

KAZALO

ASTRONOMI V KMICI	2
ŽIVLJENJE NA PLANETIH	3
KO MINE MRK	7
KAKO VPELJATI ASTRONOMIJO V SREDNJE ŠOLE?	11
ŽIVLJENJE ZVEZD	13
ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 1999	22
PESEM O MRKU	23
ZGODOVINSKA KMICA	24
UDELEŽENCI ASTRONOMSKEGA TABORA FOKOVCI 99	32

ASTRONOMI V KMICI

Letošnje leto je bilo za Astronomsko društvo Kmica nedvomno daleč najbolj delovno in tudi najbolj uspešno. Vrhunec astronomskih dogajanj, na katerega smo se pripravljali celo leto, je bil popolni sončni mrk 11. avgusta. v tistem tednu je potekal tudi mladinski raziskovalni astronomski tabor Fokovci '99.

Astronomi v AD Kmica smo se že dolgo zavedali priložnosti, ki nam jo je narava ponudila z ugodno lego za opazovanje tega najveličastnejšega nebesnega pojava. Ocenjujemo, da smo priložnost dobro izkoristili. Našemu taboru smo pridobili republiški status, vseh predavanj priznanih predavateljev se je udeležilo preko 300 obiskovalcev in občutno se je povečalo število članov društva. Komentirali smo polurni direktni prenos mrka na TV Slovenija (kjer je bil predvajan tudi znak AD Kmica), kot redki, če ne edini v Evropi smo ob helikopterski pomoči podjetij Roto in Inoks posneli prihod in odhod sence. Izdali smo videokaseto z zbranimi posnetki povezanimi z mrkom. Na mrk nas bo vso naslednje leto z astronomskega koledarja našega društva spominjale tudi najbolj uspele fotografije, ki smo jih posneli med mrkom. Zelo razveseljivo je tudi dejstvo, da je Slovenija edina država, kjer ni bilo poškodb oči zaradi opazovanja mrka, k čemer smo z nenehnimi opozorili preko vseh medijev nedvomno pripomogli tudi mi.

Ob mrku so se med letom vrstile tudi mnoge druge društvene prireditve, predvsem astronomska opazovanja (kjer smo letos žal imeli veliko smole z vremenom) in izobraževanja. Na področju izobraževanja še posebej izstopa sodelovanje z Gimnazijo Murska Sobota in Osnovno šolo II v Murski Soboti, kjer smo vključeni v njihov redni izobraževalni program v sklopu izbirnih učnih vsebin.

Zaradi vseh teh aktivnosti se je zelo dvignila javna prepoznavnost društva in kar je še bolj razveseljivo, v prostoru kjer živimo smo zelo povečali zanimanje za astronomijo.

asist. dr. Mitja Slavinec
predsednik AD Kmica

ŽIVLJENJE NA PLANETIH

Uvod

Obstoj življenja v vesolju je redkost, primerljiva s stavo, da bi jaz v boksu premagal Tysona. Za obstoj življenja je pomembno vrsto ugodnih okoliščin in namen članka je, da spoznamo bistvene. Natančnejša analiza bi zahtevala članek v obsegu knjige *Vojna in mir*, oziroma ekvivalent dolžine nadaljevanke *Dinastija* za modernejšo publiko.

Članek je sestavljen na naslednji način. Najprej si bomo pogledali razvita živa bitja s stališča pomembnih časovnih intervalov. Nato bomo našli nekaj ključnih pogojev za obstoj življenja. Spoznali bomo, da tem pogojem lahko ustreza par zvezda-planet z ustreznima masama. V zaključku omenimo še vlogo mase živih bitij na njihovo življenje, ki po relativno preprosti zakonitosti nadzoruje vrsto življenjskih procesov.

