

KAZALO

ASTRONOMIJA IN KMICA	2
MITOLOŠKI IZVOR IMEN NOTRANJNH PLANETOV	3
KAJ SE SKRIVA V SREDIŠČIH GALAKSIJ?	4
AKTIVNA GALAKTIČNA JEDRA	8
OSNOVNE KARAKTERISTIKE TELESKOPOV	11
RAZDALJE V ASTRONOMIJI	15
GAIA-VESOLJSKO PLOVILO ZA RAZISKAVE NAŠE GALAKSIJE	19
XPLNS	21
RAZVOJ VESOLJA IN ŽIVLJENJA	23
ASTROFOTOGRAFIJA S POMOČJO CCD KAMERE	25
NOČNA OPAZOVANJA	26
ASTRONOMSKI TABOR KMICA 2002	27
POROČILA UDELEŽENCEV TABORA	28
<i>ASTEROIDI, KOMETI IN METEORJI</i>	28
<i>POTEK ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 2002</i>	28
<i>ZVEZDNE KOPICE IN MEGLICE</i>	28
<i>SONCE</i>	29
<i>MERITVE NIHAJNEGA ČASA</i>	30
<i>LUNA</i>	30
<i>IZDELAVA SONČNEGA KAZALA - GNOMONA</i>	31
<i>DOLOČANJE ODDALJENOSTI CERKVE S PARALAKSO</i>	31
<i>ŽIVLJENJE ZVEZD</i>	31
<i>SKUPINA ZA ASTROFIZIKO</i>	33
<i>6. MLADINSKI ASTRONOMSKI TABOR KMICA 2002</i>	33
<i>MOJE POTOVANJE PO NEBESNEM SVODU</i>	33
<i>POROČILO O DOGAJANJU NA ASTRONOMSKEM TABORU</i>	34
<i>OPAZOVANJE SONČEVH PEG</i>	34
<i>ASTRONOMSKI TABOR</i>	35
<i>IZRAČUN HITROSTI VRTENJA SATURNA</i>	35
<i>ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 2002</i>	36
<i>POROČILO</i>	36
<i>LEP POZDRAV</i>	36
UDELEŽENCI ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 2002	38

ASTRONOMIJA IN KMICA

Astronomija in Kmica sta tesno povezani, ne le na simbolni, temveč tudi življenjski ravni, saj je večina astronomskih aktivnosti še zmeraj povezanih z nočjo, torej s kmico. To le še dodatno potrjuje, kako srečno roko smo imeli pri izbiri imena našega astronomskega društva. Društva, ki je bilo po izjemnem uspehu ob sončnem mrku pred tremi leti pred hudo preizkušnjo, ali bo uspelo ugled in kvaliteto dela zadržati tudi po darilu, ki nam ga je dala narava s tem, da je mrk potekal čez naše »ozemlje«. Nenehna rast članstva, kakor tudi številne astronomske prireditve, ki jih v društvu organiziramo so lep dokaz, da nam je uspelo.

Uspeva nam predvsem zaradi tega, ker na prvo mesto postavljamo članstvo in izobraževanje, ki je v astronomiji zmeraj povezano tudi s prijetnim druženjem. Osrednji tovrstni dogodek je nedvomno naš že tradicionalni astronomski tabor, ki v soorganizaciji z našim »botrom«, Regionalnim centrom Zveze za tehnično kulturo v Murski Soboti že vsa leta poteka na Osnovni šoli Fokovci. Tabor društvu zagotavlja tudi široko in kvalitetno kadrovske bazo. Udeleženci tabora si ob astronomskih znanjih pridobijo tudi organizacijske in vodstvene izkušnje, tako da s časom lahko prevzamejo tudi mentorsko vlogo. Že nekaj let je društvo izvedbo tabora sposobno kadrovske samo pokriti, na kar smo zelo ponosni. Kljub temu pa ostajamo odprti do ostale astronomske javnosti, saj z veseljem k sodelovanju povabimo tudi kolege iz drugih astronomskih društev. Njihov odziv in pripravljenost sodelovati na našem taboru nam pomeni svojevrstno priznanje in pohvalo za naše delo.

Kmica stalno skrbi tudi za kar najboljšo tehnično opremljenost društva. To dosegamo na tri načine. Društvo svoja lastna sredstva vlaga predvsem v splošno astronomsko opremo, ki je pomembna in koristna za čim širši krog članstva. Nadalje se trudimo našim članom omogočiti kar najbolj ugodne pogoje in ustrezno strokovno svetovanje pri nakupu osebne opreme. Zelo pomembna in koristna pa je tesna navezanost in sodelovanje s Klubom PAC, katerega zelo kvalitetna astronomska oprema nam omogoča mnoge aktivnosti, ki jih drugače ne bi mogli izvesti. Ravno na osnovi tega sodelovanja naša letošnja pridobitev ni le prenosni teleskop, temveč tudi zmogljiva digitalna CCD kamera, ki določene parametre naših teleskopov izboljša tudi do 50 krat. Sodelovanje pa vzpodbujamo tudi širše, saj smo eden od pobudnikov za formalno obliko povezanosti slovenskih astronomskih društev.

Ob koncu se zahvaljujem vsem, ki na kakršen koli način podpirate naša prizadevanja in aktivnost, še posebej Mestni občini Murska Sobota, Zavarovalnici Triglav in Pedagoški fakulteti Maribor, članom Astronomskega društva Kmica pa želim prijetne praznike in srečno novo leto, ter predvsem tisto, kar na naših opazovanjih pogosto pogrešamo; jasne noči.

doc. dr. Mitja SLAVINEC

MITOLOŠKI IZVOR IMEN NOTRANJNH PLANETOV

Marjan ČENAR, Ljudska univerza Murska Sobota
in AD Kmica, Murska Sobota

Merkur – Mercurios – Hermes

Bog trgovec, tatov in popotnikov; pa tudi cest, prometa in spretnosti, je v gimnazijah veljal za boga gimnastične in govorniške spretnosti. Bil je sin Zevsa–Jupitra* in Atlantove hčerke, Pleiade Maie. Upodabljan je kot lep, vitek mladenič, ki nosi krilate zlate sandale in značilno kapo, ki ga napravi nevidnega ter popotno (tudi zlato) palico v roki. Med drugim je božji sel. Spremlja popotnike in umrle na njihovi poti v *Hades*. Ljudi uspava, pa tudi prebudi.

Velja za najbolj zvitega in premetnega grško-rimskega boga. Rodil se je zjutraj, opoldne je iz željvega oklepa napravil liro, zvečer je (pol)bratu Apolonu ukradel 50 telet in se vrnil v zibko.

Zjutraj mu je oče Zevs ukazal, da mora ukradena teleta vrniti, a jih je spretni *Hermes*-Merkur zabarantal za liro. Apolon je tako postal tudi bog glasbe, Merkurju pa je ostala čreda.

Znamenit je še v zgodovini znanosti in umetnosti, saj je izumil številke, pisavo in mere.



Venera – Venus – Afrodita

Rojena je bila iz morske pene na Cipru – Ciprčanka. Po drugi verziji je hčerka Zevsa in Dione. V tekmovanju za "miss Olimp" je zmagala pred *Hero*-Juno in *Ateno*-Minervo. Zlato jabolko ji je izročil Paris, ki je za nagrado dobil Menelajevo ženo lepo Heleno in začela se je trojanska vojna. V njej se je *Afrodita* - ni nič nežno - borila na strani Trojancev.

V zgodovini umetnosti so znamenite upodobitve Venere, npr. Miloška Venera, pa Botticellijevo Rojstvo Venere. Poročena je bila z grdim, umazanin in šepavim božanskim kovačem *Hefaistom* - Vulkanom, za ljubimca pa je imela *Aresa*-Marsa. Z *Aresom* je imela boga ljubezni *Erosa* – Amorja (verzija) ter hčerko Harmonio. Oba je intenzivno varala in tako

opravičevala naslov boginje zapeljive ženske lepote in ljubezni. Svoje čari je nosila v pasu. (Morda gre za prakozmetično torbico?)

Strašni in pogumni *Ares*-Mars je bil na njene ljubezni seveda besen, še posebej na prelepega Adonisa (simbol človeške mladeniške lepote). Nanj je naščuval merjasca. *Afrodita* je Adonisa panično iskala v grmovju in se pri tem zbodla na trnu. Iz njene krvi so nastale vrtnice.

Ni pa bila nemočna, celo pred *Aresom* ne. Tako ji je bog vojne s škripajočimi zobmi pomagal rešiti njenega sina (ki ga je imela z zemljanom *Anhisom*), trojanskega junaka *Eneja*-Julija. Ta je pozneje postal začetnik rimskega ljudstva in imperija.

Tudi v astronomiji se ni izneverila svojemu slovesu. Predstavlja prelepo "zvezdo" Večernico in Danico – enkrat na eni, drugič na drugi strani neba. Pa še vrti se v nasprotno stran kot drugi planeti!



Gea - Gaia – Zemlja

Posebno slikovitih zgodb o Gei v grški mitologiji ni. V kozmogoniji jo najdemo na samem začetku sveta, ko nastane iz Kozmosa. Pozneje jo srečamo v glavnem v tragični vlogi. Mož (tudi brat ali sin) *Uranos* ji zapira skupne otroke v Tartaros. Sina *Kronosa*-Saturna nagovori k upor, da mu celo orožje. Vendar, ko ta skopi svojega očeta, ji postane moža žal (malo ji je najbrž žal tudi sebe). Tudi vnuk *Zevs*-Jupiter jo razočara, ko

se (sicer upravičeno in v smrtni stiski) krvavo spravi nad svojega očeta *Kronosa*, saj ga je ta hotel požreti....

Tragičnost Geine usode nekateri ekologi povezujejo s tragično usodo Zemlje in grobim poseganjem njenih otrok – ljudi - v njen ekosistem.

Gea ni docela antropomorfno** božanstvo, zato jo tudi redko najdemo v upodobitvah znanih slikarjev in kiparjev.

Mars – Martus – Ares

Zevsov–Jupitrov sin. Bog krvave in uničujoče vojne. Z majhnimi praskami se mu ni zdelo vredno ukvarjati, prepuščal jih je svojim spremljevalcem. Dva od njih – sinova *Deimos*–Palor (Groza, smrtna bledica) in *Fobos* (Strah) ga še danes spremljata na nebu kot naravna satelita.

Upodabljan je kot lep mlad mož v polni življenjski moči, z vihravo perjanico in oborožen od nog do glave. Bil je *Afroditin*- Venerin ljubimec, za poroko pa ni imel niti časa, niti volje.

Poleg otrok, ki jih je imel z Venero je bil oče herojev in bojevnikov, med njimi slavni *Amazonk*, vendar tudi oče številnih zločincev. Bogovi so se mu rajši izognili, kar je veljalo tudi za Venerinega moža. Oče *Zevs* in sestra *Atena*, boginja modrosti, pa sta ga zaradi njegove krvoločnosti in nasilnosti sovražila.

Ares-Mars ima svoje mesto tudi v pravni zgodovini, saj je ustanovil krvavo sodišče *Areopag* v Atenah.

V vseh vojnah pa *Aresova* stran ni zmagovala. V največji mitološki vojni grške zgodovine – trojanski vojni - je bil na strani poražencev, pravzaprav na strani svoje ljubice *Afrodite*.

Pri Marsu je bilo drugače. Rimljani so bili vojaški narod, veliko manj intelektualistični in moralistični od Grkov. Vojna, vojska, plen in osvajanja so pri njih pomenili temelj imperija. Pri njih je le zmagoval. Tudi nesrečna trojanska epizoda ni pustila madeža na njem, saj so se imeli Rimljani za potomce Trojancev. Po drugi verziji je bil celo direktni začetnik mesta Rim, saj naj bi bil oče dvojčkov Romula in Rema (z vestalko Reo Silvio). Vsekakor je bil zaščitnik večnega mesta.

Z Marsom - marcem se je začel stari rimski koledar. Marsovo polje je bil najpomembnejši poligon vojaških vaj, zborovanj, volitev, pa tudi pokopališče za zaslužne može. Marčeve Ide so bile najpomembnejši praznik Rimljanov. V zgodovino so – kot se za krvavega boga spodobi – Marčeve Ide prišle s krvavim umorom Gaja Julija Cezarja.



* razen v naslovih, je prvo ime v paru *grška*, drugo pa rimska verzija

**antropomorfno (po človeški podobi), s človeškimi lastnostmi

KAJ SE SKRIVA V SREDIŠČIH GALAKSIJ?

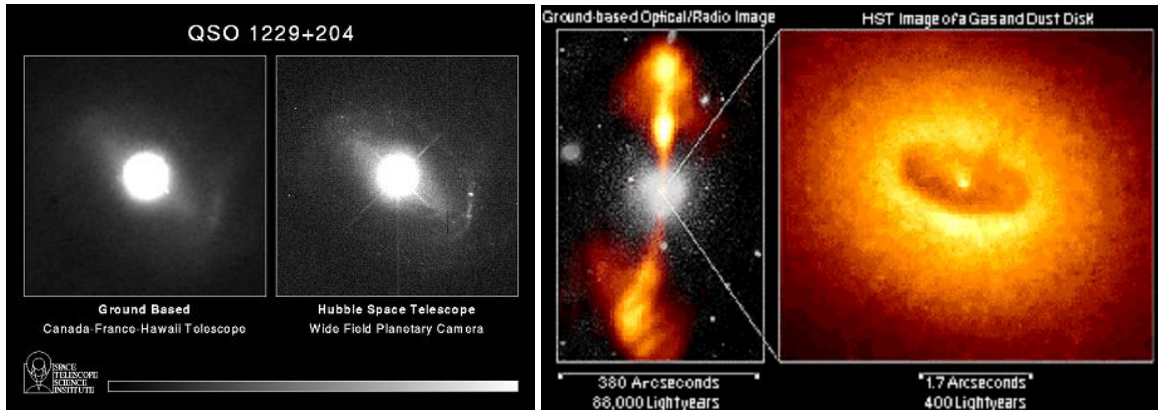
asist. dr. Andreja Gomboc, FMF, Univerza v Ljubljani
Astrophysics Research Institute, JMU, Velika Britanija

Središča večine galaksij oziroma njihova jedra svetijo, kot bi pričakovali za gosto območje zvezd in plina in jih imenujemo tudi normalna oz. neaktivna galaktična jedra. Središča okrog 10% galaksij pa svetijo veliko močneje. Tem pravimo aktivna galaktična jedra (AGJ).

Aktivna galaktična jedra

Ta izraz obsega različne tipe galaksij z izjemno svetlimi jedri, med katere spadajo kvazarji, Seyfertove galaksije, radijske galaksije ipd. Po današnjem razumevanju gre pri vseh tipih za različne manifestacije enakega središčnega procesa, njihove bistvene skupne lastnosti pa so:

1. AGJ imajo izjemno visoke izseve $L=10^{37} - 10^{41} W$ oziroma med $10^{10} L_s - 10^{14} L_s$ (L_s je izsev Sonca). Za boljše predstavo povejmo, da te ogromne številke pomenijo, da sama jedra aktivnih galaksij svetijo močnejše od nekaj sto normalnih celotnih galaksij.



Slika 1: Levo: Posnetek kvazarja QSO 1229+204 s površja Zemlje (levo) kaže točkast izvor svetlobe, posnetek z Vesoljskim teleskopom Hubble (desno) pa razkiva galaksijo, v kateri leži kvazar. Odkritje, da kvazarji niso točkasti izvori, ampak izjemno svetla jedra zelo oddaljenih in šibko vidnih galaksij, jih uvršča med aktivna galaktična jedra. Desno: posnetek dveh curkov snovi in aktivnega jedra galaksije NGC 4261 s površja Zemlje (levo) in z Vesoljskim teleskopom Hubble.

Vir: <http://www.ast.cam.ac.uk/hubblepics/QSO1229+204.gif>, <http://www.seds.org/hst/ngc4261.html>.

2. Mnoga AGJ znatno spreminjajo izsev v kratkem času: od ene ure do nekaj mesecev. Pri znatni spremembi izseva sodeluje verjetno večina območja, ki ga proizvaja. Čas v katerem se sprememba izseva zgodi, pa nam pove nekaj o velikosti tega območja: to območje je lahko veliko kvečjemu toliko, kot je razdalja, ki jo v tem času prepotuje svetloba, saj se informacija o dogodku, ki je povzročil spremembo izseva, ne more širiti hitreje od svetlobe. To pa pomeni, da so izjemno svetli izvori AGJ zelo majhni: od ene svetlobne ure do nekaj svetlobnih mesecev.

3. V nekaterih AGJ so opazili tudi tanke curke snovi, ki izhajajo v nasprotnih smereh in so dolgi do milijon svetlobnih let. To kaže na dvoje: da ta AGJ delujejo vsaj milijon let in da si ves ta čas zapomnijo smer curka.

Najverjetnejši in najbolj eleganten model AGJ je model padanja snovi v masivno črno luknjo v središču galaksije. Kljub temu, da je črna luknja območje vesolja s tako močno gravitacijo, da ji tudi svetloba ne more uiti, pa je padanje snovi v črno luknjo lahko izjemno močan vir energije. Velikost črne luknje je določena z njeno maso M , saj je njen polmer enak:

$$R_{Sch}=2GM/c^2,$$

kjer je G gravitacijska konstanta in svetlobna hitrost ter mu pravimo Schwarzschildov radij. Ko snov pada proti črni luknji, se njena hitrost približuje hitrosti svetlobe, in nosi pri tem veliko energije. Preden pade v črno luknjo, snov izgublja vrtilno količino in se navija okrog črne luknje v obliki akrecijskega diska (slika 2). Zaradi trenja v akrecijskem disku se snov segreva in oddaja energijo v obliki elektromagnetnega valovanja, t.j. svetlobe. Če prihaja snov z maso m z velike razdalje in pada proti črni luknji, se ji do zadnje stabilne krožne orbite, ki je pri $3 R_{Sch}$, potencialna energija zmanjša za:

$$\Delta W_p=GMm/3R_{Sch}= 0.17 mc^2.$$

To pomeni, da se pri tem procesu sprosti za 17% mirovne energije padajoče snovi, kar je okrog 20-krat več kot pri jedrskem izgorevanju vodika v helij (0.7%) in je to najbolj učinkovit proces v vesolju, kar jih poznamo doslej.



Slika 2: Ilustracija modela AGJ s črno luknjo, v katero pada snov in pri tem tvori akrecijski disk in dva, v nasprotnih smereh izhajajoča curka snovi - levo: črna luknja ni vidna; desno: pogled od blizu.

Vir: http://www.space.com/scienceastronomy/astronomy/our_black_hole_000920.html,
<http://www.xware.ru/db/msg/apod/2001-10-29>.

V okviru modela padanja snovi v masivno črno luknjo v središču AGJ lahko ob zmernejši predpostavki, da je učinkovitost le 10%, ocenimo, da mora za opazovane izseve AGJ pasti v domnevno črno luknjo med 0,01 M_{\odot} in 100 M_{\odot} (M_{\odot} je masa Sonca) snovi na leto. V običajni galaksiji bi tako trajalo več kot 10 milijard let, preden bi črna luknja požrla vso snov v galaksiji.

Vendar je največji izsev izvora, ki se napaja s padanjem snovi omejen: da se padanje snovi ne ustavi, mora biti namreč gravitacijski privlak mase M večji od sevalnega tlaka, ki ga povzroči nastali izsev. Ko se izenačita, je izsev maksimalen, pravimo pa mu Eddingtonova limita:

$$L_{\text{Edd}} \approx 10^{39} \times (M/10^8 M_{\odot}) W.$$

Če predpostavimo, da so opazovani izsevi AGJ blizu Eddingtonovi limiti, lahko ocenimo, da so pripadajoče mase središčnih objektov med 10^6 in $10^{10} M_{\odot}$. Majhnosti središčnega izvora AGJ v tem modelu tako zlahka zadostimo, saj je velikost črne luknje z $10^{10} M_{\odot}$ okrog enega svetlobnega dneva.

Tudi nastanek curkov snovi si je po mnenju večine avtorjev najlažje predstavljati v okviru modela s črno luknjo, čeprav ga še ne razumemo v celoti. Modeli nastanka curkov vključujejo magnetohidrodinamiko notranjih delov akrecijskega diska, zelo verjetno pa je, da je smer curka povezana s smerjo vrtilne količine črne luknje.

