je njihovo deželo nenadoma obiskalo toliko turistov. Napetost, s katero so ljudje 21. junija pričakovali mrk, je bilo zaslediti povsod. V časopisih so se pojavljali članki o mrku, vlada je najrevnejšim zastonj delila zaščitna očala. 21. junij so razglasili za dela prosti dan.

Tega dne zgodaj zjutraj smo se skupaj s patroma Alojzom Podgrajškom in Miho Drevenškom odpravili prosti mestecu Chisamba, ki je od Lusake oddaljeno kakih 40 km. Dan prej smo našli idealen kraj za opazovanje. Bili smo zraven hiš neke družine. Domačini so prihajali in prosili za zaščitna očala. K sreči smo imeli s sabo polno folij mylar, ki smo jih lahko razdelili. Nekateri domačini so mrk pričakovali s strahom, predvsem pa so bili radovedni

Nekaj minut po 15. uri se je stemnilo in je vsa pokrajina utihnila.. Pojav je bil čudovit. Vsi smo kot začarani občudovali nebo. Ko si se ozrl po okolici si na nekaterih mestih v daljavi videl oranžni sij ognja ter dim, ki se je dvigal visoko v nebo. Ljudje ob tem času požigajo suho slonjo travo. Vse je bilo tiho, slišalo se je le "škrljocanje" naših fotografskih aparatov. Domačini so bili vidno zadovoljni, še posebej, ko se je Sonce spet prikazalo. Takoj po mrku smo se odpravili domov. Ob cesti je bilo na tisoče ljudi. Ko so nas zagledali so začeli mahati, otroci so nam navdušeno vzklikali. Mrk ni nikogar pustil ravnodušnega. Fotografije smo lahko razvili šele naslednji dan. Zelo lepo so uspeli. V kampusu Narodne univerze v Zambiji (UNZA) so zvečer priredili veliko slavlje, ki je trajalo pozno v noč. Tega dne je bilo v Lusaki polno turistov, ki so se že naslednji dan povečini odpravili proti Viktorijinim slapovom.

Zambija

Najmanj turistična dežela, ki smo jo obsikali, je Zambija. Kot večina afriških držav se sooča s številnimi problemi. Blizu 80 % ljudi živi pod pragom revščine s plačo nižjo od 30 ameriških dolarjev. Pri tem pa so cene v trgovinah enake ali celo za odtenek višje kot pri nas. Zambija ima veliko naravnih bogastev. V pokrajini Copperbelt so ogromna nahajališča bakra. Tu ležijo veliki rudniki, ki pa so propadli, ko jih je država nacionalizirala. Sedaj se spet vračajo v zasebne roke. Aids je naslednji velik problem. Okrog 12 % otrok je brez vsaj enega starša, ker jim je umrl zaradi aidsa.

Turistov v Zambiji ni veliko, kar je verjetno vzrok za to, da so Zambijci do tujcev izredno prijazni. Zambija ima vse možnosti za razvoj turizma. Ima čez trideset narodnih parkov, od katerih največji, park Kafue, pokriva površino 22.000 km².

Najlepši park so Viktorijini slapovi reke Zambezi, ki si jih Zambija deli s sosednjim Zimbabvejem. Slapove je odkril leta 1855 angleški raziskovalec in misijonar David Livingstone. Po njem se imenuje bližnje mesto Livingstone, ki leži slabih deset kilometrov od slapov. To je edini kraj v Zambiji, kjer lahko srečaš veliko belih turistov. Slapovi merijo v dolžino 1600 metrov, voda pa pada 120 metrov globoko. Kraj, kjer so slapovi, prepoznaš že od daleč, saj se nad njim dviga ogromen oblak razpršenih vodnih kapljic. Nekaj kilometrov pred slapovi zaslišiš bobnenje padajoče vode. Obiskovalcu vzamejo dah ogromne količine vode, ki vsak trenutek padejo v globine. Vode je največ po koncu deževne dobe, torej v juniju in juliju. V parku se lahko sprehajaš po raznih potkah. Pri tem pogosto srečaš pavijane, ki se ti včasih povsem približajo.

Belce in Indijce lahko v večjem številu srečaš le še v glavnem mestu Zambije, Lusaki. Tu živi dva milijona ljudi. Kljub temu Lusaka ne daje vtisa milijonskega mesta. Je zelo razvlečeno mesto z dokaj majhnim mestnim središčem, kjer je nekaj visokih zgradb. Večina Zambijcev si ne more privoščiti svojega avtomobila. Nekateri se v mestu prevažajo z mestnimi minibusi. Za druge je tudi to prevelik strošek, zato preprosto hodijo. Povprečen Zambijec veliko prehodi. Nič čudnega ni, če mora zjutraj do delovnega mesta prepešačiti dve uri. Na ulicah ljudje prodajajo razne stvari. Še posebej tujcu radi kaj ponudijo. Vendar niso preveč vsiljivi. Prodajajo skoraj vse – od kuhinjskega pribora do rabljenih žaklov.

Slovenski misijonarji v Zambiji

V Zambiji deluje kakih sedem slovenskih misionarjev. Vsi opravljajo vodilne funkcije. Pater Alojz Podgrajšek vodi Krščanski center v kampusu Narodne univerze Zambije (UNZA) v Lusaki. V njegovi cerkvi opravlja svoje verske obrede čez trideset verskih skupin. V Copperbeltu pater Miha Drevenšek vodi Frančiškanski center. V pokrajini ga poznajo kot očeta Miho. Poleg cerkve vodi tudi tiskarno, kjer izdajajo nekaj revij. Pred petimi leti je ustanovil radijsko postajo Icengelo (luč), ki jo v Copperbeltu posluša 3,7 milijona ljudi. Preko medijev opozarja na napake, ki jih počne skorumpirana vlada. Kakšen mesec pred našim prihodom so neznanci skušali požgati radijsko postajo, očeta Miho pa so pretepli. Kljub temu vztraja. V preteklosti je ljudem zgradil veliko hiš, pa tudi veliko šol. Še danes se v obrtniških delavnicah ljudje učijo raznih spretnosti. Pater Stane Rozman je začel s Projektom Nangoma. Nangoma je okraj, kakih 100 kilometrov oddaljen od Lusake. Projekt se je začel s postavitvijo majhne klinike za tamkajšnje ljudi, prerasel pa v moderno bolnišnico. Poleg tega imajo tudi delavnice, kjer se bodoče šivilje učijo šivati, moški pa se učijo koristnih obrtniških opravil. To je eden najuspešnejših tovrstnih projektov v celi Afriki.

Namibija

Namibija je turistično veliko bolj razvita od Zambije. Nekaj časa je bila nemška kolonija. Nemščina je, poleg Angleščine in jezika Afrikaans, najbolj govoren jezik v Namibiji. Dežela številne narodne parke. Najznamenitejši je park Etosha na severu države, ki je celo malenkost večji od parka Kafue. Živali je tam toliko, da se zeber ter raznih vrst srnjadi kar naveličaš. Poleg tega vidiš veliko žiraf, govedi, nojev, slonov, raznih ptičev, več sreče pa moraš imeti z zvermi, kot so gepardi, hijene in levi ter z nosorogi. Park je urejen tako, da poti vodijo turiste do izvirov vode, kjer se zadržujejo živali. Živali, vajene turistov, počivajo kar ob cesti.

Približno 300 kilometrov južneje se ob atlantski obali nahaja mestece Swakopmund, južno od njega pa narodni park Naukluft – Namib. Naukluft je predvsem skalnata puščava, v njej pa raste znamenita rastlina Welwitschia Mirabilis, imenovana po njenem odkritelju, dunajskem botaniku slovenskega rodu Friedrichu Velviču. Rastlina spada med drevesa, čeprav ji na prvi pogled tega nebi prisodili. Starost najstarejše rastline ocenjujejo na 2000 let. Po nekaterih informacijah bi naj bila najstarejše živo bitje na svetu.

Južno od Nauklufta se razprostira puščava Namib. To bi naj bil eden najbolj suhih krajev na svetu, vendar nas je tam namočil dež. V kraju Sesriem dovolijo v puščavo vsak dan vstopiti le omejenemu številu turistov. Zelo popularno si je ogledati sončni vzhod v puščavi. Ogromne peščene sipine rdečkaste barve se dvigajo tudi do 150 metrov visok. To naj bi bile največje sipine na svetu. Če se odpraviš na kratek izlet do Skrite doline, ki leži nekoliko vstran od glavnih turističnih poti, lahko občutiš kako je, če si sam v puščavi, pred tabo pa se razkrije čudovita pokrajina.

Kakih 600 km južneje leži mesto Lüderitz. Tam se začne prepovedano območje. Gibanje je omejeno zaradi ogromnih nahajališč diamantov. Diamanti in turizem sta praktično edini pomembni gospodarski dejavnosti v Namibiji. Oboje je tako donosno, da ljudem ni treba plačevati davkov. Nekaj kilometrov vstran od Lüderitza leži zapuščeno mesto Kolmanskop, kjer so včasih prebivali iskanci diamantov, danes pa mu pravijo mesto duhov. Je priljubljena turistična atrakcija.

Nekako na tretjini poti med Lüderitzom in glavnim mestom Windhoek leži mesto Keelmaschoop, zraven pa Igrišče velikanov. Ko obiščeš ta kraj imaš občutek, da je nekdo goro zdobil na skale ter jih razmetal naokrog. Kamor seže pogled povsod so kupi skal. Upravičeno je kraj dobil svoje ime.

Zimbabve

Zimbabveju grozi, da se bo spremenil v državo duhov. Turiste, ki so še pred dvema letoma množično prihajali v državo, so prestrašile besede predsednika Roberta Mugabeja, ki namerava belce izgnati iz države. Zimbabve je bil dolgo velik izvoznik hrane. Belci, ki so predstavljali okrog odstotek prebivalstva, so ustvarili večino izvoza. Imeli so ogromne farme. Vlada je sklenila zemljo razdeliti med domačine in je začela z nasilnim izgonom belcev. Zdaj ima

Zimbabve zalag hrane le še za štiri mesece. V pogovoru z ljumi je bilo očitno, da so se Mugabeja naveličali in si ga ne želijo več. Aids pesti Zimbabve bolj kot ostale države. Še ob zadnjem štetju prebivalstva je imel Zimbabve letni naravni prirastek 4 %. Za naslednje leto ocenjujejo, da se prebivalstvo ne bo več povečalo. Kaj lahko se zgodi, da bo država čez dvajset let skoraj prazna.

To bi bila škoda, saj je dežela zelo lepa. V glavnem mestu Harare so nas osupnile visoke, moderne in lepe stolpnice, ki pričajo o nekoč uspešnem gospodarstvu. Ljudje še zdaj v parkih prodajajo domače izdelke, kipe in rezbarije, vendar prodajo bolj malo. V preteklosti so se na področju Zimbabveja pojavljale dokaj razvite kulture, ki so pustile sledi v obliki zidanih palač in mest. Eno takih je Veliki Zimbabve, ki leži kakih 300 km južno od Harareja.

Primož Kajdič

LINUX IN ASTRONOMIJA

Linux je prosto dostopen Unixu podoben operacijski sistem. Leta 1991 se je finski študent Linus Torvalds odločil napisati kodo za operacijski sistem, ki bi naj prekoračila standarde Minixa, to je majhne izpeljanke Unixa. V nekaj letih se je Linux, ob močni podpori razvijalcev s celega sveta, razvil v enega vodilnih operacijskih sistemov, ki pokriva paleto sistemov od prenosnikov do mogočnih vzporednih računalnikov. Linux se je pojavil v pravem trenutku, ko je bila velika potreba po strežnikih, s pravo strategijo, to je brezplačen in zanesljiv operacijski sistem, za katerega je izvorna koda prosto dostopna.

Linux in aplikacije na njem zahtevajo razmeroma skromno strojno opremo, zato je še posebej zanimiv tam, kjer ni denarja na pretek, to pa je skoraj na vseh področjih. Vladne organizacije poročajo o velikanskih prihrankih s prehodom na Linux, podjetja postajajo bolj konkurenčna z zmanjšanjem izdatkov za licence, izobraževalni zavodi poročajo o normalnem delu na zastarelih računalnikih, raziskovalne organizacije izvajajo projekte s področja numerično zahtevnih simulacij na opremi, za katero so izdatki krepko pod polovico sorodnih komercialnih produktov in še bi lahko naštevali primere o spodbudnih poročilih.

Tudi društva in šolski krožki, kjer se največkrat popularizira astronomija, imajo priložnost izvleči iz računalnikov več kot jim to omogoča komercialna programska oprema. Treba je proučiti namen računalnika - torej zakaj ga sploh na določenem mestu uporabljamo, sestavo strojne opreme in možnost realizacije želja s prosto dostopno opremo. Če lahko potrebam zadostimo z Linuxom in aplikacijami na njem, potem več ni kaj za razmišljati. V večini primerov pridemo do zaključka, da lahko vse kar delamo na komercialnih produktih, naredimo tudi na Linuxu in za licence ni potrebno nič plačati.

Večina računalnikov se danes uporablja za urejanje besedil, brskanje po svetovnem spletu in izmenjavo elektronske pošte, za kar je Linux zelo primeren. Njegov bliskoviti razvoj temelji na uporabi Interneta, zato ne preseneča, da obstaja niz kvalitetnih brskalnikov (Netscape Communicator, KDE Konqueror, Mozilla, Galeon, Lynx) in odjemalcev elektronske pošte (Pine, Mutt, KDE KMail, Netscape Messenger, Fetchmail, Balsa). Večina distribucij ponujajo že v osnovni izpeljanki tudi razne pisarniške pakete (KDE Koffice, GNOME Office, StarOffice, AbiWord). Raziskave so pokazale, da povprečen uporabnik urejevalnika besedil izkorišča le delček funkcij, katere mu ponuja soliden urejevalnik, zato ni dvoma da vsi naštetih primeri več kot zadoščajo osnovnim potrebam. Povezljivost z drugimi formati predstavlja večkrat problem, zato moramo pri izbiri urejevalnika preveriti ali podpira za nas zanimive formate. Pogosta je tudi zahteva po komunikacijskem vmesniku v slovenskem jeziku. Projekt KDE je preveden v 42 jezikov, tudi slovenskega. V astronomiji uporabljamo računalnik tudi za risanje ali obdelavo slik in pri tem nam Linux ponuja zelo kvalitetna orodja (Gimp, ImageMagick, Xv, Xfig, KDE Kontour, KDE Krayon). Pri tem velja še enkrat poudariti, da je vsa naštetih programska oprema prosto dostopna skupaj z izvorno kodo.

Linux ponuja idealno izhodišče za raziskovanje in razvoj programske opreme, kar je pomembno za vse tiste, ki se z astronomijo resno ukvarjajo. Paleta programskih jezikov (C, C++, Fortran, Pascal, Perl, Java, Python, Tcl/Tk, Lisp, Prolog, Basic, Cobol) in orodij za obdelavo podatkov (vi, emacs, xemacs, nedit, jot, sed, awk, tr, grep, nroff, troff) ne pusti nobenega raziskovalca na cedilu. Pri programiranju smo lahko dosti bolj učinkoviti, če uporabljamo knjižnice s sorodnih strok, kot na primer matematike, numerične analize, vzporednega procesiranja, procesiranja podatkov in vizualizacije, neobhodna pa je tudi tovrstna podpora v matičnem področju. Modul Pggerl nam olajša uporabo PGPlot-a, to je zelo priljubljene zbirke grafičnih funkcij za Perl. Z njima si olajšamo grafično predstavitev podatkov. Podobno podporo nam nudi GPlot. Knjižnica Eclipse je koristna predvsem pri obdelavi signalov iz infrardečega in vidnega spektra. Omeniti še velja knjižnico za delo z datotekami formata FITS (Flexible Image Transport System), to je CFITSIO, zbirko astronomskih funkcij LibAstronomy in integriran paket rutin za izračun astronomskih vrednosti in transformacij NOVAS (Naval Observatory Vector Astrometry Subroutines).

Do zdaj smo preučevali možnosti uporabe Linuxa precej splošno, v nadaljevanju pa se bomo osredotočili na programsko opremo namenjeno samo astronomiji, vendar se pri tem ne bomo ozirali na rešitve, ki uporabljajo brskalnike in Javo, ker je to bil predmet lanskega članka. Novinci si lahko pomagajo s programsko opremo zbrano na CD-jih, kot sta na primer Linux for Astronomy in Starlink, kjer so le najboljše programski paketi in orodja, uporabniki z več izkušnjami pa se lahko poslužijo Interneta in si naložijo najnovejše različice željenih orodij.

Za astronome so zanimivi programi, ki nam podajo informacije o pozicijah in premikih nebesnih objektov, tako imenovani interaktivni nebesni atlas (Xplns, xsky, XStar), saj nam lahko služijo kot dobra priprava na opazovanje. Z njimi si lahko pomagamo pri izobraževanju, odkrivamo lahko zanimive situacije v preteklosti in prihodnosti. Nightfall je aplikacija za produkcijo animacij pogleda na par objektov ob mrkih in pripadajočih fizikalnih vrednosti, medtem ko je Starlab paket za simulacijo razvoja gostih zvezdnih sistemov in analizo rezultatov.