Živa bitja

Oglejmo si najprej tipičnega predstavnika živih bitij. Da ne bi predolgo filozofirali, kaj je živo in kaj je mrtvo, se omejimo na »očitna« živa bitja, katerih obnašanje nadzira tako »hardware« kot »software«. »Hardware« se prenaša iz generacije v generacijo preko DNA, univerzalnega jezika narave. Ta jezik je zapisan izredno ekonomično s samo štirimi črkami (A=adenin, B=citozon, C=timin, Č=guanin) in ga uporabljajo vsa živa bitja na Zemlji. Je brez konkurence in predstavlja popolni monopol. Besedni zaklad (oziroma različna živa bitja) se stalno spreminja in prilagaja okoliščinam, kot npr. človeški jezik. Le časovna skala je bistveno daljša in traja milijone let. Primer časovnega razvoja hardware človeka je shematsko prikazan na spodnji sliki.



»Hardware« živih bitij se spreminja na zelo dolgi časovni skali, ki traja vrsto generacij.

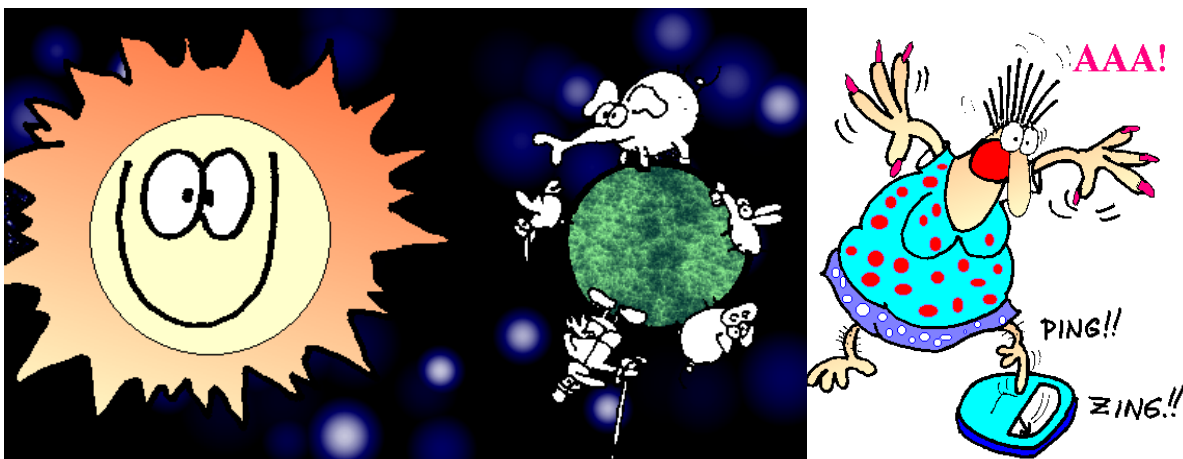
Bitja z zelo razvitim »hardwarem« imajo tudi dober »software«, ki se spreminja na bistveno krajši časovni skali. Za software so pri razvitih živih bitjih odgovorni možgani in njegove zakonitosti še niso povsem jasne v nasprotju s predpostavkami Freuda. »Software« lahko živa bitja učinkovito interaktivno spreminjamo že tokom življenja in ljudje z genetskim inženiringom interaktivno vedno bolj posegamo tudi v hardware. Na splošno so živa bitja genialne rešitve narave, ki so preživele nešteto testov in so nastale po receptu: **poskusi in popravi**.

Pogoj za življenje

Predpogoj za življenje je življenjski prostor, ki ga omogoča planet. Verjetnost, da se v določenem prostoru vesolja nahaja planet, je $1:10^{33}$. Torej, če bi stavili, da v vesolju na slepo najdete planet, bi ob ugodnem izidu za vloženo miliardinko SIT dobili približno desettisoč-miliard-miliard nemških mark. Če pa že imamo planet, mora zadoščati vsaj naslednjim pogojem:

- 1) Temperatura mora biti takšna, da omogoča vsa agregatna stanja nevtralnih snovi.
- 2) Obstajati morajo relativno stalne razmere v času, primerljivim vsaj z življenjsko dobo nekaterih živih bitij.
- 3) Potreben je stalni vir energije. Uskladitev teh teženj v z maso tako redkem vesolju je izjemno težavna.