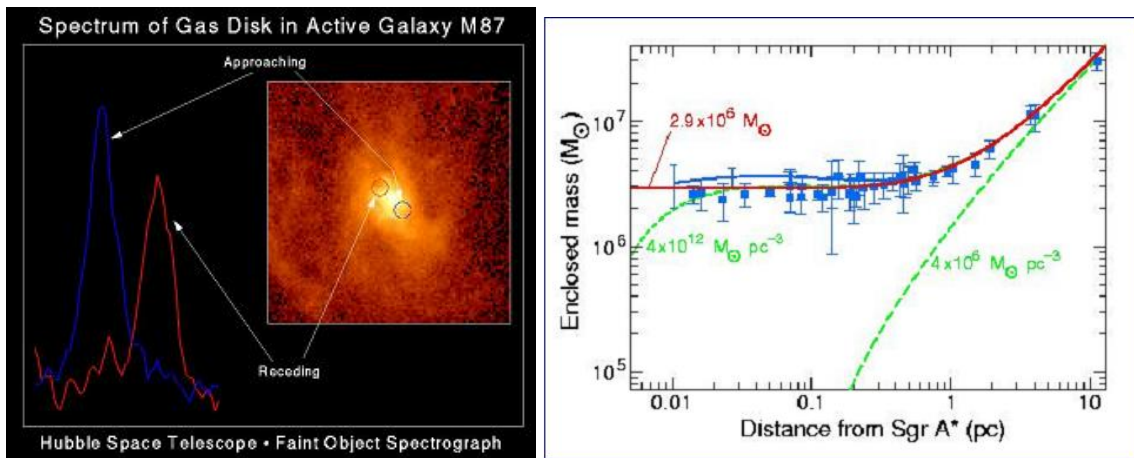
Po drugih razlagah naj bi bili v aktivnih galaktičnih jedrih gosti oblaki zelo svetlih zvezd. Ti modeli pojasnjujejo svetlost AGJ s kopico zvezd, v kateri prihaja do številnih eksplozij supernov, ali pa gre za oblak zelo masivnih zvezd, ki ustrezno močno svetijo. Vendar imajo ti modeli težave z dolgoživostjo AGJ: oblaki zvezd bi se namreč hitro izčrpali, ostanki zvezd v tako gostem oblaku pa bi se v manj kot milijon letih sesedli v črno luknjo. Dodatna težava pa so za te modele opaženi curki snovi: ne predstavljamo si namreč, kako bi oblak naključno gibajočih se zvezd proizvedel usmerjen curek in kako bi milijone let ohranil njegovo smer.

Neaktivna galaktična jedra

V 1990-tih se je izkazalo, da je tudi v jedrih večine normalnih galaksij zbrano veliko mase. Pri tem gre za neodvisen način analize dogajanja v galaktičnih jedrih, ki temelji na gibanju zvezd in plina v bližini središča galaksij. V grobem gre namreč za Keplerske krožilne hitrosti:

$$v = \sqrt{GM/r},$$

ki povedo maso M znotraj radija r . Na ta način so v mnogih neaktivnih galaksijah ugotovili, da razmerje mase proti izsevu (M/L) narašča proti središču galaksije: torej, da je v njih veliko več mase, kot je "videti". Do sedaj so na ta način v 37 galaksijah odkrili, da se v njihovih jedrih skriva mase za okrog od $10^6 M_{\odot}$ do $10^9 M_{\odot}$. Med temi galaksijami so M87, NGC 4258, nam najbližja M31, M32 in tudi naša Galaksija, v središču katere se skriva za okrog $3 \times 10^6 M_{\odot}$.



Slika 3: Levo: Dopplerjev premik spektralnih črt razkriva hitrosti zvezd in plina v bližini središč galaksij, hitrost pa velikost mase okrog katere se zvezde in plini gibljejo. Desno: opazovanja te vrste kažejo, da masa s približevanjem središču Galaksije ne pada, ampak ostaja okrog 3 milijone Sončevih mas.

Vir: <http://imgsrc.stsci.edu/op/pubinfo/gif/M87Plot.gif>, Kormendy J., <http://chandra.as.utexas.edu/~kormendy/stardate.html>.

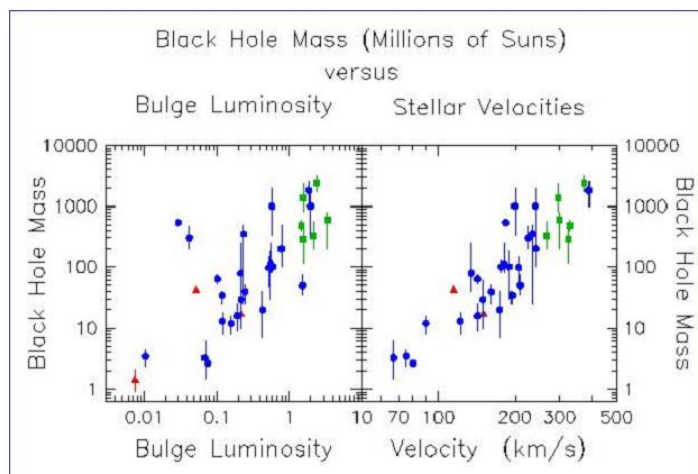
Med modeli za razlago te zbrane mase so oblaki temnih zvezd: bodisi prelahkih, da bi v svojih središčih sprožile jedrsko fuzijo (npr. rjave pritlikavke), bodisi temnih ostankov zvezd, ki so vso jedrsko gorivo že porabile (bele pritlikavke, nevtronske zvezde, črne luknje z majhno maso). Razpoložljiva kotna ločljivost opazovanj kaže tudi na majhno prстонino, znotraj katere je vsa masa zbrana. Kot pri podobnih razlagah AGJ se tudi tu izkaže, da je problem teh modelov nestabilnost in kratki življenski čas takšnega oblaka: v gostem oblaku bi bili trki med posameznimi zvezdami pogosti, pri čemer bi nekatere zvezde odneslo iz oblaka, preostale pa bi se v kratkem času sesedle v črno luknjo.

Zanimive pa so tudi razlage s temno snovjo. Kot kažejo opazovanja gibanja zvezd v zunanjih delih galaksij in gibanje samih galaksij, je v vesolju več kot 90% (nekateri trdijo da celo več kot 99%) mase temne oziroma "nevidne": ne vidimo je v nobenem delu elektromagnetnega spektra, na njeno prisotnost pa sklepamo le na podlagi gibanja zvezd in galaksij. Morda, pravijo te razlage galaktičnih jeter, je temna snov ne le v zunanjih delih galaksij in med njimi, ampak tudi v njihovih jedrih.

Vendar je tudi v primeru neaktivnih galaktičnih jeter večina astrofizikov mnenja, da so črne luknje najbolj verjetna razlaga velike koncentracije mase v majhni prostornini v središču galaksij. V nasprotju z AGJ so te črne luknje posrkale vso snov iz neposredne okolice in so zato postale temne oziroma neaktivne.

Nova odkritja

Analize opazovanj 37 galaksij kažejo na dve zanimivi povezavi (slika 4): da je masa domnevne črne luknje v galaksiji približno sorazmerna z izsevom in posredno z maso središčnega predela galaksije, in da je približno sorazmerna s povprečno hitrostjo zvezd v tem območju (pri tem ni mišljena hitrost zvezd v neposredni bližini črne luknje, kjer njena masa dejansko vpliva na gibanje zvezd, ampak v širšem območju, kjer je vpliv mase črne luknje zanemarljiv v primerjavi z maso vidnih zvezd in plina). Vzrok teh povezav še ni znan, pove pa da so črne luknje v galaktičnih jedrih povezane z nastankom in razvojem



Slika 4: Povezava med maso črnih lukenj in izsevom oz. maso središčnega predela galaksije (levo) ter povprečno hitrostjo zvezd (desno). Vir: Kormendy J. <http://chandra.as.utexas.edu/~kormendy/bhsearch.html>.

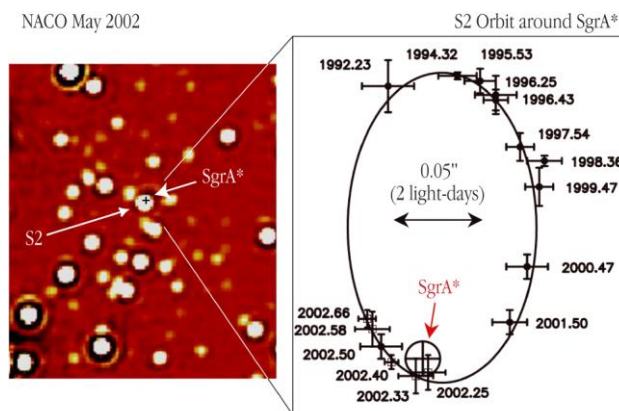
galaksij. Vendar še ni znano, kako so te črne luknje nastale: ali so nastale kot že precej masivne črne luknje ob samem nastanku galaksije in so se potem počasi večale, ko so požirale okoliško snov, ali pa so nastale v razvoju galaksije iz majhnih črnih lukenj, ki so se sesedle v središču galaksije in potem začele hitro rasti ob intenzivnem črpanju plina in zvezd iz okolice. Nekatere razlage pa pravijo, da je njihov nastanek povezan z burnimi trki galaksij.

Ključnega pomena pri razumevanju aktivnih in neaktivnih galaktičnih jeder je seveda neposreden dokaz, ali gre res za črne luknje ali ne. Tega bi dobili, če bi se uspeli z opazovanji približati črni luknji na nekaj domnevnih Schwarzschildovih radijev in tam odkrili podpis gravitacijskega polja črne luknje, ki se le v neposredni bližini črne luknje razlikuje od običajnega. Pri tem je pomembna kotna ločljivost opazovanj, ki pa je žal bistveno preslaba. Zato astrofiziki iščejo druge poti.

Ena vrsta dokazov temelji na obliki emisijskih črt, ki jih seva plin v notranjih delih akrecijskih diskov v AGJ. V bližini črne luknje je temperatura akrecijskega diska milijone stopinj in oddaja rentgensko svetlobo, oblika črte pa pove hitrost in gravitacijski rdeči premik.

Druga vrsta dokazov prihaja iz neaktivnih galaktičnih jeder, v katerih je črna luknja počrpala vso razpoložljivo snov, vendar se lahko občasno zgodi, da požre kakšen kos snovi, npr. zvezdo, ki zaide v njeno bližino. Zvezdo lahko ob takšnem srečanju plimske sile črne luknje raztrgajo in za kratek čas zasveti veliko močnejše kot običajno – tudi kot nekaj milijard Sonc. Nekaj takšnih kratkih svetlobnih bliskov, ki bi lahko bili posledica srečanja zvezde z masivno črno luknjo so že opazili v jedrih galaksij NGC 5905, RXJ 1242-1119, RXJ1624+7554, itd., tudi blisk, opažen v središču naše Galaksije v noči z 26. na 27. oktober 2000, bi lahko bil posledica takšnega dogodka.

Razburljivo odkritje pa je bilo objavljeno pred kratkim, oktobra 2002 (Schödel et al. Nature, 419, 694). Gre za rezultate 10 letnih opazovanj središča naše galaksije s posebno metodo slikanja in spektroskopije v bližnji infrardeči svetlobi, ki omogoča zelo dobro kotno ločljivost. Z njo so opazili posamezne zvezde in 10 let beležili njihove položaje in gibanje. Tako so opazili zvezdo (slika 5), ki ima orbitalno periodo le 15,2 let in se je spomladi 2002 najbolj približala središču Galaksije: na le 17 svetlobnih ur, oz. dobrih sto razdalj Zemlje od Sonca. To je še zmeraj predaleč od domnevne črne luknje (okrog 2000 R_{Sch}), da bi črna luknja raztrgala ali posrkala zvezdo in predaleč, da bi v gravitacijskem polju in posledično v gibanju zvezde razločili podpis črne luknje. Vendar pa je dovolj blizu, da resno omejuje in izključuje vse druge modele galaktičnega jedra. Čeprav ne dokončen je to eden najtrdnjših dokazov za obstoj črne luknje v središču Galaksije.



The Motion of a Star around the Central Black Hole in the Milky Way

ESO PR Photo 23c/02 (© October 2002)

© European Southern Observatory

Slika 5: Položaji in gibanje zvezd v neposredni bližini središča Galaksije, označenega z Sgr A*. Zvezda S-2 ima orbitalno periodo 15,2 let in se približa domnevni črni luknji na okrog 2000 Schwarzschildovih radijev. Vir: <http://www.hq.eso.org/outreach/press-rel/pr-2002/pr-17-02.html#phot-23c-02>.

AKTIVNA GALAKTIČNA JEDRA

Primož KAJDIČ, FMF, Univerza v Ljubljani
in AD Kmica Murska Sobota

Aktivna galaktična jedra (Active Galactic Nucleus - AGN) so objekti, ki so jih astronomi odkrili šele v prejšnjem stoletju. Opazovali so jih že v tridesetih letih prejšnjega stoletja, vendar so jih imeli za zvezde. Da gre v resnici za objekte, ki ležijo daleč izven naše galaksije, so ugotovili s pomočjo radijske astronomije po drugi svetovni vojni. Leta 1963 je Marteen Schmidt preučeval optični spekter objekta z oznako 3C 273. Opazil je emisijske črte, ki so bile podobne tistim, ki jih sevajo vroči oblaki plina, kot so planetarne meglice

ali področja ioniziranega plina. Objekt 3C 273 pa ni bil bližnji oblak plina. Schmidt je predlagal, da gre v resnici za znane črte vodika, helija in drugih elementov, ki pa so pri tem objektu močno premaknjene od običajnih valovnih dolžim proti daljšim valovnim dolžinam. Iz položaja črte, za katero je ugotovil, da je vodikova črta $H\alpha$ z valovno dolžino 761 nm, je določil rdeči premik objekta z . Ta znaša 0,16. To pomeni, da so, zaradi širjenja vesolja, valovne dolžine črt, v primerjavi z laboratorijskimi meritvami, za 16 odstotkov premaknjene proti daljšim valovnim dolžinam. Gre torej za objekt, ki je od nas oddaljen nekaj milijard svetlobnih let. Ta in podobne objekte so poimenovali "skoraj" zvezdni objekti ali kvazarji (quasi-stellar objects - quasars).

Z nadaljnjim raziskovanjem teh objektov so jih astronomi razdelili v več skupin. Skupaj pa so jih poimenovali aktivna galaktična jedra, ime kvazarji pa se je ohranilo za objekte, ki močno sevajo v radijskem delu spektra. AGNji so torej eni izmed najbolj oddaljenih objektov v vesolju. Poleg tega pa so tudi najsvetlejši. Njihovi izsevi se gibljejo med milijardo in 25 bilijoni Sončevih izsevov. Za primerjavo, navadna galaksija seva kot nekaj 100 milijard Sonc. Porodila se je teza, da so kvazarji zelo svetle in oddaljene "super-galaksije". Nadaljne raziskave so pokazale, da se sij teh objektov lahko spremeni v nekaj tednih za nekaj deset odstotkov. Ker se spremembe lahko dogajajo kvečjemu s svetlobno hitrostjo, objekt ne sme biti večji od razdalje, ki jo svetloba prepotuje v nekaj tednih. Torej ogromne količine sevanja prihajajo z območij, ki so podobne velikosti kot naše Osončje. Od kod pride vsa ta energija? Najbolj učinkoviti znani proces, pri katerem se proizvaja energija, je padanje snovi proti kompaktnemu objektu. Pri tem se lahko v energijo spremeni celo 10 odstotkov mase. Kompaktni objekt v središču AGNja mora biti črna luknja, saj je njegova masa prevelika, da bi lahko šlo za nevtronsko zvezdo ali belo pritlikavko. Če to drži, mora črna luknja vsakih šest sekund "pojesti" za eno Zemljo snovi, oz. v enem mesecu za eno Sončevo maso. Zaradi stalnega dotoka snovi se okrog črne luknje izoblikuje disk snovi - akrecijski disk. V njem se snov giblje po skoraj krožnih tirih in počasi polzi proti osrednjemu objektu. Veliko informacij o AGNjih lahko dobimo iz njihovih spektrov. Astronomi so analizirali nekatere najbolj tipične spektralne črte, ki se nahajajo v njihovih spektrih. Tak primer je ogljikova črta C_{IV} z valovno dolžino 154,9 nm ali vodikova črta Lyman alfa ($L\alpha$) z valovno dolžino 121,5 nm. Na podlagi tako dobljenih dognanj so lahko objekte klasificirali v več razredov. Znotraj razredov so našli povezave med nekaterimi značilnostmi spektralnih črt (ekvivalentne širine, asimetričnosti,...), za katere še vedno nimajo popolnoma zadovoljivih razlag. Od raziskav si obetajo, da bodo v bodoče znali klasificirati vse AGNje in jih predstaviti na diagramu, ki bo ekvivalenten Hertzsprung-Russelovemu diagramu za zvezde.

Klasifikacija aktivnih galaktičnih jeder

Klasifikacija AGNjev je temelji na empiričnih opazovanjih. Osnovna razdelitev AGNjev upošteva njihovo radijsko aktivnost, prisotnost širokih spektralnih črt (Tip 1) ali samo ozkih črt (Tip 2) v optičnem delu njihovih spektrov ali prisotnost šibkih ali nenavadnih črt (Tip 0). Znotraj vsake skupine, se različni tipi AGNjev razvrstijo glede na njihov izsev.

Približno 15 - 20% cete{1} AGNjev prištevamo med radijsko aktivne (radio-loud) izvore, kar pomeni, da je razmerje izsevov v radijskem območju (5 GHz) in v optičnem območju (v modri barvi) $F_5/F_B \geq 10$. Ta odstotek naraste na skoraj 50%, če primerjamo izseve v optičnem območju in območju žarkov X. Spektri radijsko aktivnih in radijsko neaktivnih AGNjev so zelo podobni predvsem v delu kontinuumskega spektra med infrardečimi valovnimi dolžinami in žarki X, ter za emisijske črte v optičnem in ultravioletnem delu spektra. Glede na značilnosti AGNjev v optičnem in UV delu spektra, lahko AGNje razdelimo med tri široke tipe:

Tip 1 AGNji tipa 1 imajo izrazit kontinuumski del spektra in močne široke emisijske črte, katerih izvor je vroč, hitro gibajoč se plin, predvidoma lociran zelo blizu centralne črne luknje. Med tistimi AGNji tipa 1, ki spadajo med radijsko neaktivne izvore, so *Seyfertove galaksije tipa 1* (Sey 1). Seyfertove galaksije so spiralne galaksije z zelo svetlimi in zgoščenimi jedri. Med drugo svetovno vojno jih je odkril Carl Seyfert. Sey 1 so šibki objekti in jih lahko opazimo, ko so relativno blizu, vidna pa je njihova okolišnja galaksija-galaksija gostiteljica (host galaxy).

Druga skupina AGNjev, ki spada v Tip 1, so svetlejši radijsko aktivni kvazarji (QSO). Te opazimo na tipično večjih oddaljenostih, zaradi česar njihova galaksija gostiteljica ponavadi ni vidna.

Radijsko aktivne AGNje tipa 1 imenujemo tudi *radijske galaksije s širokimi emisijskimi črtami* (Broad Line Radio Galaxy - BLRG), če gre za šibke objekte, oz. *radijsko aktivni kvazarji s strmim spektrom* (Steep Spectrum Radio Quasars - SSRQ) ali *radijsko aktivni kvazarji z ravnim spektrom* (Flat Spectrum Radio Quasars - FSRQ), če gre za svetlejšje objekte. Zadnja razdelitev temelji na obliki kontinuuma v radijskem delu spektra. Razen svetlosti ni bistvene razlike med Sey 1 in radijsko neaktivnimi kvazarji ali med BLRGji in radijsko aktivnimi kvazarji.

Tip 2 AGNji tipa 2 imajo šibek kontinuum, v njihovih spektrih pa so prisotne samo ozke emisijske črte. To lahko pomeni dvoje: da hitro gibajoč se plin v njih ni prisoten, ali pa ga zakriva debela plast materiala, ki absorbira svetlobo, ki jo ta plin oddaja. Med radijsko neaktivne izvore tipa 2 spadajo *Seyfertove galaksije tipa 2* (Sey 2), pa tudi galaksije z ozkimi emisijskimi črtami v območju žarkov X.

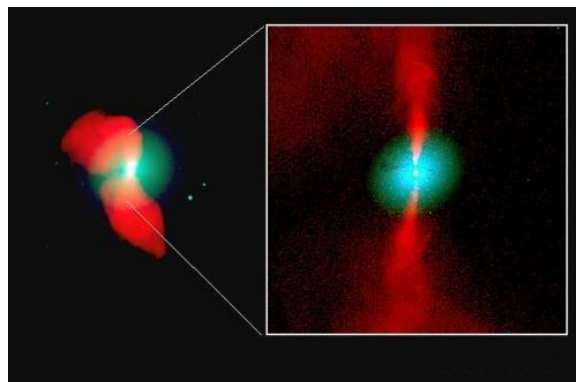
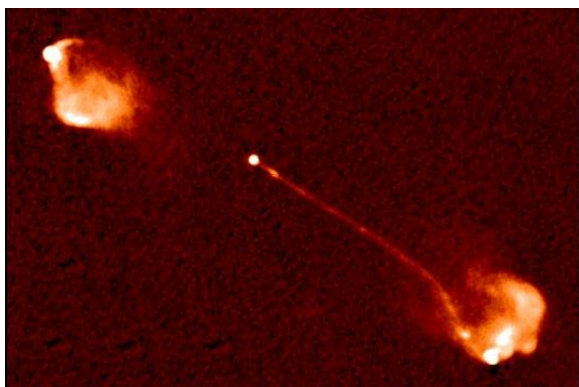
Radijsko aktivni AGNji tipa 2 nosijo oznako *radijske galaksije z ozkimi emisijskimi črtami* (Narrow Line Radio Galaxy NLRG). Ti objekti imao pogosto simetrične curke, ki se gibljejo vstran od jedra. Z oddaljenostjo od jedra pa pada tudi njihova svetlost.