Za astrofotografijo se vse pogosteje uporabljajo CCD (Charge-coupled devices) kamere. V ta namen potrebujemo najprej v jedru operacijskega sistema podporo, to je gonilnik za določen tip kamere. Pri tem je kar nekaj težav, saj so kamere in pripadajoča programska oprema donosen posel in se zato proizvajalci nočejo razkriti tehnične podrobnosti, ki jih nujno potrebujejo razvijalci gonilnikov. Kljub temu se niz podprtih naprav (Apogee, SBIG, OES LcCCD14, Wright, Starlight Xpress MX, Connectix parallel port Quickcam) širi. Za amatersko dejavnost so spodbudni projekti, ki podajajo navodila za izdelavo CCD kamere iz cenenih sklopov (Audine). Poleg gonilnika rabimo za delo s CCD kamero še program, ki poskrbi za enostavno in učinkovito uporabo kamere, kot na primer gccd.

Po meritvah je treba izmerke obdelati, to je tako imenovano post-procesiranje in analiziranje. Navadno nam rezultati meritev, iz katerih je potrebno razbrati določeno informacijo, ne povedo nič. Šele dodatna redukcija podatkov nam omogoči vpogled v podrobnosti, ki nas pripeljejo do novih spoznanj. V ta namen obstajajo razna orodja, pri čemer se je najboljše poslužiti dobre zbirke s celovito in zaključeno podporo tako procesiranja kot analize, na primer: AIPS++ (Astronomical Information Processing System), GIPSY (Groningen Image Processing SYstem), IRAF (Image Reduction and Analysis Facility), ESO-MIDAS (Munich Image Data Analysis System), Miriad, XEphem, FTOOLS in NEMO. Nekateri paketi imajo tudi vmesnike za določene aparature, vendar to ne zmanjša njihove uporabnosti, saj je za vsa našeta orodja na razpolago tudi izvorna koda. Podatki so tam, kjer je le možno, v standardnih formatih (FITS), ki omogočajo izmenjavo med različnimi orodji.

Pri popularizaciji astronomije smo pogosto omejeni s finančnimi viri, zato je toliko bolj pomembno kako izkoristimo razpoložljiva sredstva in opremo. Linux ponuja neskončne možnosti za astronome na dokaj nezahtevni strojni opremi. Pokriva večino področij, kjer se v astronomiji lahko uporabi računalnik. Na nas je, da uporabljamo Linux in izkoristimo dane možnosti.

Zbirka vseh citiranih povezav (z dne 20.11.2000) in mnogo več se nahaja na:

<http://www3.s-gms.ms.edu.si/renato/astro/> in na domači strani AD Kmica: <http://www.kmica-drustvo.si/> .

Dr. Renato LUKAČ

Department of Chemistry, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, UK

RAZVOJ ZVEZD

Pogled na nočno nebo nam razkrije ogromno število zvezd, pri čemer se moramo zavedati, da je tudi naše Sonce ena izmed običajnih zvezd, ki jih vidimo na nočnem nebu. Ob razmišljanju, da je Sonce ena izmed sto milijard zvezd v naši galaksiji in, da je v vesolju na milijarde galaksij, kar hitro ugotovimo kako nepomemben člen v vesolju je to naše Sonce. Hkrati pa ne smemo pozabiti, da je bilo ravno Sonce s svojo energijo tisti najpomembnejši člen pri nastanku življenja in nam danes predstavlja nepogrešljiv vir energije za življenje na Zemlji.

V kolikor se zazremo v Sonce (pri tem moramo obvezno zaščititi oči!) vidimo, da je Sonce ogromna žareča krogla, ki gori in s tem »podobno kot ogenj« oddaja toploto. Ob razmišljanju, ali bo Sonce večno žarelo, pa nas kar nekoliko zmrazi, ko pomislimo na zimo in ogenj v peči ki počasi ugaša, ker nam je zmanjkalo drv. Tudi Sonce bo »nekoč« porabilo svoje gorivo in se počasi ohladilo. Seveda takrat življenje na Zemlji ne bo več mogoče.

Podobno kot Sonce se obnašajo tudi druge zvezde, ki jih torej ne smemo obravnavati kot neke večne objekte v vesolju. Zvezde namreč neprestano nastajajo, sevajo določen čas in na koncu, ko porabijo vso svojo energijo tudi »ugasnejo«.

PODROČJA NASTAJANJA NOVIH ZVEZD – MEGLICE

V grobem gledano je vesolje ogromen prazen prostor posejan s številnimi zvezdami. Seveda pa medzvezdni prostor ni popolnoma prazen. Sestavlja ga zelo razredčen plin in prah, pri čemer je 99% plina (H, He) in okrog 1% prahu (C, O, K, Fe). Zaradi gravitacijske sile v vesolju:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}, \quad G = 6,7 \cdot 10^{-11} \left[\frac{m^3}{kg \cdot s^2} \right],$$

se ti prašni in plinasti delci med seboj privlačijo. Ker je gostota teh delcev v vesolju zelo redka (manj kot atom/cm³), so to zelo slabi pogoji za nastanek novih zvezd.

Nekoliko boljši pogoji, za združevanje delcev pod vplivom gravitacijske sile, so v tako imenovanih meglicah. Na teh območjih se prav tako nahajajo zvezde, medzvezdni plin in prah, vendar je tu gostota plinastih in prašnih delcev precej večja kot v ostalem medzvezdnem prostoru, čeprav je še zmeraj tisočkrat redkejša od zraka.

Meglice lahko z daljnogledi opazimo na različnih delih neba, kot različno svetle megličaste pege. Svetlost meglic je predvsem odvisna od svetlih zvezd v njeni notranjosti oziroma njeni bližini.

Svetle meglice, ki vsebuje zelo vroče zvezde, poleg odbite svetlobe sevajo še lastno. To so tako imenovane *emisijske meglice*. Temperatura zvezd v njeni notranjosti je namreč tako visoka, da zvezde sevajo večino svoje energije v ultravijoličnem območju. Ultravijolični fotoni imajo dovolj energije, da ionizirajo vodikove atome in tako tvorijo obsežno območje, v katerem je večina vodika v obliki protonov in prostih elektronov, pri čemer se elektroni znova združujejo s protoni po naključnih kombinacijah in s tem sevajo emisijske črte z različnimi valovnimi dolžinami. Takšna meglica je Orionova meglica (M42), ki jo vidimo s prostimi očmi kot zvezdo obdano z medlim sojem.

Poleg omenjenih meglic, pa obstajajo meglice, ki ne vsebujejo tako vročih zvezd, da bi te ionizirale vodikove atome. Te meglice torej ne sevajo svoje lastne svetlobe, ampak lahko sevajo le odbito svetlobo bližnjih zvezd in jih zato tudi imenujemo *refleksijske meglice*. Ena izmed takšnih meglic je odprta kopica Plejade v ozvezdju Bika, ki je vidna tudi s prostim očesom. Zvezde obdajajo tanki prašni ovoji, ki oblikujejo refleksijske meglice.

V kolikor pa v notranjosti meglic ni ustreznih zvezd, so meglice temne in jih tako tudi imenujemo. Te meglice so dobro vidne le na svetlem ozadju, ki je bogato posejano z zvezdami (Rimska cesta) oziroma ozadju, ki ga sestavljajo svetle meglice. Zaradi bližnjih svetlih zvezd bi te meglice sicer lahko sevale lastno svetlobo, vendar ne sevajo, ker so zaradi prahu in molekulskega vodika, ki ga vsebujejo, neprepustne za kratko valovno sevanje. S tem je notranjost oblaka zaščiten pred ultravijoličnim sevanjem bližnjih zvezd, ki bi sicer zaradi svoje velike energije razcepilo vodikove atome. Primer takšne meglice je Konjska glava, ki leži v bližini zvezde ζ (Zeta) v ozvezdju Oriona. Skozi daljnogled je vidna kot temen oblak podoben konjski glavi projiciran na ozadje emisijske meglice.



Orionova meglica



Meglica Konjska glava v ozvezdju Oriona.

NASTANEK ZVEZDE

Kot je bilo omenjeno, se razvoj zvezde začne z združevanjem plinastih in prašnih delcev pod vplivom gravitacijske sile. Sprva je zgoščevanje precej hitro, nato se zaradi porasta temperature in notranjega tlaka upočasni. Pri tem se v središču, kjer poteka sesedanje hitreje, sprošča precej gravitacijske energije. Polovica te energije ostane v notranjosti tako imenovane *protozvezde* kot toplota, polovica pa se je kot elektromagnetno sevanje sprošča v vesolje. V tej fazi zrna prahu v temnem oblaku sevajo predvsem v infra rdečem spektru, medtem ko malo oblaka seva tudi v vidnem območju. S sesedanjem se torej povečuje temperatura v notranjosti protozvezde vse dokler ta ne doseže tolikšno vrednost, da začno v notranjosti potekati jedrske reakcije, ki vzpostavijo tako toplotno kot tudi mehansko ravnovesje in s tem preprečujejo nadaljnjo skrčevanje protozvezde. Čas, da se vzpostavi ravnovesje oziroma čas krčenja protozvezde je odvisen predvsem od mase plina v protozvezdi. Protozvezda, ki ima maso kot naše Sonce za to potrebuje okoli deset milijonov let medtem, ko se pri večjih zvezdah to ravnovesje vzpostavi precej prej (nekaj deset tisoč let).

S tem, ko je protozvezda v svoji notranjosti dosegla tolikšno temperaturo, da so začele potekati jedrske reakcije (zlivanje vodika v helij) in se je s tem vzpostavilo tako toplotno kot tudi mehansko ravnovesje, lahko rečemo, da se je »rodila« nova zvezda.

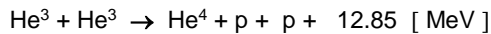
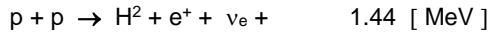
V posebnem primeru pa se lahko tudi zgodi, da je masa protozvezde premajhna in s tem tudi temperatura v notranjosti, da bi začele potekati jedrske reakcije. Takšna zvezda šibko sveti, dokler ne izseva vse razpoložljive gravitacijske energije in na koncu ugasne. Tudi z našimi planeti je bilo verjetno tako.

JEDRSKA ENERGIJA – JEDRSKE REAKCIJE

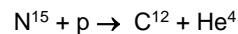
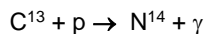
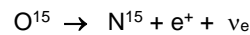
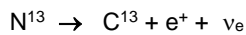
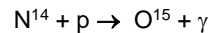
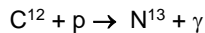
Omenili smo, da pri določeni temperaturi ($15 \cdot 10^6$ K) v središču zvezde potekajo jedrske reakcije, pri čemer se z zlivanjem jeder sprošča jedrska energija, ki jo zvezda nato v obliki sevanja oddaja v vesolje (izsev Sonca je $3,83 \cdot 10^{26}$ W).

Daleč največ energije se sprosti pri reakcijah zlivanja vodika v helij. Ta proces lahko poteka preko tako imenovanih *p-p reakcij* oziroma preko *ogljikovega cikla*.

Reakcija p-p poteka takole:



Reakcije ogljikovega ciklusa pa potekajo pri nekoliko višji temperaturi na sledeč način:



V obeh primerih gre za zlivanje štirih protonov v helijevo jedro, le da je za reakcije ogljikovega cikla potrebna prisotnost C^{12} oziroma N^{14} kot katalizatorja. Teh snovi pa je v normalni zvezdni snovi vedno dovolj, da reakcije lahko stečejo.

Energija, ki se sprosti pri zlivanju vodika v helij, se razdeli med žarke γ , delce in nevtrine. Energija žarkov γ in delcev se s trki hitro prenese na ostalo snov in jo s tem segreje, medtem ko nevtrino popolnoma svobodno pobegne in je njegova energija za zvezdo izgubljena.

V kolikor upoštevamo še hitrost jedrskih reakcij ugotovimo, da se na zvezdi pri zlivanju vodika v helij vsako sekundo spremeni na milijone ton snovi v energijo. Na Soncu se tako vsako sekundo spremeni štiri milijone ton vodika v energijo, ki jo Sonce nato oddaja v vesolje. Kljub tolikšni količini mase, ki se vsako sekundo pretvori v energijo, pa bi morale preteči kakšnih deset milijard let, da bi se samo sredica oziroma desetina Sončeve mase spremenila v helij. Ta čas tudi priča o dolgi »življenjski poti« zvezde oziroma Sonca.

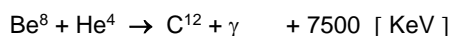
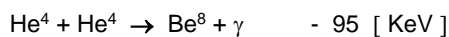
Naše Sonce je sedaj nekje na polovici svoje razvojne poti, saj njegovo starost ocenjujejo na pet milijard let. Sonce bo torej sijalo v takšni obliki, kot ga poznamo danes, še okoli pet milijard let. To pomeni, da se v tem času razmere za življenje na Zemlji zaradi izseva Sonca ne bodo kaj dosti spremenile. Kot bomo spoznali kasneje pa po tem času življenje na Zemlji ne bo več mogoče. Seveda se s tem dejstvom ne obremenjujemo preveč, saj je obstoj človeka na Zemlji (Prvi pokončni človek »Homo Erectus« se je pojavil pred dvema milijonoma let) zanemarljiv s časom obstoja Sonca.

KONČNA OBLIKA ZVEZD

Kot bomo videli v nadaljevanju je končni razvoj oziroma oblika zvezd predvsem odvisna od začetne mase protozvezde, ki se je združila v zvezdo.

Ko zvezda potroši večino vodika v jedru, postajajo jedrske reakcije vse redkeje, pri čemer se sredica zvezde ne more več upirati gravitacijski sili in se zato začne še naprej krčiti. Temperatura v njej se močno dvigne tako, da se zlivanje vodikovih jeder preseli v lupino okoli sredice, kjer je vodika še dovolj.

Zvezde v tej stopnji razvoja svetijo več tisočkrat močneje od Sonca, pri čemer pridobivajo energijo iz krčenja sredice. Pri krčenju sredice se namreč ta tako segreje, da temperatura v središču precej naraste in pri temperaturi 10^8 K začne zvezda izkoriščati jedrsko energijo, ki se sprosti pri zlivanju helija v ogljik. Pri tem se zopet vzpostavi novo ravnovesje. Trojna reakcija α , ki omogoča to zlivanje, poteka takole:



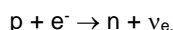
Prva reakcija je endotermna. Be^8 je zato nestabilen in hitro razpade nazaj v dva delca α , če se prej ne pojavi še eno helijevo jedro, s katerim Be^8 končno reagira v C^{12} . Ker je Be^8 nestabilen se ta reakcija imenuje trojna reakcija α .

Pri višjih temperaturah nato potekajo še druge reakcije pri čemer se ogljik zliva v kisik, ta zopet naprej v težji element in tako naprej vse do železa.

Hkrati pa sproščena energija zunanje plasti zvezde močno napihne. Pri zvezdah z maso podobno našemu Soncu te postanejo tako imenovane *rdeče orjakinje* s temperaturo okoli 100 milijonov stopinj v sredini in zelo hladnimi in razredčenimi zunanji plasti. Pri določeni temperaturi in izsevu te zvezde postanejo tudi nestabilne, pri čemer se začnejo periodično širiti in krčiti (utripati). Te ogromne utripajoče zvezde imenujemo *kefeide*. Ena izmed takšnih zvezd je zvezda δ (Delta) v ozvezdju Kefeja-a.

Ko takšna zvezda porabi vso razpoložljivo jedrsko energijo, se skrči v tako imenovano *belo pritlikavko* s polmerom okoli (3500-14000 km). Pri tem nastane v notranjosti bele pritlikavke tako velik tlak, da elektronski ovoj atomov ne zdrži več tega pritiska. Snov bele pritlikavke tako sestavljajo atomi brez elektronov, pri čemer so jedra tesno naložena druga ob drugo. V tej »kristalni mreži« jader se prosto giblje *degeneriran plin elektronov*, ki se upira nadaljnji skrčitvi zvezde. Gostota bele pritlikavke je zaradi tega 10^6 krat večja od povprečne gostote na Soncu. Njena masa pa znaša okoli 0.8-0.9 mas Sonca in kot bomo videli kasneje, nikoli ne presega 1.4 mase Sonca.

Seveda pa obstajajo tudi zvezde precej večje od Sonca, pri katerih je jedro zvezde, ki se krči, večje od 1.4 mase Sonca. Pri teh zvezdah je gravitacijska sila tako velika, da se tlak degeneriranega elektronskega plina ne more več upirati nadaljnjemu krčenju. Elektroni pri tem dobijo tako visoke energije, da postane energijsko ugodnejše, če proton ujame elektron, se prelevi v nevtron in pri tem odda nevtrino:



Pri tem procesu seveda izgublamo elektrone in zato se tlak degeneriranega elektronskega plina zmanjšuje. Ker odnašajo nevtrini precejšnje energije, se zvezdna snov ne more bistveno segreti in posledica tega je, da tlak ne more vzdržati pritiska gravitacije, zato se zvezda nadalje krči. Krčenje se lahko ustavi šele, kadar postane gostota nevtronov tako velika, da postanejo tudi ti degenerirani in ustvarijo, podobno kot prej elektroni, ravnovesje v zvezdi. Takšni obliki zvezde pravimo *nevtronska zvezda*, polmer katere znaša okoli 10 km.

Pri sesedanju sredice v nevtronsko zvezdo pa se v zvezdi sprosti tudi ogromno energije, ki privede do silovite eksplozije zunanjih plasti zvezde. Tej eksploziji pravimo *supernova*. Zunanje plasti zvezde odletijo na vse strani z izredno velikimi hitrosti ($3 \cdot 10^7$ m/s), pri čemer se sprosti ogromna količina energije, ki okolico segreje do 10^6 K, tako da so oblaki po eksploziji intenzivni viri rentgenskega sevanja. Pri tem lahko visoko energijski nevtroni, ki se sprostijo iz sredice v zunanjih plasteh povzročijo jedrske sinteze težkih elementov, torej elemente z atomsko težo večjo od železa.