Najenostavnejša sestava, ki izpolnjuje te pogoje, predstavljata »hladen« planet in »vroča« zvezda. Planet predstavlja bivališče in zvezda izvor energije. Pri tem igrata ključno vlogo masa planeta in zvezde.



Masa planeta

Masa planeta mora biti dovolj velika, da lahko obdrži atmosfero. Najpomembnejše vloge atmosfere so naslednje.

- 1) Vsebuje pline, ki omogočajo učinkovito pretvorbo »zvezdne« energije v uporabno obliko za živa bitja (npr. kisik omogoča fotosintezo).
- 2) Omeji razpon temperaturnih spremembe v življenjsko znosen temperaturni interval. Pri tem temperaturne spremembe nastajajo zaradi relativnega gibanja zvezde in planeta.
- 3) Omogoča zaščito planeta pred »kozmičnimi« žarki in meteoriti.

Pri tem masa zvezde ne sme biti prevelika, ker močno vpliva na težo in s tem gibljivost živih bitij. Poleg tega masa planeta močno vpliva na življenjsko pot samega planeta, kar bomo spoznali v naslednjem poglavju.

Prevelika masa planeta onemogoča življenje, ker vpliva na težo živih bitij. Le-ta je linearno sorazmerna z maso planeta. Torej, na planetu, ki ima dvakratno maso Zemlje, bi bili dva-krat težji.

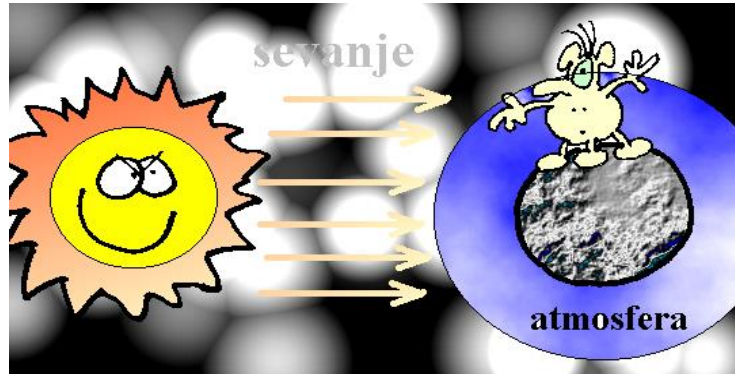
Masa zvezde

Zvezda mora imeti dovolj veliko maso, da omogoča stalen (glede na dinamiko razvoja življenja na planetu) vir energije. To omogočajo jedrske reakcije, ki sproščajo del mase zvezde v energijo, ki jo zvezda oddaja v svojo okolico. Toda masa ne sme biti prevelika, saj bistveno vpliva na življenjsko pot zvezde. Ta se podobno kot živa bitja "rodi", "razvija" in "umre" (oziroma kaže zanemarljivo aktivnost). večja kot je masa zvezde, krajša je njena življenjska doba. Tipična življenjska doba za življenje primerne zvezde je okoli 10^{10} let. Če živi zvezda "prehitro", se življenje na planetu ne more razviti.

Temu pogoju npr. ne ustrezajo zvezde, katerih masa je vsaj dvakrat večja od mase Sonca. Takšne zvezde svojo življenjsko pot relativno hitro atraktivno končajo kot supernove ali celo črne luknje.

Zvezda se mora spreminjati počasi glede na čas v katerem se živa bitja preko evolucije prilagajajo na okolico. Preko procesa evolucije narava išče vedno nove inovacije, ki konkurenčno omogočajo boljše življenje. Te inovacije iščejo mutacije, ki jih omogoča predvsem sevanje zvezde. Pri tem doza sevanja ne sme biti prevelika (npr. rakasta obolenja) ali premajhna (premajhna »inovativna« aktivost). Ta je odvisna predvsem od temperature zvezde, oddaljenosti planet-zvezda in od atmosfere planeta.

