

# Astronomi v Kmici



prvič

## KAZALO

<b>ASTRONOMI V KMICI</b> .....	<b>2</b>
<b>ČRNE LUKNJE</b> .....	<b>3</b>
<b>LJUBITELJSKA ASTRONOMIJA IN INTERNET</b> .....	<b>6</b>
<b>ZAKAJ JE VESOLJE NEHOMOGENO?</b> .....	<b>9</b>
<b>MRK 11. 08. 1999</b> .....	<b>12</b>
<b>ASTRONOMSKI DOGODEK DNE 07. 06. 2004</b> .....	<b>14</b>
<b>LETNA OSMICA ALI ANALEMA</b> .....	<b>17</b>
<b>GRAVITACIJSKE LEČE</b> .....	<b>18</b>
<b>OSNOVNA ŠOLA FOKOVCI</b> .....	<b>20</b>
<b>ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 1997</b> .....	<b>20</b>
SKUPINA SPLOŠNA ASTRONOMIJA.....	21
<i>Preverjanje pravilnosti kotnih razdalj izmerjenih z roko</i> .....	21
<i>Merjenje težnega pospeška z nihalom</i> .....	21
<i>Zorno polje</i> .....	21
<i>Skupina za spremenljivke</i> .....	22
<i>Spremenljive zvezde</i> .....	22
<i>Skupina sončni sistem</i> .....	23
<i>Meteorji</i> .....	23
<i>Kometi</i> .....	23
UDELEŽENCI ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 1997: .....	24
<b>ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 1998</b> .....	<b>25</b>
SKUPINA OSNOVE ASTRONOMIJE .....	25
<i>Poročilo o delu na taboru</i> .....	25
<i>Opazovanje meteorjev</i> .....	26
<i>Planeti</i> .....	26
SKUPINA ZA NAPREDNO ASTRONOMIJO .....	27
<i>Opazovanje spremenljivke ETE Orla (AQU)</i> .....	27
<i>Meritev kotov pod katerim vidimo razdaljo med zvezdama</i> .....	28
SKUPINA PRAKTIČNA ASTRONOMIJA.....	28
<i>Nikojevi čapci na delu</i> .....	28
UDELEŽENCI ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 1998 .....	29

## ASTRONOMI V KMICI

Prekmurski astronomi, ki smo zbrani v Kmici, doživljamo že drugi veliki in pomemben dogodek. Prvi takšen je bil pred dobrim letom, ko smo se v zvezdno nebo zazrli prvič skozi lastni teleskop. Od danes naprej pa teleskop več ne bo "brezdomec", ampak je dobil svoj stalni dom v astronomskem observatoriju. Čeprav ni astronomskih opazovanj brez teleskopa, je s stališča delovanja društva observatorij naša najpomembnejša pridobitev. Članom daje nov zagon in jim bistveno olajšuje astronomske aktivnosti, saj so z njim dobili svoj astronomski dom. Zdaj se bo mnogo manj jasnih noči uspelo izogniti budnemu opazovanju, saj bo teleskop vedno pripravljen. Pred opazovanjem ne bo več treba dolgotrajnega sestavljanja in nastavljanja teleskopa. Treba bo le odpreti kupolo in že bomo med zvezdami.

Vsega tega pa ne bi bilo brez poprejšnjih manjših, a prav tako pomembnih korakov. Namen pričujoče knjižice zato ni, da le počasti otvoritev observatorija, temveč želi iztrgati pozabi vsaj nekatere lepe spomine na povezane z našimi nebesnimi aktivnostmi. Prekmurski astronomi se tako predstavljamo prvič, kar smo namenoma zapisali tudi na naslovnici. S tem smo se obvezali, da bomo ohranjali kontinuiteto; tako v ustvarjanju podobnih knjižic, kot tudi v doživljanju evforičnih trenutkov ob podobnih pomembnih pridobitvah.

asist. mag. Mitja SLAVINEC

## ČRNE LUKNJE

Zamisel o telesih, ki bi bila tako masivna, da jim ne bi pobegnili niti svetloba, je stara okrog 200 let. Dobrih 100 let po objavi Newtonovega gravitacijskega zakona je John Michell v pismu Henriju Cavendishu omenjal nenavadna telesa v vesolju, v katera bi se, če bi bila dovolj masivna in gosta kot 500 Sonc, druga telesa zaletavala s hitrostjo, večjo od svetlobne. Ali obratno; če bi takšna telesa sevala svetlobo, bi se ta na neki višini obrnila in padla nazaj. Podobno in neodvisno od Michella je razmišljal Pierre Simon de Laplace leta 1798:

*Svetla zvezda, enake gostote kot je Zemlja, in z dvestopetdesetkrat večjim premerom od Sončevega, ne bi, zaradi svoje privlačnosti, dopustila nobenemu svojemu žarku, da pride do nas; tako je torej možno, da so največja svetla telesa v vesolju zaradi tega vzroka nevidna.*

P. S. LAPLACE

Sklepal je nekako takole: če sestavljajo svetlobo delci z maso  $m$ , lahko preletijo razdaljo  $r$  od telesa z maso  $M$  do neskončnosti, če je njihova kinetična energija ravno enaka potencialni:  $GmM/r = mv^2/2$ . Če namesto hitrosti  $v$  vstavimo svetlobno hitrost  $c$ , dobimo po Laplaceovi poti razdaljo, s katere svetloba ravno še lahko uide:  $r = 2GM/c^2$ , pri čemer se masa svetlobe  $m$  krajša. Danes vemo, da fotoni nimajo mase, druga napaka v tem računu pa je, da bi morali računati relativistično. Rezultat pa je po srečnem naključju pravilen in mu danes pravimo Schwarzschildov radij.

Po Laplaceu so za nekaj časa nekako pozabili na takšna telesa. Z Einsteinovo splošno teorijo relativnosti pa smo dobili orodje za njihovo proučevanje. Leta 1916 je Karl Schwarzschild dobil rešitev enačb gravitacijskega polja v bližini krogelno simetričnega telesa. Robert Oppenheimer in Hartland Snyder pa sta leta 1939 podala na podlagi Einsteinove splošne teorije relativnosti prvo teoretično napoved črnih lukenj. Proučevala sta življenje zvezd po tem, ko so porabile vso jedrsko gorivo in ugotovila, da zvezde, večje od določene mase, ne morejo doseči ravnovesja z lastnim gravitacijskim privlakom in se zvezda sesuje sama vase. V začetku so takšnim zvezdam rekli "telo, ki se je gravitacijsko popolnoma sesedlo", leta 1969 pa je John Wheeler predlagal ime črna luknja, ki je bilo sprejeto.

Dokler v zvezdi potekajo jedrske reakcije, termični tlak vzdržuje ravnovesje z gravitacijskimi silami. Po tem, ko pokuri jedrsko gorivo, pa se zvezda začne krčiti. Če njena masa ne presega približno 1,2 Sončeve mase, nastane bela pritlikavka. V njej je snov sestavljena iz atomskih jeder in prosto gibajočih elektronov, ki se obnašajo kot Fermijev plin in vzdržujejo ravnovesje. Bele pritlikavke imajo polmer nekaj tisoč kilometrov, gostota snovi v njih pa je od  $10^8$  do  $10^{11}$  kg/m<sup>3</sup>. Če je gostota snovi večja, prihaja do reakcij, v katerih se protoni in elektroni zlivajo v nevtrone. Število elektronov se zmanjša in s tem tudi njihov tlak, zato se zvezda skrči, gostota se poveča in s tem tudi verjetnost za reakcijo zlivanja v nevtrone. Na koncu v snovi prevladujejo nevtroni, ki se obnašajo kot Fermijev plin in vzdržujejo ravnovesje z gravitacijskim privlakom. Tako dobimo nevtronsko zvezdo. Polmeri nevtronskih zvezd so nekaj deset kilometrov, gostota snovi v njih pa med  $10^{16}$  in  $10^{19}$  kg/m<sup>3</sup>. Pri nastanku nevtronske zvezde pride do eksplozije, ki zajame vso zvezdo, in jo poznamo kot supernovo. Pri taki eksploziji lahko zvezda izvrže velik del svoje snovi. Če v jedru zvezde ostane manj kot okrog 3 Sončeve mase (ta meja je negotova), se bo skrčilo v nevtronsko zvezdo. Za zvezdna jedra z večjo maso pa ne obstaja ravnovesno stanje, saj je privlačna gravitacijska sila močnejša od vseh drugih sil, ki bi se ji lahko upirale. Take zvezde se še naprej krčijo in ko se jim polmer zmanjša pod Schwarzschildov radij, nastane črna luknja. Z njenega površja se ne more odtrgati nobeno telo in tudi svetloba ne more uiti. Območje pod Schwarzschildovim polmerom je kot odrezano od ostalega dela vesolja in nobena informacija ne more priti iz njega do nas. Od zunaj lahko ugotovimo le maso črne luknje, njen električni naboj in vrtilno količino. Informacije o vseh drugih lastnostih snovi, iz katere je črna luknja nastala, so izgubljene.

Drug način nastanka črnih lukenj je predlagal angleški astrofizik Stephen Hawking. Prej smo govorili o tem, kako nastanejo črne luknje pri kolapsu masivnih zvezd. Teoretično lahko nastanejo črne luknje zmeraj, ko je snov dovolj stisnjena. Vendar se nobeno telo, ki ima maso manjšo od okrog 3 mas Sonca, ne bo tako zelo skrčilo pod vplivom lastne gravitacije. Toda v času nastanka vesolja so bile gostote tako velike, da so bile majhne mase lahko dovolj stisnjene in so nastale tako imenovane mini črne luknje. Opazovalnih dokazov za njihov obstoj ni, so le teoretično možne.

Ali takšna telesa, kot so črne luknje, zares obstajajo v vesolju? Ker same črne luknje ne oddajajo svetlobe, jih ne moremo opaziti na običajen način, tako kot opazimo svetla telesa v vesolju. Lahko bi jih opazili, če bi zakrivale kakšen objekt v ozadju. Vendar so črne luknje zelo majhne, saj je Schwarzschildov polmer na primer Sonca le 3 kilometre. Verjetnost za odkritje po tej poti je tako zelo, zelo majhna. Bolj obetavna možnost je, da odkrijemo črna luknja na podlagi vpliva, ki ga ima na okolico njeno gravitacijsko polje. Ena takšna možnost bi bila

gravitacijsko valovanje, ki bi ga sevala snov, ki pada v črno luknjo in se v njenem gravitacijskem polju močno pospešuje. Vendar so z detekcijo gravitacijskih valov še vedno težave.

Druga možnost je opazovanje dvojnih zvezdnih sistemov. To so sistemi dveh zvezd (komponent), ki sta gravitacijsko povezani in se gibljeta okrog skupnega težišča. Obstajajo dvojni sistemi, v katerih je ena komponenta vidna, druga pa ne. V teh sistemih sklepajo na obstoj nevidne komponente na podlagi gibanja svetle komponente. To gibanje razkriva Dopplerjev premik spektralnih črt, ki se periodično spreminja - ko se nam vidna zvezda približuje, so črte premaknjene proti modremu delu spektra, ko pa se oddaljuje, so premaknjene proti rdečemu delu spektra. Iz periode gibanja in hitrosti gibanja, ki ju razkriva Dopplerjev premik, lahko sklepamo na skupno maso obeh komponent sistema, iz svetlosti vidne zvezde pa na njeno maso. Če se pokaže, da je ob upoštevanju vseh možnih merskih napak preostala masa bistveno večja od 3 Sončevih mas, lahko sklepamo, da je nevidna komponenta črna luknja. Za določitev mase nevidne komponente morajo poznati nagnjenost ravnine gibanja glede na zveznico z nami. To pa zanesljivo poznajo le, če leži zveznica v isti ravnini kot se objekta gibljeta in se tako periodično zakrivata. Vendar se to redko zgodi. Tako si v večini primerov pomagajo tako, da iz velikosti komponent postavijo zgornjo mejo za nagnjenost, pri kateri se še ne prekrivata. Iz tega pa lahko ocenijo spodnjo mejo mase nevidne spremljevalke.

Pri dvojnih sistemih, kjer sta komponenti dovolj blizu, lahko snov s površine vidne zvezde pade v orbito okrog nevidne spremljevalke. Če je ta relativistično gosta, se snov pri padanju močno pospeši in se ob trenju s sosednjimi plini v padajočem slapu tako segreje, da seva v rentgenskem delu spektra.

Nekaj kandidatov za dvojne sisteme s črno luknjo so že našli. Ti kandidati imajo obe omenjeni lastnosti: sevajo v rentgenskem delu spektra in kažejo periodičen Dopplerjev premik spektralnih črt vidne komponente, ki zahteva nevidno spremljevalko z maso višjo od teoretične meje za obstoj nevtronskih zvezd. Med temi kandidati so najbolj zanesljivi Labod X-1, LMC X-3 in A0620-00.

Leta 1971 so odkrili rentgenski izvor, ki so mu dali ime Labod X-1 (kar pomeni prvi rentgenski izvor v ozvezdju Laboda). V vidni svetlobi je na njegovem mestu zvezda z oznako HDE 226868, ki je oddaljena okrog 8.000 svetlobnih let. Iz njenega spektralnega tipa, magnitude in oddaljenosti pa lahko sklepajo, da ima maso 15 Sončevih mas. Njen spekter kaže Dopplerjev premik, ki se spreminja s periodo 5,6 dni, iz česar sklepajo, da je masa nevidne spremljevalke večja od 6 ali celo 8 mas Sonca. Ker je to veliko nad mejo za maso nevtronske zvezde, večina astronomov verjame, da so v Labodu našli črno luknjo.

Druga obetavna kandidatka ima oznako LMC X-3 (tretji rentgenski izvor v Velikem Magellanovem oblaku). Vidna zvezda 17. magnitude na mestu rentgenskega izvora ima hitrost kar 200 km/s in tako obkroži nevidno spremljevalko v 1,7 dneva. V tem primeru so ocenili, da je najmanjša možna masa nevidne spremljevalke 3 Sončeve mase, najverjetneje pa leži med 4 in 11 mas Sonca in bi tako lahko bila črna luknja.

V sredini 80-tih let so odkrili tretjo kandidatko A0620-00 (kjer A pomeni katalog rentgenskih izvorov, ki jih je opazovala sonda Ariel, številke pa pomenijo položaj izvora na nebu, ki leži v ozvezdju Samoroga). Pritlikavka na mestu rentgenskega izvora ima približno polovico Sončeve mase. Njen spekter kaže, da ima hitrost do 200 km/s in periodo okrog 7,75 ure. Ocenjujejo, da ima nevidna spremljevalka maso najmanj 3,2 mase Sonca, najboljša ocena pa je 9 Sončevih mas.

Strategija iskanja črnih lukenj temelji na natančnem poznavanju njihove mase. Za določitev mase nevidnega objekta v dvojnem sistemu pa je potrebno poznati nagnjenost ravnine gibanja glede na zveznico z nami. Ker pri zgoraj omenjenih primerih nagnjenosti ne poznamo dovolj dobro, kljub vsem dokazom nobena od kandidatki ni dokončno sprejeta kot črna luknja.