Omenjene nevtronske zvezde imenujemo tudi *pulzarji*. Takšno ime so dobile zato, ker jih zaznamo v obliki izredno natančnega periodičnega ponavljanja radijskih valov. Nevtronske zvezde se namreč zaradi ohranitve vrtilne količine pri sesedanju zelo hitro vrtijo. Imajo tudi zelo močno magnetno polje (okoli 10^8 T), ki ima obliko dipola in ne sovпада z osjo vrtenja. Magnetno polje torej rotira hkrati z nevtronsko zvezdo in deluje kot naprava, ki iztrga elektrone iz površine in jih pospeši do velikih hitrosti, pri čemer pride do sevanja. Ker je gibanje teh nabitih delcev spiralno okrog magnetnih silnic, je tudi sevanje teh delcev usmerjeno v obliki lijaka, ki izhaja iz magnetnih polov in rotira skupaj z nevtronsko zvezdo. Pulzar torej lahko zaznamo, ko je njegov magnetni pol obrnjen k Zemlji, ter s tem njegovo sevanje. Ta pojav se izredno natančno ponavlja v določeni periodi pulzarja. Doseže tudi natančnost večjo od atomskih ur.

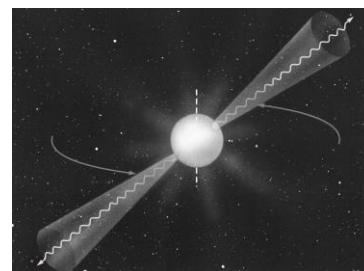
Pulzarji lahko sevajo tudi elektromagnetno valovanje različnejših valovnih dolžin, nekateri celo v vidnem delu spektra. Tak pulzar je na primer pulzar v Rakovici (M1), ki je ostanek supernove leta 1054. Meglica je oddaljena okrog 6000 sv. let, njen pulzar pa se vrti s hitrostjo 33 ms.

Poleg omenjenih končnih oblik zvezd pa poznamo še eno končno obliko zvezde, ki pri astronomih vzbuja največ domišljije. To so tako imenovane *črne luknje*.

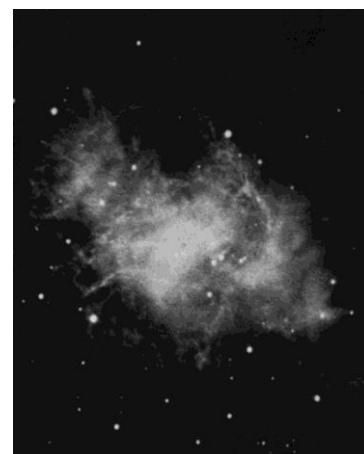
V kolikor je zvezda zelo masivna, krčenja njene sredice ne more zaustaviti nobena danes znana sila. Snov z nadaljnjim krčenjem postaja vse gostejša, pri čemer močno narašča tudi gravitacijska sila na njeni površini. Zaradi zelo velike gravitacijske sile tudi svetloba vedno težje uhaja iz zvezde. Ko se polmer zvezde zmanjša pod kritično vrednost:

$$R = \frac{2 \cdot G \cdot M}{c^2} \quad (\text{Schwarzschildov polmer}),$$

postane gravitacijsko polje tako močno, da svetloba zvezde ne more več zapustiti. Od tega trenutka naprej je zvezda nevidna. Schwarzschildov polmer (R), ki je odvisen od mase črne luknje (M), določa torej območje okoli zvezde iz katerega ne more ničesar več uiti. Zaradi tega to območje imenujemo tudi črna luknja. Znotraj črne luknje se krčenje mase (M) še lahko nadaljuje, pri čemer pa prenehajo veljati vsi znani fizikalni zakoni.



Pulzar - vrteča se nevtronska zvezda



Rakovica (M1)



Prikaz črne luknje v katero pada okoliška

Črne luknje na nebu ne moremo zaznati kot nek samostojen objekt, saj praktično iz nje ne more izhajati ničesar, kar bi lahko zaznali. Največ možnosti za odkrivanje črnih lukenj ponujajo orjaške zvezde v bližini črnih lukenj. Zaradi močne privlačne sile pritegne črna luknja z zunanje plasti orjakinje snop delcev, ki padajo vanjo po spirali. Na poti proti črni luknji se snov v snopu močno stisne in segreje, ter pri tem seva rentgenske žarke, ki jih lahko zaznamo. Na ta način so odkrili eno izmed kandidatov za črno luknjo, ki je spremljevalka modre nadorjakinje v Labodu in je močan vir rentgenskih žarkov. Strokovnjaki tudi menijo, da se v središču galaksij nahajajo ogromne črne luknje.

Literatura:

- [1] Andrej Čadež, Fizika zvezd, DMFA, Ljubljana 1979
- [2] Patrick Moore, Grosser Atlas der Sterne, Isis Verlag, Schweiz, Chur 1995
- [3] Mario Rigutti, Astronomija, Naravoslovni atlas, Mladinska knjiga, Ljubljana 1996

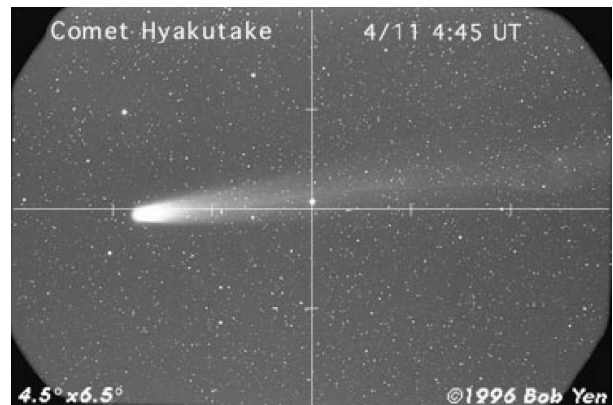
asist. Vladimir Grubelnik

Oddelek za fiziko, Pedagoška fakulteta, Koroška 160, 2000 Maribor, vlado.grubelnik@uni-mb.si

KOMETI, ZAČETEK IN KONEC?

S kometi so se srečali že dinosavri. Nekoliko manj tragično se z njimi srečujemo tudi mi. Nekateri vsakodnevno, nekateri pa le, ko se nam dovolj približajo in popestrijo dogajanje na našem nebu. V nekaj naslednjih vrsticah bom poskušal natresti čim več zanimivosti in podatkov o teh atraktivnih udeležencih v cirkusu našega vesolja.

Naj najprej začnem z nekaj tehničnimi podatki. Neke vrste osebno izkaznico kometov. Začnimo pri osrčju. Jedro komete je veliko le do nekaj kilometrov v premer. Veliko več pa nam tudi ni znano, saj je jedro obdano z ogromnimi količinami prahu in plinov, ki v premeru dosežejo tudi do milijon kilometrov. Kar pomeni, da bi se za njim lahko skrilo tudi naše Sonce. Rep, ki se vleče za glavo pa lahko doseže tudi nekaj sto milijonov kilometrov. Hyakutake-jev komet, ki se nam je približal leta 1996, se je ponašal z 570 milijoni kilometrov dolgim repom. Toda vrnimo se k izvoru tega nebesnega spektakla, jedru. Le-to je za znanstvenike še vedno velika sestavljenka z veliko manjkajočimi deli. Kar nekaj naj bi jih našla, kot pralni stroj velika, vesoljska sonda Deep Space 1. Na dolgo pot so jo poslali 24. oktobra 1998 v Cape Canaveralu s prvotnim namenom, da bi testirali ducat naprednih tehnologij v vesolju. Da pa bi NASA opravičila 152 milijonov porabljenih davkoplačevalskih dolarjev, so se odločili, da misijo razširijo in na sondini poti fotografirajo še nekaj mimoletajočih teles. Prvi na vrsti je bil asteroid Braille, poimenovan po izumitelju Braille-ove pisave za slepe. To je bilo 29. Julija 1999. Tri mesece po njenem srečanju je DS1 oslepel. Navigacijski sistem za zvezdno sledenje je odpovedal. Ironično? A Nasini znanstveniki so mu hitro porinili palico v roke in našli način za uporabo njegove znanstvene kamere. Tako se je rahlo hendikepiran ter ne v ta namen dizajniran, podal za novo tarčo, kometom Borrelly. Za razkritje skrivnostnega jedra se mu bo moral približati na nezavidljivih 2000 kilometrov. Njuno srečanje pa bo le bežno, saj bo Borrelly-jeva mimobežna hitrost približno 25 kilometrov v sekundi. Nekaj podobnega je Evropskim in Ruskim znanstvenikom v preteklosti že uspelo, a so bili dobljeni podatki dokaj skopi, saj je bil takrat opazovani Halley-jev komet s svojimi 100 kilometri v sekundi veliko hitrejši letalec. Kljub temu so sonde Vega 1, Vega 2 in Giotto ključno pripomogle k potrditvi že rahlo osivele, dobrih 50 let stare teorije o "umazanih snežnih kepi". Jedro je torej sestavljeno iz zamrznjene vode, plinov, prisotni so podobni kemijski elementi, kot so bili pri ustvarjanju našega sončnega sistema. Prav tako so zaznali prisotnost ogljikovodikov, ogljikovega dioksida in monoksida, amoniaka ter silikatnih zrn, podobnih, kot jih najdemo tudi v kamnitem dežju - meteoritih, ta so bila prisotni tudi že pred 4.6 milijardami leti pri tvorbi našega planeta. So mogoče našli prstne odtise ustvarjalca osončja? Priloženi Halley-jev fotoalbum je še pokazal, da kreator umazane snežne kepe ni bil preveč natančen, saj jedro ni pričakovane okrogle oblike, temveč podobnim bombardiranjem iz vesolja, kot je pred 65 milijoni let oceanov, rek in jezer ter ostalih surovin za naše življenje? Zato prisega na svoj odgovor, bo torej potrebnih še kar nekaj sond. Morebiti bodo dale odgovor tudi na nekaj na prvi pogled pomembnih vprašanj: Ali bodo jedra kometov, ki tvorijo glavo z repom? Se luščijo kot manjše gmote? Ali bodo letala ter obračajo jedro v nepredvidljivih smereh? Kaj sploh bodo hitro več ne bodo, če pride do bližnjega srečanja. Že komaj bodo našli prstne odtise ustvarjalca osončja, ki bi nas dolgoročno odrezali od vira energije,



v kritičnem trenutku vedeli kako odreagirati, rabimo čim več podatkov o njihovi zgradbi. Znani so primeri kometov, katerih jedra so bila tako krhka, da so kar sama razpadla, nekatera je skupaj držala le lastna gravitacija. Spet drugi delujejo veliko bolj kompaktno. Kako jih torej odvrniti od morebitnega zmenka z nami? Več znanja, več možnosti.

Po do sedaj pridobljenih podatkih imajo kometi vse potrebne sestavine, da ustvarijo novo življenje. Vsekakor imajo tudi moč, da ga uničijo. Imajo torej vse, da postavijo števec evolucije spet na ničlo.

Slovarček:

- **Komet** je telo, ki se giblje po določeni tirnici (orbiti). Sestavljen je iz jedra, glave in repa.
- **Jedro komet** je trdna gmeta, sestavljena iz zaledenele vode in prahu ter raznih primesi, kot so silikati, ogljikovodiki (ogljikov dioksid, ogljikov monoksid, metan), amoniak, itd. Ravno zaradi take sestave nam jedro ni vidno, saj ti plini in prah neprestano izhajajo iz jedra ter ga zakrivajo. Edina znana slika jedra je jedro Halleyjevega komet, ki je bila posneta s sondo ob njegovem preletu iz neposredne bližine.
- **Glava komet** so plini, ki obkrožajo jedro. Največkrat tudi najsvetlejši del komet, saj so plini najgostejši in odbijejo največ svetlobe. Njena oblika se razlikuje od komet do komet. Odvisna je predvsem od velikosti delcev, ki zapuščajo jedro. Večji delci namreč ostajajo več časa v bližini jedra, manjši pa ga zapustijo hitreje in preidejo v rep.
- **Rep** je najbolj značilen in prepoznaven del komet. To so ostanki kometovega jedra (prah, plini), ki so zaostali. Pojavlja se v različnih oblikah in velikostih. Njegovo velikost merimo v kotnih minutah ('). Ko ga opazujemo, ponavadi gleda v stran od Sonca, saj je takrat zadoščeno pogoju, da se Sončeva svetloba odbija proti nam opazovalcem.
- **Astronomska enota (AU)** je standardna enota za merjenje razdalj znotraj Sončnega sistema. Ena AU je enaka razdalji med Soncem in Zemljo in znaša približno 93 milijonov milj.
- **Geocentrična razdalja (delta)** je oddaljenost komet od Zemlje v AU.
- **Heliocentrična razdalja (r)** je oddaljenost komet od Sonca v AU.
- **Kratko periodični kometi** so kometi, katerih pot se ponovi v manj kot 200 letih. Ponavadi jih označimo s črko P pred njihovim imenom.
- **Dolgo periodični kometi**; To so kometi, katerih pot se ponovi s periodo večjo od 200 let.
- **Magnituda komet (m1)** je njegova svetlost, kot jo opazi opazovalec na Zemlji. Dobimo jo s primerjanjem svetlosti komet s svetlostjo določenih zvezd. Ker pa ima komet določeno razsežnost, zvezde pa so praktično točkasta svetila, deluje komet nekoliko manj vpadljivo.
- **Sončeva konjunkcija** je pojav, ko se komet na nebu približa Soncu. Ponavadi to pomeni, da komet z Zemlje, zaradi prevelike svetlosti sonca, ne bomo mogli opazovati.
- **Perihelij** je točka, v kateri se komet najbolj približa Soncu.
- **Perihelična razdalja** je najmanjša razdalja med Soncem in kometom, podana v AU.
- **Izbruh svetlosti** imenujemo pojav, ko pride do nepričakovanega povečanja svetlosti komet v kratkem času. To je posledica večje količine prahu in plinov, ki preidejo iz jedra komet v njegovo glavo. Ker pa ti delci glavo sčasoma zapustijo, se svetlost spet postopoma zmanjša. Razlike so lahko tudi do nekaj magnitud.

Bojan Marušič

SOBOTE SO ZVEJZDE SIGDAR BLIŽE

ASTRONOMSKI OBSERVATORIJ KLUBA PAC

Mnogi se čudijo odločitvi, da smo astronomski observatorij postavili v Mursko Soboto, saj sij mestne svetlobe bistveno zmanjša pogoje za astronomska opazovanja.

Pri tej odločitvi nas je vodila predvsem želja popularizirati astronomijo med širšo javnostjo in astronomska opazovanja čim bolj približati širokim množicam. Naše ambicije v tem observatoriju niso astronomska opazovanja na najvišji ravni, v ta namen imamo observatorij v Fokovcih, temveč mestu Murska Sobota in širši okolici dati možnost ljubiteljskega opazovanja neba in pojavov na njem. Glede na kakovost teleskopa, ki sodi med zmogljivejše amaterske teleskope, smo ta cilj nedvomno dosegli.



Prepričani smo, da bo prav ta observatorij mnogim Pomurcem omogočil prvi pogled skozi teleskop, prvo opazovanje luninih kraterjev, saturnovih obročev in še mnogih drugi astronomskih užitkov.

Observatorij bo imel velik tudi pomen na področju izobraževanja. Nahaja se v neposredni bližini izvrstno opremljene predavalnice Kluba PAC, kjer bo moč učencem, dijakom in ostali zainteresirani javnosti ponuditi kar najširšo obliko astronomskega izobraževanja. Predavanja bodo lahko, podkrepljena z materilom na spletnih straneh, temu pa bodo lahko sledila neposredna opazovanja skozi teleskop. Ob določeni tehnični in strokovni izpopolnitvi pa bo moč sliko iz teleskopa neposredno opazovati na platnu ali televizorju v predavalnici.

Murska Sobota se je pridružila mestom, ki imajo astronomske observatorije. Le-ti so pogosto povezani z univerzami. Tudi zaradi tega smo v Klubu PAC in Astronomskem društvu Kmica še toliko bolj prepričani, da je to pomemben dogodek za naše mesto. Za varaš, keromi so zvezde sigdar bliže.

Edita RITUPER, Klub PAC

doc. dr. Mitja SLAVINEC, AD Kmica

POUK ASTRONOMIJE NA OŠ II

Na osnovni šoli II v Murski Soboti so pred tremi leti med prvimi v Sloveniji pričeli s poskusnim uvajanjem devetletne osnovne šole. S tem se je pot odprle tudi formalnemu pouku astronomije, saj učni načrt v devetletni osnovni šoli predvideva izbirni predmet Astronomija, ki se na tej šoli izvaja v sodelovanju z AD Kmica. Predmet se izvaja v treh enoletnih sklopih in sicer v sedmem razredu se učenci seznanijo s **Soncem, Luno in Zemljo**, v osmem razredu z **Daljnogledi in planeti**, v devetem razredu pa poslušajo sklop **Zvezde in vesolje**.

Izkušnja kaže, da je odziv med učenci zelo velik, kar kaže na popularnost astronomije med mladimi. Mnogi so tudi člani AD Kmica in udeleženci poletnega tabora.

Učenci se med poukom seznanjajo s teoretičnimi osnovami, povezanimi z zgoraj naštetimi področji, nekatera poglavja pa spoznajo podrobneje med pripravo seminarskih nalog. Sami si izdelajo nekatere osnovne optične priprave, kot npr. camera obscura ali periskop. Med izdelavo se naučijo principa delovanja, z opazovanji pa potem spoznavajo osnovne fizikalne zakonitosti optike.