Energija, ki jo oddaja zvezda, omogoča mutacije živih bitij na bližnjem planetu. Mutacije so v bistvu inovacije, ki jih narava išče po naključni metodi. Pri tem je seveda večji del inovacij »neuporaben«. Takšen način iskanja boljših rešitev je za človeka zaradi njegove kratke življenjske dobe prepočasen.



Zemeljska rešitev

Vsem tem kriterijem ustreza par Zemlja-Sonca. Vsi ostali planeti v našem osončju niso primerni kandidati za obstoj življenja. Odpadejo zaradi previsoke ali prenizke temperature, nestalnih pogojev ali neustrezne atmosfere. Vsi življenjski procesi, ki se odvijajo na Zemlji, črpajo na različne načine energijo s Sonca. Na kratko: življenje na Zemlji je na sončni pogon. S Sonca prihaja na Zemljo povprečno $10^{17}W$ moči. To je približno stotisoč milijonkrat več, kot dajejo moči vse jedrske elektrarne.

Masa živih bitij

Spoznali smo, da je za življenje na planetih ključna masa planeta in zvezde. In kakšen je pomen mase živih bitij na njihovo delovanje? Ali prav tako igra eno izmed ključnih vlog? Pred nekaj leti so znanstveniki spoznali splošne zakonitosti, ki veljajo od mikroorganizmov, preko človeka do kitov. Pri tem je ključni parameter teh zakonitosti masa živega bitja. Naštajmo nekaj teh zakonitosti, ki veljajo za sesalce. S povečevanjem mase živih bitij se v povprečju: 1) kosti proporcionalno krajšajo in debelijo, 2) metabolizem se upočasni in postane učinkovitejši, 3) upočasni se srčni utrip, 4) življenje se podaljša, 5) zakasni se spolna zrelost, 6) zmanjša se število potomcev, redkejša populacija, 7) poveča se področje aktivnosti itd.. Pri tem veljajo enostavne matematične zakonitosti, ki se lahko zapišejo v potenčni obliki. Nekaj teh zakonitosti je zbranih na spodnji tabeli. Tako se bi npr. človeku s srčnim utripom 60/s in življenjsko dobo 80 let, ki mu 10 krat povečamo maso, skrajšal srčni utrip na 35/s in življenjska doba podaljšala na 142 let. Seveda vse te napovedi veljajo le statistično in obstajajo izjeme. Te zakonitosti razlaga teorija samoorganizirane kritičnosti, ki se je pojavila šele pred leti.

$$\text{življenjska doba} = \text{konstanta} \times \text{masa}^{\frac{1}{4}},$$

$$\text{srčni utrip} = \frac{\text{konstanta}}{\text{masa}^{\frac{1}{4}}},$$

$$\text{konstanta} \times \text{masa}^{\frac{3}{4}}$$

maso živih bitij

s katerim življenjski sistem, slikanje pojavih v

delovni prenos bakterij,



Žilni sistem omogoča najučinkovitejši prenos hrane v različne dele organizmov.

Zaključek

Spoznali smo, da je življenje na planetih prava redkost. Seznanili smo se z nekaterimi ključnimi pogoji, ki so potrebni za nastanek in obstoj življenja. Najenostavnejši kandidat, ki lahko omogoča življenje, sta par »hladni« planet in »vroča« zvezda. Pri tem morata imeti ustrezno maso, ki ne sme biti prevelika ali premajhna. Prav tako igra masa pomembno vlogo pri živih bitjih. V naravi obstaja vrsta zakonitosti, ki povezujejo povprečno maso živih bitij z njihovim delovanjem. Vidimo, da je delovanje narave kljub silni raznovrstnosti vendarle pogosto enostavno in v povprečju dobro predvidljivo.