Tip 0 Manjše število AGNjev ima nenavadne značilnosti v spektrih. Imenujemo jih Tip 0. Astronomi menijo, da je njihov kot naklon glede na nas zelo majhen. V ta tip spadajo objekti BL Kuščarice (BL Lac). Ti objekti nosijo ime po zvezdi podobnemu objektu, ki ga pod oznako BL najdemo v ozvezdju Kuščarice. To so radijsko aktivni izvori, brez močnih emisijskih ali absorpcijskih črt (tipična ekvivalentna širina je manjša od 0,5 nm).

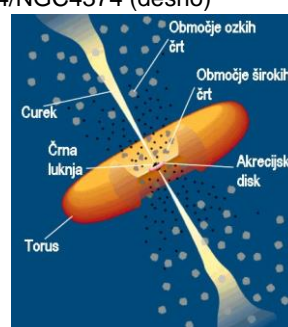
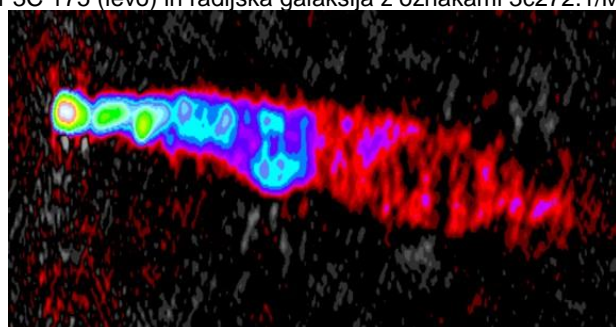
10% radijsko neaktivnih AGNjev pa ima zelo ozke emisijske črte v optičnem in UV delu spektra. Te poznamo pod oznako *kvazarji s širokimi absorpcijskimi črtami* (Broad Absorption Line - BAL).

Tabela: Klasifikacija aktivnih galaktičnih jedr

	Tip 1 (ozke črte)	Tip 2 (široke črte)	Tip 0 (Nenavadnosti)
Radijsko neaktivni	Sey 1	Sey 2	
		QSO	
Radijsko aktivni	NLRG	BLRG	BL Lac
		SSQR	
		FSQR	



Slika 1: Kvazar 3C 175 (levo) in radijska galaksija z oznakami 3c272.1/M84/NGC4374 (desno)



Slika 2: Curki snovi, ki oddajajo radijsko valovanje, izhajajo iz galaksije tipa Seyfert 1 z oznako 3C 120 in shematični prikaz strukture aktivnih galaktičnih jedr.

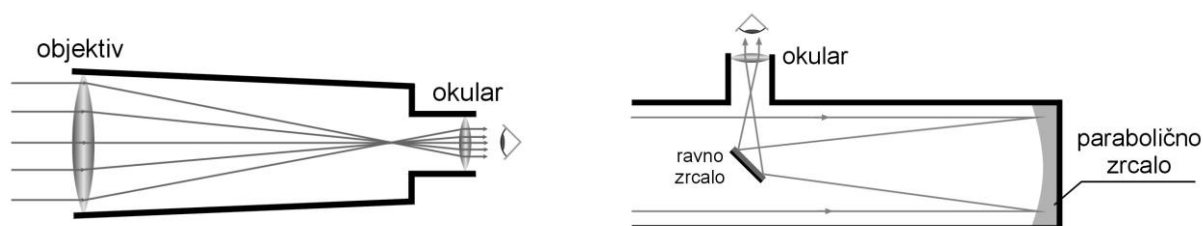
Literatura

- [1] Urry, Megan C., Padovani, Paolo: Unified Schemes for Radio-Loud Active Galactic Nuclei, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 107, No. 715, strani 803-845, september 1995
- [2] National Radio Astronomy Observatory <http://www.nrao.edu/imagegallery/php/level2.php?class=AGN>
- [3] Zwitter, Tomaž: Aktivna galaktična jedra, Spika, strani 62-65 februar 1996

OSNOVNE KARAKTERISTIKE TELESKOPOV

asist. mag. Vladimir GRUBELNIK in asist. Robert REPNIK
Pedagoška fakulteta Maribor, Oddelek za fiziko in
Astronomsko društvo Polaris

Teleskope lahko v splošnem delimo na refraktorje (lečni teleskopi) in reflektorje (zrcalni teleskopi) [2,3,4]. Lečni teleskopi ali refraktorji so znani kot dioptični sistemi s primarno lečo (objektiv), ki zbere svetlobo v gorišču, kjer nato skozi sekundarno lečo imenovano okular opazujemo sliko (slika 1). Zrcalni teleskopi ali reflektorji pa za zbiranje svetlobe uporabljajo primarno konkavno parabolično zrcalo in sekundarno ravno zrcalo, ki preusmeri svetlobne žarke skozi cev v gorišče, kjer nato skozi lečo imenovano okular opazujemo sliko (slika 1) [2,3,4].



Slika 1: Pot žarkov pri refraktorju (lečni teleskop) in pot žarkov pri reflektorju (zrcalni teleskop).

Vsaka od teh skupin vsebuje tudi več vrst teleskopov, ki imajo svoje prednosti in slabosti [2,3,4]. V splošnem velja za refraktorje, da dajejo ostro in kontrastno sliko. Zaradi praviloma manjšega premera objektiv (glede na reflektorje) so namenjeni predvsem za opazovanje svetlejših objektov kot so Sonce, Luna in Planeti. Praktično vsi veliki teleskopi (slika 2) pa so reflektorji, saj je njihova izdelava v primerjavi z refraktorji bistveno enostavnejša. Pri velikih lečah je namreč v primerjavi z zrcali veliko težje odpraviti napake zaradi deformacij in pri velikih lečah so izrazitejše tudi napake leč [4].

Absolutna odprtina teleskopa - zbiralna površina teleskopa

Kot prvo omenimo enega od pomembnejših faktorjev pri izbiri teleskopa. To je zbiralna površina teleskopa, ki je enaka površini primarne leče (objektiv) pri refraktorjih oziroma površini zrcala pri reflektorjih [2,3,4]. Osnovna naloga teleskopa je zbrati čim več svetlobe oddaljenih nebesnih teles, od katerih prihaja praviloma zelo šibka gostota svetlobnega toka (j). Da bi zbrali čimveč svetlobe, kar vpliva na svetlost, kontrast in ločljivost slike, potrebujemo torej teleskop s čim večjim premerom (D) zbiralne površine.

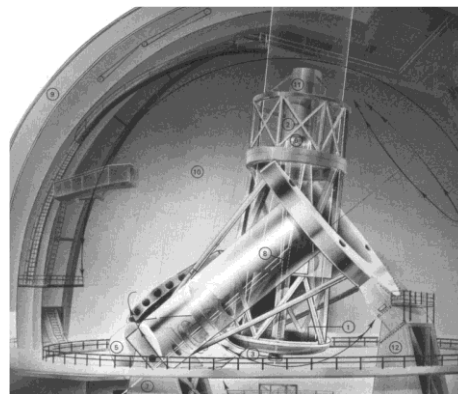
Leča oziroma zrcalo z enkrat večjim premerom zbere štirikrat več svetlobe:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} = \frac{(2d)^2}{d^2} = 4.$$

Zaradi izdelave teleskopov tujih proizvajalcev je premer zbiralne površine svetlobe (D) običajno podan v inčih ($1'' = 25,4 \text{ mm}$).

Zrcalo reflektorskega teleskopa s premerom $D = 8''$ (203 mm) v primerjavi s človeškim očesom ($D = 5 \text{ mm}$) zbere 1648 krat več svetlobe:

$$\frac{D_1^2}{D_2^2} = \frac{(203 \text{ mm})^2}{(5 \text{ mm})^2} = 1648$$



Slika 2: Halov reflektor na Palomarju v ZDA s premerom zrcala 508 cm.

Goriščna razdalja in goriščno razmerje

Goriščna razdalja teleskopa (f) je razdalja, ki jo opravi svetloba od primarne leče oziroma zrcala do točke, kjer se žarki zberejo. Običajno je podana v milimetrih.

Reflektorski teleskop s podatki $D = 8''$, $f = 2000$ mm ima torej parabolično zrcalo s premerom 203 mm in goriščno razdaljo 2 m.

Pogosto je namesto goriščne razdalje podana svetlobna moč teleskopa [4,5]:

$$\text{svetlobna moč teleskopa} = \frac{D}{f}.$$

Razmerje (D/f), ki določa svetlobno moč teleskopa imenujemo tudi *relativna odprtina* [2]. Večja relativna odprtina, da torej svetlejšo sliko. Zapomnimo si, da je osvetljenost slike sorazmerna s kvadratom relativne odprtine (D/f)², kar tudi opravičuje, da proizvajalci pogosto navajajo ta podatek. Obratno vrednost relativne odprtine imenujemo *zaslonka*:

$$\text{zaslonka} = \frac{f}{D},$$

ki jo še posebej poznamo pri fotoaparatih. Na teleskopih je ta vrednost zapisana v obliki *goriščnega razmerja* [4].

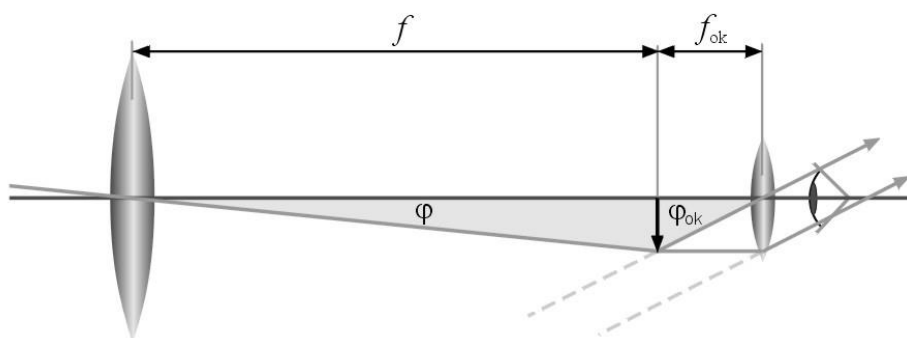
Reflektorski teleskop s podatki $D = 8''$ in $f/10$ (goriščno razmerje) ima parabolično zrcalo s premerom $D = 203$ mm in goriščem $f = 2030$ mm.

$$10 = \frac{f}{D}, \quad f = 10 \cdot D = 10 \cdot 203 \text{ mm} = 2030 \text{ mm}$$

Povečava teleskopa

Eden izmed manj pomembnih faktorjev pri izbiri teleskopa je povečava teleskopa [1-5]. Pri vizualnem opazovanju je povečava optičnih naprav povezana z zornim kotom, pod katerim vidimo telo s prostim očesom φ in zornim kotom, pod katerim vidimo sliko telesa v okularju φ_{ok} (slika 3). Za povečavo teleskopa dobimo preprosto povezavo, ki je kar razmerje med goriščno razdaljo objektivna teleskopa in okularjem:

$$M = \frac{\text{tg}(\varphi_{ok})}{\text{tg}(\varphi)} = \frac{f}{f_{ok}}.$$



Slika 3: Povečava teleskopa.

Kot lahko vidimo (slika 3), je povečava teleskopa odvisna tako od goriščne razdalje teleskopa (f) kot tudi od goriščne razdalje okularja (f_{ok}). Z zamenjavo okularja lahko torej spremenimo povečavo teleskopa. Z zmanjševanjem goriščne razdalje okularja, se povečava veča. Vendar z večanjem povečave postaja slika temnejša in nerazločna. Za svetlejšo in jasno sliko bi morali povečati tudi premer teleskopa (D). Kot bomo videli kasneje, je torej maksimalna uporabna povečava teleskopa odvisna od premera teleskopa (D).

Pri opazovanju s teleskopom z goriščno razdaljo $f = 2$ m in okularjem z goriščno razdaljo $f_{ok}=10$ mm dobimo 200 kratno povečavo.

$$M = \frac{f}{f_{ok}} = \frac{2000 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} = 200$$

Ločljivost in največja uporabna povečava

Ločljivost je zorni kot, pod katerim vidimo zvezdi, ki ju s teleskopom še razločimo. Ločljivost optičnih naprav je odvisna od valovne dolžine svetlobe (λ) in od premera odprtine (D), skozi katero prihajajo žarki [4]:

$$\varphi(\text{rad}) = \frac{1,22\lambda}{D}$$

Za vizualna opazovanja vzamemo valovno dolžino $\lambda=550$ nm (valovna dolžina rumenozelene svetlobe). Podobno kot vse optične naprave ima tudi oko določeno ločljivost. Ločljivost očesa je okrog ene ločne minute ($\varphi_{oko} = 1'$), saj z očmi ne moremo ločiti dveh teles, če sta narazen za manj kot ločno minuto. Povečava teleskopa torej ne sme presegati vrednosti, ki ločljivost teleskopa poveča na ločljivost človeškega očesa. Če opazujemo z večjimi povečavami, se sicer slika v okularju veča, vendar postaja nejasna.

Ločljivost reflektorskega teleskopa s premerom zrcala ($D = 8''$) znaša $\varphi = 0,7''$.

$$\varphi(\text{rad}) = \frac{1,22\lambda}{d} = \frac{1,22 \cdot 550 \cdot 10^{-6} \text{ mm}}{203 \text{ mm}} = 3,3 \cdot 10^{-6} \rightarrow \varphi = 0,7''$$

Kot smo lahko videli nam premer objektiva (D) določa ločljivost teleskopa in s tem posredno tudi največjo smiselno povečava teleskopa. Za približen izračun največje smiselne povečave velja:

$$M_{\max} = 2D [\text{mm}] .$$

Največja smiselna povečava teleskopa ($D = 8''$, $f = 2000$ mm) znaša $M_{\max} = 400$.

$$M_{\max} = 2 \cdot 203 \text{ mm} \approx 400 .$$

V tem primeru ($f=2000$ mm) ustreza 400 kratni povečavi okular z goriščno razdaljo:

$$f_{ok} = \frac{f}{M} = \frac{2000 \text{ mm}}{400} = 5 \text{ mm} .$$

Okularjev z manjšo goriščno razdaljo v tem primeru ni smiselno kupovati, saj bo slika nejasna.

Pri nakupu teleskopa moramo biti previdni, saj marsikje propagirajo poceni teleskope z majhnimi odprtinami in velikimi povečavami. Ob takšnem nakupu bo veselje trajalo le do prvega opazovanja.

Priporočljivo je, da je premer refraktorja vsaj 7,5 cm in premer reflektorja vsaj 15 cm.

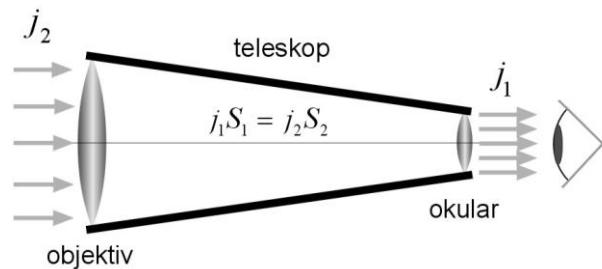
Mejna magnituda

Pred več kot 2000 leti je grški astronom Hiparh klasificiral zvezde po njihovi svetlosti. Najsvetlejše zvezde je razvrstil v prvi razred (1m – magnituda zvezde), za spoznanje temnejše v drugi (2 m) in tako naprej do šestega (6 m), v katerem so komajda še vidne zvezde [5]. V sredini 19. stoletja pa so astronomi natančno izmerili svetlost zvezd oziroma energijski tok svetlobe, ki prihaja od zvezde do naših oči oziroma detektorja. Ugotovili so, da je razlika v svetlobnem toku med najsvetlejšimi in najšibkejšimi zvezdami približno 100 [5]. Povezavo med magnitudo zvezde in gostoto svetlobnega toka lahko torej zapišemo kot:

$$\frac{j_1}{j_2} = 10^{-0.4(m_1 - m_2)}.$$

Svetlobni tok, ki prihaja od oddaljenega astronomskega objekta in vstopa skozi odprtino teleskopa ($S_1 = \pi D^2/4$), se skozi teleskop ohranja (slika 4). Torej lahko zapišemo:

$$j_1 S_1 = j_2 S_2.$$



Slika 4: Gostota svetlobnega toka skozi teleskop.

Razmerje med mejno gostoto svetlobnega toka, ki jo naše oko zazna skozi teleskop (j_2) in mejno gostoto svetlobnega toka, ki jo naše oko zazna brez teleskopa (j_1), lahko torej zapišemo kot::

$$\frac{j_1}{j_2} = \left(\frac{D}{d}\right)^2,$$

pri čemer je D premer objektiv in d premer zenice, ki znaša približno 5-7 mm.

V kolikor dobljeno enačbo vstavimo v enačbo za povezavo med magnitudo in gostoto energijskega toka dobimo:

$$\left(\frac{D}{d}\right)^2 = 10^{-0.4(m_1 - m)},$$

pri čemer je (m) mejna magnituda zvezd, ki jih še lahko opazimo skozi teleskop s premerom D in m_1 mejna magnituda očesa, ki znaša $m_1 = 6$ m (zelo dobri vidni pogoji).

V kolikor predpostavimo, da je premer zenice okoli 6 mm in enačbo nekoliko preuredimo, dobimo približni izraz za mejno magnitudo, ki velja seveda za zelo dobre vidne pogoje:

$$m \approx 2 + 5 \log D.$$

V tabeli je navedenih nekaj primerov mejnih vrednosti magnitud za teleskope z različnimi odprtinami.

Tabela: Mejna magnituda za različne premere objektiv.

D (mm)	30	50	70	100	150	200	250	1000	2000	5000
mejna magnituda	9,4	10,5	11,2	12	12,9	13,5	14,0	17	18,5	20,5

Literatura

slike: Vladimir Grubelnik

[1] M. Prosen, Astronomska opazovanja, presek 5, 1977-78, DMFA, Ljubljana 1979

[2] M. Rigutti, Naravoslovni atlas, Astronomija, Mladinska knjiga, Ljubljana 1996

[3] P. Moore, Atlas vesolja, Mladinska knjiga, Ljubljana 1999

[4] <http://www.celestron.com/tb-trms.htm>

[5] <http://www.kvarkadabra.net/?/vprasanja/vprasanja.htm>

e-mail: vlado.grubelnik@uni-mb.si, robert.repnik@uni-mb.si

RAZDALJE V ASTRONOMIJI

asist. Robert REPNIK asist. in mag. Vladimir GRUBELNIK
Pedagoška fakulteta Maribor, Oddelek za fiziko, Astronomsko društvo Polaris
in Univerzitetni observatorij Pedagoške fakultete Maribor

Nekega jasnega poletnega večera sva se s starejšim gospodom Jurijem pred njegovo prijetno in skromno hiško pogovarjala o njegovem bratu, ki baje živi v Avstraliji. Po daljšem premisleku gospod Jurij pravi: »Hm, ta Avstralija pa mora biti daleč. Še dlje od Lune!«

Zamišljeno vprašam: »Zakaj tako mislite, gospod Jurij?«

On odvrne: »Poglej, Luno vidim skoraj vsak večer izpred te moje hiške, Avstralije pa nisem še nikoli!«

(resničen dogodek, pripomba avtorjev: gospod Jurij je bil do konca svojega življenja poln humorja)

Osnovne enote

Ljudje živimo v neumirjenem, vendar umerjenem svetu. Živimo v svetu dimenzij, ki nam jih narekuje življenje. Že v zgodovini je človek meril sebe, svojo okolico, zemljo, ki jo je obdeloval, poti, ki jih je prehodil ali prejezdil, prevozil ali preletel. Vedno ga je zanimala informacija o tem, kje se nahaja. In če se je premikal, kam je prišel ter kako daleč.

Vselej je razdalje primerjal z njemu znanimi količinami: palec, dlan, čevelj, korak, ... , in si sestavljal razne površinske in prostorninske enote, izpeljal si je enote za merjenje kotov [1] in podobno. Zaradi slabega pretoka informacij so na različnih koncih sveta posledično nastajale različne enote. Posledice tega čutimo še danes, tudi v astronomiji: trčenje ameriške sonde Mars Polar Lander z maso okoli 3500 kg na Marsovo polarno kapo zaradi hkratnega računanja z miljami in kilometri. V tej zmedi je bilo potrebno potegniti črto, zato sta bila leta 1799 v Franciji sprejeta meter (m) in kilogram (kg) kot osnovni enoti za merjenje dolžine in mase [2]. Na 11. generalni konferenci 1960 pa je bil sprejet mednarodni sestav enot SI, katerega je podpisalo precej držav, a še vedno ne vse. Tako je v tem sistemu za merjenje razdalj določena torej osnovna enota meter. Natančnost definiranja te enote s 40 milijontim delom ekvatorskega obsega Zemlje, s prametrom iz Muzeja v Sevresu pri Parizu [3], s številom 1650763,73 valovnih dolžin oranžne svetlobe, ki jo sevajo atomi kriptona Kr^{86} [3] pa je že druga zgodba. Seveda se potem naša pot odkrivanja merjenja dimenzij razdvoji, in sicer proti vse manjšemu (mili, mikro, nano...) ter proti vse večjemu (kilo, mega, giga...).