Določen fonf ur je namenjen tudi astronomskim opazovanjem, ki potekajo iz astronomskega observatorija AD Kmica, onovnejše oblika pa s pomočjo šolskega daljnogleda in teleskopa kar izpred šole. Za popestritev pouka pa se učenci vsako leto odpravijo na eno ekskurzijo.

Astronomija je v osnovni šoli pomembna ne le zaradi njene popularizacije med učenci, temveč lahko lepo pripomore tudi pri zgodnjem uvajanju mladih k ustvarjalnemu mišljenju. Tesno se navezuje tudi na mnoge druge učne predmete, tako da imajo učenci zaradi njene interdisciplinarnosti tudi širšo korist, še posebej na naravoslovnem področju. Zaradi vsega tega posvečamo astronomiji za najmlajše še posebno pozornost, tako v AD Kmica, kakor tudi na oddelku za fiziko Pedagoške fakultete Maribor, kjer smo začeli tudi sistematično pripravljati didaktične pripomočke povezane s poukom astronomije v osnovnih šolah.

doc. dr. Mitja SLAVINEC
AD Kmica in zunanji sodelavec OŠ II

POROČILO O MEDNARODNI METEORSKI KONFERENCI

Letos je Mednarodna meteorska konferenca (IMC), ki jo vsako leto organizira Mednarodna meteorska organizacija (IMO), potekala v Cerknem v času od 20. do 23. septembra 2001. To je največji mednarodni dogodek za profesionalne ter ljubiteljske »meteorce«. Konferenco sta vodila glavna moža IMO-ja, Reiner Arlt ter Marc Gyssens. Namen konference je seznaniti ljudi z raziskovalnimi in opazovalnimi aktivnostmi v zvezi z meteorji.

Profesionalni astronomi so predstavili nekaj svojim modelov, s katerimi dokaj natančno računajo čas pojava posameznih meteorskih rojev ter pogostost izletavanja meteorjev (ZHR). Amaterji, predvsem člani raznih astronomskih društev pa so poročali o svojih opazovanjih ter tehničnih izboljšavah, s katerimi so izboljšali kvaliteto svojih opazovanj. Iz Slovenije so se konference udeležili člani AD Javornik, AD Kmica ter AD Orion, organizatorja pa sta bila AD Javornik ter ZOTKS. Vsega skupaj se je konference udeležilo okrog 70 udeležencev iz Evrope, Argentine in Kanade.

Konferenca je bila, tudi za začetnika, zelo poučna. IMO je povabil vse zainteresirane k sodelovanju pri obdelavi opazovalnih podatkov. Prihodnje leto bo potekala na Poljskem ali, nekoliko manj verjetno, v Jordaniji. Če bi se je kdorkoli rad udeležil, se lahko prijavi na spletnih straneh IMO-ja: www.imo.net.

AD Kmica pa bo od februarja prihodnje leto prejela dvomesečnik WGN, ki ga izdaja IMO. Seveda ste člani vabljeni, da ga preberete.



Udeleženci Mednarodne meteorske konference v Cerknem, 2001

Primož Kajdič

ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 2001

ŽE PA MED ZVEJZDAME

Najprej malo natolcevanja...

Letošnjega tabora se bom spomnil po tem, kako so se udeleženci pritoževali, da morajo veliko garati. Še sreča za njih (ne pa tudi za organizatorje in mentorje), da je bilo vreme na taboru spet slabo. Tako pa so se lahko večkrat odplazili k svojim preljubim računalnikom in streljali vesoljce.

Razlog, da smo letos delali še več kot prejšnja leta tiči v tem, da sem se takrat ravno vrnil s tabora na Medvedjem brdu, ki ga je organiziralo nam preljubo Astronomsko društvo Javornik. Super vreme in neverjetna nadarjenost pripadnikov moje skupine, so mi dali zagon in ambicije, da bo v Fokovcih enako. Organizatorji smo se potrudili, priskrbeli veliko nove opreme, še posebej za astrofotografijo, pa tudi zanimive zunanje predavatelje smo pritegnili k sodelovanju. Udeležence smo ločili glede na njihove dotedanje astronomske izkušnje in izobrazbo (srednja / osnovna šola). Jaz sem si dovolil ukrasti fante, na katere računam da bodo nekoč mentorji postali, pa še eno dečko sem zamenjal za dva udeležence.

Potem pa smo začeli, od prvega dneva naprej. Mali smo zvezde prešteli, fotografirali Sonce, veliko računali in pridno pisali poročila. Med našimi ugotovitvami nas je najbolj presenetila ta, da je, po naših meritvah, fokovska cerkev visoka petinsedemdeset metrov.

Na koncu sem z izkupičkom moje skupine kar zadovoljen, vendar, kot vedno, bi bilo lahko še bolje. Naslednje leto bomo naredili še več.

...potem pa še zahvala vremenu

Osebnostno bi se še rad zahvalil vremenu, ki nam v društvu dosledno pokvari vse prireditve. Tudi tokrat nas ni razočaralo, saj nam ni naklonilo niti ene v celoti jasne noči. Želel bi si več hujšega, bolj spektakularnega vremena, npr. tornadov, toče v velikosti kokosovega oreha, tajfunov in poplav ter strel. Upam, da bodo moje želje, ki jih nedvomno delim z vsemi astronomi tega sveta, nekoč uslišane.

Primož Kajdič,
strokovni vodja tabora

POROČILA O DELU NA ASTRONOMSKEM TABORU

SKUPINA THE MIGHTY BUCK FUTTERS

V znaku kačenosca sva (Damien in Bigor) skušala vbiti nekaj astrološkim zanesenjacom, zakaj so znameniti Fukovci že peto leto zapored središče za izbijanje astroloških predpostavk in znamenitosti ter nekaterih ustaljenih miselnih horoskop-vzorcev iz glav mladih, na novo prerajenih astronomskih zanesenjakov. Tako smo se, majhni a mogočni, družno (eni tu, drugi ne) prebijali skozi osnove astronomije, kulinarične veselice našega zvestega kuharja Mengeleja in stasijevske prijeme varnostnega mojstra varnostnih znanosti. Pogumno smo pluli novim znanjem naproti, se naučili osnov astrofotografije, opazovali spremenljivke, ... A to še ni vse: z izrazito suženjskim načinom dela so najini podložniki napisali daleč največ seminarjskih nalog na taboru. Posebej pogumni so z nama bedeli vse do sončnega vzhoda (oz. do luninega zahoda, ki sta na srečo sovpadala), a vreme vedno ni bilo najbolj naklonjeno. Vsekakor pa meniva, da je na taboru bilo prav solidno poskrbljeno za drugo elementarno zadevo – zabavo starejših mentorjev z ljubkimi mladimi deklicami (in Donom). Tako, kot ponavadi, tabor spet prehitro drvi h koncu. Za zanimivo izkušnjo bi se rada zahvalila capo di banda Kajdotu, Mičotu in pa najinim najzvestejšim (vklenjenim) spremljevalcem: Don Boscju, Loverboyu, Irmu, Šefici in Podšefici ter Balji. Pozdrave vsem, ki naju poznajo, vsem gledalcem Studia AS in prodajalki v Marjetici 2.

Naloga: razne, ostalo, Učinek: skoraj

Igor Čenar in Damijan Škraban

SKUPINA ZA SPLOŠNO ASTRONOMIJO

Letošnji tabor je potekal od 27. do 31. avgusta. Udeležilo se ga je 21 udeležencev. Razdeljeni so bili na tri skupine, ki so jih vodili štirje mentorji.

Skupino za začetnike osnovnošolce sta vodila Igor Čenar in Damijan Škraban. Mentorja sta njune udeležence seznanila z nebesnimi telesi, ki sestavljajo naše Osončje in Vesolje. Naučila sta jih uporabljati teleskop, opazovati meteorje ter osnove fotografiranja zvezd.

Skupino Osončje in zvezdni sistemi je vodil Marko Pust. Njegovi udeleženci so bili srednješolci, ki se z astronomijo še niso resneje ukvarjali. Program je bil podoben kot v prvi skupini, s tem da na nekoliko višjem zahtevnostnem nivoju, predvsem kar se tiče uporabe fizike.

Skupino Astrofiziko je vodil Primož Kajdič. Namenjena je bila udeležencem z določeno stopnjo predznanja iz astronomije. Udeleženci so se naučili fizikalnih zakonitosti nekaterih astronomskih pojavov ter njihovo uporabnost (Dopplerjev pojav, paralaksa, Keplerjevi zakoni,...). Namen skupine je bil tudi vzgojiti mentorje in demonstratorje, ki bi v bodoče vodili astronomske večere in tabore.

Poleg opisanega programa so nam tabor obogatili zaunanji predavatelji. Marijan Čenar je predstavil mitološki izvor imen planetov in ozvezdij, Nikolaj Štritof pa je ob prikazu z diapozitivi predaval o objektih v vesolju.

Letos na taboru spet nismo imeli sreče z vremenom, saj sta bili jasni le dve noči, pa še to samo deloma.

Kaj se lahko nauči novopečeni astronom v petih dneh ?

V skupino za splošno astronomijo se je prijavilo osem članov tabora. Kot vsi začetniki so se morali spoznati z osnovo astronomije. Prvi dan so se naučili postaviti teleskop, naučili so se kako se opazuje, vendar nam je že na samem začetku zagodilo vreme. Zato smo ozvezdja ponovili teoretično.

Pripravil sem šest vaj; masa Jupitra, solarna konstanta, premer in identifikacija vidnih luninih kraterjev, Wolfovo število in kotna hitrost sončevih peg, razdalja Venere do Zemlje in izračun meridijana z Gnomom

In kaj smo se naučili?

Vsi člani naše skupine sedaj poznajo ozvezdja, znajo sami poiskati objekte s teleskopom in jih opazovati. Znajo izračunati maso Jupitra in hitrost Sončnih peg. Naučili so se risanja objektov in po zelo velikih mukah tudi Lune. Vreme nam ni bilo naklonjeno zato smo pripravljali predavanja in seminarje.

Tomaž Pust

RAZDALJA DO VENERE

Venera je za Soncem in Luno najsvetlejšo telo na nebu. Njena magnituda je -4 , v času največje svetilnosti je približno 6x svetlejša od Jupitra in 15x od Sirija. Pri Veneri je zanimivo to, da nima satelitov. Po velikosti in masi je le malo manjša od Zemlje, temperatura na njenem površju je med 40 in 280C, pritisk atmosfere je približno 15x večja od zračnega pritiska na Zemlji. Njena atmosfera je v glavnem sestavljena iz ogljikovega dioksida (približno 98%), kisika in vodnih par je skupaj okrog 1,5%. Zavita je z oblaki iz kapljic smrtonosnih žveplovih kislin. Njena površina je prekrita z velikimi planjavami lave. Je eden izmed najsmrtonosnejših planetov v našem osončju .

Kako pa ocenimo njeno razdaljo od Sonca? S pomočjo risb lahko na enostaven način ocenimo razdaljo do tega planeta. Nas zanima razdalja med Venero in Soncem, torej stranica B v zgornjem trikotniku. Sinusni izrek nam pravi :

$$B/\sin \alpha = R(0)/\sin \chi = A/\sin \beta$$

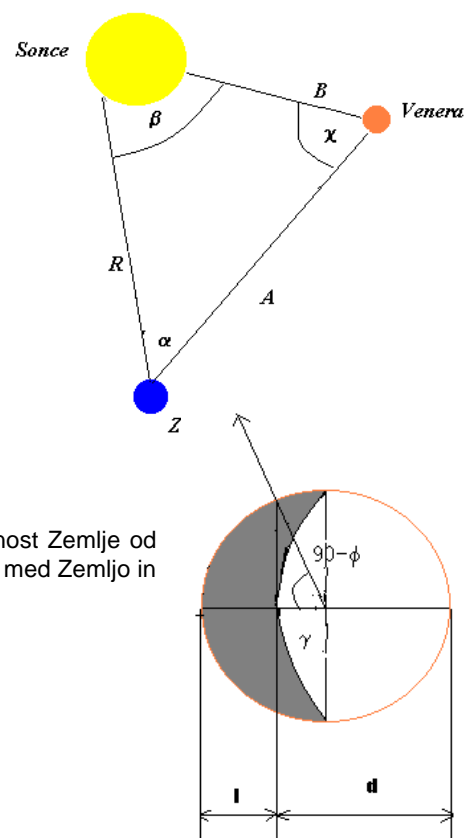
Kot alfa je kot, med Soncem in Venero, če gledamo iz Zemlje. Če ne gre drugače ga lahko tudi izmerimo. S pomočjo sferne trigonometrija in uporabo efemerid pa ga lahko tudi izračunamo.

$$\cos \alpha = \sin \delta(s) \times \sin \delta(v) + \cos \delta(s) \times \cos \delta(v) \times \cos((\alpha(s) - \alpha(v)))$$

V zgornji enačbi sta α in δ z indeksi S rektascenzija in deklinacija Venere. Oba podatka dobimo v astronomskih efemeridih. Iz prve enačbe dobimo za razdaljo Venere od Sonca:

$$B = R(o) \times \sin \alpha / \sin \chi$$

Kot alfa izračunamo iz druge enačbe, $R(o)$ tudi poznamo. To je oddaljenost Zemlje od Sonca. Zdaj moramo poiskati še kot χ , imenujemo ga tudi fazni kot, ali kot med Zemljo in Soncem, Če bi gledali z Venere.



Večkrat srečamo izraz faza planeta. To je diska proti celemu disku. Faza je definirana

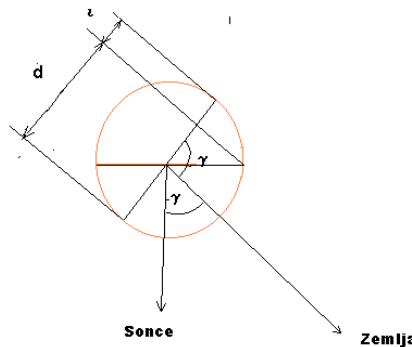
$$\Phi = D/2 \times r$$

Če sedaj združimo četrto enačbo z fazo faznim kotom in fazo planeta.

$$\Phi = \cos^2 (\gamma/2)$$

Kako torej ocenimo oddaljenost Venere od moramo fotografirati, ampak tega zaradi zaradi tega ker nismo mogli pripraviti mm pa nismo mogli slikati tega nismo mogli

Sara Klemenčič



razmerje osvetljenega kot:

dobimo zvezdo med

Sonca? Venero bi slabega vremena in okularno projekcijo, s 16 narediti.

MERJENJE RAZDALJE S KEFEID

POMOČJO

Leta 1874 je bila odkrita prva spremenljivka v kefeju, zvezda δ. Odkril jo je astronom Goodricke. Periode kefeid so zelo stalne, večina kefeid se strmo dviga proti maksimumu in počasneje padajo proti minimumu. Periode se gibljejo od enega dneva do petdeset dni in imajo večinoma amplitudo dveh do treh magnitud. Te zvezde so nadorjakinje spektralnega tipa F, s temperaturo ob maksimumu od 6500 do 7000 K. Masa kefeid znaša od treh do štirinajstih mas Sonca, polmer je 14 do 200 sončevih. Iz opazovanj dopplerjevega pojava na absorpcijskih črtah, lahko sklepamo, da so kefeide gotovo pulzirajoče zvezde. Spreminjanje premera je velikosti 10%.

Leta 1908 je med raziskovanjem kefeid v Malem Magellanovem oblaku je Henrietta Leavit našla zvezdo med periodo pulziranja in povprečnim absolutnim izsevom zvezd. Daljša ko je perioda, večji je sij. Z daljšo periodo sta večja tudi polmer in masa, spektralni tip pa je kasnejši.

Kefeide delimo na dve skupini:

1. Zvezde tipa δ Kefeja (klasične kefeide) so zvezde I. populacije
2. Zvezde tipa W Devica, predstavnice II. populacije. Te spremenljivke imajo na svetlobnih krivuljah nekakšne grbe, ki jih pri klasičnih kefeidah ne poznamo.

V torek 28.8.2001 smo računali oddaljenost Malega Magellanovega oblaka s pomočjo že izmerjenih časov period in povprečnih navideznih magnitud. Računali smo po enačbi:

$$M = m + 5 - 5 \log(d),$$

kjer je M absolutna magnituda, m navidezna magnituda, d razdalja v parsekih.

Za nekaj zvezd smo imeli le narisane grafe, tem smo odčitali periodo in izračunali približno povprečno magnitudo. Na graf smo nanašali logaritem periode in povprečno magnitudo in narisali približno premico, ki je bila povprečje teh vrednosti. Narisali smo še umeritveno krivuljo, izmerili razliko in iz tega podatka smo dobili absolutni izsev kefeid. Iz tega smo lahko izračunali oddaljenost Malega Magellanovega oblaka.

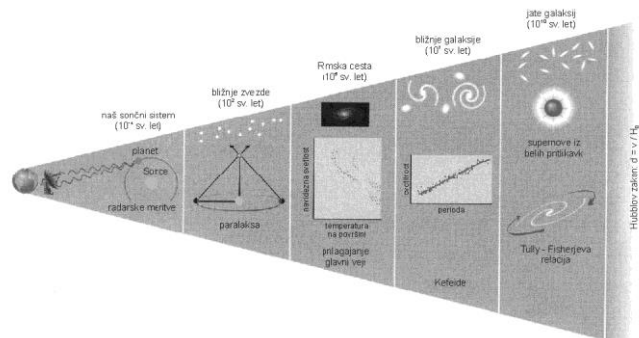
Rezultati niso natančni, vrednosti so premajhne, ker nismo upoštevali absorpcije svetlobe.