prof. dr. Samo Kralj
Pedagoška fakulteta Maribor

KO MINE MRK

Mrk je mimo. Ko smo ga pričakovali, smo skušali o njem čimveč prebrati, dobiti informacije od tistih, ki so ta pojav že videli. Sedaj imamo vsak svojo lastno izkušnjo, zato se ne spleča pisati o mrku na splošno. Ob rob številnim opisom mrka pa je vredno dodati troje: tabelarični pregled nekaterih najpomembnejših podatkov, oris dojemanja mrkov skozi zgodovino ter pogled na naslednji mrk, viden iz Slovenije.

OSNOVNI PODATKI O SONČEVEM MRKU

KDAJ IN KJE: 11. avgust 1999, Popoln ob tromeji (severno od mejnega prehoda Hodoš), začetek ob 11h23m30s, sredina ob 12h47m15s, konec 14h 10m 30s, v Kopru do 4 minute prej. Delen: Ljubljana do 97%, Koper do 95% zakritega Sončevega premera.

TRAJANJE POPOLNEGA MRKA: V Sloveniji do 73 sekund (SV od Budincev), severno od Gradca in ob severnem delu Blatnega jezera do 144 sekund. Popolni mrk lahko traja do 7 minut in pol, navadno pa je mnogo krajši.

PREJŠNJI, NASLEDNJI: 15. februar 1961 ob 8:42 SEČ (Dalmacija), pri nas naslednji 3. septembra 2081 ob 9:47 SPČ. Sploh naslednji popolni: 21. junija 2001 (Južna Amerika, Centralna Afrika). Naslednji v okviru Sarosov v bližini naših krajev: 12. sept. 2053 (v severni Afriki, na 35 stopinjah severne geografske širine).

KAKO OPAZOVATI: Ko Sonce ni popolnoma zakrito, ga opazujte z zaščitnimi očali Z binokularji ali daljnogledi nikoli ne glejte v Sonce, ki ni popolnoma zakrito, saj vam bo scvrlo oči! Izjema so daljnogledi, ki so pokriti z Mylar folijo. Najbolje sploh ne poskušajte uporabiti daljnogleda, ampak v večji karton zvrtaite majhno luknjico, sliko Sonca pa opazujte na drugem belem listu papirja, ki ga držite nekaj 10 cm pod tistim, v katerem je luknjica.

ZAKAJ PRIDE DO SONČEVEGA MRKA: Če je Luna natanko med Zemljo in Soncem, na tankem pasu Zemljine površine Luna zakrije Sonce. V teh krajih vidijo Sončev mrk. Ob času mrka vidimo Lunino neosvetljeno stran, zato Sončev mrk vedno nastopi ob mlaju. Luna obkroži Zemljo približno v mesecu dni. Ker je Lunin tir nagnjen glede na ravnino Zemljinega tira okrog Sonca, mrka ne vidimo vsak mesec, saj se Luna največkrat giblje "nad" ali "pod" Soncem. Ugodni pogoji za mrke so vsako leto v dveh obdobjih, ko je Luna ob mlaju dovolj blizu ravnine Zemljinega tira okoli Sonca.

POGOSTOST MRKOV: Po vsej Zemlji: 0-3 Lunini mrki (najpogosteje 2) letno, 2-(največ) 5 delnih Sončevih mrkov letno, v zadnjem stoletju 145 popolnih mrkov. Na določenem kraju na Zemlji bi videli popolni mrk povprečno vsake 3-4 stoletja. Pogoj za popolni Sončev mrk je, da Luna povsem zakrije Sonce. Zaradi trenja pri plimovanju se Luna vsako leto odmakne 38 milimetrov dlje od Zemlje. V daljni prihodnosti se bo zato zgodilo, da ne bo mogla povsem pokriti Sonca, zato popolnih Sončevih mrkov ne bo več.