Črne luknje z veliko večjimi masami -  $10^6$  do  $10^9$  Sončevih mas - pa pričakujemo v jedrih aktivnih galaksij in v kvazarjih. Njihov ogromen izsev si lahko razlagamo s padanjem snovi v središčno črno luknjo, pri čemer se znaten del mase snovi pretvori v energijo.

Model padanja snovi v črno luknjo pravi, da zaradi majhnosti črne luknje večina okoliške snovi ne pade direktno v črno luknjo, pač pa se giblje po spiralnih orbitah okrog nje. Pri tem tvori strukturo imenovano akrecijski disk, pri trenju izgublja vrtilno količino in postopoma pade v črno luknjo. Po tem modelu se notranji deli akrecijskega diska (na razdalji nekaj 10 Schwarzschildovih radijev od črne luknje) tako močno segrejejo, da sevajo v rentgenskih valovnih dolžinah. Bolj oddaljeni deli (nekaj 100 Schwarzschildovih radijev) pa sevajo v optičnih valovnih dolžinah. Model akrecijskega diska napoveduje tudi, da bo spektralna črta nekega elementa, ki kroži z ostalo snovjo okrog črne luknje v akrecijskem disku, imela značilen dvogrbi profil: svetloba, ki prihaja iz delov akrecijskega diska, ki se nam približujejo bo Dopplersko premaknjena proti modremu delu spektra, svetloba iz delov, ki se oddaljujejo od nas pa bo premaknjena proti rdečemu delu spektra. Velikost teh premikov je odvisna od hitrosti snovi in nagnjenosti ravnine akrecijskega diska glede na zveznico z nami opazovalci. Poleg tega

pričakujemo premik celotne spektralne črte proti rdečemu delu spektra zaradi gravitacijskega premika. Ta premik pa je odvisen od oddaljenosti območja, ki seva določeno spektralno črto, od črne luknje. Na obliko emisijske črte vpliva tudi gravitacijsko lečenje svetlobe, ki ga moramo upoštevati v bližini črne luknje.

Potrditve modela aktivnih galaksij s črno luknjo v središču prihajajo iz opazovanj.

Optična opazovanja gibanja zvezd in plina v bližini središč aktivnih galaksij kažejo, da so v njihovem središču temni objekti z masami  $10^6$  do  $10^9$  Sončevih mas. Tudi opazovanja oblike spektralnih črt v optičnem delu spektra npr. vodikove spektralne črte H- $\alpha$ , ki jo opazijo v nekaterih galaksijah, lahko razložijo z modelom akrecijskega diska na razdaljah nekaj 100 Schwarzschildovih radijev daleč od črne luknje. Vendar ta opazovanja ne morejo dokazati, da so središčni objekti črne luknje. Da bi dokazali obstoj črnih lukenj v jedrih aktivnih galaksij, se jim moramo približati na nekaj 10 Schwarzschildovih radijev, saj se šele na takšnih razdaljah enačbe splošne teorije relativnosti, ki veljajo v močnem gravitacijskem polju črne luknje, bistveno razlikujejo od Newtonovih. Da bi razložili takšne majhne razdalje v galaksijah, ki so od nas oddaljene več kot nekaj milijonov svetlobnih let, bi potrebovali kotne ločljivosti teleskopov  $10^{-6}$  kotnih sekund, kar presega ločljivost vesoljskega teleskopa Hubble za pet velikostnih redov.

Zato so pri tehtanju argumentov o obstoju črnih lukenj v AGJ bolj obetavna opazovanja v rentgenskih žarkih, saj naj bi ti prihajali iz neposredne bližine črnih lukenj. Takšna opazovanja so v zadnjih letih naredili s satelitoma Exosat in Ginga. V več kot 20 aktivnih galaksijah so zaznali spektralno črto, ki jo pojasnjujejo kot železovo K- $\alpha$  črto. Oblika te spektralne črte ustreza kroženju snovi s hitrostjo 47.000 km/s, kar je približno 0,15 c. Takšne visoke hitrosti se skladajo s pričakovanjem, da ta črta prihaja iz bližine črne luknje. Obliko posnetih črt so opisali z modelom akrecijskega diska na nekaj 10 Schwarzschildovih radijih od črne luknje, kar potrjuje opisani model za razlago izseva aktivnih galaksij in kvazarjev. Zaradi premajhne kotne ločljivosti teleskopov pa iz teh opazovanj zaenkrat ne morejo določiti mase črnih lukenj. S satelitom ASCA pa so nedavno posneli tudi hitre spremembe sija v nekaterih jedrih aktivnih galaksij in astronomi si obetajo, da bodo z razlago teh lahko določili mase črnih lukenj in tudi lastnosti akrecijskih diskov okoli njih. Opazovanja aktivnih galaksij in kvazarjev se nadaljujejo in v naslednjih letih pričakujemo nove in trdnejše dokaze o obstoju črnih lukenj v njihovih središčih.

asist. Andreja GOMBOC

# LJUBITELJSKA ASTRONOMIJA IN INTERNET

## Uvod

V opazovanju neba je treba predvsem uživati. Nič ni lepšega od potepanj po Rimski cesti z lovskim daljnogledom. Preproga zvezd se zdi neskončna in tako lepa, da je pravzaprav čisto vseeno, kaj natančno opazujemo. Oprema tu ni tako pomembna. Potepanje Lune in planetov po nebu bomo spremljali s prostimi očmi, za ples največjih Jupitrovih satelitov pa zadostuje boljši dvogled.

Pa vendar marsikdo hoče več. Jupitra bi rad videl takega, kot je na Nasinih slikah, ali morda celo odkril na nebu kaj novega. Možnosti za prvo ni, drugo pa je dosegljivo, čeprav ne brez napora, vztrajnosti in vestnosti. V tem sestavku bomo našli nekaj sodobnih pomagal, ki so predpogoj, da lahko stopimo na to pot.

## Globalni izziv

Opazovanje neba ima pred drugimi naravoslovnimi eksperimenti nekaj pomembnih prednosti. Iste objekte, torej isti predmet opazovanja, je mogoče hkrati videti z dobršnega dela zemeljske oble. Tako lahko opazovalci v različnih državah neposredno primerjajo svoje rezultate. Po drugi strani je tu izmenjevanje dneva in noči, kar pomeni, da lahko opazovanja iz Evrope smiselno združimo z npr. ameriškimi in japonskimi v nepretrgano spremljanje dogajanj na severni nebesni polobli. Seveda je predpogoj za to možnost izmenjave informacij. Elektronska pošta in internet nasploh sta se zato v vsem naravoslovju najprej - že pred polnimi desetimi leti - uveljavila prav v astronomiji. In nobena znanost ni od informacijske revolucije pridobila več. Danes je smiselna uporaba interneta predpogoj tudi za vsaka resnejša ljubiteljska opazovanja.

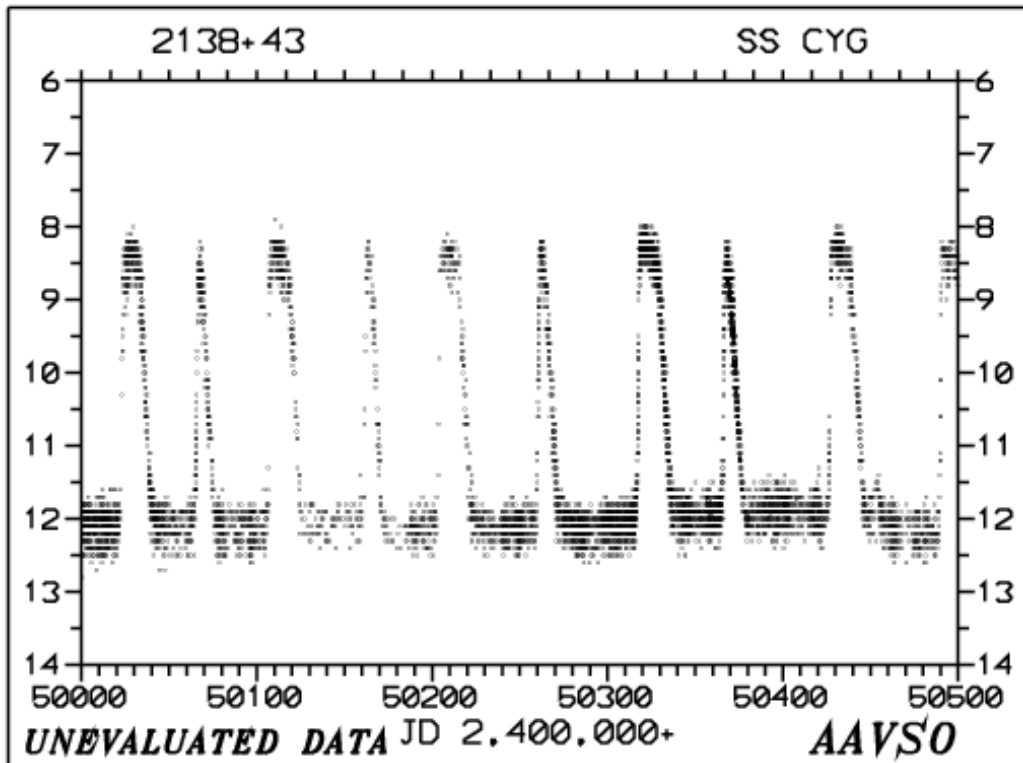
## Kaj opazovati

Opazujemo lahko marsikaj: Luno, planete in njihove satelite, meteorje, komete, zvezde, meglice in galaksije. Če je naš cilj pridobiti tudi za profesionalno astronomijo uporabna opazovanja, pa so možnosti bolj omejene. V Sončevem sistemu se ne moremo kosati z zmogljivostmi medplanetarnih sond, ali pa so naša opazovanja - kot je to pri meteorjih - v splošnem manj pomembna. Izjema so lahko kometi. V preteklosti so večino novih kometov odkrili ljubiteljski astronomi. Večinoma so to ljudje, ki vse svoje življenje posvetijo iskanju kometov. Potrebno je leksikalno poznavanje neba, neskončne ure opazovanj ter veliko izkušenj, saj si ne smemo privoščiti lažnih alarmov. Rezultat takega dela je bilo odkritje prvega od zadnje dvojice svetlih kometov, ki ga je odkril japonski ljubitelj Hyakutake. To področje se za ljubiteljsko astronomijo počasi zapira. Avtomatski profesionalni iskalni programi, enega od njih poganjamo tudi na observatoriju na Črnem vrhu [1], sedaj sistematično preiskujejo nebo in zdi se, da so njihove možnosti mnogo boljše od osamljenega nočnega opazovalca. Vseeno pa ni treba obupati. Že povprečni ljubiteljski poznavalec nočnega neba bi lahko odkril komet Hale-Bopp, ki je bil eden najsvetlejših v zadnjih desetletjih.

Vizualno opazovanje meglic in galaksij vsaj na začetku razočara vsakega ljubitelja. Medle sence, ki jih vidimo skozi daljnogled, se ne morejo kosati s sodobnimi profesionalnimi opazovanji. Možnosti pa vseeno so. Meglice ali bližnje galaksije lahko fotografiramo in si tako ustvarimo zavidljivo osebno zbirko lastnih dosežkov. Še mnogo boljše rezultate bomo dosegli z opazovanjem s detektorjem CCD, ki ga priključimo na osebni računalnik. CCD kamere so danes relativno poceni, njihova uporaba za preprosto slikanje pa je enostavna. Kamero ST-4 firme Santa Barbara Instruments iz Kalifornije lahko kupimo za manj kot 90.000 SIT in jo lahko takoj priključimo na osebni računalnik. Boljše kamere seveda stanejo več, v vsakem primeru pa je rokovanje z njimi lažje od klasične fotografije, lepi posnetki pa lažje dosegljivi.

Tako pridemo do področja, ki je za ljubiteljska opazovanja še posebej primerno. To so spremenljive zvezde. Profesionalnih astronomov je odločno premalo in njihova oprema je preveč zasedena, da bi lahko spremljali vse. Pomoč ljubiteljev je tu odločilna. Cilj je zbrati dovolj kvalitetnih in dobro dokumentiranih opazovanj njihovega sija, tako da lahko potem profesionalci določijo, za kakšen tip objekta gre. In več zvezd določenega tipa poznamo, lažje domnevamo, kakšna je pogostnost določenega fenomena ter kako se zvezde razvijajo od enega tipa proti drugemu. Pri tem sodobne komunikacije omogočajo še eno zanimivo možnost. Ko ljubitelji opazijo izbruh ali drug izjemen dogodek na določeni zvezdi, opozorijo profesionalce. Tako ljubiteljska opazovanja služijo kot alarmna služba. Obvestilo o izbruhu opozori profesionalce, ki potem pojav podrobno posnamejo z največjimi teleskopi na Zemlji in v vesolju.





*Amaterska opazovanja spremenljive zvezde SS Laboda. Na vodoravni osi so dnevi, na navpični pa magnitude. Skoraj periodični izbruhi so posledica pretoka snovi med zvezdama, ki krožita okoli skupnega težišča.*

## Opazovanja in internet

Če opazovanj ne opravljamo v lastno veselje, ampak bi rezultate radi delili z drugimi, je pomembno, da se nanje primerno pripravimo. Najprej je pomembno, da razumemo, kaj opazujemo. Torej je treba vzeti v roke dobro knjigo. Astronomska knjižnica na Astronomsko geofizikalnem observatoriju na Golovcu (tel. 061-1401353, [2]) je javna knjižnica, Herman Mikuž in Bojan Dintinjana pa imata tudi obilo izkušenj, ki nam bodo v pomoč. Tu je tudi *Spika*, slovenski astronomski mesečnik, z obilo praktičnimi nasveti.

Pomaga lahko tudi internet. Tu so pregledne zbirke astronomskih informacij (v Sloveniji npr. [3] in [4], drugje pa npr. obsežna komentirana zbirka [5]). Sekcije, namenjene ljubiteljem imajo tudi vsi večji astronomski observatoriji (glej npr. "outreach activities" na Evropskem južnem observatoriju, [6], ali na Hubblovem vesoljskem teleskopu, [7]). Končno so tu še bolj ali manj popolne astronomske učne knjige na internetu. Znan sta prevsem teksta Nicka Strobeja [8] ter Jacka Troegerja [9]. Domačo, rastočo zbirko odgovorov na vprašanja o vesolju urejajo naši študentje [10].

Nasveti, odgovori na vprašanja in potrebna orodja za opazovanje spremenljivih zvezd so zbrana na straneh ameriške zveze amaterskih opazovalcev spremenljivih zvezd [11]. Nujna sporočila o opaženih spremembah si opazovalci z vsega sveta izmenjujejo preko omrežja VSNET (Variable Star Network, [12]). Naslove slovenskih društev in druge koristne informacije najdete na straneh Mat'kurje [13], v pomoč pa vam bo, če se boste naročili na elektronsko pošto slovenske astro liste (*slo-astro@ijs.si*).