Izračun	Dobljena vrednost (parsek)
1.	17525
2.	30619
3.	34674
4.	38018
5.	39810
6.	42987
Prava vrednost	50000

Povzetek verige za merjenje razdalj v vesolju:

1. radarsko merjenje: Razdalje znotraj našega sončnega sistema merijo s pomočjo zakasnitve odmeva pulza radijskih valov, ki ga pošljejo do bližnjih planetov. Na ta način lahko zelo natančno določijo povprečno razdaljo Zemlje do Sonca

2. paralaksa: Razdalje do bližnjih zvezd merijo s pomočjo spreminjanja lege bližnjih zvezd glede na bolj oddaljene, ko se Zemlja giblje okoli Sonca. Te



meritve se naslanjajo na že prej izmerjeno razdaljo Zemlja - Sonce.

3. prilagajanje zvezd glavne veje: S pomočjo paralakse so izmerili razdaljo do bližnje zvezdne kopice Hijade. S primerjavo zvezd z glavne veje v tej kopici z zvezdami v drugih kopicah znotraj naše galaksije, lahko izmerijo razdalje med posameznimi deli naše galaksije.

4. Kefeide: S pomočjo Kefeid, ki se nahajajo v zvezdni kopici, ki smo ji že določili razdaljo, lahko umerimo tudi relacijo med periodo utripanja Kefeid in njihovo svetilnostjo. Ko odkrijemo Kefeido v oddaljeni galaksiji, lahko preko njene periode izračunamo njen svetilnost in tako razdajo.

5. supernove, ki nastanejo iz belih pritlikavk (tip Ia): Ko enkrat poznamo razdalje do bližnjih galaksij, lahko z opazovanjem eksplozij supernov v njih določimo, kakšen je svetilnost imajo posamezne eksplozije in tako tudi razdaljo do vseh novih eksplozij.

6. Hubblov zakon: Ko enkrat s pomočjo supernov in še nekaterih relacij (npr. Tully-Fisherjeva relacija, ki povezuje hitrost vrtenja galaksije z njeno svetilnostjo), lahko natančno določimo Hubblovo konstanto. Ko pa jo enkrat poznamo dovolj natančno, lahko razdalje do oddaljeni galaksij določamo kar preko rdečega premika.

Zveza med periodo nihanja in izsevom kefeide. Daljša kot je perioda nihanja, bolj svetla je zvezda. Kefeide so zelo svetle zvezde. Tiste s periodo mesec dni so desetstokrat svetlejše od Sonca. Izsev kefeide ni povsem določen s periodo njenega nihanja. Teoretični razlogi in opazovalne napake dovoljujejo odstopanja do okrog 15 odstotkov.

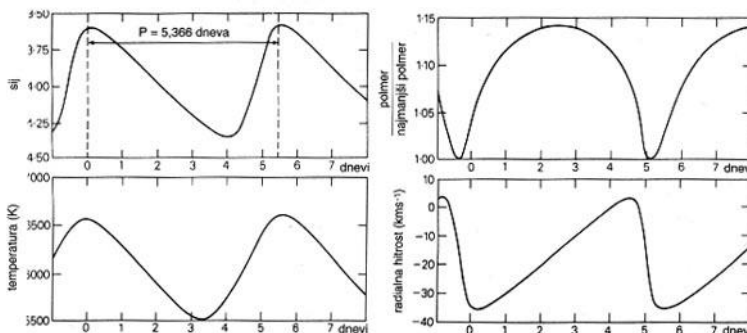
Po natančnih meritvah so astronomi prišli do naslednje empirične povezave med izsevom, oziroma povprečno absolutno magnitudo (M) in periodo (t_0) utripanja za populacijo I:

$$M = A + B \log(t_0).$$

Spreminjanje vizualnega sija, temperature, polmera in radialne hitrosti zvezde Delta Kefeja.

Z vesoljskim teleskopom Hubble so v galaksiji M 81 odkrili 30 kefeid. Tu je za nekaj kefeid narisano spreminjanje navidezne magnitude v zeleni svetlobi z njihajo fazo. Označena je tudi perioda nihanja v dnevih. Vidimo, da tudi v M 81 velja običajna zveza med periodo nihanja in izsevom: svetlejše zvezde (tiste z nižjo magnitudo) nihajo počasneje. Zaradi velike oddaljenosti so kefeide v M 81 videti zelo šibke. Najsvetlejša je še vedno milijonkrat pretemna, da bi jo lahko videli s prostim očesom, saj bi oko na vsak foton vidne svetlobe s te zvezde čakalo po pet minut.

Izjemno poučen primerjalni graf utripanja zvezde d-Kefeja



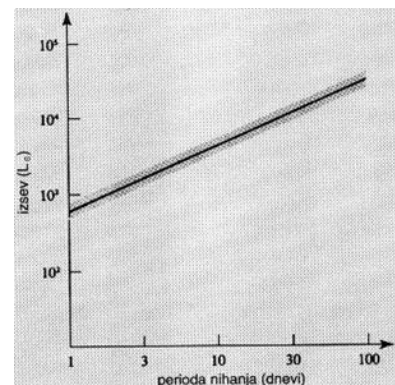
Forma za izračun razdalje do kefeide, za populacijo I.

Viri:

- <http://www.kvarkadabra.net/?/vesolje/teksti/kefeide.html>
- http://www.kvarkadabra.net/?/vesolje/teksti/merjenje_razdalj.html
- http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/kef_mag1.html
- http://www.orion-drustvo.si/ado_slo/astronomija/spremenljivke/delitev.html



Ozvezdje Kefeja s slavno spremenljivko Delto. Objektiv: 50 milimetrov f/2,8; film: Kodak Panther 400; osvetlitev: 52 minut. Foto: Boštjan Guštin



Forma za izračun razdalje do kefeide, za populacijo I.

Aram Karalič: Nekaj astronomskih tem

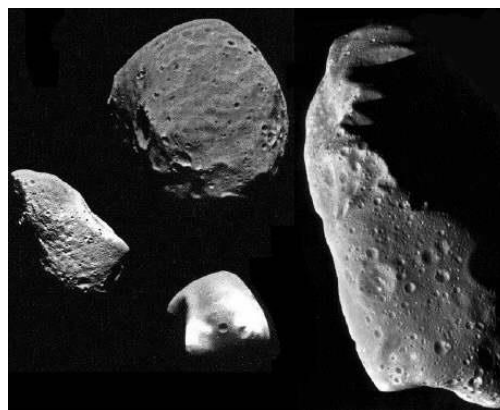
Miha Lendvaj in Samo Smrke

ASTEROIDI, KOMETI IN METEORJI

Asteroidi

Asteroidi so nebesna telesa imenovana tudi planetoidi ali mali planeti. Njihova skupna masa bi naj znašala približno 1/2500 Zemljine. Mnenja o nastanku asteroidov se razhajajo; nekateri menijo, da so asteroidi ostanki razpadlega planeta, drugi pa, da so se v sedanje oblike zgostili iz prvobitne snovi.

Premer do pred kratkim največjega asteroida Ceresa je okrog 1000 km, ostali asteroidi pa imajo premer manjši kot 500 km. Pred nekaj dnevi so odkrili največji asteroid, katerega tirnica leži za Plutonom. Prvi znani asteroid je bil Ceres, ki ga je leta 1801 v Palermu odkril Piazzī. Do danes so odkrili več kot 50000 asteroidov; večina od njih se nahaja v asteroidnem pasu med Marsom in Jupitrom.



Kometi

Kometi ali repatice so zaradi svojega videza najbolj nenavadna nebesna telesa. Komet je kepa ledu in prahu, ki ima rep ter glavo, le-ta pa je sestavljena iz jedra in megličaste ovojnice, kome. Kometi so ponavadi precej veliki, saj premer glave doseže 200000 km, rep pa je lahko dolg na stotine kilometrov.

Ko komet na svoji poti pripotuje v bližino Sonca, ga le – to ogreje dovolj, da nekaj njegovega ledu izhlapi in se spremeni v pline. Le-ti izoblikujejo glavo, ki je 1000-krat večja od začetne ledene kroglice. Še bližje Soncu začne odnašati neprekinjen curek sončevih protonov in elektronov, imenovan tudi sončev veter, plin z glave tako, da nastane dolg žareč rep.

Glede na obhodno dobo poznamo kratkoperiodične komete, katerih perioda traja nekaj let in so šibki objekti. Dolgoperiodični kometi imajo periodo več desetletij, poznamo pa še komete z izredno dolgo periodo.

Kometni prah je prah izumrlih kometov. To so trdna zrnca, ki so se razsejala po prejšnjem kometovem tiru na katerega na svoji poti okoli Sonca naleti Zemlja, kot meteorji zgorijo v atmosferi.

Najbolj znani kometi so: Westov komet, ki so ga odkrili na začetku 20. stoletja; Halleyev komet, Hale-Bopp, Hyakutake.

Meteorji

Meteoroid je majhen drobec trdne snovi, ki se giblje okoli Sonca. Njegova masa znaša od miligrama do nekaj gramov, njegova velikost pa se giblje med delčkom milimetra in nekaj centimetri.

Mi vidimo meteoroid kot meteor, ko zaide v Zemljino atmosfero in se ob trenju z zračnimi molekulami močno segreje, izpareva in izgine, še preden doseže Zemljino tla. Meteoriti so večja telesa, ki vstopijo v Zemljino atmosfero, dosežejo Zemljino površino in trčijo vanjo. Na Zemljo pade vsak dan nekaj ton drobnih meteoritov, vendar samo tisti z večjo maso izvrtajo krater.

Svetleča sled, ki jo meteor pušča za seboj, so razžarjeni plini.

Ločimo naključne ali sporadične meteorje in meteorske roje. Vsak meteorski roj se pojavi v določenem obdobju leta iz istega dela neba. Meteorski roji so ostanki kometov. Drobci se v meteorskem roju gibljejo vzporedno, ob prihodu v Zemljino ozračje pa je zaradi perspektive videti, kot da prihajajo iz iste točke neba, ki ji pravimo radiant.

Jerneja Pirnat

TABOR V FOKOVCIH

Začel se je približno tako kot se mora vsak tabor pričeti: najprej smo si lepo spakirali stvari v prostor za spanje (telovadnico), potem so sledila osnovna kratka navodila kako in kaj na taboru, zatem pa spoznavanje itd. Zvečer smo se odpravili opazovat nebesne trikotnike za vizualno določanje mejne magnitude neba; to pomeni da smo poskušali ugotoviti, kakšna je najmanjša svetlost zvezd, ki jo mi se opazimo s prostim očesom. Zatem smo se odločili še fotografirati Luno. Vsak od nas je napravil svojo fotografijo. Slikali smo s teleskopom Meade LX200.

Mejna magnituda neba

Zvečer ko je bila že tema smo si pod zvezdno noč prinesli armaflekse in spalne vreče, se vrgli na njih in opazovali ter šteli zvezde na določenih krajih neba, v tako rečenih trikotnikih za določanje mejne magnituda.

Tu so podatki:

Ime opazovalca	Številka trikotnika	Število vidnih zvezd	Mejna magnituda
Ernest Hari	14	17	3,02
Iztok Levac	14	19	2,83
Miha Lendvaj	14	10	4,63
Melita Rožman	14	8	5,06

Ime opazovalca	Številka trikotnika	Število vidnih zvezd	Mejna magnituda
Ernest Hari	6	17	3,32
Iztok Levac	6	14	4,32
Miha Lendvaj	6	12	5,12
Melita Rožman	6	9	6,13

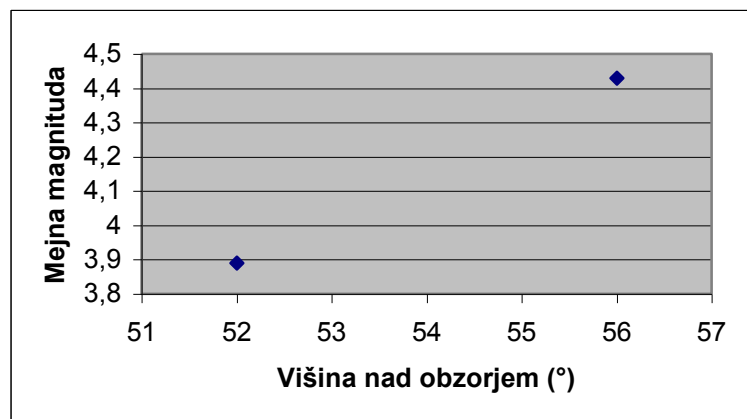
Opombe:

Sijala je Luna, zato so naše mejne magnituda nekoliko manjše, kot bi bile v nočeh brez Lune.

Višina trikotnikov in njihova lega v času opazovanja

Trikotnik 14 Višina: +52° 36' 2"
Azimut: 264° 33' 30"

Trikotnik 6 Višina: +56° 24' 46"
Azimut: 183° 44' 23"



Ernest Hari

O SONCU

Sonce, nam najbližja zvezda, je naš edini izvor svetlobe in toplote. Je 109-krat večje od Zemlje in ima konstantno svetlobno moč. Glavne podatke o njem dobimo iz proučevanja njegove svetlobe. Sonce kroži okoli jedra galaksije z hitrostjo 220 km/h. Za cel obhod potrebuje 225 milijonov let ali eno kozmično leto. Sonce se ne vrti kot popolnoma trdno telo. Vrtilni čas na ekvatorju je 25,4 dneva, blizu polov pa okoli 34 dni. Sonce nam omogoča številna pomembna preverjanja teorij za fizikalne probleme zvezd. Zaradi velike količine sevanja, ki ga oddaja in ga mi sprejmemo, je sonce mogoče podrobno fotografirati ter snemati z veliko časovno ločljivostjo z Zemlje ali iz vesoljskih plovil.

Zgradba:

Sonce je plinasta in hkrati edina zvezda, ki jo lahko podrobno opazujemo in preučujemo. Premer Sonca je 1392000 km. Je mnogo redkejša od Zemlje, ker ga sestavljajo razbeljeni plini. Energija nastaja v jedru, kjer je temperatura lahko 15000000°. Sonce dobiva energijo iz jedrskih reakcij v bližini središča. Korona je nekakšna atmosfera Sonca. Pod njo je plast fotosfere. Debela je 300 - 400 km in ima temperaturo okoli 6000 K. Zgradba fotosfere je zrnata, premer zrna je okoli 8 km. Njegova življenska doba je 8 min. Pod plastjo fotosfere je območje konvekcije, ki je debelo 200000 km. Tu se energija prenaša navzgor s tokovi velikih količin plina. Za konvekcijskim območjem prihaja območje sevalnega prenosa energije in nazadnje jedro v katerem nastaja energija. jedro ima premer 450000 km.

Pege:

Ob opazovanju sonca lahko vidimo, da je svetlejše na sredi in manj svetlo na robovih. Vidimo lahko tudi več temnih lis, ki jih poznamo kot sončeve pege. Pege v resnici niso črne, tako se nam zdi zgolj zato, ker so hladnejše kot druga območja v fotosferi. Pega je sestavljena iz osrednjega dela ali umbre (senca), odbaja pa ga svetlejša penumbra ali pol senca. Temperatura umbre je okoli 4500°C penumbre pa 5000°C. Pege se navadno pojavljajo v skupinah in niso

stalne. Večja skupina lahko preživi do šest mesecev, zelo majhne pege obstajajo le nekaj ur. Pege so lahko ogromne. Največja zaznana je bila takrat, ko je bila največja velika 18 milijard kvadratnih kilometrov.

Protuberance:

Protuberance so izbruhi. So iz rdečega, žarečega vodika, mirne lahko ostanejo v kromosferi po več tednov, pri bruhanjih pa je gibanje divje in se pogosto dvigajo več tisoč kilometrov visoko. Samo ob popolnem mrku jih lahko vidimo s prostim očesom.

Korona:

Me popolnim mrkom je videti veličastna bisernatna korona. V času vrhunca peg je videti precej simetrična, a ob minimumu vidimo dolge trakove svetlobe. Korona je izredno redka, njena temperatura pa presega milijon stopinj.

Alja Beznec in Jerneja Pirnat

DOLOČANJE ODDALJENOSTI IN VIŠINE CERKVE

V četrtek, okoli petih, je naša skupina, pod vodstvom Primoža Kajdiča, določala oddaljenost cerkve s pomočjo paralakse. To metodo uporabljajo astronomi pri določevanju oddaljenosti bližnjih zvezd.

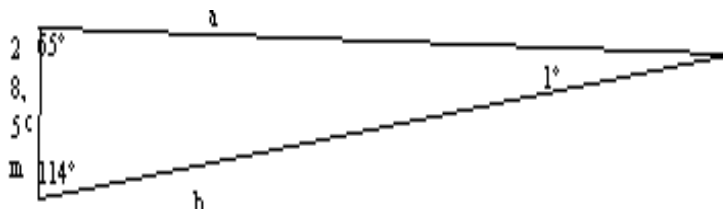
Pred šolo smo postavili dve mizi na oddaljenosti 28,5 m. Nato nas je Primož seznanil s tehnikami dela. Nato smo na papir narisali lego cerkve in druge mize. Isto smo naredili pri prvi mizi. Ko smo risbi združili, smo izmerili kote. $\alpha=114^\circ$, $\beta=65^\circ$, $\gamma=1^\circ$. Nato smo po formuli $b=c \times \sin \alpha / \sin \beta$.

$$b = 28,5 \times \sin 65^\circ / \sin 1^\circ$$

$$b = 28,5 \times 0,91 / 0,02$$

$$b = 28,5 \times 46$$

$$b = 1311 \text{ m}$$



Za določitev višine zvonika se je Samo ulegel na tla. Drug član naše skupine je 1m veliko palico nesele tako daleč, da se je vrh palice navidezno prekril vrh zvonika. Oddaljenost od palice do cerkve je bila 28 m.