Tudi majhne dimenzije se v svetu »astronomskih« dimenzij, v astronomiji, predvsem pa v astrofiziki pogosto pojavljajo. Saj kot pravijo Francozi: »*Les extremes se touchent*« ali skrajnosti se dotikajo. Za razumevanje dogajanja v tako velikih objektih, kot so različne vrste zvezd, je potrebno poznati tudi majhne dimenzije molekul, atomov ali celo nukleonov ter vpliv delovanja zelo močnih sil na majhnih razdaljah med temi delci.

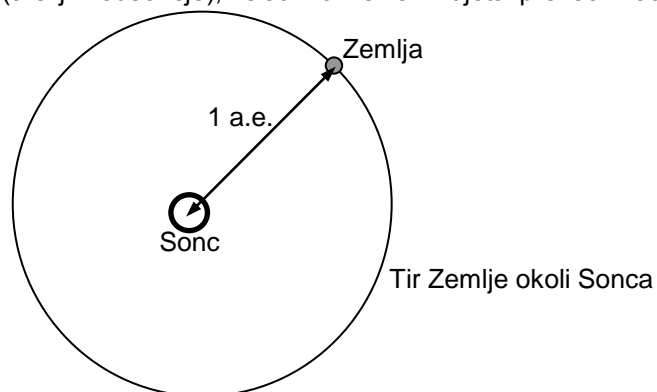
V tem prispevku pa bomo odkorakali v drugo smer, proti vse večjemu. Za opisovanje razdalj torej vedno uporabljamo v smislu primerjave nam znano enoto. Informacija o razdalji torej vsebuje številko in enoto. Pravimo, da je recimo kilometer 1000 metrov, torej neko veliko število ene manjše, predstavljuje in poznane enote. Ta način pa v astronomiji izgubi smisel, saj so številke pred enoto enostavno prevelike. Popolnoma korektni, a težko predstavljevijo so v osnovnih enotah zapisani podatki za razdalje med Zemljo in Luno $d_{Z-L} = 3,8 \cdot 10^8 \text{ m}$, med Zemljo in Soncem $d_{Z-S} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ ali razdalja med Soncem in najbližjo zvezdo Proximo Kentavro $d_{S-PrOX CENT} = 3,99 \cdot 10^{16} \text{ m}$.

Zaradi boljše predstave smo si morali predvsem v astronomiji postaviti nove, večje enote tako, da je pri zapisu iste razdalje številka manjša na račun uporabljene večje enote. Na primer, zapišimo kilometer enkrat v metrih, drugič v milimetrih: $1 \text{ km} = 1000 \text{ m} = 1000000 \text{ mm}$. Vidimo, da je v zapisu za isto razdaljo številka pred večjo enoto manjša.

Astronomska enota

Te novo uporabljene enote pa so seveda spet različne. Odvisno od tega, o kateri velikostni skali se pogovarjamo. Za merjenje razdalj znotraj Sončnega sistema tako uporabljamo drugo razdaljo kot pri ocenjevanju razdalj med galaksijami. Mi se bomo postopno oddaljili z naše Zemlje ter pri tem opisovali vse večje dimenzije z vse večjimi enotami.

Za planete vemo, da »krožijo« okoli Sonca v elipsah, ki pa so precej podobne krožnicam, Sonce je v enem izmed obeh gorišč. Tako se razdalja med planetom in Soncem v trenutku, ko sta si najbližje (perihelij - perisončje) in trenutkom, ko sta si najdlje (afelij - odsončje), relativno ne razlikujeta preveč. Zato lahko govorimo o povprečni oddaljenosti med planetom in Soncem. O tem bi bilo nesmiselno govoriti pri večini kometov, saj so njihove elipse zelo sploščene (imajo veliko ekscentričnost ϵ) in se zato komet Soncu enkrat zelo približa, drugič pa je od te zvezde zelo oddaljen. Tako je povprečna razdalja med Soncem in našim planetom, Zemljo, $d_{z-s} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$. Za



Slika 1: Povprečna razdalja med Zemljo in Soncem je definirana kot 1 astronomska enota (1 a.e.).

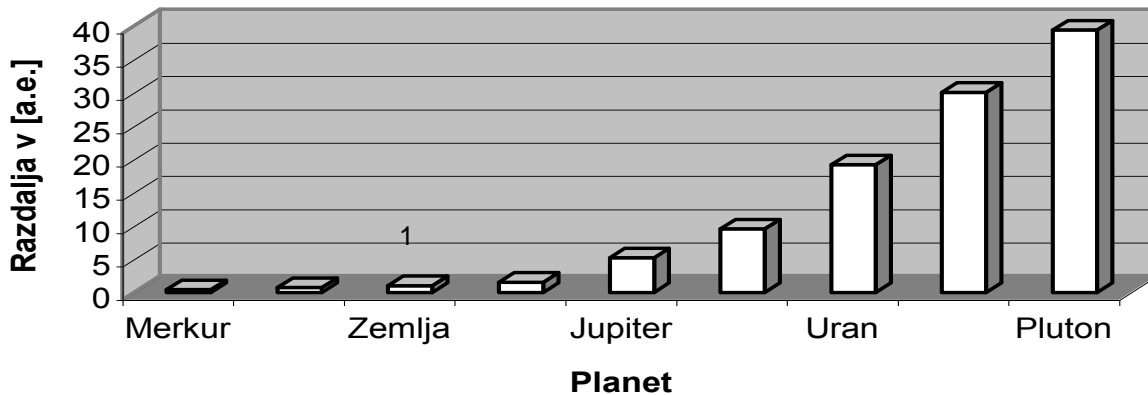
lažjo predstavo smo to razdaljo poimenovali »astronomska enota«, ali krajše a.e., ter z njo opisujemo razdalje med planeti našega osončja in Soncem (slika 1).

Bralec lahko sam preveri (graf, tabela 1), kateri zapis podatka povprečnih razdalj med planeti Sončnega sistema in Soncem [5], zapisan v metrih in v astronomskih enotah, je nazornejši.

Tabela 1: Povprečna razdalja med Soncem in planeti v [m] in [a.e.].

Razdalja med Soncem in planetom:	razdalja, zapisana v [m]	razdalja, zapisana v [a.e.]
Merkur	$5,8 \cdot 10^{10}$	0,39
Venera	$1,082 \cdot 10^{11}$	0,723
Zemlja	$1,49596 \cdot 10^{11}$	1
Mars	$2,2794 \cdot 10^{11}$	1,5237
Jupiter	$7,783 \cdot 10^{11}$	5,202
Saturn	$1,427 \cdot 10^{12}$	9,539
Uran	$2,8696 \cdot 10^{12}$	19,182
Neptun	$4,497 \cdot 10^{12}$	30,06
Pluton	$5,9 \cdot 10^{12}$	39,4

Razdalje med Soncem in planeti v a.e.



Svetlobne razdalje

Za hitrost svetlobe v vakuumu vemo, da je konstantna in znaša $c=3 \cdot 10^8$ m/s. To je največja možna dosegljiva hitrost. Hitrost svetlobe v snovi je kvečjemu manjša. V vesolju pa je tako ali tako pretežno vakuum in svetloba tako potuje s svojo največjo možno hitrostjo. Hitrost svetlobe v vakuumu je tolikšna, da če bi potoval žarek okoli Zemljinega ekvatorja, bi planet obkrožil v eni sekundi 7,5 krat. Približno s to hitrostjo potuje tudi signal pri telefonskem pogovoru, zato ne čutimo zamika niti pri medcelinskih pogovorih. Astronomska enota, kot smo videli, je zelo pripravna za opisovanje razdalj znotraj Sončevega sistema. Na večji dimenzijski skali pa je neuporabna. Tam začnemo uporabljati pridevnik »svetlobna« in enoto za čas (sekunda, minuta,... ali celo leto). Iz prvih ur pouka fizike se verjetno vsi spomnimo relacije med potjo (s), hitrostjo (v) in časom (t): $s = v \cdot t$. Za merjenje razdalj bi lahko uporabili tudi to enačbo, če bi le imeli nekaj, kar se giblje s konstantno hitrostjo. Recimo, imamo avto, ki res vedno vozi s 100 km/h. Takoj vidimo, da v eni uri prevozi ravno 100 km, v dveh urah 200 km, ... Torej sta dva kraja, med seboj oddaljena 500 km, za ta avto »pet ur« narazen, saj bi naš avtomobil za to pot potreboval natanko 5 ur. In če sedaj namesto konstantne hitrosti avtomobila, ki zdaleč ne bi zadoščala za opisovanje razdalj v astronomiji, uporabimo konstantno hitrost svetlobe, lahko razdaljo med Zemljo in Soncem zapišemo kot 500 svetlobnih sekund. Ali drugače, nekaj več kot 8 svetlobnih minut. Od Lune odbita sončeva svetloba potrebuje od našega naravnega satelita do naših oči dobro sekundo, torej je razdalja med Zemljo in Luno nekaj več kot 1 sv. sekunda. Te podatke pa si vsekakor lažje zapomnimo, kakor zapis razdalj v osnovni enoti (metru), kjer nastopajo precejšnji eksponenti.

Seveda lahko uporabljamo najrazličnejše »svetlobne« časovne enote, vendar je v praksi najpogostejša za opisovanje razdalj do zvezd svetlobno leto (ali krajše: sv. l.). To je razdalja, ki jo svetloba v vakuumu prepotuje v času enega leta in znaša $1 \text{ sv. l.} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$. To je približno 63000 a.e.. Vidimo, da smo res prisiljeni uporabiti na vsaki naslednji velikostni stopnji drugo novo enoto, saj bi razdalja do nam najbližje zvezde Proxima Kentavra merila 266000 a.e. ali $4,22 \pm 0,01 \text{ sv.l.}$, svetloba s te zvezde do nas potuje torej celo nekaj več kot 4 leta.

PARSEK

Vendar tudi sv. l. ni zadosti velika enota. Astronomi so zato določili še eno večjo, imenovano parsek. Razlaga te enote je malenkost bolj zahtevna. Za razumevanje moramo najprej razložiti merilno metodo, imenovano paralaksa. Bralec lahko za razumevanje napravi preprost poskus. Postavimo se s hrbtom k steni ob zid v sobi in pred oči v iztegnjeni roki dvignimo pisalo. Pisalo predstavlja bližnjo zvezdo, katere položaj se navidezno zaradi kroženja Zemlje okoli Sonca spreminja glede na zelo oddaljene zvezde, ki jih predstavlja zid na nasprotni strani sobe.

Poskus napravimo tako, da se ne premikamo. V iztegnjeni roki torej držimo pisalo ter ga opazujemo le z enim očesom, z drugim pa mižimo. Ne da bi premaknili roko s pisalom, ga sedaj opazujemo z drugim očesom. Zdi se nam, da se je pisalo glede na oddaljen zid premaknilo. Sedaj lahko hitreje menjamo oko opazovanja, da je ta premik še bolj očiten. Vidimo lahko tudi, da je navidezen premik tem večji, čim bližje očem je pisalo – skrčimo roko s pisalom, če je bila prej iztegnjena. Ta premik merimo v kotih. Kaj pa

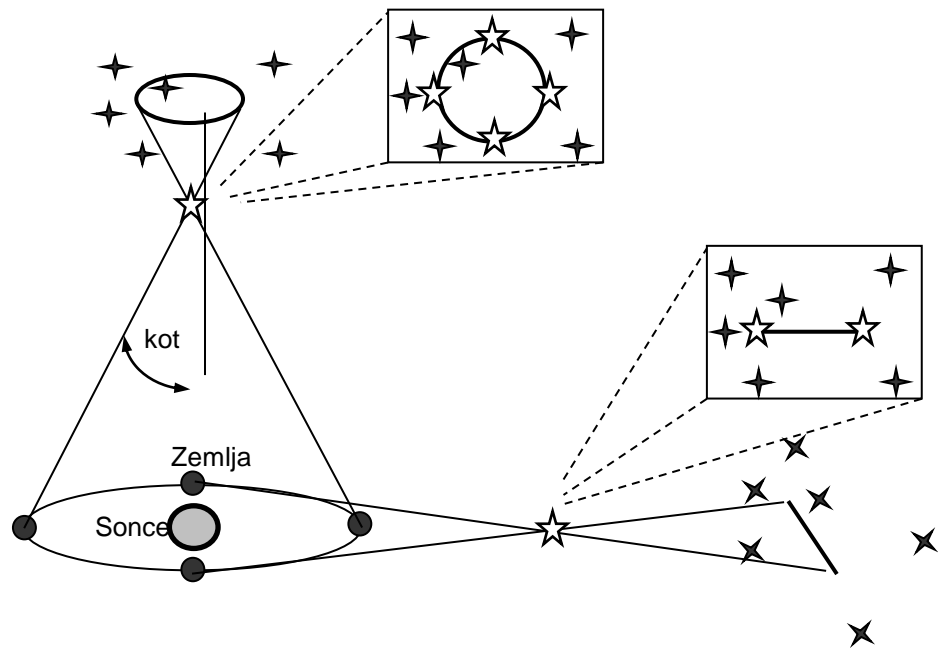
predstavlja gledanje enkrat z levim, drugič z desnim očesom? Zemlja kroži okoli Sonca in če mi recimo pomladi opazujemo položaj neke bližnje zvezde na zelo oddaljenem zvezdnem ozadju ter isto zvezdo opazujemo čez pol leta, torej jeseni, se je njen položaj spremenil (slika 2).

Nova enota, 1 parsek, krajše 1 pc, je definiran kot razdalja, na kateri bi bila paralaksa zvezde eno kotno sekundo. Upoštevati moramo polovico daljše polosi navideznega tira elipse (slika 2 zgoraj) ali polovico daljice (slika 2 desno).

Kot mora torej znašati $1/3600$ kotne stopinje.

Pri tej paralaksi bi bila zvezda od nas oddaljena natanko 3,26 sv. l. ali $3,08 \cdot 10^{16}$ m. Pod tem kotom bi videli razgrnjen časopis (približno 0,5 m) na plaži v Portorožu z vrha Triglava, z razdalje okoli 100 km. Hubblov teleskop loči celo objekte katerih medsebojni kot znaša 0,1 kotne sekunde.

Povedano drugače, en parsek je približno 200 000 kratnik astronomske enote, še vedno pa je manj kot do naše najbližje zvezde. Zatorej znašajo razdalje nam bližnjih zvezd, ki jih lahko merimo z metodo paralakse, nekje do velikostnega reda 100 sv. l..



Slika 2: Paralaksa je navidezen premik bližnje zvezde za določen kot na ozadju zelo oddaljenih zvezd.

Tipične razsežnosti objektov

Tipične razsežnosti večjih objektov, ki jih opazujemo na nebu, pa so pri razsutih kopicah od nekaj do nekaj deset sv. l., pri kroglastih kopicah od nekaj deset do nekaj sto sv. l., pri galaksijah od nekaj 10 000 sv. l. do nekaj 100 000 sv. l. v premeru, Andromedina galaksija je od naše oddaljena 2,6 milijona sv. l., območje naše Lokalne jate galaksij (Mlečna cesta, Andromedina galaksija in nekaj satelitskih galaksij, med njimi Veliki in Mali Magellanov oblak) je približno dvakrat tolikšno, jate galaksij se združujejo v superjate. Naša Lokalna superjata, ki ima center v jati v Devici, je sorazmerno majhna, le okoli 15 milijonov pc, največje superjate se raztezajo celo 100 milijonov pc daleč. Rob vidnega vesolja se nahaja približno 7 milijard pc daleč ali $2 \cdot 10^{20}$ m.

V astronomiji na največjih skalah uporabljamo tako enote sv. l. kakor tudi pc, saj njuno razmerje le 3,26. Za lažjo primerjavo med omenjenimi enotami je dodana tabela 2.

Tabela 2: Primerjava velikosti enot za merjenje razdalj v astronomiji.

enota	okrajšava	razdalja [pc]	razdalja [sv. l.]	razdalja [a.e.]	razdalja [m]
astronomska enota	1 a.e.	$4,87 \cdot 10^{-6}$	$1,58 \cdot 10^{-5}$	1	$1,5 \cdot 10^{11}$
svetlobno leto	1 sv. l.	0,306	1	63 066	$9,46 \cdot 10^{15}$
parsek	1 pc	1	3,26	205 600	$3,08 \cdot 10^{16}$

Zaključek

Osnovna enota za merjenje dolžine je seveda meter. Zakaj? Izbrana je bila tako, da z njo lahko izmerimo (primerjamo) kar največ razdalj iz okolja, v katerem živimo. Seveda pa se je izkazalo, da ni najprimernejša za merjenje razdalj med objekti v vesolju in njihovih razsežnosti, kajti enota meter je enostavno premajhna. Tako je potreba po večjih enotah v zgodovini narekovala uvedbo enot a.e. (astronomska enota), sv. l. (svetlobno leto) in pc (parsek). Morda se bo kdaj ponovno pojavila potreba po še večji enoti, kdo ve.

Sedaj sem se pa jaz zamislil: »Hm, le kaj bi na vse to dejal naš gospod Jurij, če bi še bil med nami?«

Literatura

slike: R. Repnik

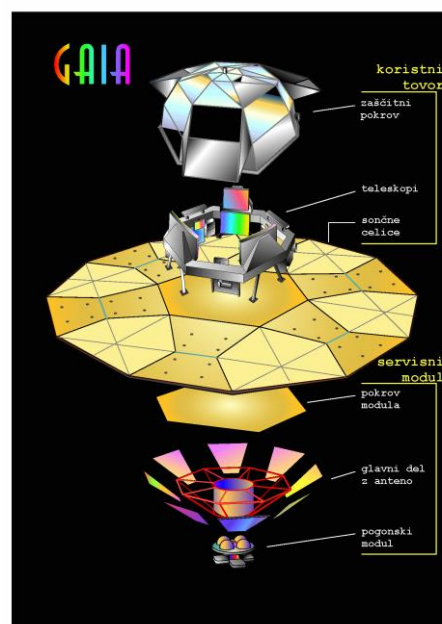
1. R. Repnik, Astronomi v Kmici: tretjič, Preproste vaje iz astronomije, AD Kmica, str.13-17, 2000
2. B. Kraut, Strojniški priročnik, Tehnička knjiga Zagreb, Zagreb, 1987
3. R. Kladnik, Pot k maturi iz fizike, fizika za srednješolce, DZS, Ljubljana, 1996
4. <http://www.anzwers.org/free/universe/nearstar.html>
5. M. Krušič, Nebo in zvezde, Mladinska knjiga, str. 25, Ljubljana, 1983

GAIA-VESOLJSKO PLOVILO ZA RAZISKAVE NAŠE GALAKSIJE

prof. dr. Tomaž ZVITTER, FMF; Univerza v Ljubljani

Objekti v vesolju so zelo daleč, zato se zdijo kot pripeti na ploski nebesni svod. V resnici so zelo različno oddaljeni od Zemlje in se gibljejo v različnih smereh, vendar je iz opazovanj tako tridimenzionalno predstaviti težko izluščiti. In če ne vemo, kako daleč je določena zvezda, ne vemo niti, kako svetla ali kako velika je v resnici. V zadnjem desetletju so naše poznavanje razdalj v vesolju bistveno izpopolnile meritve satelita Hipparcos Evropske vesoljske agencije. Ob koncu tega desetletja bo ista agencija izstrelila satelit GAIA, ki bo izdelal natančno tridimenzionalno sliko naše Galaksije in gibanj v njej. Tako bomo lahko med drugim ugotovili, kako je naša Galaksija nastala, izpopolnili svoje poznavanje razvoja zvezd, mimogrede pa opazovali še stotisoč izbruhov supernov onkraj naše galaksije, 500 tisoč kvazarjev, odkrili kak milijon novih majhnih asteroidov v našem Osončju in približno 10 milijonov doslej nepoznatih dvojnih zvezd ter 30 tisoč planetov zunaj našega Osončja. Končno bo gravitacijsko polje Sonca in planetov vplivalo na merjen položaj zvezd. To napoved Einsteinove splošne teorije relativnosti bo mogoče preveriti najnatančneje doslej. V nadaljevanju opisujemo, kako bo mogoče te cilje doseči, ter na kratko opišemo sodelovanje slovenskih astronomov pri tem ambicioznem projektu.