Pred vsakim opazovanjem si moramo priskrbeti dobro iskalno karto. Pregledne karte so koristne za splošno orientacijo. Pomagamo si lahko tudi s številnimi računalniškimi planetariji, med katerimi je *Redshift 3* firme Piranha [14] eden najbolj popularnih. Za izdelavo podrobne karte imamo dve možnosti. Lahko nabavimo katalog zvezd vodnic Hubblovega vesoljskega teleskopa (Guide Star Catalog, [15]), ki ga v računalniški obliki vsebujejo številni programi za orientacijo na nebu. Druga možnost je, da si karto izrišemo preko interneta. Toplo priporočam digitaliziran pregled neba narejen s Schmidtovimi teleskopi na Palomarju in na Evropskem južnem observatoriju, ki ga najdete na ameriškem [16] in evropskem [17] strežniku.

In če vam vse to ne pomeni veliko, vsak dan bi si le ogledali lepo astronomsko sliko. Priporočam vam astronomsko sliko dneva [18]. Obilo užitka!



## Seznam spletnih naslovov omenjenih v tekstu

	Spletni naslov	Opis
[1]	<a href="http://www.fiz.uni-lj.si/astro/comets/">http://www.fiz.uni-lj.si/astro/comets/</a>	Opazovanja kometov na Observatoriju Črni vrh.
[2]	<a href="http://www.fiz.uni-lj.si/astro/library/library.html">http://www.fiz.uni-lj.si/astro/library/library.html</a>	Astronomska knjižnica na AGO na Golovcu.
[3]	<a href="http://www.fiz.uni-lj.si/astro/learnslo.html">http://www.fiz.uni-lj.si/astro/learnslo.html</a>	Seznam poučnih informacij na AGO.
[4]	<a href="http://www.fiz.uni-lj.si/astro/links.html">http://www.fiz.uni-lj.si/astro/links.html</a>	Seznam uporabnih kazalcev na AGO.
[5]	<a href="http://www.academicinfo.net/astro.html">http://www.academicinfo.net/astro.html</a>	Komentirana zbirka kazalcev za različna astronomska področja.
[6]	<a href="http://www.eso.org">http://www.eso.org</a>	Evropski južni observatorij.
[7]	<a href="http://www.stsci.edu/pubinfo/Latest.html">http://www.stsci.edu/pubinfo/Latest.html</a>	Sveži rezultati s Hubblovega vesoljskega teleskopa.
[8]	<a href="http://www.bc.cc.ca.us/programs/sea/astronomy/">http://www.bc.cc.ca.us/programs/sea/astronomy/</a>	Astronomija: učna skripta Nicka Strobeja.
[9]	<a href="http://www.cnde.iastate.edu/staff/jtroeger/astronomy.html">http://www.cnde.iastate.edu/staff/jtroeger/astronomy.html</a>	Astronomija: učna skripta Jacka Troegerja.
[10]	<a href="http://www.kvarkadabra.net/vesolje/vesolje.html">http://www.kvarkadabra.net/vesolje/vesolje.html</a>	O vesolju: domača stran naših študentov.
[11]	<a href="http://www.aavso.org/">http://www.aavso.org/</a>	Ameriška zveza opazovalcev spremenljivih zvezd.
[12]	<a href="http://www.kuastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/">http://www.kuastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/</a>	Variable Star NETWORK - mreža za obveščanje o opaženih dogodkih.
[13]	<a href="http://www.ijs.si/slo/">http://www.ijs.si/slo/</a>	Mat'kurja: iskanje (tudi) astronomskih slovenskih informacij na internetu.
[14]	<a href="http://www.piranha-interactive.com">http://www.piranha-interactive.com</a>	Domača stran računalniškega planetarija Redshift 3.
[15]	<a href="http://arch-http.hq.eso.org/cgi-bin/gsc">http://arch-http.hq.eso.org/cgi-bin/gsc</a>	Katalog zvezd vodnic Hubblovega vesoljskega teleskopa.
[16]	<a href="http://skview.gsfc.nasa.gov/skyview.html">http://skview.gsfc.nasa.gov/skyview.html</a>	Digitalni pregled neba (Digital sky survey) ter nebo v drugih valovnih dolžinah.
[17]	<a href="http://arch-http.hq.eso.org/cgi-bin/dss">http://arch-http.hq.eso.org/cgi-bin/dss</a>	Digitalni pregled neba, evropska lokacija.
[18]	<a href="http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/">http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/</a>	Astronomska slika dneva.

## ZAKAJ JE VESOLJE NEHOMOGENO?

### Nastanek vesolja

Vzrok obstoječe strukture vesolja je še vedno dvomljiv. Pojavljajo se raznovrstne teorije, ki pa zadovoljivo razlagajo le del opaženih pojavov. Trenutno prevladuje prepričanje, da je vesolje nastalo z “velikim pokom”. Po tej teoriji se je vesolje na eksploziven način rodilo iz točke in se neprestano širi od rojstva naprej. Prihodnost vesolja je odvisna od mase, ki jo vesolje vsebuje. Če je ta masa manjša od kritične vrednosti, se bo vesolje neprestano širilo. V nasprotnem primeru pa se bo po določenem času začelo krčiti. Trenutna sposobnost znanosti omogoča le grobo oceno mase vesolja. Znanstveniki predvidevajo, da je relativno velik delež mase v obliki “temne materije”, ki je za nas nevidna zaradi omejene občutljivosti in ločljivosti obstoječih opazovalnih instrumentov. Temno materijo naj bi sestavljale črne luknje, subatomarni delci, hladne zvezde, materija, ki jo sestavljajo delci z relativno nizko termično hitrostjo... Prostorska porazdelitev te materije v vesolju je še dvomljiva. Domnevamo, da sta porazdelitvi temne in vidne materije podobni.

### Nehomogenost vesolja

Ena izmed večjih ugank, ki še vedno tare znanstvenike, je izrazito nehomogena struktura vesolja. V določenih delih vesolja je izjemno visoka koncentracija mase, medtem ko so ostali deli vesolja praktično prazni. Kako se je lahko tako izrazita nehomogenost razvila iz homogenega stanja vesolja ob njegovem rojstvu?

Možni vzrok bi lahko predstavljale t. i. “kvantne fluktuacije”, ki neprestano povzročajo relativno majhna lokalna odstopanja sistema od povprečnega stanja. Te fluktuacije povzročijo lokalne zgoščine materije, ki predstavljale potencialno gravitacijsko seme, iz katerega bi se naj razvili obstoječi galaktični centri. Toda numerične simulacije, ki so osnovane na takšnih predpostavkah, vodijo do rezultatov, ki se drastično razlikujejo od dejanskega stanja. Očitno so kvantne fluktuacije prešibke, da bi jim naprtili odgovornost za sedanjo sliko vesolja.

### Zlom simetrije

Pred leti so znanstveniki predlagali alternativno teorijo, ki elegantno razreši predstavljeno dilemo. Osnovana je po univerzalnem principu “zlomljene simetrije”, katerega uporabnost se je izkazala na raznovrstnih področjih fizike (fizika kondenzirane materije, fizika osnovnih delcev itd.). Zaradi lažje predstavljenosti bom v nadaljevanju prikazal ta princip na primeru tekočih kristalov, na prehodu iz izotropne v nematično fazo. Nato bom na analogen način predstavil možni vzrok trenutne nehomogenosti vesolja.

### Zlom simetrije v tekočih kristalih

Tekoči kristali (TK) so snovi, ki ob ustreznih pogojih obstajajo v fazi, ki jo odlikuje določena urejenost (kar je značilno za kristale) in obenem kažejo značilnosti tekočin. V večini TK sestavljajo podolgovate molekule. V nematični fazi, ki predstavlja najenostavnejšo obliko TK, težijo molekule k vzporedni postavitvi. Toda navkljub orientacijski urejenosti je gibljivost težišč molekul podobna kot v tekočini. Pravimo, da ima nematična faza orientacijski red, nima pa pozicijskega reda. V približku orientacijsko urejenosti nematične faze predstavimo s hipotetičnim vektorskim poljem  $n$ , ki kaže v smeri povprečne usmerjenosti molekul v dani točki. V odsotnosti zunanjih vplivov (mejna površina, zunanja polja...) je polje  $n$  po energijsko najugodnejšem scenariju homogeno in kaže v izbrano smer prostora. Če TK segrevamo, postanejo izrazitejša naključna termična gibanja sistema, ki nasprotujejo vzporedni ureditvi, ki jo vsiljuje medmolekularna sklopitev. Pri kritični temperaturi  $T_{NI}$  termične fluktuacije prevladajo in TK preide preko faznega prehoda v “običajno” tekoče stanje : izotropno fazo. V tej fazi ni ne orientacijskega in ne pozicijskega reda. Nematično-izotropni (N-I) fazni prehod je v marsičem podoben faznem prehodu led-voda.

Izberimo si poljubno točko v tekočem kristalu. Izhajajoč iz te točke so v izotropni fazi vse smeri enakovredne. Pravimo, da ima ta faza točkovno krogelno simetrijo. V nasprotju v nematični fazi v vsaki točki obstaja posebna smer, ki jo določa  $n$ . Temu ustreza točkovna cilindrična simetrija, ki je nižja od krogelne simetrije. V znanstveni terminologiji govorimo o “zlomu simetrije” pri prehodu iz izotropne v nematično fazo.

Predpostavimo, da v relativno kratkem času s temperaturno ohladitvijo preidemo iz izotropne v nematično fazo. Ob tem se vsiljuje vprašanje, v katero smer se bodo orientirale molekule v nematični fazi, če so v izotropni fazi vse smeri enakovredne (oziroma v katero smer se bo “zlomila” izotropna simetrija). Ta simetrija izotropne faze se kot spomin zrcali v nematični fazi v obliki tvorbe različnih področij, v katerih so molekule pretežno vzporedno usmerjene. Takšno področje imenujemo DOMENA, ki jo karakteriziramo s smerjo povprečne usmerjenosti molekul v njej. V primeru hitrega prehoda v nematično fazo so vse smeri domen v sistemu podobno zastopane.

Na stičnih področjih domen lahko pride do primera, kjer orientacija molekule v dani točki ni enolično določena: pojavi se defekt. Poznamo več vrst defektov. V grobem ločimo med točkovnimi (nedefinirana smer  $n$  v izolirani točki), linijskimi (nedefinirana smer  $n$  na krivulji) in ploskovnimi (nedefinirana smer  $n$  na ploskvi) defekti. Primera točkovega in linijskega defekta sta predstavljena na sliki 1. Neenolični izbiri orientacije v dani točki se tekoči kristal izogne z lokalnim prehodom v izotropno fazo. Neposredno okolico defekta, kjer je urejenost pretežno izotropna, imenujemo jedro defekta. V tem področju je gostota energije (delež energije v majhnem volumskem elementu) relativno velika. Na tem področju se namreč medsebojna orientacija molekul drastično spremeni na majhni razdalji. To je v nasprotju težnji medmolekularnih interakcij, ki stremijo po homogeni paralelni postavitvi molekul.

Pri prehodu iz izotropne v nematično fazo prevladujejo linijski defekti, manj je točkovnih defektov, medtem ko ploskovni defekti praktično ne obstajajo. Slednji so namreč energijsko preveč zahtevni in sistem se izogne takšni singularnosti na cenejši način. S časom začno nekatere domene rasti na račun drugih domen. Tako nematični TK postopno prehaja v energijsko cenejšo globalno homogeno strukturo. Posledično s časom upada gostota defektov.

Omenjeni scenarij rasti domen lahko relativno enostavno opazujemo z optičnim polarizacijskim mikroskopom. V ta namen TK omejimo med dve vzporedni stekleni plošči, ki ju obdajata prekrížana polarizatorja. Ta konfiguracija in optične lastnosti TK omogočijo, da sistem ne prepušča svetlobe v primeru homogene orientiranosti direktorskega polja. Krajevna nehomogenost nematičnega TK pa se odraža v končni jakosti prepuščene svetlobe. Če torej opazujemo prehod iz izotropne v nematično fazo, bodo močno vidna področja odkrivala prisotnost defektov, kjer je prostorska deformacija vektorskega polja  $n$  najmočnejša. Na sliki 2 so predstavljene fotografije takšnega sistema v nematični fazi ob štirih različnih časih  $t=t_1$  do  $t=t_4$  po nenadni ohladitvi iz izotropne faze. Prepletene črte razkrivajo linijske defekte. Vse slike kažejo kvalitativno podobnost. Glavno razliko med njimi predstavlja rastoča tipična razdalja na sliki, ki raste s korenem časa. Ta proces je posledica že prej omenjene rasti posameznih domen, kar vodi do zmanjševanja koncentracije energijsko zahtevnih defektov. Časovna rast tipične razdalje odseva prehajanje TK v manj deformirano in s tem energijsko cenejše stanje.

## Fazni prehodi vesolja

Za opis analognega pojava v procesu širjenja vesolja moramo omeniti še nekaj o naravi osnovnih delcev in sodelovanju med njimi. Osnovne delce, iz katerih naj bi bila zgrajena vsa materija, razdelimo v družine glede na "sorodstvene" lastnosti. Ti delci lahko medsebojno sodelujejo s štirimi osnovnimi interakcijami: a) gravitacijsko, b) elektromagnetno, c) šibko in d) močno silo. V običajnem življenju se srečamo le z gravitacijsko in elektromagnetno silo. Določene sorodnosti (oziroma obstoječe simetrije) med delci namigujejo na njihovo skupno izhodišče tako kot npr. podoben izgled razkriva starše otroka. To naj bi ustrezalo obstoju višje simetrije, ki je delno zasenčena pri nižjih temperaturah in je bila zlomljena pri nekakšnem faznem prehodu. Tako ima npr. veliko število delcev popolno enak naboj, ob tem pa drugačne ostale značilnosti, kot so masa itd.. Te razlike se po tej hipotezi razblinijo pri nekakšnem faznem prehodu v fazo z višjo simetrijo pri višanju temperature. Ta pogled ustreza scenariju, katerega podpira večina znanstvenikov in opisuje glavne kvalitativne spremembe tokom širjenja vesolja. Po tej predpostavki naj se bi vesolje rodilo eksplozivno iz točke z neskončno veliko temperaturo. Nato se je začelo vesolje izotropno širiti in posledično je začela padati povprečna temperatura vesolja. V tej fazi najvišje simetrije ni bilo razlike med osnovnimi delci, prav tako ne med osnovnimi silami. Pri ohlajanju vesolja je nato prišlo pri točno določenih povprečnih temperaturah vesolja do faznih prehodov. Pri vsakem prehodu se je zmanjšala oz. zlomila simetrija predhodne faze, kar se je odražalo v večjem številu različnih pojavnih oblik delcev in sil med njimi. Tako npr. v neki fazi ni bilo pojavnih razlik med elektronom  $e^-$ , nevtrinom  $\nu$  in kvarki  $q$ . Pri temperaturi  $T \gg 10^{28} \text{K}$ , ki je bila dosežena predvidoma  $10^{-36} \text{s}$  po nastanku vesolja, so se kvarki pojavno ločili od  $e^-$  in  $\nu$ . Posledično sta postali različni močna in elektro-šibka sila. V tem trenutku je vesolje imelo velikost pomaranče. Še pri nižji temperaturi  $T \gg 10^{15} \text{K}$ , doseženi po času  $10^{-12} \text{s}$ , ko je imelo vesolje  $10^{15}$  krat manjšo velikost kot sedanje vesolje, sta postala tudi  $e^-$  in  $\nu$  pojavno različna delca. Kot rezultat tega, se je elektro-šibka sila predstavila v dveh različicah: v elektromagnetni in šibki sili.