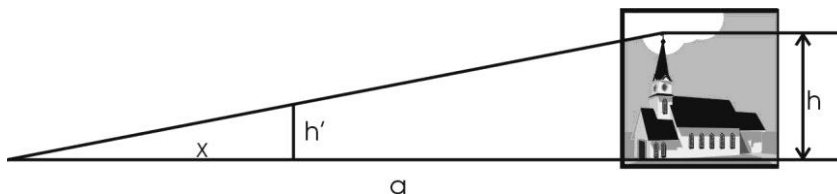
Račun: $h = x \times h' / a$, kjer je h iskana višina zvonika, x -oddaljenost do palice in h' - višina palice.

a -oddaljenost do cerkve

$$h = 1311 \times 1 / 131, h = 28 \times 1,7, h = 46,7 \text{ m}$$

Ko smo izračunali, je Primož z mopedom izmeril razdaljo po cesti, ki znaša 850m. Pri tej vrednosti velikost znaša 30m.

$$h = 850 \times 1 / 850, h = 850 \times 0,0353, h = 30 \text{ m}$$



Mitja Govedič

POROČILO

Letošnje leto sva se odločili, da se udeleživa astronomskega tabora Kmica 2001. Bili sva v skupini Osnove astronomije. Z mentorjema Damjanom ter Igorjem smo se pogovarjali tudi o spremenljivkah. Tema se nama je zdela zanimiva, zato sva se odločili, da opazujeva eno izmed teh zvezd. Priprave na najino opazovanje so potekale že popoldne. Odločili sva se, da bova spremenljivko opazovali po Argelandrovi metodi. Z mentorjema smo pripravili ogromno zemljevidov in drugih raznovrstnih pripomočkov za najino lažje opazovanje.

Opazovati sva začeli ob 23 uri. Zaradi neizkušenosti sva imeli veliko težav z iskanjem najine spremenljivke. Da bi si delo olajšali, sva moči združili s Timotejem in Jernejem, ki sta bila v opazovanju zvezd bolj vešč. Takrat je naše delo steklo. Ob 23:30 smo zapisali prve ugotovitve. Zatem smo vsakih deset minut opazovali spremembe sija naše spremenljivke. Da pa smo to lahko storili smo si že pred opazovanjem izbrali dve zvezdi, eno svetlejšo drugo pa temnejšo od spremenljivke δ Kefeja. Naše opazovanje je trajalo do 1:30, trajalo pa bi še dlje, če nas ne bi zeblo. Naslednje jutro smo podatke obdelali in narisali graf, ki pa bi bil bolj pravilen, če bi naše opazovanje trajalo dlje.

Takšne vrste tabor nama je bil zelo všeč, naučile sva se mnogo novega ter zanimivega. Še lepše pa bi bilo, če bi nam vreme bilo bolj naklonjeno, saj bi tako lahko izvedli več opazovanj.

Alja Bez nec, Ines Panker

SONČNE PEGE

Atmosfera Sonca delimo na fotosfero, kromosfero in korono. Ob dobri vidljivosti lahko ugotovimo, da svetlost fotosfere ni povsod enaka in da se s časom spreminja. Opazimo lahko tudi zrnato strukturo fotosfere, granulacijo. Svetla zrna, granule, so vrhovi plinastih stebrov, ki se dvigajo iz Sončeve notranjosti, temna zrna pa manj topli vrhovi, ki se spuščajo vanjo. Življenjska doba granul se giblje med 5 in 10 minutami, velikost pa med 500. in 1200.km. Povprečna središčna razdalja dveh sosednjih granul je okoli 1800 km. Območje brez granul vidimo kot pore (velikost od 1500 – 4000km), ki so lahko zametki peg. Dobro razvita pega ima osrednji del, imenovan senca ali umbra, ki ga obdaja polsenca ali penumbra. Struktura polsenca je vlaknasta, kot bi se granule v njej podaljšale v smeri proti središču senca. Podobno najdemo tudi v senci. Granule v pegi imajo premer 200 - 300 km. V pegi je temperatura nižja kot v fotosferi, ki jo obkroža: v senci doseže približno 4000 K, v polsenci pa 5000 K, zato sta tako senca kot polsenca temnejši od fotosfere. Ker so v pegah močna magnetna polja (0,3 tesla ali še več), ki zavirajo konvekcijo domnevajo, da imajo zvezo z obstojem peg.

Več peg blizu skupaj sestavlja skupino peg. Lahko imajo površino od enega do nekaj tisoč milijonov delcev Sončeve površine. Pega se pojavljajo v dveh, v odnosu na ekvator simetričnih conah na Soncu, v razponu od 5 do 45° heliografske širine. Zelo redko se pojavljajo na širinah večjih od 50° in v neposredni bližini ekvatorja. Njihova življenjska doba je lahko tudi več mesecev. Ko pega doseže velikosti nad 40000 km so vidne s prostim očesom brez optičnih instrumentov.

Tudi sami smo izračunali velikost sončne pege in sicer tako, da smo z ravnilom izmerili premer sončne pege ter premer Sonca na naši fotografiji. Ta količnik smo pomnožili z dejanskim premerom Sonca, ki znaša 1.392.000 km, tako da smo dobili, da premer sončne pege 52528 km.

Pri delu sva uporabljala tudi sledečo literaturo:

Naravoslovni atlas: Astronomija; Založba Mladinska knjiga, Ljubljana 1991

Urban Bernat in Melita Rožman

ASTEROIDI

Prvega januarja 1801 je Giuseppe Piazzi odkril objekt, za katerega je sprva mislil, da je nov komet. Toda po boljši določitvi njegove orbite se je pokazalo, da ne gre za komet, ampak za majhen planet. Piazzi ga je imenoval Ceres, po sicilijanski boginji žita. V naslednjih nekaj letih so odkrili še tri majhna telesa (Palas, Vesta in Juno). Do konca 19. stoletja je bilo poznanih že nekaj sto.

Do sedaj je bilo odkritih več deset tisoč asteroidov. Več tisoč se jih odkrije vsako leto. Nedvomno jih je še več sto tisoč, ki pa so premajhni, da bi jih videli z Zemlje. 26 znanih asteroidov je večjih od 200 km. Popis največjih je že skoraj končan: verjetno poznamo 99% asteroidov, ki imajo premer večji od 100 km. Teh od 10 do 100 km v premeru smo katalogizirali okoli polovico. Žal pa vemo o najmanjših zelo malo; verjetno obstaja celo milijon asteroidov s premerom 1 km.

Skupna masa vseh asteroidov je manjša od mase Lune.

Daleč največji asteroid je 1 Ceres. V premeru ima 933 km in vsebuje okoli 25% skupne mase asteroidov. Naslednji največji so 2 Palas, 4 Vesta in 10 Hygiea, ki imajo v premeru med 400 in 525 km. Vsi ostali poznani asteroidi imajo manj kot 340 km v premeru.

Nekaj polemik je glede klasifikacije asteroidov, kometov in lun. Obstaja nekaj planetarnih satelitov, ki so verjetno ujeti asteroidi. Marsovi majhni luni Deimos in Fobos, Jupitrovih zunanjih osem lun, Saturnova najbolj zunanja luna Feba in mogoče nekatere na novo odkrite lune Saturna, Urana in Neptuna so vse bolj podobne asteroidom kot pa večjim lunam. (Mozaik na vrhu strani kaže Ido, Gaspro, Deimosa in Fobosa približno v istem razmerju.)



Asteroidi se delijo na več tipov na podlagi njihovih spektrov (in s tega kemične sestave) in albeda:

tip C, vsebuje več kot 75% znanih asteroidov: zelo temni (albedo 0,03); podobni ogljikovim hondritnim meteoritom; približno enaka sestava kot Sonce minus vodik, helij in drugi hlapljivi materiali;

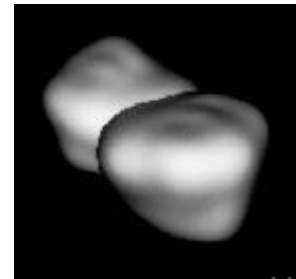
tip S, 17%: razmeroma svetli (albedo 0,10-0,22); kovinski nikelj-železovi z železovimi in magnezijevimi silikati;

tip M, večino ostalih: svetli (albedo 0,10-0,18); čisto nikelj-železo.

obstaja tudi okoli ducat drugih redkejših tipov.

Zaradi ovir pri opazovanju (npr. temne asteroide tipa C težje opazimo), zgornji deleži mogoče ne kažejo prave razporeditve asteroidov. (Pravzaprav se danes uporablja kar nekaj tipov razdelitve.)

Malo je podatkov o gostotah asteroidov. Z opazovanjem Dopplerjevega efekta radijskih valov, ki jih je NEAR vračal, so lahko zaradi sicer zelo majhnega vpliva asteroida na vesoljsko vozilo določili Mathildino maso. Zanimivo je, da gostota Mathilde ni veliko večja od vode, kar kaže, da ni trdno telo, ampak skupek razbitin.



Asteroidi so tudi kategorizirani po njihovem položaju v Sončevem sistemu:

Glavni pas: nahaja se med Marsom in Jupitrom približno 2-4 AE od Sonca in se dalje delijo na podskupine: Hungarias, Flora, Phocaea, Koronis, Eos, Themis, Cybeles in Hildas (imenovani so po glavnem asteroidu v skupini).

asteroidi blizu Zemlje: ti se Zemlji bolj približajo (433 Eros)

Atene: velika polos manj kot 1,0 AE in afelij večji kot 0,983AE;

Apollo: velika polos večja od 1,0 AE in perihelij manjši od 1,017 AE

Amori: perihelij med 1,017 in 1,3 AE;

Trojanci: blizu Jupitrovih Lagrangevih točk (60 stopinj pred in za Jupitrom v njegovi orbiti). Znanih je nekaj sto takih asteroidov; ocenjujejo, da jih je skupno tisoč ali več. Nenavadno je, da jih je v vodeči Lagrangevi točki (L4) precej več kot v sledeči (L5). Verjetno je nekaj majhnih asteroidov tudi v Lagrangevih točkah Zemlje in Venere, ki se včasih imenujejo trojanci; 5261 Eureka je "Marsov trojanec".

Med glavnimi zgoštvami asteroidov v glavnem pasu so razmeroma prazna področja, imenovana kot Kirkwoodove vrzeli. To so področja, kjer bi bila orbitalna perioda objekta preprost del Jupitrove. Objekt v taki orbiti bi bil po vsej verjetnosti zaradi Jupitra pospešen v drugo orbito.

Asteroidov s prostim očesom ne moremo videti, veliko pa jih lahko vidimo z daljnogledom ali majhnim teleskopom.

Tabela asteroidov

Nekaj asteroidov in kometov je podanih spodaj za primerjavo. (Razdalja pomeni srednja razdalja do Sonca v tisočih kilometrih; mase so v kilogramih.)

št.	ime	oddaljenost	polmer	masa	odkritelj	datum
2062	Aten	144514	0,5	?	Helin	1976
3554	Amun	145710	?	?	Shoemaker	1986
1566	Ikar	161269	0,7	?	Baade	1949
951	Gaspra	205000	8	?	Neujmin	1916
1862	Apollo	220061	0,7	?	Reinmuth	1932
243	Ida	270000	35	?	?	1880?
2212	Hepaistos	323884	4,4	?	Chernykh	1978
4	Vesta	353400	263	$2,38 \times 10^{20}$	Olbers	1807
3	Juno	399400	123	?	Harding	1804
15	Eunomia	395500	136	$8,3 \times 10^{18}$	De Gasparis	1851
1	Ceres	413900	466	$1,17 \times 10^{21}$	Piazzi	1801
2	Palas	414500	261	$2,18 \times 10^{20}$	Olbers	1802
52	Europa	463300	156	?	Goldschmidt	1858

10	Hygiea	470300	215	$9,3 \times 10^{19}$	De Gasparis	1849
511	Davida	475400	168	?	Dugan	1903
911	Agamemnon	778100	88	?	Reinmuth	1919
2060	Hiron	2051900	85	?	Kowal	1977

Literatura:

Muminović M., 1982, Praktična astronomija, Inštitut za fiziko v Zagrebu, Sarajevo

Rigutti M., 1991, Astronomija, Mladinska knjiga, Ljubljana

Karalič A., 2000, Nekaj astronomskih tem, Ljubljana

Ernest Hari in Iztok Levac

ZVEZDNI SPEKTRI

Zvezde so plinske kroglice. V njihovih središčih je temperatura več milijonov stopinj in tlak čez milijardo atmosfer. Tam potekajo jedrske reakcije (zlitja), ki so glavni vir energije zvezd. Nastalo sevanje vpijajo globoke plasti, ki sestavljajo atmosfero zvezde.

Newton, ki je usmeril Sončevo svetlobo skozi prizmo, je odkril, da se svetloba lomi v trak mavričnih barv, ki zvezno prehajajo iz vijolične v rdečo. Ta trak so poimenovali spekter. Poznamo:

Zvezni spekter, kjer zvezda pri vseh valovnih dolžinah seva, pri nekaterih bolj, pri drugih manj.

Emisijski spekter, kjer pri določeni valovni dolžini vroči plin seva, pri drugih ne.

Absorbcijski spekter - če je med nami in zvezdo hladen plin, se zgodi, da hladen plin določene valovne dolžine absorbira, tako v mavrici vidimo tudi črne črte; ta hladen plin pa je lahko zvezdna atmosfera. Ko vidimo katere barve primanjkuje, lahko sklepamo, kateri plin jo vpija. S tem ugotovljamo sestavo zvezde. Tako so odkrili, da je na Soncu helij, ki ga na Zemlji pred tem še niso poznali.

Poznamo štiri tipe zvezdnih spektrov, ki so v tesni zvezi z barvo opazovanih zvezd. Prvi tip tvorijo bele zvezde, kot sta Sirij in Vega, katerih zvezni spekter prekinjajo vodikove črte. Drugemu tipu pripadajo rumene zvezde, kot Sonce, Kapela in Arktur: v njihovih spektrih prevladujejo črte raznih kovin (kalcija, železa itd.), vodikove črte pa so šibke. V tretjem tipu so oranžne zvezde kot Betelgeza: v njihovih spektrih so vodikove črte še šibkejše. Četrti tip pa so rdeče zvezde, kot je zvezda 19 Rib.

Kasneje so izdelali klasifikacijo, po kateri je večina zvezd razvrščena po svojih spektrih v spektralne razrede, označene z velikimi črkami. Spektralni razredi so: O, B, A, F, G, K, M, R, N, S.

Dopplerjev pojav

Do Dopplerjevega pojava pride, ko se telesa gibljejo. Če se telesa, ki oddajajo svetlobo, gibljejo stran od nas, potem se bo ves njihov spekter premaknil proti rdečim valovnim dolžinam. Če se telesa gibljejo k nam, se valovni spekter premakne proti modrim valovnim dolžinam.

Velja:
$$\frac{\lambda' - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c},$$

kjer je λ_0 = ne nespremenjena valovna dolžina barve, λ' = valovna dolžina barve po dopplerjevem premiku, v = hitrost (Saturna) in c = svetlobna hitrost.

Torej to naj bi bilo to, vendar ker je astronomija tako močno povezana s fiziko je naša skupina pod vodstvom našega mentorja Primoža tudi računala. Dobili pa smo tudi spekter Saturna, na katerem so bile spektralne črte. Iz njihovega nagiba smo določili, kako hitro se Saturn giblje. Ker smo torej hoteli izvedeti hitrost, smo uporabili zgornjo enačbo in vzeli kot podatek, da je svetlobna hitrost $c=300\,000$ km/s.

Če pogledamo spekter planetov ugotovimo, da so absorbcijske črte nagnjene. Iz njihovega naklona lahko ugotovimo hitrost vrtenja planeta, kar smo storili pri Saturnu. Za hitrost vrtenja planeta vzamemo nekoliko drugačno enačbo:

$$\frac{\lambda'' - \lambda'}{4 \cdot \lambda_0} = \frac{v}{c}$$

kjer je λ_0 = valovna dolžina absorpcijske črte izmerjena v laboratoriju, λ' = valovna dolžina črte na robu planeta, ki se giblje vstran od nas (rdeči premik), λ'' = valovna dolžina črte na robu planeta, ki se giblje k nam (modri premik), v = hitrost vrtenja planeta in c = svetlobna hitrost.

Čas, v katerem se planet zavrti okoli svoje osi izračunamo po neačbi: $t_0 = (2\pi R)/\omega$.

Polmer Saturna R smo našli v spodaj navedenemu priročniku in znaša 60.000 km. Po naših izračunih je torej čas, v katerem se Saturn obrne okoli svoje osi:

$t_1 = 11,12$ h

$t_3 = 4,27$ h

$t_5 = 7,77$ h

$t_7 = 7,91$ h

$t_2 = 11,15$ h

$t_4 = 8,34$ h

$t_6 = 7,76$ h

Prava vrednost, ko se Saturn obrne okoli svoje osi je 10,24h, mi pa smo dobili napačne rezultate zaradi napak pri merjenju, saj smo pri merjenju spektrograma z ravnalom podatke zaokrožali na 0,5 mm.