Ko v vsakdanjem življenju ocenjujemo razdaljo, si pomagamo s stereoskopskim gledanjem. Sliki, ki ju dasta levo in desno oko, nista povsem enaki, iz spremembe smeri proti opazovanemu predmetu pa lahko ocenimo razdaljo. Ko je oddaljenost prevelika, tridimenzionalnost predstave izgine, saj je razmik med očesoma premajhen. Za uspeh mora biti premik gledišča večji, premaknemo se denimo za nekaj metrov. Pomaga tudi, če namesto očesa uporabimo točnejšo napravo za merjenje smeri. Razdalje v vesolju so izjemno velike. Zato moramo uporabiti kar največji premik gledišča in drobno spremembo smeri proti zvezdi izmeriti čimbolj natančno. Če opazujemo v polletnem razmaku, ko je Sonce pod pravim kotom glede na opazovano zvezdo, se naše gledišče premakne za premer Zemljinega tira okrog Sonca, to je 300

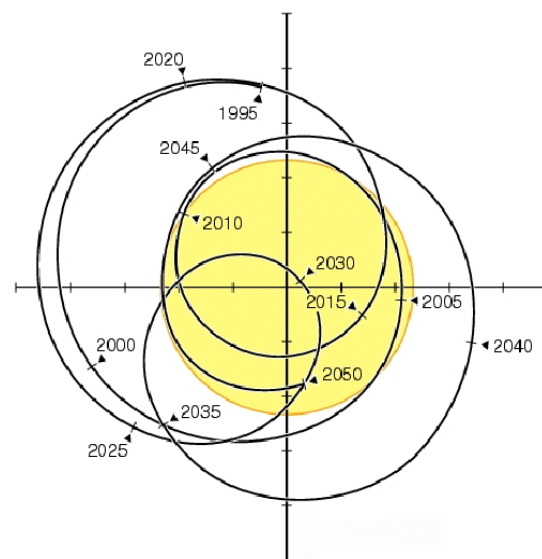


milijonov km. To ni malo, še vedno pa mnogo manj od razdalje do zvezd. Celo najbližja zvezda za Soncem je več kot 100 tisočkrat dlje. Odločilno je torej točno merjenje smeri proti zvezdi. Opisana metoda trigonometrične paralakse je doživela prvi uspeh že pred 163 leti, ko je Bessel izmeril razdaljo do zvezde 61 Laboda. Še danes je glavna ovira pri opazovanju z zemeljskega površja naše stalno gibajoče se ozračje, ki povzroča migotanje zvezd in s tem omejuje točnost meritve. Napake so večje od stotinke ločne sekunde, kar omejuje smiselne meritve razdalje na zvezde bližje od sto svetlobnih let. Če vemo, da je do središča Galaksije blizu 30 tisoč svetlobnih let, je jasno, da lahko merimo le zvezde v neposredni Sončevi okolici.

Astrofiziki so razvili tudi druge metode za merjenje razdalj. Za posebne vrste objektov je namreč mogoče sklepati o njihovem dejanskem siju ali velikosti, nato pa iz opazovane gostote svetlobnega toka ali kotne velikosti izračunati razdaljo. Žal je takih posebnih objektov malo, posledično pa je razdalja do zelo oddaljenih objektov izmerjena preko cele lestvice umeritev različnih metod, kar zmanjšuje končno natančnost. Obetavna možnost je, da pri metodi trigonometrične paralakse točneje izmerimo spremembo smeri. To lahko naredimo le nad migetajočo Zemljino atmosfero. Satelit Hipparcos Evropske vesoljske agencije je v prvi polovici devetdesetih let natančno meril kote med pari 100 tisoč najsvetlejših zvezd. Natančnost tisočink ločne sekunde je pomenila, da danes poznamo razdalje do vseh svetlih zvezd bližjih od približno 600 svetlobnih let. Posledično so se zmanjšale tudi napake umeritev ostalih metod merjenja razdalj. Tako se je denimo velikost celotnega vesolja "zmanjšala" za desetino.

Uspeh satelita Hipparcos je spodbudil pripravo naslednje, bolj ambiciozne vesoljske misije. GAIA, imenovana po grški boginji Zemlje, bo podrla vse rekorde. Smeri bo merila s tipično napako vsega deset milijonink ločne sekunde. To ustreza debelini človeškega lasu na razdalji 1000 km. Taka natančnost bo omogočila določanje oddaljenosti vse tja do središča naše Galaksije. V nasprotju s Hipparcosom, ki je lahko opazoval le svetle objekte, vsega stokrat temnejše od meje zaznave s prostim očesom, bo misija GAIA izmerila vse zvezde do 20. magnitude, torej tudi tiste, ki so milijonkrat pretemne za gledanje s prostim očesom. In teh zvezd je približno milijarda. Vsaka od zvezd bo opazovana v petnajstih izbranih barvnih filterih, kar bo razkrilo njeno površinsko temperaturo ter zgoščenost in okvirno kemijsko sestavo njene atmosfere. Končno bodo spektrografske meritve omogočile meritev radialne hitrosti in kemijske zastopanosti posameznih elementov. Merjenje razdalj bo zgradilo tridimenzionalno sliko naše Galaksije, izmerjeni vektorji hitrosti za desetine milijonov zvezd pa tudi kinematično sliko tokov zvezd v galaktičnem disku in še posebej haloju. Ker imajo zvezde z majhno maso zelo dolg življenjski cikel, ki je daljši od starosti vesolja, so tiste, ki so nastale, ko se je rodila Galaksija, še vedno tu. Torej bo popolna prostorsko-kinematična slika omogočila razvozlati tudi scenarij nastanka Galaksije, kar ima neposredne posledice tudi za razumevanje vesolja kot celote.

Podobno kot pri misiji Hipparcos se bo tudi satelit GAIA zavrtel okrog svoje osi v treh urah. Trije teleskopi na satelitu GAIA bodo zato neprenehoma drseli po nebesnem svodu. Zabeležili bodo smer proti vsaki zvezdi, ki se bo premikala preko goriščne ravnine satelita. Obenem bo os satelita počasi precedirala v prostoru, tako da bo satelit sčasoma pokril vse nebo. V povprečju bo vsak od treh teleskopov (dva za merjenje paralakse in en spektroskopski) posamezno zvezdo med petletnim opazovanjem opazoval 150-krat. Zaradi zahtevane izjemne točnosti merjenja smeri se bo treba izogniti spreminjanju temperature satelita in posledičnemu raztezanju ali krčenju posameznih delov. Tako ne bo mogoče opazovati iz lahko dostopnega tira v bližini Zemlje, saj se tam temperatura zaradi periodičnega vstopanja v Zemljino senco in spremenljive osvetlitve z Lune stalno spreminja. Težave bo rešila namestitvev v bližino tako imenovane druge Lagrangeove točke sistema Zemlja-Sonca, ki leži 1,5 milijona km od Zemlje v smeri proč od Sonca. Ker se tak tir izogne Zemljini senci, Zemlja in Luna pa proti njej gledata z neosvetljeno stranjo, je mogoče temperaturo stabilizirati na 10 mikro Kelvinov. 3200 kg težak satelit bodo izstrelili z evropsko raketo Ariane 5, poseben problem pa predstavlja zajemanje in prenos podatkov. Svetlobo bodo beležili z blizu 1000 čipi CCD, mozaično nanizanimi v goriščnih ravninah teleskopov. Na Zemljo ne bodo prenašali



celotnih CCD posnetkov, ampak le dele s slikami zvezd. Vseeno bodo morali z Zemljo na razdalji preko milijon kilometrov vzpostaviti zvezo s hitrostjo 1 Mbit/s. Milijarda opazovanih zvezd pomeni tudi izjemno veliko število zajetih podatkov. V petletni misiji se jih bo nabralo za 20 tera-bytov. Problem ne bo toliko spominski prostor, kot zahtevane hitrosti računalnikov za sprotno obdelavo tako velike podatkovne baze. Ocenjujejo, da bo zato potrebnih 10 milijonov bilijonov operacij z realnimi števili.

Meritve misije GAIA bodo bistveno izboljšale naše poznavanje fizike zvezd. Najpopolnejše bodo meritve za prekrivalne dvojne zvezde. To so zvezdni pari, kjer zvezdi krožita okoli skupnega težišča, obenem pa izmenoma prekrivata druga drugo. Za zvezde v takih parih je mogoče izmeriti temperaturo, kemijsko sestavo, velikost in tudi maso. Prav slednja pa je odločilna pri teoretičnih izračunih zgradbe in razvoja zvezd. Pred Hipparcosom smo poznali nekaj sto takih zvezdnih parov, Hipparcos jih je dodal še tisoč, GAIA pa jih bo odkrila približno 10 milijonov. V mnogih od teh parov bodo tudi temne zvezde z majhno maso ali take, ki komaj nastajajo. Da bi ugotovili možnosti GAIA na tem področju, smo se povezali s kolegi z Astronomskega observatorija v Padovi. Iz opazovanj satelita Hipparcos smo izbrali vrsto značilnih prekrivalnih dvojnic in jim dodali spektroskopska opazovanja na observatoriju v Asiagu v Italiji. Tako zbrani opazovalni podatki so podobni tistim, ki jih bo beležila misija GAIA. Rezultati kažejo, da bodo meritve satelita GAIA izjemno natančne. Maso zvezd v paru bo denimo mogoče določiti z napako vsega en odstotek. Če vemo, da smo do pred nekaj leti poznali tako natančne vrednosti mase le za deset zvezd lažjih od Sonca, je potencial misije GAIA očiten. Rezultate smo dodatno preverili s fotometričnimi meritvami na observatoriju na Črnem Vrhu nad Idrijo. Za potrebe optimizacije spektroskopskega teleskopa na bodočem satelitu smo izdelali tudi preliminarno mrežo teoretičnih izračunov spektrov zvezd različnih tipov. Analiza je pokazala, da bo iz spektroskopskih meritev mogoče sklepati tudi na podrobno kemijsko sestavo zvezdnih atmosfer. Taka meritev precej prispeva k razvoju zvezdne astrofizike, saj je zvezdna površina iz snovi, iz katere je zvezda nastala, mešanje z nižje ležečimi plastmi pa jo lahko tudi obogati s produkti jedrskih reakcij v zvezdni notranjosti.

Lanskega oktobra je Evropska vesoljska agencija dokončno potrdila financiranje gradnje in izstrelitve satelita. Podrobna opredelitev raziskovalnih ciljev in določitev, kako jih doseči, ostaja v domeni kolaboracij znanstvenikov financiranih iz nacionalnih virov. Za pripravo spektroskopskih opazovanj, pri kateri sodelujemo, je značilna uporabnost, ki presega ozko planiranje bodoče misije. Zgoraj opisane meritve prekrivalnih dvojnic, ali utemeljevanje spektroskopske analize v doslej redko uporabljeni infrardeči svetlobi, so rezultati, ki so pomembni tudi, če misije GAIA ne bi bilo. Seveda pa bo astrofizika kot veda po letu 2015, ko bo misija končana, drugačna, kot je danes. Baza z rezultati njenih opazovanj bo standardna referenca za prihodnja desetletja. V skladu z astronomsko tradicijo bodo podatki javni in na voljo brez plačila. Seveda pa bodo najpomembnejše zaključke lahko potegnili tisti, ki bodo imeli izkušnje z njihovo pripravo.

XPLNS

**doc. dr. Renato LUKAČ, Gimnazija Murska Sobota
in AD Kmica Murska Sobota**

O Linuxu, prosto dostopnem Unixu podobnem operacijskem sistemu, in njegovi možnosti uporabe tudi v astronomiji smo že pisali [1]. Preden se lotimo podrobnejšega opisa enega izmed koristnih programov za astronomijo za Linux, velja omeniti, da je poslovenjeno celotno grafično namizje KDE, brskalnik Mozilla in pisarniški paket Open Office. S tem imamo na razpolago celovito informacijsko tehnologijo s komunikacijskim vmesnikom v slovenskem jeziku, ki je povrh še brezplačna.

To pot sem bomo posvetili programskemu izdelku Xplns podjetja AstroArts/osam-a, kateri je za operacijski sistem Linux prosto dosegljiv z domače strani podjetja [2]. Z njim lahko med drugim reproduciramo zvezdno nebo v preteklosti in prihodnosti, izračunamo zelo natančno koordinate mnogih nebesnih teles in sledimo njihovem gibanju, določimo čas vzhoda in zahoda objektov. Xplns lahko uporabimo za pripravo na opazovanje in za napovedovanje zanimivih astronomskih dogodkov.

Nastavimo lahko datum in čas ter koordinate kraja opazovanja, kjer je med že definiranimi tudi Ljubljana, sami pa lahko dodamo podatke za poljuben kraj. Časovni korak je možno navezati na realni sistemski čas računalnika ali nastaviti na poljubno vrednost. Pri vključenem sledenju spuščajo objekti na ekranu za sabo sledi in v kombinaciji s predvajanjem, ki uporablja že omenjen časovni korak, dobimo prav zanimive

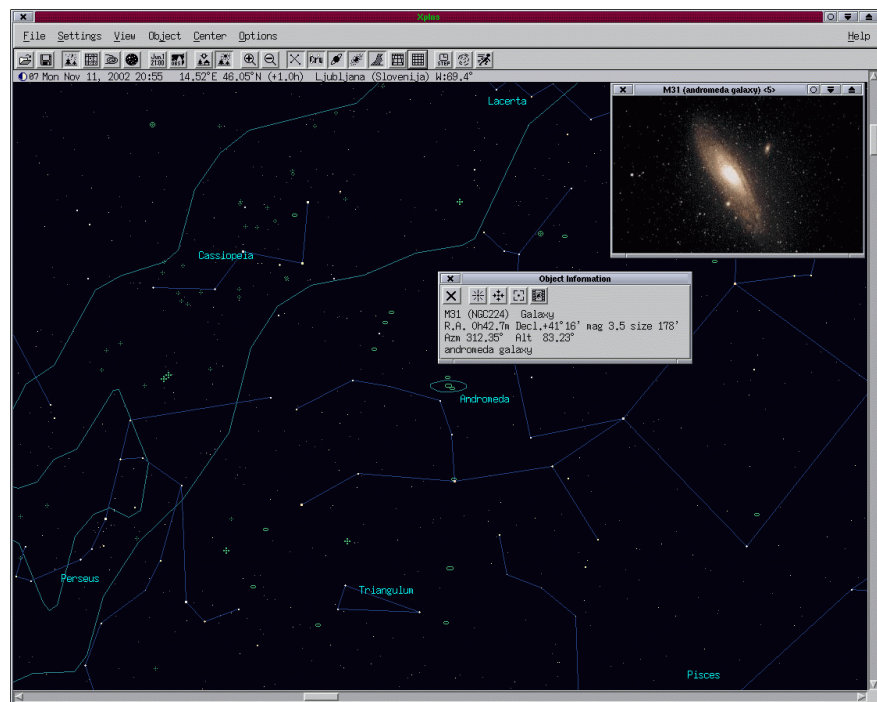
vizualne efekte. Velikost delovnega okna lahko nastavimo kar z miško, tako da povlečemo robove okna na želeno velikost, ali nastavimo na točno določeno število pikslov preko menija. Pri parametrih za delovno okolje lahko aktiviramo prikaz orodne vrstice z gumbeki najbolj pogostih ukazov in izpisa pomoči ob pomaknitvi nanje. Lokalne nastavitve za jezik in čas nam omogočajo prilagoditev komunikacijskega vmesnika k nam najbolj prikladnemu standardu. Trenutne nastavitve lahko privzamemo kot trajne in jih tudi shranimo.

Pri pogledu lahko izbiramo med nizom projekcij (horizontalna, ekvatorialna, ekliptična, galaktična in druge), raznimi kotnimi širinami pogleda, glavnimi smermi pogleda, rotacijami koordinatnega sistema in mnogimi mrežami, katere nam izboljšajo preglednost karte. Dodamo lahko simulacijo dnevne svetlobe in izpis statusne vrstice z najpomembnejšimi podatki za trenutno karto (datum in čas, velikost kota pogleda, kraj in pripadajoči časovni pas).

Nastavitve za objekte se začnejo pri Soncu in Luni, kjer lahko vključimo ali izključimo prikaz objekta in aktiviramo še prikaz imena, datuma in izris objekta samo z orisom. Za vsak planet našega osončja je možno nastaviti prikaz in v primeru le-tega so še na voljo opcije za ime, datum, magnitudo, orbito in diskovni prikaz (od Sonca osvetljeni del planeta je svetel, ostalo temno). Pri kometih je baza podatkov dosti večja, zato je na voljo iskanje po imenih in ko se odločimo za prikaz določenega kometa, potem lahko vključimo še izpis imena, datuma in magnitudo ter izris orbite, ionskega repa in prašnega repa. Sledi obsežna skupina planetov Zemljinega tipa, kjer je možnostim enakim kot za planete našega osončja dodano iskanja po bazi, ni pa opcije za diskovni prikaz. Pri jupitrovih lunah imamo le možnost prikaza vseh in v primeru le-tega še izpis označbe in številke. Za zvezde so na voljo prikazi po raznih kriterijih, določimo pa lahko tudi pot do katalogov s podatki o zvezdah po raznih standardih. Za ozvezdja lahko aktiviramo črte, kratice, imena in meje. Pri meglice lahko izpišemo označbo in magnitudo ter nastavimo kriterije za prikaz, na primer tip meglice ali interval magnitudo. Med opcijami za prikaz objektov sta še Rimska cesta in posebne formacije, kot na primer Poletni trikotnik, Zimski šestkotnik, Jesenski štirikotnik, Pomladanski trikotnik in druge.

Iskanje določenega objekta ali dela neba na trenutno opazovani karti nam olajša opcija za centriranje po vseh prej naštetih objektih. Posebej priročno je okno z najpomembnejšimi podatki za dan, ki pripada trenutnemu času karte, to je sončni vzhod in zahod, začetek danitve, konec mračitve, vzhajanje in zahajanje Lune in planetov ter ostalih posebej označenih objektov. Koračno okno nam omogoča enostavne časovne skoke za 1 minuto, 5 minut, 10 minut, 30 minut, 1 uro, 3 ure, 1 dan, 10 dni, 1 mesec in 1 leto.

Orodna vrstica reproducira s pomočjo gumbekov pomembnejše ukaze iz menijev, poleg njih pa sta še gumbeka za povečanje in zmanjšanje zoom-a ter za animacijo. Drsniki ob desnem in spodnjem robu okna omogočajo premikanje pogleda na nebo. S pritiskom leve tipke miške na določen objekt se odpre dodatno okno s podatki o objektu (glej sliko in primer za M31) in nekaj dodatnimi gumbeki, kot na primer za vključitev utripanja objekta, centriranje karte glede nanj, sledenje objekta in za nekatere pomembne objekte tudi prikaz slike. Z levo tipko miške lahko pogled na karto tudi zavrtimo, tako



Slika 1: Primer delovnega okna v XpInS - pogled na nebo iz Ljubljane 11.11.2002 ob 20.⁵⁵ h. Viden je tudi primer dodatnih oken s podatki za M31 in pripadajočo sliko.

da ob pritisku tipke le-to ne spustimo in hkrati miško povlečemo v zeleno smer. Ob pritisku desne tipke miške na karti se odpre za čas trajanja pritiska začasno okno s podatki o koordinatah označene točke. Na koncu se lahko vprašamo: le čemu še en program več na temo zvezdnih kart? Odgovor je preprost: Xplns je brezplačen in kvaliteten. Njegove zahteve po strojni opremi so dokaj skromne, omejitev je le operacijski sistem, to je Linux. Predvsem pri prenosnih računalnikih, ki so prav pri terenskem delu astronomov posebej praktični, so posodobitve strojne opreme zelo drage in zato redke, zato se pogosto srečamo s sorazmerno zastarelimi prenosniki. Iz njih lahko z Linuxom potegnemo dosti več in na takem operacijskem sistemu je uporabniški program Xplns za vsakega astronoma nepogrešljivo orodje.

Viri:

[1] R. Lukač: Linux in astronomija. Astronomi v Kmici: četrtič (2001), Kmica in ZOTKS, Murska Sobota

[2] <http://www.astroarts.com/products/xplns/index.html>

RAZVOJ VESOLJA IN ŽIVLJENJA

**doc. dr. Mitja SLAVINEC, Pedagoška fakulteta Maribor, Oddelek za fiziko
RRA Mura, Murska Sobota in AD Kmica**

Čas je ena izmed osnovnih fizikalnih enot. Je količina, ki med drugim določa različne stadije v življenjski dobi posameznika, razvoja življenja in nenazadnje celotnega vesolja. Oglejmo si kako čas vpliva na razvoj življenja in kako se le-to prilagaja na časovne spremembe v okolju.

Čas je, v smislu trenutnega razumevanja fizikalnih zakonov, v tesni zvezi s prostorom. Običajno čas obravnavamo kot četrto dimenzijo štiridimenzionalnega prostora. Na prvi pogled dokaj nenavadna kombinacija dveh fizikalnih količin. Na eni strani imamo prostor, ki nam pove kje se nahajamo, na drugi strani pa čas, ki opredeljuje kdaj se je nek dogodek pripetil. Dogodek lahko enolično opredelimo, če povemo kje in kdaj se je zgodil. Opazimo pa pomembno razliko med prostorom in časom. Na premike v prostoru lahko v mejah tehničnih zmogljivosti sami vplivamo. Če npr. iz Evrope pridemo v Afriko, se lahko zmeraj vrnemo nazaj v Evropo. Pri času pa poti nazaj več ni. Čas teče neodvisno od naših dejanj in na njegov potek ne moremo vplivati. Čas v vesolju teče sam od sebe in mi smo opazovalci, ki nam je odmerjen določen del iz celotne časovne daljice ali poltraka.