## Higgsovo polje

Za opis nastanka sedanje izrazito nehomogene strukture vesolja s konceptom zlomljene simetrije še moramo vpeljati hipotetično Higgsovo vektorsko polje  $H$ , ki obstaja v štiri dimenzionalnem sistemu prostor-čas. Podobno smo za makroskopski opis porazdelitve molekul v nematični fazi vpeljali direktorsko vektorsko polje  $n$ . Ob tem struktura Higgsovega polja odraža pojavno stanje osnovnih delcev oziroma pripadajočih sil. Struktura polja se kvalitativno spremeni tokom faznih prehodov, ki so opisani v prejšnjem odstavku. Prehodi so inducirani s spreminjanjem temperature. Omejimo se na en izmed prehodov, kjer z nižanjem temperature Higgsovo polje

preide iz stanja višje v stanje nižje simetrije. Kot v primeru I-N prehoda se izgubljena simetrija v nižji temperaturni fazi zrcali v domenski strukturi. Posamezne domene se razlikujejo po orientaciji polja H. Na stičiščih domen se lahko zaradi nasprotujočih pogojev pojavijo defekti v Higgsovem polju. Te defekte spremlja anomalno velika lokalna gostota energije. Omenjena anomalna koncentracija energije zaradi sorodnosti med maso in energijo (masa je posebna pojavna oblika energije) igra vlogo gravitacijskega centra. Le ta s svojo "masivnostjo" deluje kot "sesalec" mase iz neposredne okolice. Tako se iz defektov, ki so nastali ob zlomu simetrije, iz relativno homogenega stanja sčasoma razvijejo galaktični centri. Pri tem porazdelitev teh centrov odseva področja defektov v Higgsovem polju.

Na sliki 3 je predstavljen posnetek vidne komponente vesolja. Kvalitativna oblika tega vzorca je zelo podobna vzorcu na sliki 2, ki prikazuje prostorsko porazdelitev linijskih defektov v nematičnem TK. Ta podobnost potrjuje predstavljeno analogijo. Podobno tudi karakteristična razdalja vesolja narašča s časom in sicer linearno. Drugačna časovna potenca je posledica različnih simetrijskih lastnosti vesolja in TK.

Numerične simulacije razvoja vesolja, ki so osnovane na principu zlomljene simetrije, vodijo do rezultatov, ki dobro odsevajo dejansko stanje. Rezultati potrjujejo obstoj izredno starih kvazarjev, katere so odkrili šele nedavno. Poleg tega simulacije razodevajo, da je gostotna prostorska porazdelitev galaksij bistveno drugačna od porazdelitve temne materije. To dejstvo namiguje, da je trenutna ocena mase vesolja precej prenizka. Kljub temu pa je še do popolne razlage strukture vesolja dolga, dolga pot.

prof. dr. Samo KRALJ

## MRK 11. 08. 1999

Sončni mrk 11. avgusta bo gotovo največji astronomski dogodek v letu 1999, ki bo pritegnil pozornost širše javnosti. V Evropi že skoraj 40 let ni bil viden popolni mrk. Večina pasu popolnega mrka bo potekal severno od nas, predvidoma se bo dotaknil najsevernejšega dela meje v okolici Budinec. Torej bo Sonce v Sloveniji najbolj prikrito v Prekmurju. Popoln mrk naj bi v Budincih trajal okoli 10 sekund. Pas popolnega mrka se bo pričel v Atlantskem oceanu 700 km vzhodno od New Yorka, prešel bo južni del Anglije, na celini bo potekal od Ruena v Franciji, prek severne Francije (Strasbourg), Luksemburga, južne Nemčije, osrednje Avstrije (Salzburg), južno od Linza in severno od Gradca, osrednje Madžarske (Blatno jezero). Viden bo iz Romunije; Bukarešta leži na sredini pasu, severne Bolgarije, Črna morja, Male Azije, Iraka, Irana, Pakistana (Karači) in Indije; kjer bo Sonce med mrkom zahajalo v Bengalski zaliv. V Ljubljani bo Lunina ploščica pokrila 97 % Sončevega premera.

Pri nas bo mrk viden okoli poldneva, zahodnega roba Sonca se bo Luna dotaknila ob 10. uri 45 minut in ga zapustila ob 13. uri 29 minut. Najbolj bo prekrito Sonce okoli 12. ure in 42 minut. Natančne koordinate pasu so navedene v spodnji tabeli. Če hočemo videti popoln mrk moramo biti manj kot 50 kilometrov, to je približna polovica pasu, od navedenih koordinat. V atlasu poiščite geografske koordinate in si potem izberite kraj opazovanja. Najbolje se je odpraviti v Avstrijo ali na Madžarsko.

### KOORDINATE CENTRALNE ČRTE PASU POPOLNEGA MRKA

čas	geografska dolžina (stopinje)	geografska širina (stopinje)	višina Sonca (stopinje)	trajanje popolnega mrka (sekunde)	širina pasu popolnega mrka (km)
12:30	6,72	49,08	53,3	135	108
12:35	9,80	48,67	55,0	138	109
12:40	12,56	48,12	56,2	140	110
12:42	13,66	47,89	56,7	140	110
12:43	14,21	47,78	56,9	141	111
12:44	14,77	47,67	57,2	141	111
12:45	15,32	47,56	57,4	141	111
12:46	15,87	47,45	57,7	142	111
12:47	16,42	47,34	57,9	142	111
12:48	16,92	47,20	58,0	142	111
12:49	17,42	47,07	58,1	142	111
12:50	17,93	46,93	58,2	142	111
12:55	20,43	46,25	58,8	143	112
13:00	22,91	45,54	59,2	143	112

Sonce je najsvetlejšo telo na nebu, zato si moramo, kadar gledamo Sonce, naše oči dobro zaščititi. Tradicionalno za gledanje Sončnih mrkov po vsem svetu največ uporabljajo s svečo počrnjene šipe. Po mnenju nekaterih je tak sajast filter neprimeren, ker prepušča preveč ultravijoličnih žarkov. Najbolje, da preizkusite sami. Primerno temno počrnite kos navadne šipe nad svečo, potem glejte približno 10 minut Sončevo ploščico ob lepem sončnem dnevu. Če vas bodo bolele oči, potem vaš filter ni primeren. V zadnjem času so na razpolago folije, na katere je naperjen aluminij. Te so mnogo lažje in zelo malo popačijo sliko. Podjetje Poudarek iz Domžal prodaja kartonska očala s tako folijo. Primerna je tudi dvojna Milar folija, ki jo uporabljajo reševalci za ovijanje ranjencev, da jih zaščitijo pred izgubo toplote. Pred leti so pri nas prodajali Sirius folijo. Za opazovanje Sonca s prostim očesom so primerna tudi primerno gosta varilska stekla. Vse prej navedene filtre preizkusite nekaj dni prej.

- Nikakor ne glejte naravnost v Sonce! Pazite tudi, da otroci ne bodo brez zaščite!
- Nikakor ne glejte v Sonce z lovskim daljnogledom! Ker vam lahko svetloba ožge oči.
- Nikakor ne glejte Sonce s teleskopom, ki ima okularni filter! Filter zaradi toplote lahko počí, nenaden močan snop svetlobe vam lahko ožge oči.

Sončev mrk sodi med najlepše pojave v naravi. Zato je priporočljivo odpotovati na centralno črto (glej koordinate). Prav tako se splača iskati jasno vreme.

Bodite pozorni na dogajanje v okolici med popolno fazo. Živali in mnogi ljudje so vznemirjeni. Ptice in kure se odpravijo spat. Žuželke obmirujejo. Ko se približuje senca, ta potuje s hitrostjo okoli 1 km/s, so vidni po tleh pokrajine bežeči svetli in temni pasovi. To so sence vzpetin in dolin na robu Lune. Ravno tako so vidne te bežeče sence, ko se popolna faza mrka končuje. Prav tako so na robu temne Lune vidni biseri, to je bleščeča svetloba Sončeve ploščice, ravno še vidna med vzpetinami našega satelita. Včasih se ob nastopu popolnega mrka vzdigne piš. Ker je temperatura v senci nižja, vdrejo tople zračne mase v področje sence. Marsikoga zmrazi pri popolnem mrku Sonca, to je v največji meri posledica padca temperature. Bodite pozorni tudi na najbližjo okolico Sonca. Vidna bo namreč korona. To so razgreti plini s temperaturo okoli milijon stopinj in se raztezajo več premerov stran od Sonca. Morda bo viden v bližini Sonca kakšen komet, ki bi drugače ostal neodkrit. Zelo zanimivo bi bilo videti kakšen meteor, saj imajo takrat vrh Perzeidi. Zavedati se morate, da ne bo nastala popolna tema, ker sipana svetloba še vedno prihaja iz predelov ozračja, kjer mrka ni. Nedvomno se bo videlo veliko svetlih zvezd, verjetno večina zvezd Zimskega šesterokotnika. Tisti, ki ne boste v območju popolnega mrka, pa bodite pozorni na svetle lise na tleh v senci pod drevesi. To je svetloba, ki pride med listi. Med mrkom imajo obliko srpov-to so slike mrkov.

Nedvomno je mrk Sonca eden od pojavov, ki si ga bomo zapomnili za vse življenje. Zato se dobro pripravite na svoje ekspedicije. Spremljajte vremensko sliko nekaj dni prej, da boste lahko na dan mrka ulovili območje z lepim vremenom. Mnogi iz naše države se bodo odpravili v Budince. Zato je tam pričakovati pravo invazijo. Le še vreme mora sodelovati. Bo pa ta pojav sprožil evforijo, ker je to zadnji mrk Sonca v tem 2. tisočletju, po zahodnjaškem štetju.

Nikolaj ŠTRITOF

risba 1

Potek pasu popolnega mrka prek Evrope.

risba 2

Potek popolnega mrka pri nas in v naši sosesčini.

## ASTRONOMSKI DOGODEK dne 07. 06. 2004

Bilo je prvo sredo po jesenskem enakonočju. Povabljeni smo sedeli pri slavnostnem kosilu v Smrekarjevem hramu v Ljubljani. Nekateri sem videli prvič. Tudi Mitja. Omenil mi je, če bi kaj napisal za zbornik astronomskega društva KMICA ob odprtju njihovega observatorija. Prikimal sem.

Če že kaj napišem, sem si mislil, naj bo zanimivo. Meni se zdi veliko stvari iz astronomije zanimivih, ampak to sedaj naj bi bilo več kot zanimivo. V hipu sem se odločil za dogodek 7. 6. 2004. Napisal sem ga še isti večer.

\* \* \*

\*

Oddaljenost Sonca od Zemlje, tj. *astronomska enota*, spada med osnovne astronomske (naravne) konstante [1]. Na različne načine in različno natančno so jo določevali vse od Aristarha pa do današnjih dni. Tu bom opisal enega od njih. Največ zaslug zanj imata angleški matematik GREGORY (ideja; 1663) in angleški astronom HALLEY (izdelava metode po prvem opazovanju navideznega prečkanja planeta Merkur čez Sončev disk, kot bom v nadalje krajše imenoval svetlo navidezno okroglo Sončevo ploskvico oziroma krožec; 1677).

Kar mimogrede sem izdal vsebino mojega pisanja. Ja, nekaj malega bom napisal o navideznem prečkanju (prehodu) notranjih planetov, predvsem Venere, čez Sončev disk. Z opazovanjem tega pojava namreč lahko določimo paralakso Sonca, iz nje pa vrednost astronomske enote.

Najprej o Sončevi paralaksi. To je kot, v katerem bi iz Sonca (natančneje iz njegovega središča) videli Zemljin polmer  $R = 6400$  km pravokotno na zorno smer (slika 1). Sončevo paralakso  $p$  in astronomsko enoto  $a$  povezuje naslednja enačba:

$$\frac{p}{360^\circ} = \frac{R}{2\pi a}. \text{ Če } p \text{ izmerimo, pri znanem } R \text{ izračunamo } a.$$

**Slika 1.** Zveza med (srednjo) paralakso  $p$  (srednjo) oddaljenostjo  $a$  Sonca od Zemlje. Paralaksa in oddaljenost vesoljskega telesa sta si obratno sorazmerni količini. Ker je  $R$  dosti manjši od  $a$ , lahko tetivo  $R$  obravnavamo kot lok, ki pripada središčnemu kotu  $p$  v krožnici s polmerom  $a$ . Samo v takem primeru lahko zgornjo enačbo tako zapišemo.

V preteklih dveh stoletjih so navidezno prečkanje Venere čez Sončev disk imeli za pomemben način določevanja Sončeve paralakse.

Zaradi naklona ravnine Venerinega tira proti ravnini ekliptike (okoli  $3,5^\circ$ ) Venera v notranji konjunkciji ni vedno v ravnini ekliptike. Če pa ob notranji konjunkciji pride v enega od vozlov svoje poti, ležijo Sonce, Venera in Zemlja v isti premici. Opazovalec na Zemlji projicira Venero na Sončev disk. Venera za opazovalca na Zemlji navidezno prečka Sončev disk od vzhoda proti zahodu. Pri takem prečkanju Venero opazujemo kot majčkeno okroglo temno pego, ki počasi potuje čez svetel Sončev disk po neki tetivi. Zaradi določenih lastnosti Venerinega tira so takšna Venerina prečkanja mogoča le v juniju in decembru in to vsakih 243 let dvakrat po dva prehoda, tako da je med njima osem let presledka, potem pa preide več kot sto let, ko si sledita spet dva prehoda v presledku osem let. Zadnja navidezna prečkanja Venere preko Sončevega diska sta bila 8. 12. 1874 in 6. 12. 1882, naslednja pa bosta 7. 6. 2004 in 5. 6. 2012.

Poglejmo, kako s pomočjo Venerinega prečkanja določimo paralakso Sonca. Prečkanje Venere čez Sončev disk opazujeta z Zemlje dva opazovalca v krajih  $A$  in  $B$  v medsebojni razdalji, ki je v splošnem manjša od  $R = |AB|$  (slika 2). Vendar vzemimo, zaradi lažjega razumevanja, da je medsebojna razdalja kar  $R$ . Za opazovalca v  $A$  Venera prečka Sončev disk po tetivi  $|KL|$ , za opazovalca v  $B$  pa po tetivi  $|MN|$ , vzporedni  $|KL|$ . Razmik tetiv na Soncu  $d = |A'B'|$  je viden iz  $B$  v kotu  $\delta$ . Isto dolžino  $d$  bi opazovalec na Veneri videl pod enakim kotom  $\pi$ , pod katerim vidi tudi dolžino  $R = |AB|$ . Torej je kot  $\pi$  paralaksa Venere. Paralaksa Sonca je kot  $p$  pri  $A'$ , pod katerim bi opazovalec s Sonca videl polmer Zemlje  $R$ . Recimo, da smo pri Venerinem prečkanju izmerili kot  $\delta$ . Iz



trikotnika  $A'BV$  po sinusnem izreku sledi  $\frac{\sin p}{\sin \delta} = \frac{|BV|}{|A'V|}$ . Ker sta  $p$  in  $\delta$  zelo majhna, lahko pišemo  $\frac{p}{\delta} =$

$$\frac{|BV|}{|A'V|} = \frac{\text{oddaljenost Venera - Zemlja}}{\text{oddaljenost Venera - Sonce}}. \text{ Ker je } |A'V| = 0,723 \text{ a. e.}, \text{ je } |BV| = 1 \text{ a. e.} - 0,723 \text{ a. e.} = 0,277 \text{ a.}$$

e. Sledi, da je  $p = \frac{277 \cdot \delta}{723}$ . Če torej  $\delta$  izmerimo, lahko izračunamo  $p$ .