Literatura:

Naravoslovni atlas: Astronomija; Založba Mladinska knjiga, Ljubljana 1991
Owen Gingerich: Laboratory Exercises in Astronomy

Melita Rožman in Urban Benat

PLANETI VELIKANI

Planeti velikani (Jupiter, Saturn, Uran in Neptun) so plinasti planeti. Do leta 1781 so ljudje mislili da obstaja samo pet planetov. Še istega leta so odkrili Uran, leta 1846 pa še Neptun.

Jupiter in njegove lune bi postale Osončje, če bi Jupiter imel večjo maso kot jo ima in bi začel svetiti. Na Jupitru že tristo let divja vihar.

Saturn tehta trikrat manj kot Jupiter čeprav ni veliko manjši. Jupiter, Saturn, Uran in Neptun imajo kolobarje. Saturnovi kolobarji so veliki in zelo opazni. Jupitrovi so tako tanki da jih astronomi s teleskopi niso mogli opaziti in so jih odkrile šele vesoljske sonde. Tudi kolobarji Urana in Neptuna so takšni. Saturnovi kolobarji so videti kot da bi bili le trije, v resnici pa jih je več tisoč. Če ne bi bilo lun, bi se vsi kolobarji združili v enega.

Jupiter tehta 317,8 zemljinih mas, velik pa je za 1316 zemelj. Od Sonca je oddaljen 5,2 AE. Ima 15 satelitov.

Saturn tehta 146 zemljinih mas, velik je za 755 Zemelj. Od Sonca je oddaljen 9,5 AE. Ima 23 satelitov.

Uran tehta 14,6 zemljini mas, velik je kot 67 zemelj. Ima 15 satelitov.

Neptun tehta 57 zemljinih mas, velik je za 57 zemelj in od sonca je oddaljen 30 AE. Ima 2 satelita.

Don Ciglenečki, 12 let

VENERA

Venera je drugi planet po oddaljenosti od sonca. Malo manjša je od Zemlje. Tako kot luna ima mene. Na Veneri je zelo vroče zaradi tople grede. Na površju temperatura je čez 480°C. Okoli svoje osi se zavrti v 243,2 dneva, sidrska perioda pa traja 224,7 zemeljskih dni.

Ker zaradi njene goste atmosfere s teleskopi ni mogoče videti površja, ljudje zaradi tega niso skoraj nič vedeli o Veneri, dokler niso na njej pristale vesoljske sonde. Nekateri so mislili, da so na Veneri gozdovi, močvirja in voda. Leta 1960 so nekateri astronomi trdili, da je visoka temperatura Venero spremenila v puščavo. Menili so tudi, da se Venera zavrti okoli svoje osi veliko prej kot se v resnici. Nekateri so trdili da v štiriindvajseti urah, nekateri pa, da v nekaj mesecih.

Leta 1962 je vesoljska sonda Mariner 2 letela mimo Venere. Poslala je podatke, s pomočjo katerih so astronomi takoj ugotovili, da na Veneri ni oceanov. Vesoljska sonda Venera 9 je poslala prve slike Venerinega površja. Ugotovili so da se Venera vrti v nasprotni smeri kot Zemlja. Obstaja verjetnost,



da je Venero nekoč zadel velik asteroid ali planet in spremenilo smer vrtenja, vendar to ni posebno verjetno. Vrh Venerine atmosfere leži 400 km nad površjem. Oblaki, ki so 70 km nad površino, se okoli Venere zavrtijo v 96 urah.

Leta 1989 so izstrelili vesoljsko sondo Magellan. Do Venere je prišla leta 1990.

Z radarjem so preiskali 98% planeta. Sonda je lahko posnela podrobnosti na površju do ločljivosti 120 metrov. Kot posledica vulkanskega delovanja so na Veneri nastali kupolasti griči imenovani tesserae.

Podatki o Veneri

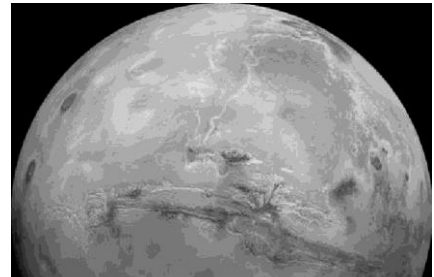
Sidereska perioda	224,7 dneva	Prostornina (zemlja=1)	0,86
Vrtljni čas	243,16 dneva	Ubežna hitrost	10,36 km/s
Povprečna tirna hitrost	35,2 km/s	Površinska težnost (zemlja=1)	0,903
Navidezni premer (največji)	65,2"	Sploščenost	0
Navidezni premer (srednji)	37,3"	Albedo	0,76
Navidezni premer (najmanjši)	9,5"	Najsvetlejša magnituda	-4,4
Obratna vrednost mase (sonce=1)	408 520	Premer	12 104km
Masa (Zemlja=1)	0,815		

MARS

Mars je prvi planet zunaj zemljinega tira. Precej manjši in redkejši je od Zemlje; po velikosti je med Zemljo in Luno.

Ima redko atmosfero. Naklon osi je skoraj enak našemu, tako, da so letni časi podobni, le da so mnogo daljši. Marsov tir je precej sploščen. Oddaljenost od sonca niha med 249 in 207 milijonov km in to močno vpliva na podnebje. Mars se nam lahko približa na 59 milijonov km, kar je bliže kakor katerikoli drug planet razen Venere. Navadno je Marsova atmosfera prozorna, a lahko vidimo tudi oblake in včasih se pojavljajo prašne nevihte, mi se lahko razširijo po vsem planetu in popolnoma zakrijejo površinske tvorbe. Videti je da s površja dvignejo drobna zrnca snovi, če veter piha od 50 do 100 metrov na sekundo, in če se prekopicujejo, kar tehnično imenujemo saltacija. Ko udarijo ob površje, izbijejo še manjše delce v atmosfero, kjer oblebdijo dolge tedne.

Mars je posut z vulkani, njegov največji je Olympus Mans. Dviguje se 25 km nad okoliško površje in njegova osnova v premeru meri 600 km.



Mars ima dva satelita: Fobos in Deimos.

Fobos

je notranji od obeh satelitov. Kot Deimos je tudi ta temno sive barve z odbojnostjo okoli 5%. Njegova gostota kaže da ima sestavo podobno asteroidom.

Deimos

je zunanji od obeh satelitov a manjši in bolj nepravilne oblike. Nobeden od satelitov nima dovolj velike mase, da bi postal okrogel. Oba se vrtita sinhrono, torej ves čas kažeta proti očetovskemu planetu isti obraz

Don Bosco, Loverboy

SPREMENLJIVKE

Veja astronomije, ki se ukvarja s spremenljivimi zvezdami je še zelo mlada, saj se je njen razvoj na znanstveni podlagi začel šele sredi 19. stoletja. Danes je v katalogu zbranih več kot 30 000 spremenljivk vseh vrst.

Splošno o spremenljivkah

Spremenljivke so zvezde, ki (kot pove že ime) na pogled spreminjajo svojo svetlost oz. sij. Sij se lahko spreminja periodično ali povsem naključno. Pri spremenljivkah merimo amplitudi, ki pove za koliko se spremeni sij zvezde ter periodo, ki pove kako pogosto spremenljivka spreminja sij.

Spremenljivke delimo glede na: **periodo**, **pravilnost spreminjanja sija** in **vzrok spreminjanja sija**.

Glede na vzrok se spremenljivke delijo na dve glavni veji: pulzirajoče in eklipsne.

Glavne skupine spremenljivk so:

- Nestabilne zvezde na začetku razvoja
- Pulzirajoče spremenljivke
- Dolgoperiodične spremenljivke
- Eruptivne spremenljivke
- Druge fizikalne spremenljivke
- Eklipsne spremenljivke

Nestabilne zvezde na začetku razvoja

Primer: Spremenljivke tipa T Bika

Skupina je zanimiva, ker gre očitno za mlade zvezde na začetku razvoja, kjer še vedno poteka krčenje plina zaradi gravitacije. Za te mlade zvezde so značilne hitre, nepravilne spremembe sija. spektralni tip je različen, od B do M. Spremenljivke so povezane v združbe zvezd, ki so ponavadi v kakšni meglici. Vse članice združb so še zelo mlade in jih najdemo v oblaku iz katerega so se rodile. Naprimer združbe v Orionovi meglici, v meglici Konjska glava, v Lagunski in Trifidni meglici.

Primer: Spremenljivke tipa UV Kita ali vzplamtevajoče zvezde

Zvezdam te skupine se poveča sij zaradi pojavov, ki so podobni sončevim bliskom. Spremenljivke tega tipa so rdeče pritlikavke z zelo šibkim sijem, z absolutno magnitudo 13.

Pulzirajoče spremenljivke

Spremenljivke tega tipa spreminjajo svetlost zaradi raznih procesov v notranjosti zvezde. Večinoma spreminjajo sij zaradi krčenja in širjenja zvezde. Glavna tipa teh spremenljivk sta Kefeide in dolgoperiodične spremenljivke.

Primer: Kefeide

Svetlobne skupine kefeid so zelo stalne. Krivulja večine kefeid se strmo dviga proti maksimumu in nato počasneje pada proti minimumu. Periode kefeid se gibljejo od enega dneva do petdeset dni, največ jih pa ima periodo do pet dni ter amplitudo dva do tri magnitudo. Astronomka Leavittova je odkrila zvezo med periodo in absolutnim sijem kefeid. Daljša ko je perioda, večji je sij. Masa kefeid je od 3 do 14 mas Sonca, polmer je 14 do 200 Sončevih.

Primer: Spremenljivke tipa RR Lire ali spremenljivke kroglastih kopic

Kefeide delimo na dva tipa, zvezde prve populacije, ter na zvezde druge populacije. Spremenljivke tega tipa spadajo v skupino zvezd druge populacije, saj imajo dosti krajšo periodo. Najdemo jih v haloju Galaksije, ter predvsem v kroglastih kopicah. Večina jih ima periodo med 0,5 do 0,6 dneva. Tudi za te spremenljivke je značilna zveza med periodo in sijem, vendar ne tako dosledno kot pri kefeidah.

Dolgoperiodične spremenljivke

Primer: Spremenljivke tipa Mira Ceti

Za DPS so značilne velike amplitude sija in jih je zato relativno lahko odkriti. Spremenljivke tipa Mira Ceti so rdeče orjakinje. Amplituda sija znaša od 2 do 6 amplitude. Perode so daljše od 80 dni, večina jo ima med 160 do 400 dnevni. Amplitude ter periode niso stalne, ampak se spreminjajo od cikla do cikla, zaradi tega so te zvezde precej nepredvidljive.

Ostale pulzirajoče spremenljivke

Obstaja še veliko več vrst pulzirajočih spremenljivk, med katerimi so bolj zanimive eruptivne, kataklizmične in polpravilne oz. nepravilne.

Za eruptivne spremenljivke so značilni nagli svetlobni izbruhi. Mednje štejemo nove, supernove ter spremenljivke tipa U Dvojčkov. Zelo zanimive so kataklizmične spremenljivke. To so sistemi dvojnih zvezd, od katerih je ena zelo vroča, druga pa rdeča orjakinja. Zvezde tega tipa imajo, tako kot eruptivne, močne izbruhe z veliko amplitudo, vendar so precej bolj nepravilne. Polpravilne in nepravilne spremenljivke so prav tako kot dolgoperiodične spremenljivke orjakinje in superorjakinje, vendar pa je periodičnost sija veliko bolj nepravilna.

Eruptivne spremenljivke

Primer: Nove

Že samo ime pove, da seje zvezda pojavila čisto nepričakovano na nekem območju, kjer prej celo s teleskopom ni bilo mogoče zaslediti nobene zvezde. Pojav močnega sija ponavadi traja nekaj dni, nato pa zvezda spet izgine našim očem. Glede na hitrost pojava jih razdelimo v tri skupine. Delimo jih na hitre nove, naraščanje sija poteka zelo hitro, padanje sija pa počasneje. Nato počasne nove, katerim sij pade za tri magnitudo v več kot sto dneh. Zadnja skupina pa so zelo počasne nove, prototip za to vrsto je RT Ser, ki ji je sij počasi narastel od neznane vrednosti do magnitudo

10,5 in se odbržal deset let, nato pa je v dvajsetih letih padel na magnitudo 14. Opazovanja spektra so pokazala, da gre nedvomno za izbruh nove.

Primer: Supernove

Že ime pove, da gre za močnejši pojav, kot je eksplozija nove. Bistvena razlika med njima je večji absolutni sij supernove, ki je med magnitudo 14 in magnitudo 21. Večinoma supernov se opazuje v drugih galaksijah saj se na tisočletje pojavi približno od dva do pet supernov v eni galaksiji.

Druge fizikalne spremenljivke:

Primer: Spremenljivke tipa R CrB

To je majhna skupina spremenljivk, ki ima značilno svetlobno krivuljo. Sij je dolgo konstanten, nato pa se naglo zmanjša do minimuma, se vrne na prvotno vrednost in čez nekaj časa spet zmanjša. Enakomeren sij traja tudi do tri leta, nato naglo pade in ostane pri najnižji vrednosti od enega pa do sedmih mesecev, ko spet počasi naraste, vendar počasneje kot je padal.

Prekrivalne ali eklipsne spremenljivke

Eklipsne spremenljivke so dvojni sistemi zvezd in se jim sij spreminja zaradi mrkov posameznih zvezd. Da je neki dvojni sistem prekrivalna spremenljivka, je potrebno le to, da je Zemlja približno v ravnini kroženja zvezd. Ko ena zvezda prekrije drugo, opazovalec na Zemlji opazi padec sija. Ti padci sija so vedno periodični. Tudi pri spremenljivkah te vrste poznamo več tipov.

Primer: Algol

Algol ali beta Perzeja je tako značilen primer eklipsne spremenljivke, da je po njem poimenovana cela podvrsta eklipsnih spremenljivk. To so zvezde, ki so lahko najrazličnejših velikosti, sijev in spektralnih tipov. Spremenljivka ima največjo svetlost takrat, ko sta zvezdi ena ob drugi. Ko je temnejša zvezda za svetlejšo, je sekundarni minimum, v obratni situaciji pa nastopi primarni minimum.

Kontaktni sistemi

Ta tip je različen od prejšnjega po tem, da se zvezdi tukaj dovolj blizu, da se dotikata. Zaradi tega pride do raznih deformacij zvezd in sij postane nepravilen ter se neprenehoma spreminja. Tudi ta tip se deli in sicer na zvezde tipa beta Lire in zvezde tipa W Velikega Medveda.

Opazovanje spremenljivk

Spremenljivke lahko opazujemo vizualno, fotografsko ali z fotometričnimi metodami.

Vizualno sij ocenjujemo večkrat, ker posebna oprema (ponavadi) ni potrebna. Natančnost je odvisna od opazovalca ter od samih priprav na opazovanje.

Natančnejša metoda je fotografska metoda. Zvezde z različno svetlobo, različno počrtnijo fotografski film. Edina pomanjkljivost je, da dvakrat svetlejša zvezda ne počrni vedno dvakrat bolj filma.

Zadnja metoda je fotometrična. Pri tem s pomočjo foto občutljivega elementa pretvorimo svetlobo v električni signal ter izmerimo svetlost. Najpogosteje se uporabljajo CCD kamere. To je najbolj natančna metoda, edina pomanjkljivost je pa visoka cena opreme, in se zato redko uporablja pri amaterskih astronomih.

Vizualno oenjevanje sija

Vizualno ocenjujemo sij glede na druge nesprejemljive zvezde. Za ocenjevanje sija uporabljamo več metod, najbolj v uporabi sta Argelandrova in Pickernigova metoda.

Priprava na opazovanje

Pri opazovanju spremenljivk velja, da dobra priprava prepreči slab končni rezultat (5P pravilo: »proper preparation prevents poor performance«)

Potrebne so sledeče stvari:

Pripravimo si zvezdno karto in si označimo primerjalne zvezde.

Seznanimi se moramo tudi s tem, kako naj najdemo spremenljivko in ostale zvezde

Seznanimi se moramo z opremo (teleskopi, CCD kamere,...)

Izračunamo si primarni minimum

Argelandrova metoda

To metodo je uporabljal eden prvih opazovalcev spremenljivk F. Argelander. Uporablja se pa tako, da najdemo dve zvezdi, šibkejšo in svetlejšo od spremenljivke. Potem ju primerjamo z spremenljivko in zapišemo razliko. To primerjamo nekaj dni.

Primerjavo razdelimo na več stopenj:

Stopnja 0: zvezdi sta enako svetli

Stopnja 1: če je zvezda za primerjavo rahlo svetlejša

Stopnja 2: če je zvezda nedvomno svetlejša

Stopnja 3: če je zvezda nedvomno in precej svetlejša

Stopnja 4: če je razlika zelo očitna

Pri temnejši zvezdi so stopnje obratne (npr. Stopnja 1: če je zvezda za primerjavo rahlo temnejša). Razliko zapišemo tako:

ApVqB

Pri tem je A prva primerjalna zvezda, V spremenljivka, B druga primerjalna zvezda, p stopnja med A in V in q stopnja med B in V.

Pri opazovanju je zelo pomembno da se zapiše čas meritve. Nato izračunamo sij spremenljivke z naslednjo enačbo:

$$m_v = m_a + p \cdot \frac{(m_b - m_a)}{(p + q)}$$

V kateri je m_v svetlost spremenljivke, m_a in m_b sta sija primerjalnih zvezd, p in q sta pa stopnji.