Svetlobni žarek, ki nas je oplazil v trenutku rojstva in to sliko nosi s seboj, je že ustrezno število svetlobnih let daleč v vesolju. Značilnost, da je svetlobna hitrost največja možna hitrost v vesolju, nam preprečuje, da bi ta žarek še kdajkoli ujeli. Prav tako svetlobni žarek, ki bo do nas prišel ob smrti in bo skozi vesolje ponese sliko o tem dogodku, že potuje proti nam, vendar je še ustrezno število svetlobnih let daleč. Relativnost časa pomeni, da pred tem žarkom nekaj časa lahko »bežimo«, če se skozi vesolje premikamo z zelo veliko hitrostjo. Vendar dokler smo počasnejši od svetlobe, nas usodni žarek dohiteta in nas bo prej ali slej dohitel. Čas bi teoretično lahko zaustavili, če bi se gibal s svetlobno hitrostjo, v obratno smer pa bi ga obrnili, če bi se gibal hitreje od svetlobe. Oboje v skladu z zdajšnjim razumevanjem fizikalnih zakonitosti ni možno, zato na to kako čas teče v kvalitativnem smislu ne moremo vplivati.

Življenje se je med evolucijo prilagajalo spremembam razmer v prostoru. V nadaljevanju si oglejmo v kakšen je bil časovni potek teh sprememb. Izhajali bomo iz zdajšnjega trenutka, v smislu merjenja časa za nas relativno pomembnega, saj predstavlja prelom tisočletja, ki pa je po drugi strani s stališča razmer v vesolju tako nepomemben, da ni vreden niti omembe. Ozrli se bomo v preteklost in prihodnost in to na treh časovnih skalah, značilnih za nastanek in razvoj civilizacije, življenja in celotnega vesolja.

Bliskovit razvoj civilizacije je na časovni skali povezan z manj kot 10 generacij oziroma povprečnih življenjskih dob ljudi, omembe vredni začetki civilizacije pa segajo približno 100 generacij nazaj. Zdi se, da smo v 100 generacijah ljudje obvladali Zemljo. Obvladali tako, da smo korenito spremenili njen zunanji izgled, nikakor pa ne moremo poljubno vplivati na naravne razmere na njej, npr. na vreme, hitrost vrtenja in podobno. Kratka doba, za tako korenite spremembe in civilizacijski napredek. Kratka, ker se v tem času ljudje evolucijsko, razen, da smo v povprečju malo višji od naših prednikov, nismo praktično nič spremenili. Pa še to je bolj kot z genetskimi spremembami povezano z življenjskimi razmerami, saj so bili naši predniki veliko večkrat lažni kot siti. Evolucijske spremembe potekajo veliko počasneje in jih določa stabilnost razmer v vesolju. Vidimo, da so genetske spremembe, ki so omogočile razvoj življenja, relativno redke. Življenje se je zaradi tega razvijalo zelo počasi, saj traja tisoče in milijone generacij, da pride do

pomembnih sprememb. Spremenljivost življenja je pomembna iz vsaj dveh razlogov. Ob tem, da je le na ta način možen razvoj življenja od enostavnih oblik, do zmeraj bolj kompliciranih, omogoča tudi prilagajanje na spremembe v življenjskem okolju. Življenje se izoblikuje v obliki, ki je najprimernejša v danih življenjskih razmerah. V kolikor se le-te spremenijo se pri boju za obstanek temu mora prilagoditi tudi življenje. Trditev, da se bo življenje lahko ohranilo v kolikor bodo spremembe okolja dovolj počasne, da se bo na njih lahko evolucijsko odzvalo je treba obrniti. V danem okolju se bo razvila taka oblika življenja, ki se je ob tem, da lahko uspeva v danem prostoru, sposobna tudi odzvati na spremembe tega prostora. Kako hitro se življenje lahko odzove na spremembe v okolju je torej pogojeno s tem, kako se življenjski pogoji spreminjajo skozi čas.

Iz izkušnje na Zemlji lahko pri adaptaciji življenja na časovne spremembe okolja opazimo predvsem dve značilnosti: občutljivost genskega materiala, ki določa hitrost spreminjanja življenja in zelo veliko raznolikost življenja.

Glavni vzroki za spremembo genskega materiala so predvsem vpliv ultravijoličnih žarkov s Sonca in naravno radioaktivno ozadje na Zemlji. Razvoj je zelo počasen, ker so genske spremembe relativno redke ob tem pa niso usmerjene temveč naključne. Zaradi tega je tudi zelo veliko »zgrešenih investicij«. Večina sprememb je škodljivih, le vsake toliko se pojavi kakšna, ki v danih razmerah predstavlja izboljšavo in jo smatramo kot koristno. Predpostavimo, da bi bilo ultravijoličnih žarkov in drugih dejavnikov, ki povzročajo mutacije genskega materiala toliko več, da bi se le-te dogajala 1000 krat bolj pogosto. Na prvi pogled bi lahko sklepali, da bo evolucija potekala 1000 krat hitreje, saj bi se čas med dvema koristnima mutacijama skrajšal za 1000 krat. Vendar bi se ravno toliko krat povečalo tudi število nekoristnih mutacij, kar bi vodilo v neizogiben propad življenja, saj je nekoristnih sprememb neprimerno več kot koristnih. V danih razmerah se torej lahko razvijejo le take oblike življenja, ki so časovno usklajene s časovno stabilnostjo prostora v katerem živijo. Iz tega izhaja tudi osnovna lastnost vseh živih bitij, da se posamezniki rojevajo in umirajo. V kolikor bi posamezno živo bitje živelo neskončno dolgo časa, ne bi bilo nobenih sprememb in življenje se ne bi moglo razvijati.

Na tem mestu velja poudariti, da moramo hitrost razvoja življenja meriti v številu generacij in ne v letih ali kaki drugi časovni enoti. S stališča posameznika bi bilo ugodneje, če bi bila njegova življenjska doba čim daljša. Vendar če bi mi živeli tisoč ali milijon krat dlje, bi se za ustrezen faktor upočasnila tudi evolucija in bi postala prepočasna za hitrost, s katero se spreminja vesolje in s tem v zvezi razmere na naši Zemlji. V celotni življenjski dobi Zemlje bi se namreč zvrstilo premalo generacij, da bi se življenje lahko razvilo. S stališča razvoja življenja je zato smiselno starost Zemlje izraziti s številom generacij. Trenutna starost Zemlje je približno 100 milijonov povprečnih življenjskih dob. Ravno ta podatek opredeljuje zakaj je tipična življenjska doba posameznega živega bitja takšna kot je. Če bi se razmere na Zemlji spreminjale milijon krat počasneje, bi se verjetno na njej razvilo življenje take oblike, da bi posamezniki živeli tudi milijon krat dlje. V nasprotnem primeru pa bi se ustrezno skrajšala življenjska doba.

Pogosto smo navdušeni nad raznolikostjo življenja. Kljub temu, da je življenje za svoj razvoj izbralo na prvi pogled absurdno strategijo in temelji na majhnem številu naključnih koristnih sprememb, je to najbolj dovršen sistem, kar si ga lahko zamislimo in ni nič brez vzroka tako kot je. Vprašajmo se torej zakaj je ugodna tolikšna raznolikost živih bitij.

Videli smo, da se je hitrost mutacij in s tem povezana povprečna življenjska doba posameznikov prilagodila časovnemu poteku s katerim se spreminjajo razmere v vesolju. Vendar vsake toliko pride do nenadnih sprememb, zaradi česar se nekatere življenjske razmere v nekaj generacijah ali še manj bistveno spremenijo. Ker mutacije rabijo na tisoče generacij, da zagotovijo adaptacijo na razmere v okolju, se novo nastalim spremembam z mutacijami ne da prilagoditi. Ravno raznolikost življenja pa le-temu v takih ekstremnih razmerah zagotavlja nadaljnji obstoj. Novo nastale razmere bodo nevdržne za nekatere oblike življenja, ki bodo zaradi tega propadle, vendar se iz široke množice različnih vrst najde veliko takih, ki brez večjih pretresov preživijo. Tipičen primer za to lahko navedemo predvidevanja o izumrtju dinosavrov zaradi nenadne spremembe, ki je na Zemlji nastala verjetno zaradi padca velikega meteorita.

Življenje bo torej uspešno, če lahko sledi spremembah na različnih časovnih skalah. Osnovna je tista, ki jo določa razvoj vesolja, vsake toliko pa se zaradi nepredvidljivih razmer zgodijo tudi veliko hitrejša spremembe.

Življenjska doba in razvoj Zemlje sta v tesni zvezi z razmerami na Soncu. Ne le da je Sonce z energijo, ki jo seva v okolico izvor življenja na Zemlji, temveč njegova aktivnost tudi odločilno vpliva na razmere, ki vladajo pri nas. V kasnejših stadijih se bo Sonce napihnilo vse do Zemlje in takrat bo se bo njen življenjski cikel verjetno tudi zaključil. Sprehod v preteklost lahko nadaljujemo v čas pred nastankom Zemlje in prišli bomo do začetka nastajanja našega Sonca in še naprej do začetka vesolja, ki ga imenujemo tudi veliki pok. Vprašanju kaj je bilo pred tem se običajno izognemo z izgovorom, da ta trenutek smatramo za

začetek štetja časa. V tem trenutku se je v vesolju na zelo majhnem prostoru sprostito zelo veliko energije. Takrat je bila sprožena »ura« in čas je začel teči. Že v prvi sekundi so si dogodki sledili z bliskovito naglico, se nadaljevali v prvi minuti in že po nekaj minut je vesolje šlo skozi veliko različnih življenjskih obdobij. Vesolje se je med tem širilo, razmere v njem pa so se spreminjale zmeraj počasneje. Za kvalitativne spremembe razmer več niso zadostovale minute ali ure, temveč milijoni in milijarde let. Zdi se, kot da bi čas začel teči zmeraj počasneje. In ta trend se nadaljuje tudi dandanes. Vesolje je dokaj stabilno, v njem se ne dogajajo nobene pretresljive spremembe in tako bo, vsaj kar se tiče naše neposredne okolice še milijarde let. Vendar tudi ko se bo naša neposredna okolica spremenila, bo poteklo še veliko časa, preden se bodo razmere kvalitativno spremenile v celotnem vesolju. S tem bo sicer konec življenja v taki obliki kot jo poznamo, nikakor pa ne bo konec vesolja. Le-to bo počasi živelo naprej. Počasi pomeni, da se bodo spremembe dogajale še počasneje. S tega stališča je vesolje še v svoji rani mladosti.

Kakšna bo starost vesolja je odvisno predvsem od njegove skupne mase. Iz do sedaj znanih meritev na to še ni moč dati zanesljivega odgovora, zato navedimo obe skrajni možnosti. Ena je, da se bo vesolje še naprej ves čas širilo. Spremembe se bodo vrstile zmeraj počasneje in počasneje. Čas bo v prenesenem pomenu tekel zmeraj počasneje in počasneje, vendar kljub temu brez konca. Druga možnost pa je, da se bo širjenje vesolja enkrat zaustavilo in vesolje se bo začelo nazaj krčiti. Spremembe se bodo začele dogajati spet zmeraj hitreje in hitreje, dokler se vso vesolje ne nazaj zbralo v eni točki. To lahko smatramo kot njegov konec, trenutek ko se bo čas zaustavil. kaj temu sledi so seveda lahko le špekulacije, najbolj življenjska je seveda, da se bo ponovno rodilo z velikim pokom, čas bo ponovno začel teči in sklenjen cikel se nadaljuje.

S stališča eksistence ljudi na prelomu tisočletja je realizacija prvega ali drugega scenarija povsem brezpredmetno razglabljanje. Morda pa kot svarilo vseeno lahko poskušamo drugi scenarij primerjati z življenjem na Zemlji.

Začetek je bil hiter, celice so se delile, iz enoceličarjev so nastajali večceličarji. Splet ugodnih okoliščin je pripeljal do nadaljnega razvoja in relativno hitro so nastala bolj kompleksna živa bitja. Le-ti so bili že tako izpopolnjeni, da je ugodnih mutacij bilo zmeraj manj in razvoj življenja se je upočasnil-čas je začel teči zmeraj počasneje in v takem tempu se je zvrstilo na milijone generacij. V času zadnjih sto generacij pa je prišlo do nenadnega preobrata. Razvijati se je začela civilizacija. Sprva bolj počasi, potem pa zmeraj hitreje, v zadnjih sto letih bolj kot ves čas pred tem. Čas je začel teči zmeraj hitreje in to se le še stopnjuje. V kolikor je to analogno hitrejšemu odvijanju dogodkov pri scenariju o vesolju, lahko seveda le upamo, da smo še daleč od trenutka, ki bo omogočal novi začetek.

Živo bitje je nedvomno najbolj dovršena stvaritev, katerega edino poslanstvo je da preko potomcev samo sebe ohranja in tako kljubuje času.

ASTROFOTOGRAFIJA S POMOČJO CCD KAMERE

Mario ŠKRABAN, AD Kmica, Murska Sobota

Kot verjetno vsi veste je AD Kmica v sodelovanju z klubom PAC dobila v rabo CCD kamero Starlight Express MX7c. Do zdaj se lahko na žalost pohvalimo le s skromnimi začetki rabe te velike pridobitve. Zaradi naše neizkušenosti so naše trenutne fotografije le delček teoretične zmogljivosti te izjemne pridobitve. Zavedati se moramo, da je delo z CCD kamero za skoraj vse člane praktično nova izkušnja in bo trajalo še nekaj časa, da se približamo profesionalnim rezultatom kot jih vidite v revijah. Trenutno smo opravili okrog deset opazovanj z CCD kamero, ki pa so bila bolj spoznavnega značaja.

Zaradi nestabilnega vremena vso poletje in jesen je bilo praktično nemogoče speljati opazovanja. V začetnih poskusih smo imeli probleme že s samim fokusiranjem CCD kamere, ki je lahko trajalo tudi 2 uri. Kasneje smo to odpravili z enostavnim štetjem obratov gumba za fokusiranje. Trenutno se ubadamo z reševanjem sledenja teleskopa, ki je predpogoj za večminutno fotografiranje objektov. Zaradi teže same kamere pa tudi zaradi nenatančnosti motorja se slika po ekspoziciji nad eno minuto »razmaže« in je praktično neuporabna. Ta problem smo poizkušali rešiti tudi s sistemom STAR, ki samodejno sledi na določeno zvezdo blizu objekta, ampak se rešitev ni preveč obnesla. Naslednja stvar, ki jo je potrebno poizkusiti je uporaba protiuteži na nasprotnem koncu teleskopa za boljše sledenje in natančna nastavitve ekvatorialnega nastavka. V veliko pomoč bi nam bil tudi focal reducer/corrector, ki poveča vidno polje in s tem zmanjša čas potreben za ekspozicijo. Trenutno uporabljamo privzeto teleskopovo »vidno polje« f/10,

na voljo v Meadovem katalogu so pa focal reducerji f/6.3 in f/3.3, ki bi skrajšali čas ekspozicije potrebne za isto sliko približno za faktor 3 oz. 9.

Trenutne fotografije so bile posnete v minutnih ekspozicijah pri f/10 in so nam že prikazale boljšo sliko vesolja kot kadarkoli prej. Ostane nam še precej dela in učenja in upanje, da bodo zimske noči jasne in ne preveč mrzle.

Slika prikazuje trenutno najboljše fotografije in njihovo lokacijo na zvezdni karti. Fotografirani objekti so M27 planetarna meglica (ang. Dumbell nebula), M57 planetarna meglica (kondomček) in M13 kroglasta kopica.

NOČNA OPAZOVANJA

Ernest HARI, AD Kmica Murska Sobota

V astronomskem društvu Kmica aktivno deluje majhna skupina, kijo sestavljamo Igor Vučkič, Elemer Aladič in Ernest Hari, občasno pa se nam je pridružita tudi Samo Smrke in Primož Kajdič. Skoraj vsako jasno noč smo se odpravili na Goričko, natančneje v okolico Ivanovec, da bi si s svojo bogato in zmogljivo opremo pogledali česar prosto oko v astronomiji ne more. Uporabljali smo zelo kvalitetna teleskopa, Vixen ED130SS ki ima dobro optiko in Orionov 30 cm teleskop tipa Newton, ki nam je razprostrl neskončne daljave kozmosa. V poletni sezoni je Igor zamenjal tudi okularje, in sedaj opazujemo z okularji Televoue. Ti so nam postregli z boljšo kvaliteto slike in boljšim kontrastom. Uporabljali smo še Lumicon filtre, ki so nam izboljšali sliko pri velikih planetih in Luni, ter pri nekaterih meglicah.

Kar se tiče objektov katere smo gledali pa je odgovoren Elemer, ki nas je sproti opremljal s podatki kaj si lahko še pogledamo. Seveda imamo na teleskopu računalnik zato ni potrebno ročno iskanje objektov. Tako smo prečesali celotno poletno nebo. Ponavadi smo začeli z opazovanjem okoli 22. ure in končali okrog 3. ure zjutraj (poleti), pozimi pa smo začeli opazovati okrog 7. ure in končali že okrog 12. saj nas je zeblo. Skoraj na vsakem dnevnem meniju opazovanja so bili planeti, dvojne zvezde, meglice, galaksije in seveda kakšen meteor smo tudi videli.

Opazovali smo Luno, v Velikem medvedu smo opazovali galaksije M81, M82, M101, M106 in planetarno meglico M97; v ozvezdju Zmaj smo opazovali planetarno meglico Mačje oko; v Perzeju smo opazovali dvojno odprto kopico Ha/ χ , spremenljivo zvezdo Algol, razsuto kopico okrog Alfe Perzeja (Mirfak) z imenom Melotte 20; v Andromedi smo gledali galaksijo NGC891, ki jo vidimo z roba, Andromedino galaksijo M31 s spremljevalkama M32 in M110; v ozvezdju Trikotnik smo opazovali galaksijo M33; v ozvezdju Ribi galaksijo M74; v ozvezdju Kita galaksijo M77; v ozvezdju Pegaz smo opazovali kroglasto kopico M15; v ozvezdju Vodnarja smo opazovali kroglasto kopico M3, planetarno meglico NGC7009 imenovan tudi Saturnov dvojnik; v ozvezdju Bika smo opazovali M45 (Plejade) ter M1; v ozvezdju Oriona pa orionov veliki in mali oblak ter NGC 1977 ki je meglica s razsuto kopico. Videli smo tudi vse planete in Saturnove ter Jupitrove znane lune. Na Jupitru smo večkrat opazovali veliko pego ter prehode lun preko in za planetom.

Po opazovanju se vedno okrepcamo s toplim čajem in se pogovorimo o naslednjih opazovanjih in mogoče o kakih redkih astronomskih pojavih, ki bi si jih lahko tudi mi ogledali.

ASTRONOMSKI TABOR KMICA 2002

Že tradicionalnega astronomskega tabora Kmica 2002 se je udeležilo 32 udeležencev iz cele Slovenije. Delo je potekalo v treh skupinah:

Osnove astronomije je bila namenjena udeležencem, ki so se z astronomijo na taboru šele seznanili. Udeleženci te skupine so se naučili osnov opazovalnih tehnik: opazovanja neba s prostim očesom, z binokularji ter teleskopi, risati astronomske objekte, opazovati ter fotografirati meteorje, čez dan pa obdelovati podatke pridobljene z opazovanji in napisati poročila o opazovanjih poslušali pa so tudi predavanja o Osončju, o mrkih, nastanku vesolja, nastanku ozvezdij, vplivu astronomskih pojavov na razne zgodovinske dogodke, o nebesnih telesih v mitologiji Starih Slovanov, o orientaciji na nebu,...). Udeleženci so dobili tudi praktične naloge: določili bodo smer krajevnega meridiana, naredili »camero obscuro«, izmerili gravitacijski pospešek na Zemlji, izdelali sončno uro...

Zvezde in zvezdni sistemi je bila skupina, v kateri so se udeleženci seznanjali z opazovalnimi tehnikami, ki pa bodo na višjem nivoju, kot v skupini osnove astronomije. Vsak od udeležencev je na koncu tabora znal delati s teleskopom in CCD opremo; naučili so se tudi merjenja, obdelati meritve ter jih ustrezno predstaviti.

Skupina za bodoče mentorje je namenjena usposabljanju kadra za bodoče mentorje na astronomskih taborih, krožkih ter za vodenje astronomskih večerov. Udeleženci v tej skupini so bili tisti, ki so si na prejšnjih taborih in drugih prireditvah pridobili dovolj izkušenj ter znanja, ki bi ga lahko nekoč posredovali naprej. Udeleženci te skupine so na koncu tabora znali rutinsko v praksi uporabljati zvezdne karte, teleskope ter ostalo astronomsko opremo, naučili pa so se tudi predavati o astronomskih temah. Njihova naloga je med drugim pomagati mentorjem pri ostalih skupinah pri pripravi in vodenju opazovanj ter predavanj.