Dejansko pa kota  $\delta$  ne moremo neposredno izmeriti, ker vsak opazovalec opazuje prečkanje planeta po eni tetivi. Vendar  $\delta$  lahko izračunamo, če ugotovimo, koliko časa traja prečkanje Venere po eni in po drugi tetivi.

Opazovalca v  $A$  in  $B$  morata torej čim natančneje izmeriti čas, ko se temna pega Venere dotakne svetlega Sončevega diska pri  $K$  oziroma pri  $M$ , in čas, ko se pri  $L$  oziroma  $N$  odlepi od diska. Kot  $\delta$  meri (pri  $R = |AB|$ )

okoli  $23''$ . Tako izračunamo  $p = \frac{277 \cdot 23''}{723} = 8,8''$ . (*Opomba*: Če  $|AB|$  ni enak  $R$ , kar običajno ni, tedaj  $\delta$

izračunamo tako, da  $|AB|$  izrazimo v delih  $R$ .) Sledi, da astronomska enota meri:

$$a = \frac{R \cdot 360^\circ}{2\pi \cdot p} = \frac{6400 \text{ km} \cdot 360 \cdot 60 \cdot 60''}{2\pi \cdot 8,8''} = 150 \text{ milijonov km} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m.}$$

**Slika 2.** *Opazovanje Venerinega prečkanja čez Sončev disk iz dveh krajev  $A$  in  $B$  na Zemlji. V preteklosti so bila prečkanja v letih 1761 in 1769 ter 1874 in 1882 kolikor toliko astronomsko opazovana, naslednji prečkanji pa bosta 2004 in 2014.*

Na opazovanje Venerinega prečkanja čez Sončev disk so se odpravile številne znanstvene ekspedicije v različne, med seboj zelo razmaknjene kraje na Zemlji, da bi od tam zabeležile pojav. Prečkanje lahko traja več kot štiri ure, medtem ko je razlika v izmerjenih časih prečkanja tudi pol ure. Pri opazovanju pa so se pojavile velike težave [2] (slika 3). Tako ta metoda danes ni več dovolj natančna. Posebno nenatančne vrednosti dobijo pri Merkurjevih prečkanjih čez Sončev disk. Zato navideznih prečkanj notranjih planetov čez Sončev disk ne uporabljajo več za določitev Sončeve paralakse, čeprav je bil včasih ta način moderen in je dal zadovoljivo natančnost. Vendar tehnika astronomskih meritev se razvija in napreduje. Človek se kaj hitro lahko izmisli kakšno boljše.

**Slika 3.** *Vsi štirje stiki temnega Venerinega diska s svetlim Sončevim so zabrisani (neostri) - zgoraj. To zelo otežuje natančno merjenje časa navideznega prečkanja. Pri merjenju časa pride do velikih napak. Pojav je znan kot črna kaplja - spodaj [2].*

Ljudje so veliko žrtvovali, da bi opazovali Venerina prečkanja. Napori in materialne žrtve, ki jih zahtevajo dalna potovanja v, med seboj zelo oddaljene kraje na Zemlji, so bili ogromni, rezultati opazovanj pa večinoma slabi zaradi raznih težav, predvsem zaradi tega, ker je bilo Sonce v času prečkanja pogosto zastrto z oblaki.

Glede tega je zanimiva in verjetno edinstvena zgodba nekega francoskega astronoma. Da bi opazoval Venerino prečkanje leta 1761, je že 1759 odpotoval v Indijo. Zaradi zapletenih političnih razmer je prišel prepozno v kraj, kjer je želel opazovati pojav. Potem je v tistem kraju ostal celih osem let, da bi pričakal naslednje Venerino prečkanje 1769 (imel je pač denar in najbrž se je imel lepo), ko so mu oblaki med opazovanjem zastrli pogled na Sonce.

Prav zanima me, kako se bodo astronomi pripravili na bližnje Venerino prečkanje, ki bo čez pet let. Sedaj je o tem še vse tiho. Samo da bi bilo tedaj lepo vreme. Pri opazovanju Venerinega prečkanja seveda.

LITERATURA

[1] M. Prosen, *Astronomska enota*, Proteus **28** (1965/66), 148.

[2] M. Prosen, *Utrinki iz astronomije*, MK, Lj. 1980, 42.

Marijan PROSEN

## LETNA OSMICA ALI ANALEMA

Vzemimo, da opazujemo senco ravne, navpične palice vsakega jasnega poldneva vse leto in da nas zanima, kakšno krivuljo popiše med letom vrh sence palice z višino  $a$  na vodoravni ravnini v kraju z geografsko širino  $\varphi$ . Krivulji rečemo analema. Njeno enačbo sem po naključju odkril avgusta letos.

Analema je torej krivulja, ki ima obliko zelo sloke osmice z različno velikima ovaloma. Dobimo jo, če rišemo lege Sonca na nebu glede na presečišče  $Q$  nebesnega poldnevnik in nebesnega ekvatorja ob določenem (srednjem) času, na primer opoldne vsak dan. Navpična razpotegnjenost analeme nastane zaradi spreminjanja deklinacije Sonca, vodoravna pa zaradi gibanja Zemlje okrog Sonca po elipsi (slika 1).

Pred kratkim (avgust 1998) sem našel preprosto enačbo (približek) analeme, ki sem jo potrdil z opazovanjem sence, ki jo meče od Sonca osvetljena navpična palica na vodoravno ravnino (tla). Dobil sem lepo skladanje teorije in prakse.

Slika 1. Analema je krivulja, ki se izpiše kot osmica na nebu glede na točko  $Q$ . Preslikano preko vrha  $O$  navpične palice (z višino  $a$ ) jo dobimo na vodoravnih tleh, kjer jo lahko raziskujemo.

Analema na nebu se preslika na vodoravno ravnino preko vrha  $O$  navpične palice. Vsak dan opoldne po krajevnem (pasovnem) času senca navpične palice ne pade natančno proti severu (na poldnevnic), ampak nekoliko vstran. Označiti je treba vrh opoldanske sence, pri čemer je palica ves čas na istem mestu. Tega seveda ne delamo vsak dan, ampak vsak deseti ali petnajsti dan. Po letu dni opazovanj vse točke vrhov opoldanske sence povežemo in dobimo preko točke  $O$  na vodoravno ravnino preslikano analemo (slika 1). Njena enačba se glasi:

$$(x \sin \varphi - a \cos \varphi)^2 = (x^2 + y^2 + a^2) \cdot \cos^2 \varepsilon$$

Zapisana je enačba analeme, ki jo lahko opazujemo na vodoravnih tleh. Z ustreznim računalniškim programom pa lahko izrišemo graf analeme za različne zemljepisne širine, npr. za naše kraje ( $\varphi = 45^\circ$ ) ali za kraje na ekvatorju ( $\varphi = 0^\circ$ ) in jih lahko opazujemo na ekranu računalnika (slika 2).

Slika 2. Analema za naše kraje (zgoraj), za kraje na ekvatorju (spodaj).

Številke označujejo začetke mesecev- računalniški izpis.

Marijan PROSEN

# GRAVITACIJSKE LEČE

## Pogled v zgodovino

Leta 1704 Sir Isaac Newton prvič (posredno) pomisli o obstoju gravitacijskih leč. "Ali telesa ne delujejo na svetlobo na razdaljo in tako povzročijo, da se žarki ukrivijo; in ali ni ta pojav najmočnejši na najmanjši razdalji?" Vendar so bile potrebne kar tri generacije astronomov, da se je ideja o gravitacijskih lečah začela tudi res razvijati. Leta 1783 napiše astronom John Michell pismo Henryju Cavendishu, v katerem predpostavi, da telo z isto gostoto in petstokrat manjšim premerom kot naše Sonce zaradi gravitacije ne bi moglo oddati lastne emitirane svetlobe. Leta 1784 nato Cavendish tudi izračuna odklon, s tem, da privzame korpuskularno teorijo svetlobe in Newtonov gravitacijski zakon.

Neodvisno od tega (Cavendish je vse svoje zapiske napisal na nezanimiv list papirja) je leta 1796 Peter Simon Laplace prav tako poročal o možnem obstoju črnih lukenj in prvih kalkulacijah povezanih s tem. Tako je izračunal maksimalni radij, ki ga lahko ima telo, da postane črna luknja, danes znan po imenu Schwarzschildov radij. Predpostavil je, da je kinetična energija svetlobe (v klasično enačbo je vstavil hitrost enako svetlobni) enaka gravitacijski potencialni energiji telesa in tako dobil enačbo za izračun Schwarzschildovega radija:

$$R_s = \frac{2GM}{c^2} \approx K \frac{M}{M_s},$$

kjer je  $K = 2.95$  km in je enak Schwarzschildovemu radiju za Sonce. To je bila tudi prva rešitev, ki je vodila k enačbam splošne teorije relativnosti. Laplace je trdil, da ima črna luknja dogodkovni horizont, preko katerega noben signal ne more doseči zunanjega sveta.

Leta 1801 je münchenski astronom J. Soldner izračunal tir, po katerem se giblje telo s konstantno hitrostjo  $c$  pod vplivom sferičnega telesa z maso  $M$  in impaktnim parametrom  $r$  (najmanjša razdalja, do katere se žarek približa središču leče). Ugotovil je, da je oblika orbite hiperbolična in izračunal kot odklona:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{GM}{v^2 r}.$$

Ker so koti majhni, lahko tangens nadomestimo s kotom. V primeru svetlobe nadomestimo  $v$  s svetlobno hitrostjo in tako dobimo tako imenovan Newtonov kot odklona:

$$\alpha \approx \frac{2GM}{c^2 r}.$$

Če izračunamo to vrednost za Sonce, dobimo kot  $0.87''$  ali  $4.2 \cdot 10^{-6}$  rad.

Leto 1911 je bilo leto velikih odkritij v fiziki. Einstein takrat izračuna kot odklona s pomočjo načela o ekvivalentnosti in Euklidovo metriko. Hkrati naroči Freundlichu, naj opazuje Sončev mrk. Freundlich organizira ekspedicijo na področje, kjer je bil napovedan popoln Sončev mrk (območje Rusije), vendar le nekaj tednov po tem, ko je ekspedicija prispela na cilj, se začne prva svetovna vojna in Freundlich je bil aretiran. Einstein nato uporabi enačbe splošne teorije relativnosti in tako dobi kot odklona, ki je bil dvakrat večji od Newtonovega  $\alpha_E = 2\alpha_N$ . Po prvi svetovni vojni je bil ta kot v času popolnega Sončnega mrka tudi dejansko izmerjen. Newtonova vrednost je tako bila zavrnjena, čeprav je bila napaka meritve precejšnja, namreč kar 30%. Z današnjimi meritvami (s pomočjo radio-interferometrične metode) pa so potrdili Einsteinovo vrednost za kot na 1% natančno.

Zaradi redkosti Sončnih mrkov so znanstveniki vseskozi iskali ideje, kako bi opazovali efekte gravitacijskega lečenja tudi drugače. Odklon, ki ga povzroči posamezna zvezda ali zvezdna kopica, je premajhen, da bi ga lahko opazovali z optičnimi teleskopi, katere so takrat uporabljali. Leta 1937 astronom Zwicky oceni odklonski kot, ki bi ga povzročila ekstragalaktična meglica (tako so takrat imenovali galaksije). Izračunal je kot za jati galaksij (Koma in Devica) in dobil vrednost, ki je bila desetkrat prevelika. Napaka je bila posledica napačnega izračuna mase obeh jat, ki ju izračuna s pomočjo Virialovega teorema.

Leta 1924 Chuolson predpostavi, da v primeru, ko sta obe zvezdi (vir in leča) ter opazovalec popolnoma poravnani (vsi ležijo na premici), vidimo sliko objekta kot obroč. Danes ta obroč imenujemo Einsteinov obroč, čeprav Einstein k njegovemu odkritju ni prispeval glavnega deleža.

## Ukrivljen prostor

V okviru Newtonove mehanike vsako telo privlači drugo telo s silo, ki je obratno sorazmerna s kvadratom razdalje in telo se na račun tega začne gibati pospešeno s pospeškom, ki je sorazmeren tej sili.

Einstein je imel drugo interpretacijo zakonov gravitacije. Prostor in čas, ki ju moramo združiti skupaj v prostor-čas, sta ukrivljena v bližini masnih objektov in zaradi tega, stvari več ne potujejo po ravnih črtah, na katere pomislimo v vsakdanjem življenju kot ravne. V ukrivljenih prostorih nam "ravna črta" še vedno pomeni najkrajšo pot med dvema točkama, vendar le-ta ni več ravna, ampak ukrivljena.

Najlepše si to predstavljamo v dvo-dimenzionalnem prostoru. Zamislimo si slepega hrošča, ki živi v dveh dimenzijah na krogli. Tako se lahko sprehaja po površju krogle, vendar ker je slep zanj dimenzija "gor", "dol" in "ven" nima pomena. Čeprav naš hrošč ne zaznava zunanjega sveta, pa lahko hodi okoli in s tem meri razdalje. Tako pot, ki jo on proglasi za najkrajšo med dvema točkama, za nas, kot zunanjega opazovalca ni več videti ravna, ampak ukrivljena.

Podobno se dogaja tudi s svetlobo, ki potuje skozi ukrivljen prostor-čas. Metrika se zaradi prisotnih mas v prostoru spremeni in prostor ni več raven, ampak ukrivljen. Tako za zunanjega opazovalca "ravna črta" ni več ravna, ampak ukrivljena. Prav zaradi tega efekta se svetlobni žarek pri prehodu blizu masivnega telesa (npr. Sonca) ukrivi.

Ugotoviti moramo le še, kako je v ukrivljenem prostor-času dejansko definirana najkrajša razdalja. Najkrajšo razdaljo med dvema dogodkoma predstavlja tista trajektorija, po kateri je lastni čas telesa najdaljši (maksimalen). To lahko delno razložimo z naslednjo enačbo:

$$-c^2 \tau^2 = -c^2 t^2 + x^2$$

Iz enačbe sledi, da bomo dobili najmanjšo vrednost za krajevno koordinato takrat, ko bo lastni čas najdaljši. Podobno velja tudi v primeru, ko elementi metričnega tenzorja niso več konstantni. To je pomembna ugotovitev, ki jo bomo kasneje uporabili, ko bomo poiskali trajektorijo, po kateri se giblje svetlobni žarek.