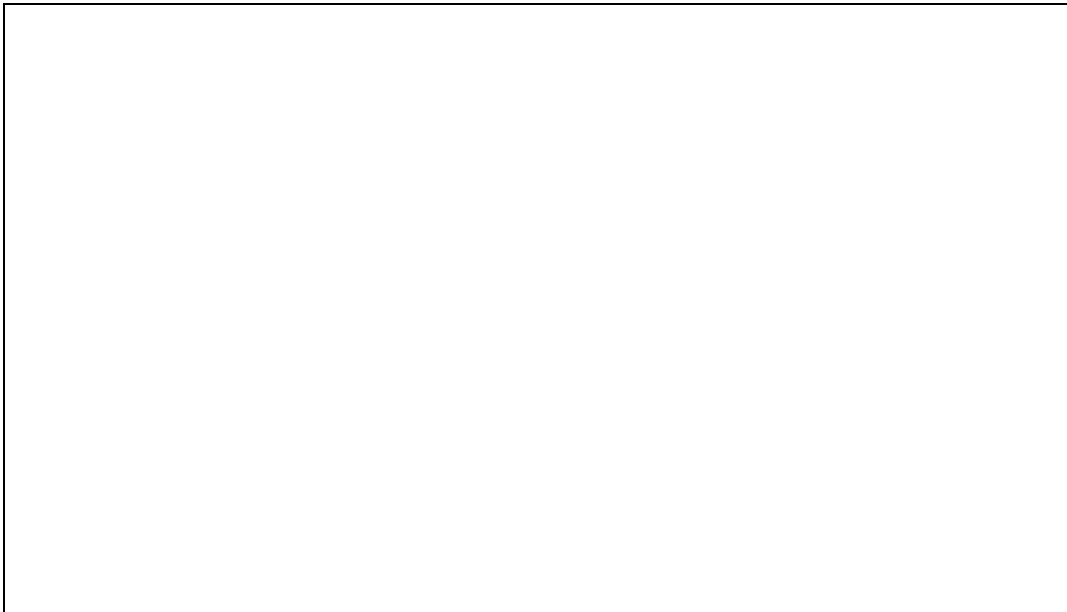
Pickeringova metoda

Pickeringova metoda je v osnovi podobna Argelandrovi metodi, le da ima deset stopenj. Interval med svetlobo zvezde A in B si v mislih razdelimo na deset stopenj ter potem uvrstimo spremenljivko na določeno stopnjo. Zapis je enak kot pri prejšnji metodi le enačba je nekoliko spremenjena:

$$m_v = m_a + p \cdot \frac{(m_b - m_a)}{10}$$

Ostale metode

Večina drugih metod temelji na kombinaciji prejšnjih dveh metod. Večinoma si amaterski astronomi določijo svojo kombinacijo metod.

Opazovanje spremenljivke δ Kefeja na julijanski datum: 731048.3958:

Pravilno spreminjanje magnitute d Kefeja.

Jernej Virag, Timotej Lazar, Ines Panker in Alja Beznec

POROČILO

V ponedeljek 27.8.01 smo se ob štirih dobili na šoli v Fokovcih. Najprej smo se razdelili po skupinah in vsaka skupina je imela svojega mentorja. Jaz sem bila v prvi skupini kjer smo se učili osnov astronomije.

Mentorja sta bila Damjan in Igor, ki sta bila kar resna čeprav nas je povsod spremljal smeh. Najprej smo imeli predavanje o astronomiji, nato smo delali igre, sončno kazalo itd. Govorili smo tudi o zvezdnih utrinkih ali meteorjih, a sončnih pegah, o planetih, galaksijah...

Ko smo imeli kaj prostega časa smo počeli marsikaj. Bili smo v telovadnici in se igrali, gledali znamenitosti npr. kapelo Rotunda v Selu. Zvečer smo odšli ven in s teleskopi gledali zvezde, Luno in planete.

Vsak v naši skupini je dobil neko nalogo ali referat. Jaz sem napisala referat o Luni. V glavnem na taboru mi je bilo zelo dobro in priporočam ga tudi drugim. To bi bilo vse kar bi lahko napisala o taboru.

BeTKA LeBaR

LUNA

Luna je Zemljin naravni satelit. Od Zemlje je povprečno oddaljena 384000 kilometrov. Masa Lune je 7.35×10^{22} , kar je 1/81 Zemljine mase.

Kraterji

Ko gledamo Luno, se nam zdi kot da bi imela obraz. To je posledica Luninih morij in kraterjev. O nastanku kraterjev obstaja mnogo teorij; v ospredju sta dve, in sicer vulkanska in meteoritska.

Po vulkanski teoriji so kraterji nastali v razvojni dobi Lune kot posledica močne vulkanske aktivnosti na njej. Ta teorija ima to slabost, da ne more obrazložiti nastanka velikih kraterjev, kar pa meteoritska zmore.

Meteoritska teorija domneva, da so kraterji posledica trkov z meteoriti vseh velikosti, ki so padali na Lunino površje in na njem eksplodirali. Po tej teoriji naj bi torej nastali Lunini kraterji podobno, kot so nastali meteoritski kraterji na Zemlji. Z meteoritsko teorijo si lahko še razložimo, zakaj so Lunini kraterji plitvi, njihovi robovi pa le malo dvignjeni nad okolico.

Lunin relief vsebuje temnejše ravninske dele, ki ležijo nižje t. j. morja ali oceani.

Lunina večja morja	Lunini večji kraterji
Mare Serenitatis - Morje jasnine	Tycho
Mare Tranquillitatis - Morje tišine	Copernicus
Mare Crisium - Morje nevarnosti	Kepler
Mare Foecunditatis - Morje rodovitnosti	Aristarchus
Mare Nectaris - Nectarjevo morje	Ptolemy
Mare Nubium - Morje oblakov	Archimedes
Mare Imbium - Morje deževja	Plato
Mare Humorum – Morje vlage	Lunar Apennines
Mare Vaporum – Morje megel	
Oceanus Procellarum – Viharni ocean	
Lacus Somnium – Jezero spečih	
Sinus Medii – Osrednji zaliv	

Tabela: Lunini kraterji in morja

Fotografiranje Lune

Po principu je vsak astronomski lahko uporabljen za fotografiranje. Luno lahko slikamo z okularno projekcijo in primarnim fokusom. Za obe metodi slikanja lahko uporabimo komercialni refleksi fotoaparata, s katerim so odstranjeni prvotni objektiv. To je bolj praktično in s tem dosegamo boljše rezultate.

Ko fotografiramo Luno obstaja formula, ki nam omogoča, da na osnovi znanih podatkov izračunamo dimenzijo Lune in oddaljenost Lune od okulara. M je prečnik slike na projekciji, A oddaljenost filma od okularja, F_o je fokusna razdalja tega okularja in D je prečnik Lunine slike v fokusni ravni teleskopa. Uporabljamo lahko naslednji dve formuli:

$$M = F_o \times D / x \text{ cm ali } A = F_o(f_o + x) / x \text{ cm,}$$

kjer je X spremenljivka. Ko je enak nič, takrat se fokus okularja sklada z fokusom objektiv teleskopa. Na kvaliteto slike vplivajo razni faktorji. Najpomembnejši so ostrina fokusa, čas ekspozicije in razvijanje negativov.

Luno smo 29. slikali avgusta v primarnem fokusu. Naredili smo sedem slik. Vendar pa ko smo poskušali slikati z okularno projekcijo, smo imeli preveliko povečavo in nismo mogli dobiti čiste slike Lune.

Opazovanje Lune

Luno sva opazovali 29. avgusta in jo skicirali. Nebo je bilo jasno, Luna pa je bila skoraj polna (polna Luna je 31. avgusta). S skice sva razbrali, da so bila ob 23.15 vidna naslednja morja in kraterji:

Morje nevarnosti	Jezero spečih	Tycho
Morje rodovitnosti	Morje megel	Lunar Apennines
Morje deževja	Osrednji zaliv	Archimedes
Morje tišine	Morje oblakov	Plato
Morje jasnine	Ptolemy	Copernicus

Nataša Grof in Mijana Plantan

SONCE

Opazovanje Sonca je ena najenostavnejših in tudi najzanimivejših dejavnosti, ki je primerna tudi za najmlajše ljubitelje astronomije.

Podatki o Soncu:

Masa: 2000	Starost: 9000000000
Premer: 1400000 km	Oddaljenost: od Zemlje 140600000 km
Povprečna gostota: 1,4 l	Solarna konstanta: 1360 W/m
Vrtilni čas ob ekvatorju: 25,4 dni	Izsev :4x10

Vrtilni čas na polih: 34 dni

Temperatura na površju: 5800

Temperatura sredice: 14000000

Sestava:

H(73,4

He(24,9

Prav tako so še sledovi drugih elementov,

kot so kisik,ogljik...

Prav tako so še sledovi drugih elementov, kot so kisik,ogljik...

Spektralni tip: 62

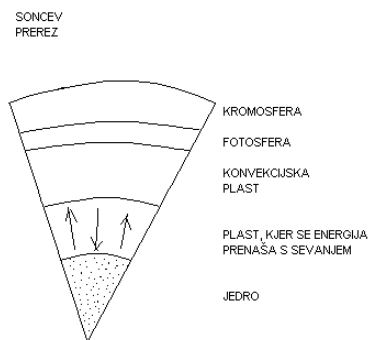
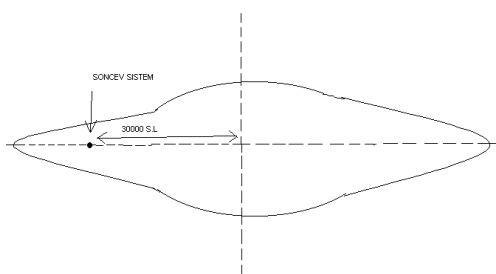
Navidezni sij: 26,8

Absolutni sij: 4,79

Magnetno polje: 10 T fotosfera

nekaj 10 T v sončevih pegah

Pozicija Sonca v naši galaksiji in sončev prerez:



Kaj opazujemo na Soncu?

Sončeve pege, granule, bakle, izbruhe, proturbulance. Midva sva opazovala sončne pege.

Nekaj o sočevih pegah

Preden začnemo s sistematskim štetjem peg, se moramo odločiti za način opazovanja. Na izbiro imamo dve metodi: neposredno opazovanje s pomočjo posebnih filtrov za Sonce in opazovanje projekcije Sonca na zaslon.

Midva sva si izbrala metodo projekcije sonca na zaslon. Za tak način opazovanja sva potrebovali trden zaslon, ki je bil pritrjen na teleskop. Ker Sonce potuje po nebu, sva morala zaslon stalno premikati, kar je tudi precejšna nevšečnost pri opazovanju.

Priprava na opazovanje

Ker sva opazovala sončeve pege kar štirikrat, sva se odločila, da bo najbolje, če bova uporabila vedno enako opremo. Okular teleskopa izberemo tako, da dobimo na zaslonu celo sliko Sonca. Midva sva si izbrala 25 mm okular. Na zaslon sva pritrdila bel list papirja (brez napak na površini), na katerega sva narisala krog s premerom približno 7 cm. List papirja moramo opremiti z nekaterimi rubrikami: datum in ura opazovanja, okular, Wolfovo število, vremenske pogoje, temperaturo zraka, seeing in ne smemo pozabiti določiti smeri neba.

Wolfovo število

Pojave v vidnem delu spektra, katere se dogajajo v sončevi fotosferi lahko stalno spremljamo in jih lahko izrazimo kot indekse sončeve aktivnosti. Ti so: wolfovo število, število in površina bakel, ter površina peg.

Kako se računa wolfovo število?

Formula:

$$Z=k(10s+p),$$

kjer je s = število skupin peg, p število vseh peg in k koeficient.

Seeing

Pri določanju seeinga si pri opazovanju Sonca pomagamo z videzom njegovega roba. Za izredno slab seeing (6), srednje dober (3) in zelo dober seeing (2).

Opazovanje

Risanje peg sva delila v dve fazi. Najprej sva s svinčnikom označila mesta večjih skupin peg, tako, da sva označila največje pege. Nato manjše pege v posamezni skupini, na koncu sva narisala še vse ostale pege in pazila, da nisva spustila niti najmanj vidne pegice.

Po končanem risanju, za večjo gotovost, si lahko pege natančneje ogledamo še pri večji povečavi. Na koncu moramo pogledati, da na listu ni nobene packe. Pri slikanju sončeve površine mora biti faze ekspozicije fotografske naprave, čim krajša (1/1000 s) da se na sliki vidi le svetloba sonca in nič drugega.

Kaj so sončeve pege

Sončeve pege so najpogostejše pojave na soncu. Posledica je nekaj lokalnih magnetnih polj v fotosferi. Temperatura peg je nižja za približno 1500°C od fotosfere.

Ko pege pridejo na dimenzije preko 40.000 km, se lahko z Zemlje vidijo tudi brez optičnih pripomočkov. Pege se najpogosteje pojavljajo v skupinah ali posamezno.

Meritve

A1:(29,-21), A2:(30,-1), A3:(23,-18), B1:(15,-16), B2:(13,-3), B3:(5,-5), C1:(-18,15), C2:(-27,8), C3:(-21,-5), D1:(-14,18), D2:(-19,9), D3:(-26,15).

Kotna hitrost obhodni čas Sonca

Iz premikov peg so ugotovili, da se Sonce vrti. Podobno kot na Zemlji je tudi na Soncu vpeljemo koordinatni sistem, stem da imamo namesto Greenwicha Caringtonov meridian. Tako lahko določimo tudi koordinate peg. Upoštevati moramo da je vrtilna os sonca nagnjena in zato se morajo izračunati popravki koordinat po sledeči formuli.

Formula:

$$x = x' \cos(p) + y' \sin(p) \quad \text{in} \quad y = y' \sin(p) + x' \cos(p),$$

kjer kreberemo iz efemerid.

Dobljene koordinate moramo prenesti na posebno mrežo- Porterjev disk da bi lahko izračunali kotno hitrost iz premikov peg 14., 15. in 16. avgusta. Lego točke na soncu določata heliografski koordinati: heliografska širina (B) in heliografska dolžina (L). Za preračun koordinat velja sledeča formula:

$$B = \arcsin \left[\left(Y / R \right) \cos B_0 + \left(1 / R \right) \sin B_0 \sqrt{R^2 - \left(X^2 + Y^2 \right)} \right]$$

$$L = \arcsin \left(X / R \cos B \right)$$

Vrednost B_0 se mora dovolj točno interpolirati iz efemerid. ele zdaj se lahko izračuna kotna hitrost:

$$\omega = (L_2 - L_1) / t_2 - t_1.$$

Mia in Irena

UDELEŽENCI ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 2000

Še zadnjič skupaj.

Vodja tabora: doc. dr. Mitja SLAVINEC, Odd. za Fiziko, Pedagoška fakulteta Maribor
Strokovna vodja tabora: Primož KAJDIČ, FMF, Univerza v Ljubljani
Organizacijski odbor tabora: Suzana ČURMAN, RC ZOTKS, Murska Sobota
 Simona GROSMAN, Osnovna Šola Fokovci
 asist. dr. Renato LUKAČ, Dep. of Chemistry, University of Warwick

Mentorji:

1. Primož Kajdič Žitna 27, 9000 M. Sobota
2. Jure Atanackob Aškerčeva 22, 3420 Velenje
3. Igor Čenar Staneta Rozmana 2, 9000 M. Sobota
4. Damijan Škraban Vrbišče 8, 9000 M. Sobota
5. Tomaž Pust Štefanova 9, 1000 Ljubljana

Gostujoča predavatelja::

6. Marijan Čenar Staneta Rozmana 2, 9000 M. Sobota
7. Niko Štritof Kušarjeva 11, 1000 Ljubljana

Udeleženci tabora:

Z.š.	Ime in priimek	Naslov	Pošta
1.	Miha LENDVAJ	Liškova 42, Černelavci	9000 M. Sobota
2.	Samo SMRKE	Satahovci	9000 M. Sobota
3.	Urban BERNAT		9000 M. Sobota
5.	Alan PODLESEK	Lendavska 45	9000 M. Sobota
5.	Ines PANKER	Kocljeva 14 g	9000 M. Sobota
6.	Melita ROŽMAN	Ul. 21. oktobra 17 b	8340 Črnomelj
7.	Don CIGLENEČKI	Krempljeva 4	2250 Ptuj
8.	Mateja CAR	Pečarovci 71	9202 Mačkovci
9.	Jaka VOROŠ	Cvetkova 19	9000 Murska Sobota
10.	Dušan CVETKO	Ivana Regenta 17	9000 Murska Sobota
11.	Alja BEZNEC	Janžev vrh 46 a	9252 Radenci
12.	Jure JURŠNIK	Police 74	9250 Gornja Radg.
13.	Mitja GOVEDIČ	Slegeričeva 6	2277 Središče ob Dravi
14.	Ernest HARI	Ivanovci 60	9208 Fokovci
15.	Sara KLEMENČIČ	Martjanci 16 c	9221 Martjanci
16.	Jerneja PIRNAT	Ravenska ul. 18, Krog	9000 M. Sobota
17.	Jernej VIRAG	Gančani 206	9231 Beltinci
18.	Timotej LAZAR	Lendavska 45 b	9000 M. Sobota
19.	Nataša GROF	Martjanci 93 h	9221 Martjanci
20.	Mirjana PLANTAN	Zelena ul. 12	9000 M. Sobota
21.	Iztok LEVAC	Meline 7	5281 Sp. Idrija
22.	Lebar ELIZABETA	Razlagova ulica	9000 M. Sobota