Osnovni podatki o taboru:

Kraj in čas tabora: OŠ Fokovci, od 04. do 10. julija 2002

Vodja tabora: doc. dr. Mitja SLAVINEC

Strokovni vodja: Primož KAJDIČ

Organizacijski odbor: Suzana ČURMAN, RC ZOTKS, Murska Sobota
Simona GROSMAN, Osnovna Šola Fokovci

Mentorji: Primož KAJDIČ, Jure ATANACKOV, Damijan ŠKRABAN, Niko ŠTRITOF, Marjan ČENAR, Ernest HARI, Samo SMRKE, Miha LENDVAJ, Igor VUČKIČ, Elemir ALADICH in doc. dr. Mitja SLAVINEC

doc. dr. Mitja SLAVINEC

POROČILA UDELEŽENCEV TABORA

ASTEROIDI, KOMETI IN METEORJI

Asteroidi

To so mali planeti oziroma planetoidi, ki večinoma krožijo v pasu med Marsom in Jupitrom. Prvi planetoid so odkrili 1. 1. 1801 s Sicilije. Imenovali so ga Ceres. Nato so odkrili še Palas, Juno, Vesto in druge. Razen Ceresa imajo vsi asteroidi premer manjši od 500 km. Število asteroidov verjetno presega 50000. Znanstveniki menijo, da so nastali iz podobne snovi kot kamniti planeti.

Kometi

Komet je kepa ledu in prahu. Imajo v splošnem bolj ali manj svetla jedra, obdana s svetlo meglico, imenovano plašč ali koma. Jedro in koma tvorita skupaj glavo kometa. Ko pride komet v bližino Sonca, se v Soncu nasprotni smeri razvije rep. Pri nekaterih kometih je lahko dolžina repa večja od razdalje med Marsom in Soncem. Rep kometa ima lahko različno obliko. Nekateri so ravni, drugi ukrivljeni, nekateri so tanki in podolgovati, drugi pa kratki in razprti. Večinoma imajo obliko pahljače. Ko se komet približuje Soncu, se njegova hitrost zaradi privlačne sile Sonca neprestano večja.

Meteorji

Meteor ali utrinek je pojav svetleče se točke, ki z veliko hitrostjo preleti del neba in navadno pušča za seboj bolj ali manj dolgo in široko sled, potem pa hipoma izgine. Meteorje povzročajo meteoriti, ki so v bistvu majhni, trdni delci snovi v vesoljskem prostoru, ki z veliko hitrostjo zaidejo v našo atmosfero, kjer se zaradi trenja segrejejo in zato začno žareti in izparevati.

Živa HERGA & Katja GRAŠIČ

POTEK ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 2002

Ta tabor se je odvijal v vasi Fokovci od 4.7. 2002 do 10.7. 2002. Na tem taboru sem bil prvič. Šel sem zato, ker me astronomija zanima. Bilo mi je zelo všeč. Potekal je takole:

1. dan: Zbrali smo se ob 16.00 v OŠ Fokovci. Ko se je stemnilo smo šli s teleskopom gledat zvezde, galaksije...
2. dan: Ko smo vstali smo imeli ob 12.00 kosilo. Sledilo je razporejanje po skupinah. Jaz sem se odločil za začetniško skupino. Zatem pa predavanja po skupinah. V naši skupini je bil mentor Damijan, somentor pa Miha. Po predavanjih smo imeli prosti čas do 19.00 (takrat je bila večerja). Po njej sta nam Miha in Damjan razložila nekatera ozvezdja (poznal sem jih zelo malo).
3. dan: Po kosilu smo šli k okrogli cerkvi Rotundi. Ko smo se vrnilo so nekateri predstavljali referate. Zvečer smo gledali meteore-utrinke.
4. dan: Po kosilu smo odšli v kopalnišče v Mursko Soboto. Zvečer nam je predaval Niko.
5. dan: To je bil zadnji dan v Fokovcih, ker smo naslednje jutro šli domov. Zvečer nam je predaval Niko. Naslednje leto bom spet prišel sem.

Aleksander KOROŠA

ZVEZDNE KOPICE IN MEGLICE

Zvezdne kopice

Odrpte zvezdne kopice so gravitacijsko povezane skupine zvezd, ki se nahajajo v disku Galaksije in vsebujejo od nekaj deset do nekaj sto zvezd, ki so nastale ob istem času in iz istega oblaka medzvezdne

snovi. Njihovi premeri znašajo nekaj deset svetlobnih let. Nekatere lahko vidimo tudi s prostim očesom (npr. Plejade v ozvezdju Bika).

Kroglaste zvezdne kopice so ogromne skupine zvezd, ki imajo premer od nekaj deset do nekaj sto svetlobnih let, vsebujejo pa do nekaj sto tisoč zvezd. Nahajajo se v sferi okoli Galaksije, ki jo imenujemo halo. Kroglasta kopico, ki jo vidimo, je M13 v ozvezdju Herkula.

Meglice

Medzvezdni prostor je poln izjemno redke snovi (v glavnem vodika), katere mase predstavlja 10 % mase naše Galaksije. Področja, kjer je medzvezdna snov gostejša, vidimo kot meglice. Le-te predstavljajo obe skrajni fazi življenja zvezd: iz njih zvezde nastanejo, ob smrti pa velik del svoje snovi vrnejo v medzvezdni prostor v obliki planetarnih meglic ali ostankov supernov.

Emisijske meglice. Če se plinska meglica nahaja blizu vročih in svetlih zvezd, lahko energija teh zvezd povzroči, da meglica seva. Ultravijolična svetloba teh zvezd ionizira vodik v meglici, kar povzroči, da meglica sveti. Najbolj znana je velika Orionova meglica M42, ki jo lahko vidimo tudi s prostim očesom.

Refleksijske meglice so v glavnem sestavljene iz medzvezdnega prahu, ki ga osvetljujejo bližnje zvezde. Najbolj znana je tista, ki obkroža zvezde v Plejadah (M45).

Temne meglice vidimo kot temne, brezvezdne lise na nebu. Tako jih vidimo zato, ker zakrivajo svetlobo zvezd, pred katerimi se nahajajo. Ena najbolj znanih je meglica Konjska glava v Orionu.

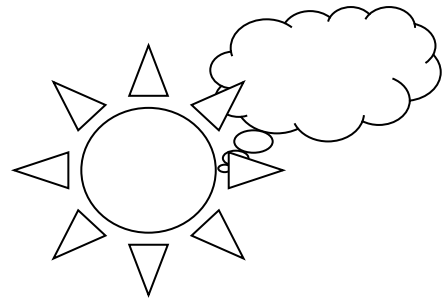
Planetarne meglice so poimenovali tako, ker so pri opazovanju skozi teleskop podobne planetom. To so meglice iz plina, ki so ga zvezde v kasnejših fazah razvoja izvrgle iz svojih zunanjih področij. Na sredi planetarne meglice se nahaja preostanek bele pritlikavke. Svetijo na isti način kot emisijske meglice: ionizira jih vroča centralna zvezda. V nekaj deset tisoč letih se plin tako razredči, da meglica izgine. Najbolj znani sta M57 v Liri in M27 v Lisički.

Ostanki supernov. Med eksplozijo supernove zvezda v vesolje izvrže večino svojega plina. Te ostanke vidimo kot meglice različnih oblik. Na mestu centralne zvezde ostane nevtronska zvezda (pulzar). Meglica M1 v Biku je ostanek eksplozije supernove, ki so jo opazovali in zabeležili kitajski astronomi leta 1054.

Jerneja PIRNAT

SONCE

Sonce je enojna zvezda v Galaksiji. Od središča galaksije je oddaljeno 32 000 svetlobnih let. Sonce kroži okoli Galaktičnega jedra in za en obhod potrebuje 225 milijonov let. Sonce je središče Osončja in je nam najbližja zvezda, katere svetloba potuje do nas približno 8 minut s hitrostjo okoli 300 000 km/s. Masa Sonca je 2×10^{30} kg, kar je približno 333 000 Zemljinih mas. Ima polmer 700 000 km, sestavljajo pa ga predvsem vodik, ki ga je skoraj tri četrtine in helij katerega je skoraj ena četrtina. Ostali elementi so zastopani v veliko manjši meri: Kisik 0,8%, Ogljik 0,3%, Dušik 0,2%, Natrij 0,2%, Silicij 0,06% in Železo 0,04%.



Notranjost sonca

V jedru Sonca sta temperatura in tlak tako visoka, da lahko potekajo jedrske reakcije, pri katerih se vodik spreminja v helij. Te jedrske reakcije nadomeščajo izgube zaradi sevanja, zato bo Sonce ves čas, do izčrpanja zalog jedrske energije, ohranjalo približno enako velikost in temperaturo fotosfere. Temperatura v središču je 15×10^6 K, gostota pa okoli 160 kg/dm^3 .

Fotosfera

Zunanjo vidno plast Sonca imenujemo fotosfera, ki je debela od 300 do 400 km. Zaradi sevanja, ki ga fotosfera vpija iz spodnjih plasti doseže temperaturo okoli 6000 K. Velik del energije, ki se sprošča v Sončevi sredici pa izžareva v obliki svetlobe. V fotosferi mirnega Sonca je mogoče s teleskopom opaziti zrnatost. Posamezna zrnca imenujemo granule, ki trajajo le nekaj minut. Ko je Sonce aktivno opazimo pege. To so temni madeži na fotosferi, ki zavzemajo 1% sončeve površine. Temperatura pege je odvisna od njene velikosti, večja je temperatura, manjša je pega.

Sončeva atmosfera

Nad fotosfero se razteza atmosfera. Spodnja plast atmosfere je kromosfera, ki je vidna le ob popolnem Sončevem mrku. Debela je od 2000 do 3000 km, njena temperatura pa narašča z oddaljenostjo od fotosfere. Nad kromosfero leži korona, ki ji ne moremo določiti zunanje meje. Za nekaj minut je vidna ob popolnem Sončevem mrku in je svetla kot polna Luna. Njena temperatura je okoli 10^6 K.

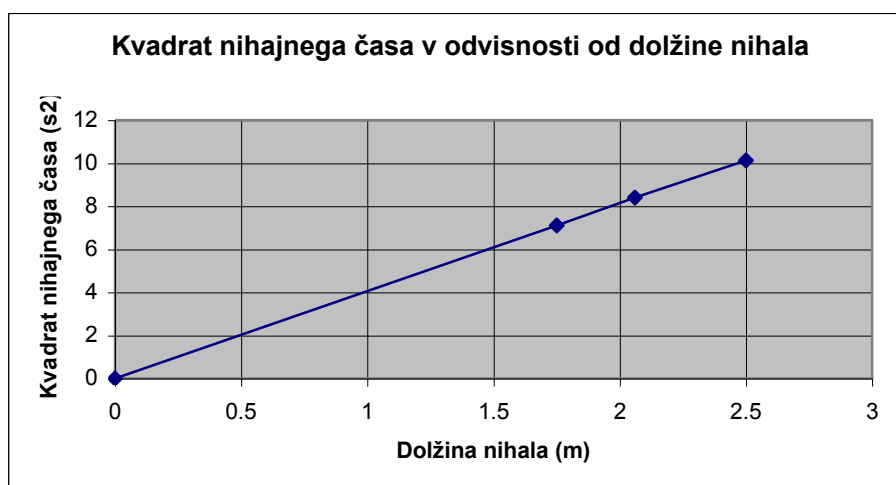
Sončeva atmosfera nenehno oddaja delce v atmosfero. Ta pojav imenujemo sončev veter. Gostota delcev vetra se spreminja in je odvisna od površinske aktivnosti Sonca.

Mirjana PLANTAN in Maja HAKL

MERITVE NIHAJNEGA ČASA

Naša skupina si je pod vodstvom dveh zelo (ne)vednih mentorjev (Damien & Miha) zadala nalogo, ki smo ji k sreči bili kos. Skalo iz bližnjega ribnika (v lasti OŠ Fokovci) smo privezali na vrvico in naš Superman je skoraj padel s stola, ko jo je vezal na tram. Na vrvici smo označili tri točke, ki so označevale dolžine vrvic. Na vsaki dolžini smo trikrat izmerili čas 20-ih nihajev. Iz teh treh časov smo izračunali povprečni nihajni čas 20-ih nihajev, iz tega pa povprečni čas enega nihaja. Podatke smo tri pridne dekline (s pomočjo genija, katerega ime bomo zaradi varnostnih razlogov zadržale zase) vstavile v računalnik in dobile sledeče:

2,5	3,18	7,11
1,75	2,66	8,41
2,06	2,89	10,13



Naša mentorja sta od nas zahtevala, da izračunamo tudi gravitacijski pospešek (g), ki smo ga računali iz enačbe za nihajni čas matematičnega nihala:

$$t_0 = 2\pi \sqrt{l/g}$$

Dobili smo nekoliko premajhno vrednost: $g = 9,43 \text{ m/s}^2$, kar je posledica napak pri meritvah.

Živa HERGA, Katja GRAŠIČ & Jerneja PIRNAT

LUNA

Gibanje Lune: Luna kroži okrog Zemlje. Za en obhodni čas potrebuje 27.3 dneva. To je obhodna doba hkrati pa je tudi čas, ko se Luna enkrat zavrti okrog svoje osi glede na Zemljo zaradi tega nam Luna kaže

vedno isto stran. Luna ne seva lastne svetlobe. Od nje se odbija Sončeva svetloba, zaradi česar nastanejo Lunine mene. Na Luni ni atmosfere niti vodnih par. Zaradi pomanjkanja ozračja je Lunino nebo vedno enako temno. Na Luni se temperatura kar precej spremeni namreč opoldne doseže na ekvatorju 90°C , medtem ko se ponoči tla ohladijo na -130°C .

Lunino površje so značilna morja in kraterji. Premeri kraterjev so od 240 km, ki jih z Zemlje ne moremo razločiti niti z največjimi teleskopi. Lunina morja so nastala pred približno 4 milj. let in lahko bi bili tudi vulkanskega izvora.

Zgradba Lune: Luna je sestavljena iz jedra, ki vsebuje precej železa. Nad jedrom se razteza območje delno raztaljene snovi ali atenosfera. Vse te raztaljene snovi in vse to pokriva debel plašč ali litosfera, ki se končuje s skorjo. Na Luni ni stalnega magnetnega polja.

Lunin mrk nastane takrat ko so Sonce, Zemlja in Luna poravnani na isti premici. Takrat se Zemlja nahaja med Soncem in Luno. Luna je rjavordečkaste barve.

Betka LEBAR

IZDELAVA SONČNEGA KAZALA - GNOMONA

Odločili smo se, da bomo izdelali sončno kazalo, ki ga imenujemo tudi gnomon. Izdelava je potekala takole. V vodoravno podlago smo vertikalno zapičili zgoraj ošiljeno palico. Tri do štiri ure pred poldnevom smo začrtali na tleh lego konca sence palice A in narisali krožnico ki ima središče v točki S, v kateri je palica prebada tla in šla skozi A. Kmalu je bila senca krajša čez nekaj časa pa se je podaljšala. Označili smo na tej krožnici točko B, v kateri se je popoldne konec sence palice spet dotaknila začrtane krožnice. Povezali smo točki A in B. Simetrala daljice je pokazala približno smer poldnevnic.

Aleksander KOROŠA

DOLOČANJE ODDALJENOSTI CERKVE S PARALAKSO

V soboto smo se v lepem sončnem vremenu odpravili na ploščad pred šolo, da bi izmerili oddaljenost cerkve od šole. Naš mentor Damijan nam je razložil metodo merjenja razdalj s pomočjo paralakse, katero uporabljajo astronomi pri določevanju oddaljenosti bližnjih zvezd. Veselo smo se lotili dela.

Na ploščad pred šolo smo postavili dve mizi, ki sta bili med seboj oddaljeni 13,39m. Prvo mizo smo postavili na kot 90° (glede na cerkev), na drugo mizo pa smo narisali lego cerkve ter izmerili kot $86,1^{\circ}$. Iz tega smo izračunali, da je kot φ $3,9^{\circ}$. Kot φ smo spremenili v radiane tako da smo kot pomnožili z 2π in delili s 360° . Razdaljo smo izračunali iz enačbe:

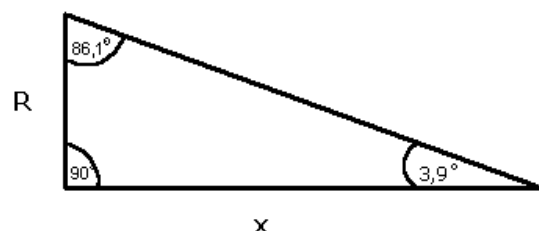
$$R = \varphi x,$$

od koder sledi:

$$X = R/\varphi.$$

Prišli smo do zaključka, da je oddaljenost cerkve približno 197m.

Mirjana PLANTAN in Maja HAKL



ŽIVLJENJE ZVEZD

Zvezde naj bi nastajale iz zgostkov medzvezdnega plina. Medzvezdni oblak (plini in zrna prahu) začne v ustreznih razmerah razpadati. Deli (protozvezde) se zgoščujejo, sprva precej hitro, pozneje pa zaradi porasta temperature in notranjega tlaka počasneje. V tej fazi oblak malo seva v vidnem območju spektra in zrna prahu v njem sevajo infrardečo svetlobo. Med sesedanjem se v središču sprošča veliko gravitacijske energije; polovica ostane v notranjosti protozvezde kot toplota, polovica pa se kot elektromagnetno sevanje sprošča v vesolje. Ko temperatura doseže v osrednjem delu določeno višino, se sprožijo prve jedrske reakcije in sesedanje se zaradi novega procesa sproščanja energije prekine.

Razvojna pot oz. čas krčenja protozvezde je odvisna od mase plinov protozvezdi. Protozvezda z velikimi masami potrebuje deset tisoč let, da se skrči in nastane zvezda spektralnega tipa O in B (sem spadajo zvezde, ki so najbolj modre). Protozvezde manjših mas pa se krčijo mnogo počasneje, npr. protozvezda, ki ima maso kot naše Sonce rabi kakšnih deset milijonov let.

Zvezda v svoji sredici »izgoreva« vodik v helij, pri tem se sprošča energija. Ko pa se vodik v sredici izčrpa, se v zvezdi poruši ravnovesje in sredica se prične sesedati. Zunanja plast zvezde se močno napihne in potem jo uvrščamo med rdeče orjakinje.

Zvezde z večjimi masami se lahko razvijejo do supernove (zaradi več vrst zaporednih jedrskih reakcij pride do eksplozije). To kar pa ostane od supernove pa je nevtronska zvezda ali črna luknja. Ta se hitro vrtil in jo lahko opazujemo na radijskih valovih.

Večina zvezd se, ko porabi jedrsko gorivo, krči in sprošča v vesolje svojo energijo (bela pritlikavka). Ta ne more nastati, če je masa zvezd večja od 1,4 mase Sonca.

Nina ŠKRILEC

SKUPINA ZA ASTROFIZIKO

Letos sem na tabor prišel kot pomočnik mentorja Primoža Kajdiča, kateremu sem pomagal voditi skupino za astro-fiziko. Naša skupina se je ukvarjala z vsem po malem. Imeli smo kar nekaj tem, dvojne zvezde, merjenje razdalj v astronomiji, spektroskopija, vizualno opazovanje šibkih objektov s 30-centimetrskim teleskopom, astro fotografija. Eno noč pa smo se pridružili skupini za meteorje. V četrtek je imel Primož predavanje o dvojnih zvezdah in razdaljah v astronomiji. Izračunali smo masi Sirija A in Sirija B. Zvečer se nam je pridružil Igor Vučklič in ob zelo dobrem vremenu smo opazovali cel kup objektov, najprej tiste najsvetlejše, nato pa tudi zelo šibke. Vsi smo bili najbolj presenečeni nad meglicami v Strelcu. V M 17 se je lepo videla struktura, M 20 je bila jasno razdeljena na tri dele. V petek je bil podnevi Primož odsoten in jaz sem prevzel vodstvo skupine. Izmerili smo razdaljo do bližnje cerkve v Selu in višino te cerkve. V primerjavi z prejšnjimi leti, ko smo dobili veliko prevelike razdalje, smo zdaj dobili malo premajhne, a bolj točne. Zvečer smo opazovali z teleskopom in slikali, zelo dobro nam je uspela slika Andromedine galaksije. V soboto smo računali hitrost vrtenja planeta Saturna. Zvečer je bilo oblačno, zato smo organizirali spoznavni večer, z turnirjem v nogometu, kjer smo astro-fiziki zmagali. V nedeljo smo se pridružili skupini za meteorje in se jih naučili opazovati. V ponedeljek je spet prišel Igor Vučklič in smo večino časa opazovali skozi teleskop. Na taboru je bilo izredno vzdušje, veliko boljše kot prejšnja leta, verjetno zato, ker je vsako leto večje zanimanje za astronomijo in večje število udeležencev.