Maruša BRADAC

## OSNOVNA ŠOLA FOKOVCI

Vas Fokovci (E 16°16', N 46°44') se nahaja v Prekmurju, okrog 15 km severovzhodno od Murske Sobotice in le streljaj od znanega zdravilišča Moravske Toplice. Na slemenu hriba na nadmorski višini 300 m živi v okrog 80 hišah 250 prebivalcev. Za vas je prav gotovo največja pridobitev osnovna šola, ki leži v samem centru in daje vasi poseben utrip življenja.

Osnovna šola Fokovci zajema učence Občine Moravske Toplice in obsega naslednje vasi: Fokovci, Selo, Vučja Gomila, Suhi Vrh, delno Moravske Toplice, Andrejci, Ivanovci, Ratkovci, Kančevci, Berkovci, Lončarovci in delno Čikečka vas. Ker šola pokriva zelo veliko področje je za vse učence, ki so od šole oddaljeni več kot 4 km organiziran brezplačni avtobusni prevoz. Le-ta je za učence prvih razredov v primeru nevarne šolske poti organiziran ne glede na njihovo oddaljenost od šole.

Šola se sestoji iz obnovljenega dela stare šole in novega prizidka s telovadnico. Obiskuje jo 120 učencev, za katerih skrbi okrog zaposlenih. Izmed desetih oddelkov na šoli sta tudi dva oddelka podaljšane bivanja. Šola ima bogato knjižnico, učbeniki pa so učencem preskrbljeni preko učbeniških skladov. Na šoli izvajajo dodatni pouk za učence, ki na določenih predmetih presegajo določene standarde znanja, dopolnilni pouk za učence, ki potrebujejo pomoč pri učenju in mnoge interesne dejavnosti. Pri tem velja, predvsem v zadnjih dveh letih, izpostaviti področje astronomije, saj je šola v sodelovanju z AD Kmica postala pomurski astronomski center, ki nudi usluge in servis tudi učencem z drugih šol.

Ravnateljica OŠ Fokovci  
Simona GROSMAN

## ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 1997

Letos smo se prvič zbrali v Prekmurju, kjer je dokaj živo agilno astronomsko društvo. Pred dvema letoma so bila popolnoma teoretična razglabljanja o taboru v Prekmurju. V dveh letih so besede meso postale. Naša razglabljanja so se udeležila v astronomskem mladinskem taboru v Fokovcih, ki ga je organiziralo Astronomsko društvo Kmica ob podpori Zveze organizacij za tehnično kulturo Slovenije in Astronomskega društva Javornik ter brezkompromisne podpore osebja osnovne šole Fokovci. Ta tabor pomeni prelomnico v zgodovini taborov, ker so prvič člani AD Javornik pomagali pri izvedbi tabora, ki ni bil v bližini njihovega observatorija ali v bližini sedeža (v Ljubljani).

Seveda smo si vsi udeleženci in organizatorji obljubili, da bomo takšne taborne ponovili drugo leto (1998), že prej pa bomo organizirali krajše opazovalne akcije in astronomske delavnice, za kar imamo vso podporo lokalnih dejavnikov (ravnateljstvo OŠ Fokovci).

Na letošnjem taboru so bili v glavnem udeleženci, ki so imeli malo ali nič izkušenj z astronomijo. Zato so imeli mentorji izredno velike težave s podajanjem snovi in izvedbo opazovalnih dejavnosti. Kljub temu so udeleženci pokazali veliko mero sposobnosti za prilagajanje, ob velikem znanju naravoslovja in računalništva.

Letošnji tabor v Fokovcih bo ostal v spominu udeležencev in mentorjev, kot dnevi učenja, zabave in spoznavanja največjih kosov narave. Vse skupaj pa smo začinili z zdravim športom, kar je dalo ob napornem nočnem delu zadostno sprostitvev.

Navkljub slabim vremenskim pogojem so vse skupine izvedle večino nalog, ki so si jih zastavile. Nikolaj Štritof je kot vodja tabora in kot vodja skupine **Osnov astronomije**, skrbel za dovolj dobro organizacijo tabora. Hkrati pa je udeležence naučil opazovanja, risanja in opisovanja nebesnih teles.

Mihaela Triglav je naučila svojo skupino predvsem opazovanja meteorjev, hkrati pa je prikazala lepote našega osončja, ker je bila vodja skupine z imenom **Skupina za osončje**.

Ivo Babarovič je svoje udeležence naučil ocenjevanja sija zvezd, njegova skupina se je namreč imenovala **Skupina za spremenjivke**.

Sreče z vremenom nismo imeli, saj se je vsako noč pooblačilo, prve štiri dni pa so bile popolnoma oblačne. Imeli smo približno 12 ur jasnega vremena ponoči, zato velike večine opazovalnega programa nismo izvedli.

Na začetku so se udeleženci malo pritoževali, da je nivo predavanj in dela previsok. Mentorji smo jih malo prisilili, pa je potem šlo. Poslavljamo se s težkim srcem od Fokovca, ker imamo občutek, da smo že celo večnost skupaj. Tega tabora se bomo spominjali kot eno najlepših stvari, ki se nam je zgodila v življenju.

Ta tabor je prelomen, ker je bil prvi astronomski tabor v tej okolici in gotovo mu jih bo sledila še cela vrsta.

Glavni priganjač na taboru

Nikolaj ŠTRITOF

## Skupina splošna astronomija

Zaradi slabega vremena na taboru in slabega predznanja iz astronomije smo začeli resneje opazovati šele v noči iz torca na sredo, opazovanja pa smo nadaljevali še naslednjo noč.

V sredo nam je naš mentor Niko razdelil nekaj nalog. Mateja je morala skozi teleskop na črn papir narisati znamenito meglico v ozvezdju Lire M57, Tadej je dobil nalogo skicirati planet Jupiter, Primož J. in Marjan pa sta fotografirala severni nebesni pol, da bi pokazala navidezno vrtenje nebesne sfere. Uporabljen je bil teleskop MEADE Starfinder tipa Newton 200 mm/6 in 18 mm okular. Primož in Marjan sta fotografirala na film Kodak 400 ASA s časi ekspozicij od 10 sekund do 180 sekund. Primož je imel nalogo pripraviti, nastaviti in preizkusiti nov teleskop AD Kmica. Nastaviti je moral iskalo na teleskopu in teleskop usmeriti proti severnemu nebesnemu polu, da je lahko sledil navideznemu vrtenju nebesne sfere. Poiskal je večino objektov, ki so jih ostali člani skupine v teku obeh noči skicirali. Teleskop je tipa Newton s premerom primarnega zrcala 200 mm, goriščno razdaljo 1220 mm,  $f/d=6$ , nemško ekvatorialno nastavitvijo, s pogonom po deklinacijski in rektascenzijski osi ter korektorjem.

V noči od srede na četrtek smo si podrobneje ogledali Luno, Venero in Mars. Primož je nato z novim teleskopom poiskal nekaj lepših Maisserjevih objektov, Niko pa se je izkazal z objektom NGC 6960, imenovanim tudi Cirus, v ozvezdju Laboda.

Primož KAJDIČ

## Preverjanje pravilnosti kotnih razdalj izmerjenih z roko

Moja naloga je bila s pomočjo rektascenzije in deklinacije preveriti natančnost kotnih razdalj izmerjenih z roko. Rektascenzija in deklinacija razdelita nebesno krogo tako, kot zemljepisna širina in dolžina razdelita Zemljo. Zemljepisni širini ustreza deklinacija, dolžini pa ustreza rektascenzija.

Vaja je bila sestavljena iz dveh delov. Najprej smo na nebu določili zvezde, med katerimi smo razdalje zmerili z roko (zvezde so morale ustrezati merilom, ki so bila že prej določena).

Z roko dobljene podatke smo preverili z računom. Upoštevali smo, da ena ura ustreza 15 stopinjam, ker je 24 ur na deklinacijskem krogu enakih 360 stopinj. Iz analize meritev smo ugotovili, da je bila povprečna natančnost meritev okrog 75%.

Marjan in Tadej GRANFOL

## Merjenje težnega pospeška z nihalom

Težni pospešek na površju Zemlje sva preverjala z matematičnim nihalom, ki je bilo sestavljeno iz vrvice z dolžino  $l$  in uteži. Merila sva nihajni čas matematičnega nihala in iz enačbe  $t_0=(l/g)^{1/2}$  izračunala težni pospešek na površini Zemlje. Zapisana enačba velja le za majhne amplitude, zato sva nihalo odmaknila le za 20 cm. Preštela sva število nihajev, ki jih je nihalo naredilo v petih minutah. Iz tega sva izračunala nihajni čas. Meritev sva večkrat ponovila z nihaloma dolgima 1,7 m in 2 m. Iz meritev sva izračunala povprečni pospešek  $9,46 \text{ m/s}^2 \pm 0,1 \text{ m/s}^2$ .

Tadej GRANFOL in Mateja ŠKIRLEC

## Zorno polje

Izmerili smo zorno polje teleskopa (Celestron) z 25 m objektivom in goriščno razdaljo 2080 mm. Za merjenje zornega polja, ki služi kot mera za oceno kotov na nebu, smo merili čas v katerem se je opazovana zvezda premaknila iz enega konca zornega polja v drugi konec.

Opazovali smo tri zvezde v Ophiucusu (Kačenosec), ki ležijo ob nebesnem ekvatorju. Te zvezde smo izbrali zato, da ni treba upoštevati deklinacije. Na ekvatorju imajo nebesna telesa največjo kotno hitrost in zato je pri teh



telesih napaka meritve najmanjša. Opazovana zvezda mora potovati čez sredino teleskopa. Meril sem za tri zvezde in dobil povprečno vrednost zornega kota teleskopa  $0,472^{\circ}$ , kar je dokaj blizu deklarirani vrednosti, ki znaša  $0,53^{\circ}$ .

Tadej GRANFOL

## ***Skupina za spremenljivke***

Naša skupina je opazovala zvezde, ki spreminjajo svoj sij. Opazovanje spremenljivk je ena od pomembnejših panog v amaterski astronomiji. Podatki, ki jih posredujejo astronomi amaterji lahko pripeljejo do novih odkritij o zvezdah in njihovi strukturi.

Spremenljivke so se pokazale koristne pri opisu strukture naše galaksije in evolucije samih zvezd. Obstoj spremenljivk istega tipa v drugih zvezdnih sistemih nam dovoli sklepati, da so ti sistemi prešli skozi podobne faze, ter da je starost teh sistemov približno enaka kot sistema, v katerem se nahaja opazovana spremenljivka. Zapis opazovanj se posredujejo različnim organizacijam kot so American Association of Variable Stars Observers, British Astronomical Association in Berliner Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne. Namen teh organizacij je zbiranje podatkov o spremenljivih zvezdah (periode spreminjanja sija zvezd, aktualne magnitude sija in podobno).

Naša skupina je želela spremljati štiri Spremenljivke: eta Orla, Sw Kuščarice, OO Orla in CY Vodnarja, vendar smo zaradi slabega vremena opazovali le prve tri. Uspelo nam je oceniti spremembo sija spremenljivk, kar je za začetnike zelo velik uspeh. Delo je vsebovalo tudi teoretičen del, kjer so člani skupine spoznavali osnovne lastnosti spremenljivk. Vsak član je napisal kratek referat o določeni temi. Tako so spoznali literaturo in dobili prve izkušnje iz pisanja člankov. Podatke o spremenljivkah smo pobirali tudi iz računalniškega omrežja Internet, od koder smo v glavnem snemali karte za spremljanje spremenljivk. Vsi člani skupine so si pridobili dovolj izkušenj za samostojna opazovanja, tako da je bil dosežen osnovni namen te skupine in celotnega tabora. Upam, da se bomo v bližnji prihodnosti še kdaj srečali in skupaj združili izkušnje pri opazovanju spremenljivk, ter tako prispevali svoj delež k razvoju te veje astronomije.

Ivo BABAROVICH

## ***Spremenljive zvezde***

### **Pulzirajoče Spremenljivke: kefeide**

So zelo svetle in izredno enakomerno spreminjajo sij. Te zvezde spadajo v razred nadorjakinj z najmanj trikratno maso Sonca in premerom do dveh tretjin au. Pulziranje zvezde povzroča njeno krčenje in širjenje. Najsvetlejša faza je, ko je zvezda najgostejša in najmanjša. V teh zvezdah je že ves vodik porabljen in spremenjen v helij, ki je v zunanji plasti ioniziran. Ta plast absorbira radiacijo iz zvezdne notranjosti. Neka motnja je povzročila, da se zvezda rahlo skrči. S tem sprejme preveč radiacije in se razširi, kar povzroči spet premajhno količino sevanja in se skrči. Perioda je od 0,2 do nekaj 10 dni, amplituda pa je po navadi manj kot ena magnituda. Tipičen predstavnik je Delta Cephei

### **Spremenljivke tipa Mira**

Znane kot Spremenljivke z dolgo periodo, od 200 do 400 dni. V povprečju so malo masivnejše od Sonca, vendar so tako napihnjene, da bi Mars bil na njihovi površini. Tudi Mire pulzirajo fizično. Poleg tega, pulziranje verjetno kontrolira količino ogljikovih delcev, ki nastanejo v ogljikovih plasteh in zmanjšajo sij zvezde. Amplituda je od 2,5 do 5 magnitude. Tipičen predstavnik je Mira Ceti.

### **"Irregular" Spremenljivke**

Pri teh zvezdah ni nobene sledi periodičnosti. Večina jih je hladnih, rdečih orjakinj, nimajo pravilne emisijskih črt. Amplitude so majhne in redko presežejo dve magnitudi.

### **Eruptivne Spremenljivke**

Obstaja več vrst eruptivnih spremenljivk. Supernovam se po eksploziji sij poveča za 20 ali več magnitud. Nove so najpogosteje tesne dvojne zvezde od katerih je ena bela pritlikavka, druga pa navadna zvezda. Vodik z večje zvezde odnaša k beli pritlikavki. Vodik ustvari plast okoli zvezde, ki se z večanjem količine segreva dokler končno ne pride do jedrske eksplozije. Ta povzroči povečanje za več kot 10 magnitud v nekaj dneh. Temu sledi počasno manjšanje sija.

### **Prekrivalne spremenjivke**

To niso spremenjivke v pravem pomenu besede. Ker sta člana dvojne zvezde, od katerih večja sveti šibkeje od manjše, v isti ravnini kot Zemlja, se periodično prekrivata, kar povzroči navidezen padec sijaja. Te dvojne zvezde so preblizu, da bi jih lahko ločili s teleskopom, le njihovo obnašanje nam razkriva, da so dvojne. Perioda je približno nekaj dni, amplituda pa okoli ene magnitude.

Andrej KOCAN

### **Skupina sončni sistem**

Ker nas je presenetilo slabo vreme, je bilo treba udeležence tabora zaposliti na drug način. Vsi člani naše skupine so dobili teoretične naloge, ki so jih ob pomoči obširne literature tudi uspešno rešili. Ko se je vmes zjasnilo smo se odpravili gledat Luno, Jupiter, Saturn in seveda meteorje. Najatraktivnejši so bili Pegazidi, srednje hitri meteorji, ki jih lahko učinkovito opazujemo šele po polnoči. Podnevi smo opazovali tudi Sonce. S pegami smo imeli srečo, ker so bile tisti dan, ko se je zjasnilo, lepo vidne.

Čas spremenjenega bioritma nam je hitro potekel, z obilnimi prehranjevalnimi navadami (saj sta nas kuhar in kuharica zelo kvalitetno prehranjevala), v lepem Prekmurju, s trenutno grdim vremenom, tako da skoraj nisem opazila kako je že prišel petek.

Mihaela TRIGLAV

### **Meteorji**

Skupaj smo imeli pet in pol ur učinkovitega opazovanja meteorjev. Opazovali smo dva, v tem času aktivna, meteorska roja: Perzeide in Sagitaride. Poleg opazovanja meteorskih rojev smo spoznali tudi osnove nočnega opazovanja. Vsako noč smo podrobno risali planete in opazovali ostala nebesna telesa.

Opazovanje je glede na pogoje v času tabora več kot uspelo. Sam sem v eni (kratki) noči opazil kar 12 meteorjev kljub majhni aktivnosti Pegazidov (2). Podnevi smo podatke dobljene z nočnimi opazovanji analizirali. Moje delo je bilo pretvarjanje koordinat meteorjev v rektascenzijo in deklinacijo, ter računanje ZHR. V teh dobrih petih urah smo zasledili kar spodobno število 42 meteorjev. Žal nismo opazili nobenega bolida (ki imajo -3 ali manjšo magnitudo), večina meteorjev je bila okrog 2 magnitude. Izračunali smo ZHR za oba dneva opazovanj. Prvi dan je bil ZHR  $22 \pm 2$ , drugi dan pa  $4,5 \pm 1$ .

Igor

### **Kometi**

Predvidevajo, da je Zemlja v svoji preteklosti že vsaj enkrat doživela trk s kometom, saj tako pojasnjujejo izumrtje dinosavrov. S prostim očesom lahko v povprečju opazimo en komet na tri leta. Najsvetlejša komete pa opazimo enkrat na desetletje.

#### **Opazovanje**

Komet se najboljšje vidi, ko se nahaja v bližini Sonca ali pa je z njim obsijan. To potrjuje podatek, da je kar tri četrtine vseh kometov bilo opaženih ob zori. Komete je dobro opazovati tudi na večernem zahodnem nebu, ali pa na jutranjem vzhodnem nebu. Komet opazujemo tako, da ne gledamo direktno vanj (če opazujemo s prostim očesom), temveč rahlo vstran. Statistika kaže, da se odkrije približno en komet na 200-300 iskanj.

Zanimivo je tudi opazovanje meteorskega dežja. Če Zemlja seka ekliptiko kometa dovolj zgodaj, da še vedno naletimo na ostanek materiala, ki ga je komet pustil za sabo, opazimo meteorski dež. Mejni ZHR za meteorski dež je 200. Prašni delci v velikem številu vstopajo v zemeljsko atmosfero, kar opazovalec zazna kot utrinek. Zanimivo je tudi opazovanje meteorskih rojev, ki ostanejo za kometom tudi, če komet še ni razpadel.

#### **Zgradba komet**

Komet je skupek ledu in kamenja, ki po svojih tirnicah potuje s povprečno hitrostjo okrog 20 km/s. Komet je sestavljen iz **jedra**, **kome** ter **repa**. Jedro je veliko nekaj 100 metrov, pri večjih kometih pa doseže tudi premer več kilometrov (Hyakutake 1 km, Hale-Boop 40 km). Jedro lahko tudi razpade; v tem primeru nastane meteoridni roj, ki ga v nekaterih primerih vidimo kot meteorski dež. Eden izmed najbolj znamenitih v zadnjem času je

meteorski dež, ki je nastal po razpadu kometa Biela. Leta 1846 je jedro kometa razpadlo na dva dela. Sledil je meteorski dež, ki se je pojavil v dveh prihodih kometa v perihelij, leta 1872 in 1885.

Koma ali glava večinoma sveti bolj kot rep. Sij glave se lahko razprostre na prostornino Zemlje. Glavo lahko obdaja tudi oblak, ki je sicer iz nevidnega vodika in je lahko razprostrt na prostornini Sonca. Kljub svojemu sijaju pa glava nima dosti večje gostote kot rep kometa. Zato lahko sklepamo o relativno majhni masi kometa, ki ima zaradi tega šibko gravitacijsko polje in nima vpliva na tirnice mimobežnih teles.

Vsak komet ima dva repa. Plinski rep je viden zaradi sončevih vetrov. O sončevem vetru so prvi skleпали francoski znanstveniki ob koncu 14. stol. Ugotovili so, da Sonce na svojem potovanju skozi vesolje vsrka ogromne količine plinov, ki so v vesolju. Menili so, da veter piha proti Soncu, saj to vsrkava te pline. Resnica je, da zaradi eksplozij na površju zvezd nastane močan veter, ki s Sonca piha s hitrostjo okrog 400 km/h. Zaradi tega je plinski rep v periheliju pravokoten na smer gibanja kometa. Svetlejši od obeh repov je prašni rep, ki ga sestavljajo prašni delci, katere koma pušča za sabo. Ukrivljenost povzroči sevalni tlak Sonca. Prašni rep zaostaja za komo. Repi večjih kometov so lahko dolgi tudi po 10 ali 15<sup>0</sup>.

### Potovanje kometov

Kometi spadajo med manjša nebesna telesa, zato je ukrivljenost ekliptike sorazmerno velika. Kometi, se zadržujejo v našem osončju, se gibljejo po elipsi. V enem izmed gorišč te elipse je Sonce. Ločimo kratkoperiodične in dolgoperiodične komete. Kratkoperiodični kometi so tisti, ki imajo obhodni čas krajši od 200 let. Eden izmed najdlje opazovanih je Halleyev komet z obhodnim časom 76 let. Nazadnje se je v periheliju nahajal leta 1986.

Obstajajo tudi kometi, ki potujejo s hitrostjo večjo od tretje kozmične hitrosti. Taki kometi se ne zadržijo v našem osončju in potujejo po hiperboli.

Igor ČENAR

### Udeleženci astronomskega tabora Fokovci 1997:

IME IN PRIIMEK	NASLOV
Tadej GRANFOL	Vučja Gomila 8, 9208 Fokovci
Marjan GRANFOL	Vučja Gomila 8, 9208 Fokovci
Blaž KUČUK	Gozdna ulica 23, 9241 Veržej
Primož JAKELJ	Sp. Kamenščak 17 b, 9240 Ljutomer
Ernest HARI	Ivanovci 60, 9208 Fokovci
Andrej KOCAN	Cvetkova ulica 14, 9000 Murska Sobota
Mateja ŠKRLEC	Ptujska cesta 47, 9250 Gornja Radgona
Igor Čenar	Ulica Staneta Rozmana 3, 9000 Murska Sobota
Aleš CIPOT	Tešanovci 5, 9226 Moravske Toplice
Aleksander ŠERUGA	Stara ulica 3, 9000 Murska Sobota
Damjan ŠKRABAN	Vrbišče 8, 9000 Murska Sobota
Mario ŠKRABAN	Žitna ulica 31, 9000 Murska Sobota
Nikolaj ŠTRITOF	Kušarjeva ulica 7, 1000 Ljubljana
Ivo BABAROVIC	Pot na Fužine 53, 1000 Ljubljana
Mihaela TRIGLAV	Podkraj 10 c, 3320 Velenje
Primož KAJDIČ	Žitna ulica 27, 9000 Murska Sobota
Urška VIDOVIČ	Kušanovci 72, 9202 Mačkovci
Simona GROSMAN	Gubčeva cesta 25, 9251 Radenci
Andrej LAINŠČEK	Dolenci 13 a, 9204 Šalovci
Nada HORVAT	Fokovci 32 a, 9208 Fokovci

## ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 1998

Astronomsko društvo Kmica (ADK) in Zveza za tehnično kulturo Slovenije (ZOTKS) sta letos že drugič organizirala Astronomski tabor Pomurje '98. Tudi tokrat smo se dobili na Osnovni šoli Fokovci. Za razliko od lani, so se letos tabora udeležili udeleženci iz cele Slovenije. Tudi mentorska zasedba je bila bolj pisana. Mentorji smo bili: Primož Kajdič - Astronomsko društvo Kmica iz Murske Sobote, Nikolaj Štrifof - Astronomsko društvo Javornik iz Ljubljane in Ivan Donik - Astronomsko društvo Orion iz Maribora. Priznati je treba, da je bil nivo znanja opazno višji kot lani. Razveseljivo je, da so se tabora ponovno udeležili nekateri lanski udeleženci, tudi v prihodnje pa se ni bati, da bi nam le-teh primanjkovalo.

Letos smo se odločili za drugačen pristop k pisanju biltena. Namesto individualnih poročil smo se odločili za krajša, skupinska poročila, kjer smo na kratko navedli stvari, ki smo jih počeli in rezultate našega dela. To bi naj pripomoglo k temu, da bo bilten zanimivejši, preglednejši, zato pa tudi krajši.

Na koncu bi se rad zahvalil še osebju OŠ Fokovci, posebej gospe ravnateljici Simoni Grosman, kuharici Mariški ter kuharju Zoranu. Tako kot lani, so bili tudi zdaj z nami zelo potrpežljivi in prijazni.

Za naslednje leto načrtujemo, da bi tabor potekal v prvi polovici avgusta, ko bosta glavni temi tabora Perzeidi ter popolni sončni mrk, ki bo 11. avgusta 1999.

Primož KAJDIČ

## SKUPINA OSNOVE ASTRONOMIJE

Bil sem mentor petim udeležencem, med katerimi so bili trije osnovnošolci. Kaj smo delali, so itak oni napisali zato bi se le zahvalil Blažu, da je bil moja desna roka, Silvu, da mi je obogatil besedni zaklad, ter osnovnošolcem (Ernest, Kristijan in Sara), da so me spomnili, kaj je to otroška nedolžnost in brezskrbnost. Samo upam lahko, da so pridobili nova znanja in da naslednje leto spet pridejo.

Primož KAJDIČ

### *Poročilo o delu na taboru*

V ponedeljek 20. julija smo se zbrali v OŠ Fokovci. Razdelili smo se v 3 skupine. Najin mentor je bil Primož. Izbrala sva si naslednje teme: **camera obscura, slikanje severnice in gravitacijska sila na drugih planetih.**

Dobili smo še skupno nalogo, risanje nebesnih teles. Nalog sva se takoj lotila. Najprej sva izdelala *camero obscuro*. Za izdelavo sva potrebovala: škatlo za čevlje, lepilo, škarje, buciki, lepilni trak in paus papir. Izrezala sva kvadratno okence s stranico 10 cm. Na paus papir sva narisala kvadrat s stranico 11 cm. Izrezala sva ga in ga prilepila na okence. Z buciko sva v škatlo naredila milimetrsko luknjo. Škatlo sva nato zaprla in jo oblepila z lepilnim trakom. Ko sva končala sva jo šla preizkusiti na Sonce. Premer Sonca, ki ga sva izmerila na paus papirju, je bil 3 mm. Zatem sva vso kamero narisala in izmerila sva zorni kot Sonca, ki je meril 30°.

Naslednja naloga je bila *fotografiranje severnice*. Za to sva potrebovala fotoaparata z sprožilno vrstico. Podatke sva vpisala v tabelo. Fotografirala sva tako, da sva najprej usmerila fotoaparata na zvezdo Severnico. Nato sva ga navila, ter sprožila. Pred tem sva si izbrala čas ekspozicije. Odločila sva se za čase 1,5, 10 in 15 minut.

Naslednja naloga je bila *gravitacija in sila teže na drugih planetih*. To sva izračunala s posebno formulo in podatki, katere nama je dal najin mentor. Računala sva koliko bi kdo tehtal na planetih našega Osončja. V spodnji razpredelnici je lepo vidna razlika med težnim pospeškom in težo oseb na različnih telesih našega Osončja. Vidimo lahko, da je na površju Sonca težni pospešek največji. Težni pospešek je odvisen od mase in gostote nebesnega telesa. Silo teže izračunamo po obrazcu  $F=mg$ , kjer je  $g$  težni pospešek in  $m$  masa osebe oziroma predmeta. Maso merimo v kg, težo v Newtonih, težni pospešek pa v  $m/s^2$ .

	IGOR	DAMJAN	SILVO	IVAN	ERNEST	PRIMOŽ	KRISTIJAN	SARA
MASA	83 kg	72 kg	59 kg	105 kg	37 kg	71 kg	42 kg	51 kg
ZEMLJA	830 N	720 N	590 N	1050 N	370 N	710 N	420 N	510 N
SONCE	23157 N	20088 N	16461 N	29295 N	10323 N	19809 N	11718 N	14229 N
MERKUR	307,1 N	266,4 N	218,3 N	388,5 N	136,9 N	262,7 N	155,4 N	188,7 N
VENERA	730,4 N	633,6 N	519,2 N	924 N	325,6 N	624,8 N	369,6 N	448,8 N

MARS	315,4 N	273,6 N	222,4 N	399 N	140,6 N	269,8 N	159,6 N	193,8 N
JUPITER	2191,2 N	1900,8 N	1557,6 N	2772 N	976,8 N	1874,4 N	1108,8 N	1346,4 N
SATURN	954,5 N	822 N	678,5 N	1207,5 N	425,5 N	816,5 N	483 N	586,5 N
URAN	971,1 N	842,4 N	690,3 N	1228,5 N	422,9 N	830,7 N	491,4 N	596,7 N
NEPTUN	979,4 N	849,6 N	696,2 N	123,9 N	436,6 N	837,8 N	495,6 N	601,8 N

	MASA (glede na Zemljo)	TEŽNI POSPEŠEK (glede na Zemljo)
SONCE	333000	27,9
MERKUR	0,055	0,37
VENERA	0,815	0,88
MARS	0,107	0,38
JUPITER	317,8	2,64
SATURN	95,1	1,15
URAN	14,6	1,17
NEPTUN	17,2	1,18
PLUTON	0,002	

Za tem so sledile razne skupinske naloge. Pri teh sva opazovala meteorje in risala nebesne objekte. Nebesne objekte sva si najprej na nebu izbrala in jih nato narisala. Tako je potekal najin delovni čas.

Sara KLEMENČIČ in Kristijan JEJČIČ

## Opazovanje meteorjev

Po strogem ukazu najinega mentorja Primoža Brezsrčnega sva s strahom začela voditi opazovanje meteorjev. Otrociči (Ernest, Sara in Kristijan) so horizontalno leževo vizuelno observirali meteorje. Bila je jasna inu topla noč.... Kasneje so kumulusi zapolnili vidno polje njih oči, ter tako prekinili prijaznoatmosferično vzdušje.