Samo SMRKE

6. MLADINSKI ASTRONOMSKI TABOR KMICA 2002

Tabora sem se udeležil prvič in ostal mi bo v prav lepem spominu. Z udeleženci sem se hitro spoprijateljil. Sedaj, ko gre naše skupno bivanje na taboru proti koncu, smo že malo žalostni. Tabora sem se udeležil zaradi odlične teme astronomije. Teh šest dni je nepričakovano odšlo. Sodeloval sem v skupini Astrofizika ter s pomočjo mentorja g. Primoža Kajdiča spoznaval skrivno življenje vesolja. Spoznali smo kaj je paralaksa, kakšen je barvni spekter, kako se opazuje in fotografira nebo,... Skratka spoznali smo veliko čudovitega, zanimivega. Ko smo imeli predavanja mi je bilo najbolj super. Za vajo smo računali paralakso do cerkve, zelo točno. Oddaljenost cerkve je 367m, višina pa 38,46m. S pomočjo barvnega spektra smo izračunali hitrost rotacije Saturna. Naše pravo delo pa se je začelo zvečer okrog 22 ure, ko smo začeli občudovati večerno nebo z vsemi svojimi magičnimi objekti. Za začetek smo se seznanili z dvojnimi zvezdami, pozneje pa še z objekti, ki jim ni bilo ne konca, ne kraja. S Sandijem, Tadejem in drugimi smo opazovali planetarne meglice, difuzijske meglice, zvezdne kopice, galaksije,... Izmed vseh objektov mi je bil najčudovitejši M57, pa tudi M13, NGC7000, M31, NGC869,... S Tadejem sva fotografirala zvezde pri daljši osvetlitvi, pri kateri se zarišejo krožnice. Eno noč smo tudi opazovali meteorje, eno opazovanje neba pa nam je onemogočilo slabo vreme. Naša aktivnost je bila tudi podnevi, ko smo delali skice Sončevih peg in računali Wolfovo število. Še največ časa pa nam je ostalo za počitek in prosti čas, ki smo ga maksimalno izkoristili. Na voljo nam je bila telovadnica fokovske osnovne šole, nekatere učilnice, računalniki,... Ko smo se že bolj spoznali nam je postalo bivanje na taboru zelo zabavno. Za zabavo smo snemali reklamo,... V okviru tabora smo šli peš do Rotunde v Selo, kulturno-zgodovinskega spomenika, edinega te vrste v Sloveniji. V ponedeljek 8.7.2002 smo šli tudi v mestno kopališče Murska Sobota. Veliko časa smo tudi porabili za prebiranje astronomske literature, poslušanje glasbe, kartanje,... Bivanje na taboru je bilo zelo zanimivo, za kar se moramo zahvaliti mentorjem in osebju Osnovne šole Fokovci. Skratka bilo je enkratno in verjetno se bom naslednje leto spet udeležil tega tabora!

Damijan GRLEC

MOJE POTOVANJE PO NEBESNEM SVODU

Iz astronomskega tabora imam lepe spomine, saj sem se z udeleženci in mentorji lepo razumel. Za tabor sem se odločil, ker me astronomija zelo zanima. Ogromno novih stvari sem se naučil.

Po prihodu na astronomski tabor na osnovni šoli v Fokovcih smo se najprej spoznali med seboj in z svojimi mentorji, ti pa so nas seznanili z potekom dela na taboru. Glavni mentor je bil g. Primož Kajdič. Najprej smo spoznali astronomsko opremo – teleskope itd., in se naučili z njimi ravnati. Zvečer prvega dne smo namestili teleskope in čakali da se stemni, da bi videli zvezde. Prvi nebesni objekt, ki smo si ga ogledali, je

bila Venera. Kasneje zvečer smo opazovali difuzne meglice, kroglaste kopice, M13, M80, galaksije: M31, Andromeda, M51, dvojni zvezdni kopici NGC869 in NGC844 ter jih skicirali na papir. Že prvo noč smo opazili prvi zelo svetel meteor – bolid. Naslednji dan smo imeli predavanje g. Kajdiča z astrofizike, merili smo razdalje med zvezdami, ter mase zvezd in izračunavali kotne hitrosti. Zvečer smo opazovali nebesne objekte in jih fotografirali. Sam sem fotografiral meglico NGC7000, imenovano Severna Amerika. Sredi dneva smo s svojo skupino na papir projicirali Sonce, ki smo ga opazovali s teleskopom in na papir risali sončeve pege. Na koncu smo izračunali tako imenovano Wolfovo število. Naslednji dan smo šli na manjši sprehod do kapelice – Rotunde v sosednjo vas Selo. Zvečer nam je zagodlo vreme in oblaki so nam preprečili opazovanje neba. Čez dan smo spet risali sončeve pege in izračunavali Wolfovo število. Dan po tem, smo imeli predavanja o vrstah zvezd, spektralnih tipih, učili smo se brati spektralne črte in računali smo periodo rotacije Saturna. Zvečer smo opazovali meteorje, jih šteli in si zapisovali njihove magnitude in čas opazovanja. Peti dan tabora smo čez dan spet risali sončeve pege, da bi iz prejšnjih skic videli gibanje in spreminjanje peg na sončevi površini. Po nekaj delovnih dneh, smo se osvežili na letnem kopališču v Murski Soboti. Zvečer so nam mentorji pokazali ozvezdja, nas seznanili z njihovimi imeni in nam predavali o njihovi mitologiji. Kasneje zvečer smo opazovali nebesne objekte. Ves čas tabora smo imeli ogromno strokovne literature.

Na astronomskem taboru sem bil prvič, a imel sem se zelo lepo; predvsem sem se ogromno novega naučil. Kdo ve, mogoče bom pa naslednje leto spet prišel.

Šandi DORA

POROČILO O DOGAJANJU NA ASTRONOMSKEM TABORU

Tabor, ki je bil šesti zapored se je odvijal v majhni vasi v Fokovcih. Potekal je od 4.7. 2002 pa do 10.7.2002. Astronomskega tabora sem se udeležil že tretjič, ker mi je zelo všeč.

To leto sem sodeloval v skupini astrofizike pod vodstvom mentorja Primoža Kajdiča, ki nam je predaval o marsikateri zanimivi temi povezani z astrofiziko. Opazovali smo tudi meteorje ter zapisali njihove podatke o magnitudi oz. siju ter o času v katerem je bil ta meteor viden. Opazovali smo tudi različne Deep Sky objekte, kot so galaksije različne meglice, zvezdne kopice ter planete tudi Luno je bilo zanimivo opazovati skozi teleskop saj so vidne razne podrobnosti, ki so drugače zakrite prostemu očesu. Izmed planetov smo pa opazovali samo Venero, saj drugi niso bili vidni ali pa smo imeli preslab teleskop.

Moja naloga je bila napisati poročilo o poteku prvega predavanja, ki je potekalo drugi dan tabora. Na tem predavanju smo se učili kako izračunati oddaljenost, maso, premer, vrtilni čas, hitrost vrtenja ter ostale stvari povezane z določeno zvezdo. Oddaljenost smo izračunali s pomočjo posebne pojave imenovanega paralaksa. To je pojav, ko vidimo navidezni premik zvezde ob zamenjavi mesta opazovanja. Tega menjamo takrat, ko se z Zemljo prfemikako po njeni tirnici okrog Sonca. Paralaksa se meri v ločnih sekundah in je za Sirius, za katerega smo računali, 0.38 ločnih sekund. Izmeriti oz. izračunati še moramo premer Zemljine tirnice okrog Sonca.

Podatke vstavimo v določeno zvezo ali formulo za izračun oddaljenosti ter izračunamo oddaljenost. S to formulo lahko izračunamo oddaljenost katerekoli zvezde, če le poznamo en podatek.

Računali smo tudi maso Siriusa ter njegovega spremljevalca ter ugotovili da je razmerje mas med Sirijem in spremljevalcem 5:9. S pomočjo tega podatka smo lahko izračunali maso posamezne zvezde, potem ko smo skupno maso že izračunali.

Predavanja so bila zelo poučna, saj smo se vsi naučili nekaj novega o astronomiji na splošno ter o astrofiziki, ki smo jo obdelali bolj podrobno, kar je tudi bil namen našega dela po skupinah. Naslednje leto bom najbrž spet sodeloval na astronomskem taboru, vendar se bom vključil v kakšno drugo skupino, saj sem pridobil zadosti znanja astrofizike ter tako poizkusil spoznati kakšno novo temo povezano z astronomijo.

Matej VITEZ

OPAZOVANJE SONČEVH PEG

Mentor g. Primož Kajdič nama je del nalogo opazovanja sončevih peg. Opazovanja sva izvedla s teleskopom Meade LX50. Sliko Sonca sva z okularja projecirala na bel papir, od tod pa sva po opazovanju pege prrisovala na skicirni papir. Nalogo sva izvajala pozno popoldne, ko je Sonce bilo slabše in daleč od zenita. Glede na število peg sva izračunala Wolfovo število. 5.7. je bilo Wolfovo število 98, 7.7. pa 76.

Ugotovila sva, da se število vidnih peg spreminja, pege se združujejo v skupine in neprestano spreminjajo obliko. Večje pege so imele manjše spremljevalke. Iz teh dveh skic sva izračunala premik peg in spremembo časa. Iz obrazca $T_0 = \pi D \times \Delta T / l$ sva izračunala čas ene rotacije Sonca. Najin rezultat ni bil preveč točen, ker sva naredila nekaj napak pri prerisovanju peg. Od pravega rezultata, ki je 26 dni se razlikuje za 4 dni, torej je najin rezultat 30 dni. Iz opazovanja peg sva odkrila marsikaj zanimivega o Soncu.

Sandi DORA in Damijan GRBEC

ASTRONOMSKI TABOR

Naprej se udobno namestimo po sobah, nato se seznanimo z hišnim redom in urnikom astronomskega tabora.

Zvečer člani skupine Astrofizika, katere mentor je Primož, opazujemo nebo z teleskopi. Seznanimo se z nekaterimi ozvezdji Veliki voz, Mali voz, Severno krono pogledamo si Kasiopejo, Andromedo, Strelca, Zmaja..., zvezdo Vego, ki sije modro in Arktur, ki sije rdečkasto...in druge. Videl sem tudi poletni trikotnik.

Eno noč smo po predavanju mentorja Jureta za meteorje opazovali meteorje na nočnem nebu za šolo. Šteli smo jih, zapisovali njihov čas, moč sija – magnitude. V soboto jih je bilo kar veliko, nekateri so jih videli tudi čez trideset.

V ponedeljek pa smo imeli predavanje gospoda Nikota, ki nam je predstavil vsa ozvezdja.

Zelo zanimivi mi pa je bilo, ko smo slikali galaksije in je bilo potrebno, da si deset minut imel kopico na kurzorju in ti ni smela uiti iz sredine.

Ta astronomski tabor je bil zame prvo tako podrobno in praktično srečanje z astronomijo in bilo je nepozabno in veliko smo se naučili tudi o velikosti, starosti in nastanku zvezd in njihove mitološke legende obenem pa je bilo prijetno druženje.

Dušan FARKAŠ

IZRAČUN HITROSTI VRTENJA SATURNA

V skupini astrofizikov pod mentorstvom Primoža Kajdiča, smo med drugim izračunavali hitrost vrtenja Saturna okoli svoje osi. To smo naredili na podlagi naklona spektralnih črt oddane svetlobe v njegovem spektru, saj ima vsaka barva spektra svojo valovno dolžino. Spektek vrtečega telesa se na strani, ki se od nas oddaljuje se v spektru premakne proti rdečim barvam, na strani, ki se nam približuje pa se premakne proti rdečim barvam spektra. To imenujemo Dopplerjev pojav. Ker vsak plin oddaja svojo barvo v spektru, lahko s primerjavo v laboratoriju ugotovijo iz katerih snovi je sestavljen opazovan objekt. Nekateri snovi elektromagnetno sevanje iz katerega je sestavljena svetloba, z določenimi valovnimi dolžinami absorbirajo. Zaradi tega se črte na grafu nagnejo in tako lahko z enačbami izračunamo hitrost vrtenja Saturna okoli svoje osi in njegov obhodni čas oziroma dolžino Saturnovega dne.

Graf Saturnovega spektra smo morali najprej umeriti, da bi lahko določili valovno dolžino z enoto Ångström. To smo naredili tako, da smo si izbrali eno izmed spektralnih črt in izmerili razdaljo med oznakama med katerima se je nahajala izbrana spektralna črta. Po sklepnem računu smo dobili rezultat 6138,83Å. Nato smo izmerili razliko valovnih dolžin med zgornjim in spodnjim koncem črte in ko smo dobljeni rezultat preračunali v Ångströme smo oba rezultata vstavili v spodnjo enačbo:

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda'}{4\lambda}$$

od kod sledi:

$$v = 300000 \text{ km/s} \cdot \frac{0,577 \text{ Å}}{4 \cdot 6138,83 \text{ Å}} = 7,05 \text{ km/s.}$$

Po izračunu hitrosti vrtenja Saturna okoli svoje osi smo izračunali še njegov obhodni čas oziroma dolžino Saturnovega dne. Oz podatka o polmera po katerem se giblje saturn: $r_{\text{saturn}} = 60250 \text{ km}$ dobimo:

$$t = \frac{s}{v} = 14,9 \text{ h}$$

Ker smo hoteli ugotoviti pravilnost naših rezultatov smo iz literature poiskali dejanske rezultate, ki za saturn znašajo $v=9,7$ km/s in $t=10,23$ h.

Odstopanja naših rezultatov od dejanskih rezultatov lahko pripišemo nenatančnosti ravnil in predvsem nejasnemu grafu, ki je bil slabo fotokopiran. Vendar pa smo se vseeno naučili kako lahko na podlagi naklona spektralnih črt na barvnem spektru izračunamo hitrost vrtenja Saturna okoli svoje osi.

Aleš GJERKEŠ In Uroš MAUČEC

ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 2002

Prijetnih izkušenj iz preteklih let sem se tudi letos odločil, da bom prišel na tabor. V četrtek, okrog štirih, smo se zbrali pred OŠ Fokovci. Sledila je predstavitev mentorjev in skupin. Pridružil sem se skupini, ki je opazovala meteorje. Vodil jo je izkušeni opazovalec meteorjev Jure Atanackov. Jure nas je tekom tabora seznanil z nastankom meteorjev, razložil nam je opazovalne tehnike in kasnejšo obdelavo podatkov, podrobno pa je opisal tudi aktivnejše meteorske roje, vendar pa niso bili aktivni (razen julijskih Pegazidov, ZHR 3).

V osmih urah in dvainpetdesetih minutah opazovanja sem videl 79 meteorjev. Večina je bila sporadikov, le en je bil julijski Pegazid. Videl sem tudi pet svetlih Iridijev. Dva sem fotografiral.

Tudi naslednje leto bom prišel na tabor v upanju, da bo, kot letos (z izjemo sobote), vse dni (noči) jasno.

Mitja GOVEDIČ

POROČILO

V Fokovce sva prispeli z zamudo 5. julija 2002. Vključili sva se v skupino Meteorji pod vodstvom mentorja Jureta Atanackova. Veliko sva izvedeli o meteorjih- njihovem nastanku, meteorskem dežju, meteorskih rojih (Leonidih, Perzeidih...), kometih ali zvezdah repaticah, opazovalnih tehnikah, določanju magnitude, ... Opazovali smo za OŠ Fokovci, zaviti v spalnih vrečah in dobri družbi. V primerjavi z številom satelitov je bilo meteorjev presenetljivo malo. Kakšna škoda...

Podatki opazovanja

Kraj: Fokovci	+1(4), +2(5), +3(2), +4(1), +5(1)
Datum: 7.7.2002	Opazovalec: Jesenja Slana
Opazovalec: Katja Horvat	Perioda F LM teff Spor
Perioda F LM teff Spor	20:51 – 22:10 1.00 / 1.68 9
20:51 – 22:10 1.00 / 1.14 8	22:43- 00:15 1.00 / 3.46 15
22:43- 00:15 1.00 / 2.8 13	Magnitude:
Magnitude:	+1(1), +2(2), +3(3), +4(3)
+1(1), +2(2), +3(2), +4(3)	0(1), +1(2), +2(1), +3(3), +4(5), +5(3)

Kathy & Senči

LEP POZDRAV

Na astronomskem taboru KMICA 2002 v Fokovcih smo se vključili v skupino Meteorji. V tej skupini smo se najprej naučili osnov za opazovanje meteorjev. Med te osnove spadajo izračunavanje ZHR, mejnega sija, določevanje sija meteorjev, efektivnega časa... Dodatno znanje pa smo si pridobili iz predavanj ter z prebiranjem literature. Meteorje smo opazovali več noči zapored, izmed katerih je bila noč iz 7. na 8. julij 2002 najbolj radodarna z meteorji in najbolj primerna za opazovanje. Žal pa ni bilo videti zelo svetlih meteorjev, saj je bil najsvetlejši z magnitudo 0.

Tabor nam je bil zelo všeč, saj smo se na njem veliko naučili in se še ob tem zabavali.

Statistika:

Opazovalni čas F	LM	teff	Spor	
21:02-23:39UT	1.00	5.61	1.96	39

Razporeditev magnitud:

Spor: 0(1) +1(2) +2(8) +3(16.5) +4(7.5) +5(4)

MAT (Mitja KOZAR, Alan PODLESEK in Tilen BAKAL)



UDELEŽENCI ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 2002

	Ime in priimek	Naslov	Email	Telefon
1	Primož KAJDIČ	Žitna 27, 9000 M. Sobota	Primozk@s-gms.ms.edus.si	031 340 377
2	Jure ATANACKOV	Aškerčeva 22, 3320 Velenje	Jure.atanackov@email.si	031 244 538
3	Damijan ŠKRABAN	Vrbišče 8, 9000 Murska Sobota	Damijan.skraban@mf.uni-lj.si	031 333 856
4	Nikolaj ŠTRITOF	Kušarjeva 7, 1000 Ljubljana	Nstritof@yahoo.com	
5	Samo SMRKE	Sodišinci 14, 9251 Tišina	Smrkob@yahoo.com	
6	Hari ERNEST	Ivanovci 60, 9208 Fokovci	Ernest.hari@s-gms.ms.edus.si	
7	Miha LENDVAJ	Liškova 42, Černelavci, 9000 M. Sobota	Mlendvaj@email.si	031 864 744
8	Maja HAKL	Radenski vrh 42, 9252 Radenci		031 859 425
9	Alan PODLESEK	Lendavska 45, černelavci, 9000 M. Sobota		031 457 963
10	Mitja KOZAR	Zbigovci 9, 9250 Gornja Radgona		021 818 154
11	Črt BRENCIČ	Plečnikova 26, Krog, 9000 M. Sobota	Crt_brencic@hotmail.com	031 517 123
12	Tilen DAKAL	Mladinska 10, 9250 Gornja Radgona	Oste.dakal@guest.arnes.si	031 451 065
13	Katja HORVAT	Partizanska C.1, 2000 Maribor		040 522 493
14	Dušan FARKAŠ	Stara Nova Vas 70, 9242 Križevci pri Ljutomeru		031 470 917
15	Matic LOZINŠEK	Ulica talcev 32, 1410 Zagorje	Matic.lozinsek@guest.arnes.si	040 840 508
16	Mativ PODMENIK	Podkraj 82, 1430 Hrastnik	Matic.podmenik@guest.arnes.si	040 592 448
17	Katja GRAŠIČ	Lackova 27, 2000 Maribor	Katja_grasic@hotmail.com	040 699 762
18	Živa HERGA	Molekova 1, 1211 Ljubljana, Šmartno		031 876 668
19	Jerneja PIRNAT	Ravenska Ulica 18, Krog, 9000 M. S.	Pirnat.jerneja@siol.net	031 586 369
20	Mirjana PLANTAN	Zelena ulica 12, 9000 M.S.		040 340 644
21	Aleksander KOROŠA	Štefana Kovača 18, 9224 Turnišče		02 5735 144
22	Matej VITEZ	Nedelica 42 b, 9224 Turnišče		041 817 455
23	Aleš GJERKEŠ	Nedelica 33, 9224 Turnišče	Lea.gjerkes@volja.net	041 991 423
24	Nina ŠKRILEC	Gregorčičeva 55, 9000 M.S.		040 535 100
25	Uroš MAUČEC	Kratka 5, 9224 Turnišče	Uros.maucec@s-gms.ms.edus.si	041 932 895
26	Damijan GRLEC	Sveti Jurij 45, 9262 Rogašovci		031 491 738
27	Sandi DORA	Gregorčičeva 55, 9000 M.S.		02 522 1335
28	Don CIGLENEČKI	Kreppljičeva 9, 2250 Ptuj	Don.ciglenecki@siol.net	02 772 8721
29	Betka LEBAR	Razlagova 18, 9000 Murska Sobota		031 824 856
30	Jesenja SLANA	Maistrova 21, 2000 Maribor	Jslana16@hotmail.com	041 331 153
31	Tadej TAŠNER	Pesnica 608, 2211 pesnica	Tadej_tasner@msn.com	040 261 954
32	Mitja GOVEDIČ	Flegeričeva 6, središče ob Dravi		02 7191 084
33	Urban BERNAT	Razlagova 2a, 9000 MS	Drago.bernat@guest.arnes.si	031 451 065



Urednik:
doc. dr. Mitja SLAVINEC
Lektorica:
doc. dr. Mihaela KOLETNIK
Tehnična obdelava:
doc. dr. Mitja SLAVINEC
Tisk:
AIP Praprotnik
Naklada:
300 izvodov
Založnik:
AD Kmica in ZOTKS