Otroke sva razdelila v tri skupine. Opazovati so začeli ob 23:40. Najprej smo določili mejno magnitudo s pomočjo metode štetja zvezd v trikotnem izseku v ozvezdju Laboda. Presenetljivo je, da imajo vsi podobne fiziološke lastnosti in histološko ultrastrukturo mrežnice - vsi so namreč določili povsem enako mejno magnitudo in sicer 5,5. Postopek je potekal približno takole:

Ko je kateri od udeležencev zagledal meteor, se je zadržal, drugi pa odčital čas in ga tudi zabeležil. Poleg tega je bilo treba zabeležiti še meteorjevo magnitudo, trajanje in dolžino, ter pripadnost roju. Vsi so bili sporadični. Magnitudo so določali s pomočjo znanih magnitud okoliških zvezd, pravzaprav njih primerjave. Primer: ako je bil meteor svetel kot Vega, imel je torej ničto magnitudo, ako pa kot Deneb, imel je ena, Severnici podoben imel je magnitudo 2. Trajanje so določali z verbalno izgovorjavo števila osemindvajset. Vsak zlog je štel natanko 0,2 sekunde. Dolžina je poglavje zase... s podrobnostmi Vas ne bova "torturirala" (op. mučila), predvidevava, da to veste..., ampak vseeno... Dolžina meteorja se meri v ločnih stopinjah in jo približno določimo s prsti totalno ekstenzirane leve zgornje ekstremitete. Iztegnjeni "fakič" (op. sredinec\*) ustreza dvema ločnima stopinjama, pest osmim, srbski pozdrav brez "fakiča" (\*) petnajstim, raperski pozdrav (iztegnjen palec in mezinec), pa ustreza 22 ločnim stopinjam. Obrazce najdete v prilogi.

copyright © by Blaž & Silvo  
made in Fokovci  
rok trajanja odtisnjen na embalaži  
hitro pokvarljivo  
datum proizvodnje 25.7.1998

## Planeti

Planete lahko po izbranih lastnostih različno razvrstimo. Delimo jih na notranje in na zunanje planete. V prvi skupini so Merkur, Venera, Zemlja in Mars, v drugi pa Jupiter, Saturn, Uran, Neptun in Pluton. Po fizikalnih lastnostih se Merkur, Venera, Zemlja in Mars razlikujejo od ostalih, saj so prvi vsi trdni, drugi pa plinasti in masivnejši.

MERKUR nima satelitov, je najmanjši in Soncu najbližji. Podobno kot na Luni so na Merkurju ravnine in kraterji. Merkur zaradi majhne gravitacije nima atmosfere.

VENERO obdaja gost plašč oblakov z veliko odbojnostjo, zaradi česar je zelo svetel planet. Venera nima satelitov in ne magnetnega polja.

ZEMLJO, na kateri stanujemo, vsi dobro poznate in ni treba posebej razlagati o njej.

MARS je znan kot rdeč planet zaradi svoje barve, ki je vidna tudi s prostim očesom. Marsova atmosfera se sestoji v glavnem iz ogljikovega dioksida s sledovi dušika in vodnih par; atmosfera je zelo redka.

JUPITER je največji planet v Osončju. Ima desetkrat manjši premer od Sonca, približno 1000-krat manjšo maso, zato pa skoraj enako srednjo gostoto. Jupitrovo atmosfero sestavljata vodik in helij. Do sedaj je znanih 16 njegovih satelitov. Največji med njimi so: Amaltea, Io, Europa, Ganimed in Calisto.

SATURN je po masi in velikosti na drugem mestu v Osončju. Zaradi svetlega kolobarja, ki ga obdaja in zaradi katerega je včasih viden kot spiralna galaksija, je eden izmed najzanimivejših. Ima 17 satelitov. Devet največjih v smeri od planeta navzven so: Mimas, Encelad, Tetis, Diona, Rea, Titan, Hiperion, Japet in Tebe.

URAN so odkrili pozno, zaradi majhnega sija je na meji vidnosti človeškega očesa. Doslej poznamo 15 Uranovih satelitov, vendar jih je verjetno še več.

NEPTUN so odkrili leta 1846, čeprav so o njegovem obstoju sklepali že prej iz nepravilnosti v gibanju Urana, saj se njegove dejanske lege niso ujemale z izračunanimi po zakonih nebesne mehanike. Neptun je zelo podoben Uranu.

PLUTON je najbolj oddaljen od Sonca. Nekateri menijo, da je bil Pluton Neptunov satelit.

Ernest HARI

## SKUPINA ZA NAPREDNO ASTRONOMIJO

Skupina za napredno astronomijo je na astronomskem taboru v Fokovcih, ki je trajal od 20. 7 do 24. 7, imela nalogo opazovati nebo in se seznaniti z najpreprostejšimi metodami opazovanja. Pomanjkanje opreme nam je to deloma onemogočalo in smo bili zato prisiljeni spremeniti načrt.

Člani skupine smo bili: Tomaž Sedonja, Goran Obal, Daniel Volf, Igor Locatelli, Uroš Mavrič, mentor Ivan Donik. Zaradi neizkušenosti in začetniškega statusa smo se posvetili predvsem opazovanju. Nekaj opazovanj je prikazanih v tem poročilu. Opazovali smo: 1) objekte: M11, M57, M13, M31, 2) Dvojne zvezde:  $\alpha$  Umi (severnica),  $\epsilon 1$  in  $\epsilon 2$  lire, 3) Spremenljivke:  $\eta$  orla.

Glavne teme našega opazovanja so bile zvezde spremenljivke, dvojne zvezde, "deep sky" objekti med katerimi smo se še posebej posvetili galaksijam, zvezdnim kopicam in meglicam. Poleg tega smo opazovali tudi Jupiter, Saturn in enkrat tudi Venero.

Pri teoretični obdelavi opazovanj smo se posvetili meritvi in izračunu magnitude  $\eta$  orla ter izračunu kotov pod katerim vidimo razdaljo med dvema zvezdama.

Ivan DORNIK

### Opazovanje spremenljivke ETE Orla (AQU)

Naše opazovanje ETE Orla je potekalo tako, da smo štiri dni zapovrstjo gledali to zvezdo in ocenjevali njen navidezni sij. To smo počeli s Pickeringovo metodo. Osnova te metode je primerjanje sija primerjalnih zvezd s trenutnim sijem spremenljivke. Najprej vzamemo dve zvezdi s stalnim sijem, ki bosta primerjalni in sicer eno svetlejšo in eno manj svetlo od spremenljivke. Nato ocenimo trenutni sij spremenljivke. Meritev podamo s sledečim izrazom:  $AqVpB$ , kjer sta A in B primerjalni zvezdi, V je spremenljivka, q in p pa oceni za kateri velja da je  $p+q=10$ . Magnitudo spremenljivke izračunamo po naslednji enačbi:

$$mv = ma + q * (mb - ma) / 10 \text{ ali } mv = mb - p * (mb - ma) / 10 \quad (1)$$

Primer opazovanja spremenljivke dne 20/21. 7. 1998 ob polnoči:

Izbrali smo si naslednje primerjalne zvezde:

Oznaka	Zvezda
--------	--------



V	eta (AQU) = spremenljivka (x)
A	delta (AQU) = 3.36
B	lambda (AQU) = 3.44
C	jota (AQU) = 4.50
D	teta (AQU) = 3.25

Na tem opazovanju smo primerjali zvezdi B in C z spremenljivko V in dobili naslednjo oceno: B2V8C. Magnituda spremenljivke se izračuna tako:  $m_v = 3.44 + 2 * (4.50 - 3.44) / 10 = 3.65$

Tako smo naredili štiri dni zapored in ugotovili da se magnituda spremenljivke povečuje in torej se sij zvezde bliža svojemu minimumu.

opazovalec	20/21. 7. 1998–24h	21/22. 7. 1998-24h	22/23. 7. 1998-24h	23/24. 7. 1998-24h
Daniel	B2V8C=3.65	B4V6C=3.9	A7V3C=4.16	A8V2C=4.27
Tomaž	D3V7C=3.63	D4V6C=3.8	A8V2C=4.7	D9V1C=4.38
Uroš	A3V7C=3.71	A7V3C=4.16	B6V4C=4.08	B9V1C=4.39
Goran	D4V6C=3.8	B5V5C=3.98	B7V3C=4.18	A7V3C=4.16
Igor	A2V8C=3.59	A5V5C=3.93	A7V3C=4.16	A9V1C=4.39
Povprečje	<b>3.68 ± 0.08</b>	<b>3.95 ± 0.09</b>	<b>4.17 ± 0.02</b>	<b>4.32 ± 0.01</b>

Člani skupine za napredno astronomijo

### Meritev kotov pod katerim vidimo razdaljo med zvezdama

opazovalec	Meritev A	meritev B	meritev C
IGOR	62cm -> 28° 04'	55cm -> 30° 30'	82cm -> 20° 43'
UROŠ	66cm -> 25° 36'	56cm -> 29° 59'	89cm -> 19° 08'
DANIEL	63cm -> 26° 47'	58cm -> 29° 00'	86cm -> 19° 47'
TOMAŽ	65cm -> 25° 59'	58cm -> 29° 00'	64cm -> 26° 22'
GORAN	61cm -> 27° 37'	57cm -> 29° 29'	98cm -> 17° 24'
<b>povprečje</b>	<b>63cm-&gt; 26° 37'</b>	<b>57cm -&gt; 29° 35'</b>	<b>84cm -&gt; 20° 17'</b>

Vse meritve so potekale ob 24:35. Pri meritvi A smo računali kot med zvezdama  $\alpha$  (UMa) in  $\eta$  (UMa). Pri meritvi B smo računali kot med zvezdama  $\alpha$  (UMa) in  $\alpha$  (UMi). Pri meritvi C pa kot med zvezdama  $\alpha$  (UMi) in  $\gamma$  (UMi).

*Razlaga meritve in primer izračuna kota med  $\alpha$  (UMa) in  $\eta$  (UMa).*

Premično deščico premikamo dokler zvezdi ne vidimo ravno v njenih robovih. Nato na ravnilu, ki je pritrjeno na križ očitamo dolžino d. Dolžina a je znana in je v našem primeru znašala 15 cm. Polovični tangens kota pod katerim vidimo zvezdi je razmerje med nasprotno in priležno stranico na križastem merilu.  $\text{tg } \varphi = (15\text{cm}/62\text{cm}) \Rightarrow \varphi = 14^\circ 02' 2\varphi = 28^\circ 04'$ ; Za izračun ostalih kotov smo postopek ponovili.

Člani skupine za napredno astronomijo

## Skupina praktična astronomija

### Nikojevi čapci na delu

Drugi dan astronomskega tabora Fokovci '98 je skupina Nikojevih čapcov opazovala meteorje. Zadeve smo se lotili skrajno resno. Nočno nebo smo opazovali na igrišču pri OŠ Fokovci, kjer smo bili tudi nastanjeni. Na srečo smo imeli prečudovito vreme in na popolnoma jasnem nebu smo leže na hrbtu razločno videli zvezde. Nikojevi čapci smo si delo bratsko razdelili, kot se je to delalo v bivši naši; eni smo delali, drugi pa počivali. Sandi, Damijan, Andrej ter Niko smo opazovali meteorje, Alan in Ervin sta pa zapisovala podatke, ki smo jih posredovali opazovalci. Igor je vsakič, ko se je na nebu pojavil meteor, zapisnikarjema povedal čas do sekunde natančno. Zapisnikarja sta poleg natančnega časa zapisovala še magnitudo, hitrost in dolžino posameznega



meteorja. Za osvetlitev smo uporabljali svetilke z rdečimi filtri, da nas snop svetlobe ne bi motil pri opazovanju. Dva izmed opazovalcev sta na prej pripravljeno karto neba vrisovala mesta, kjer so se pojavljali meteorji. Vrisala sta točke, kjer so se pojavili in s puščico označila smer in dolžino. Mi smo opazovali nebo v okolici kasiopeje in pegaza, medtem ko se je Niko osredotočil na poletni trikotnik. Vse skupaj smo zapisovali dvakrat, da bi naslednji dan lahko primerjali rezultate opazovanja. V nebo smo gledali od enajste pa do druge ure zjutraj, ko smo bili že pošteno zaspani in utrujeni, kajti prejšnjo noč smo do pete ure zjutraj slikali severno nebo. Šele naslednji dan pa smo ugotovili, da so iz nam neznanih razlogov posnetki neuporabni, kar nas je zelo razjezilo, kajti na zadnjem posnetku sta se nahajali luna ter Venera; prava "pičkohvatačka" slikica.

Nikolaj ŠTRITOF & Čapci

## Udeleženci astronomskega tabora Fokovci 1998

### Mentorji:

IME IN PRIIMEK	NASLOV
Nikolaj Štritof	Kušarjeva 7, 1000 Ljubljana
Primož Kajdič	Žitna 27, 9000 Murska Sobota
Ivan Donik	Poštno ležeče, 2250 Ptuj

### Udeleženci:

Ervin Osmanagič	Račka cesta 59, 2312 Orehova vas
Igor Čenar	Staneta Rozmana, 9000 Murska Sobota
Andrej Kocan	Cvetkova 14, 9000 Murska Sobota
Sara Klemenčič	Martjanci 16 C, 9221 Martjanci
Alan Bernjak	Gaberje 40, 9220 Lendava
Kristijan Jejčič	Ahacljeva 10, 2000 Maribor
Ernest Hari	Ivanovci 60, 9208 Fokovci
Danijel Volf	Stara ul. 3, 9000 Murska Sobota
Aleksander Šeruga	Stara ul. 3, 9000 Murska Sobota
Tomaž Sedonja	Panonska 32, 9000 Rakičan
Goran Obal	Vrtna ul. 3, 9000 Murska Sobota
Damijan Škraban	Vrbišče 8, 9000 Murska Sobota
Silvo Celec	Vrazova 15 A, 9000 Murska Sobota
Blaž Kučuk	Gozdna 23, 9241 Veržej
Uroš Mavrič	5000 Nova Gorica
Igor Locatelli	5000 Nova Gorica

Urednik:  
Mitja SLAVINEC  
Lektorica:  
Jerneja FARKAŠ  
Naslovnica:  
Sara KLEMENČIČ  
Kristijan JEJČIČ  
Tehnična obdelava:  
Mitja SLAVINEC  
Tisk:  
AIP Praprotnik  
Naklada:  
300 izvodov  
Založnik:  
AD Kmica

CIP-Kataložni zapis o publikaciji

Astronomi v Kmici  
Astronomski tabor Fokovci, OŠ Fokovci / [urednik Mitja Slavinec].  
Ljubljana: Kmica, 1998

Po mnenju Ministrstva za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, z dne , št. , spada ta publikacija na osnovi 13. točke tarifne številke 3 tarife davka od prometa proizvodov in storitev v zvezi z zakonom o prometnem davku (Uradni list RS, št. 4/92 in 71/93) med proizvode, za katere se plačuje 5% davek od prometa proizvodov.



Astronomi v Kmici, prvič

---

MZT

ga. Živa ŽLAJPAH

Slovenska c. 50

1000 Ljubljana

Zadeva: Prošnja.

Spoštovana!

Prosimo za izdajo mnenja o zmanjšani davčni stopnji za bilten z naslovom "Astronomi v Kmici, prvič", ki ga izdaja Astronomsko društvo Kmica iz Murske Sobote.

V prilogi vam dodajam naslovno stran in kazalo.

Hvala in lepo pozdravljeni.

predsednik društva

asist. mag. Mitja SLAVINEC

tel. 1311107, fax 132 4140