POJAVI OB MRKU:

Pred popolnostjo: pege na Soncu, temperatura pada, senčnati pasovi, prihod sence od zahoda, Bailijeve biseri, diamantni prstan.

V času popolnosti: rdeča kromosfera, protuberance, korona (kot svetel bel led na temnomodri podlagi neba ob mrku), vidijo se zvezde (zimsko ozvezdja Leva in Orion) in planeti: Merkur (zahodno od Sonca, zelo svetel) in Venera (tanek srp viden celo s prostim očesom) .

SONČEVI MRKI SKOZI ZGODOVINO

KRATEK PREGLED PO KULTURAH

Kitajci

Najstarejši zapis o opazovanju Sončevega mrka najdemo v kitajskem tekstu Šu Čing. Gre za mrk 22. oktobra 2137 pr.n.št., to je 1400 let pred opazovanji kateregakoli drugega naroda. V zvezi s tem mrkom je znana zgodba o dvornih astronomih Hiju in Hoju, ki sta bila predana pijači in nista skrbela za koledar, kar je bila njuna dolžnost. Tako so se

pomešali letni časi in ko sta pozabila napovedati še Sončev mrk, jih je to stalo glavo. Kitajci so tesno povezovali dogodke na Zemlji in na nebu in če je šlo kaj narobe, so za to krivili vladarja. Razumljiv je zato takratni vladarjev ukaz o opazovanju Sončevih mrkov: če nastopi prezgodaj, je treba astronome pobiti, če prepozno, ravno tako. Ni znano, da bi kasneje še kak astronom doživel usodo Hija in Hoja, pa tudi vladarji pred ljudstvom ne prevzemajo več take odgovornosti.

Stara Kitajska se lahko pohvali tudi z izredno dolgo kontinuirano kroniko. V Analih Luja, ki jih pripisujejo Konfuciju, so opisana opazovanja 34 Sončevih mrkov med leti 722 in 481 pr.n.št. Od tega so jih uspeli 32 kronološko identificirati. Tako so Sončevi mrki dragoceno pomagalo pri natančni dataciji zgodovinskih dogodkov.

Egipčani

Egipčani so znani po znanju geometrije. Njihove piramide imajo vse enako obliko in so obrnjene po straneh neba. Natančno so tudi opazovali nebo, saj je trenutek v letu, ko je bilo prvič mogoče opaziti Sirij na jutranjem nebu oznanjal poplave Nila, ki so bile odločilne za poljedelstvo. Njihov koledar je zato zelo točen, razteza pa se čez vsaj 3000 let. Vedeli so na primer, da ima leto 365 dni in četrt. Kljub temu pa ne najdemo niti enega samega zapisa o Sončevem mrku. Presenečenje je še večje, saj so jih bližnji Babilonci opazovali mnogo. Možna razlaga je, da so bili Egipčani zelo praktična civilizacija, Sončevi mrki pa brez pomena, saj faraon ni bil podrejen dogodkom na nebu, ampak je bil on sam bog.

Babilonci

Babilonci so povezovali dogodke na nebu s tistimi na Zemlji. Bogove so enačili s telesi Osončja. Zato je razumljivo, da so bili takratni astronomi pravzaprav astrologi. Da bi napovedali dogodke na Zemlji, so natančno opazovali nebo in to zapisovali na glinaste tablice. Ko so kasneje preučevali svoje tekoče zapise s starejšimi, so se iz astrologov spreminjali v astronome. Astronomija kot znanost ima zato svoje začetke v Babilonu.

Babilonci so zabeležili vse mrke po letu 747 pr.n.št. Natančno so poznali dolžino leta ter časa, ki ga Luna potrebuje za en obhod okoli Zemlje. Končno so odkrili tudi periodo Sarosa, ki je odločilna za napovedovanje Sončevih mrkov. Medsebojni položaji Zemlje, Lune in Sonca se ponovijo po 18 letih in 10 dneh in 8 urah, torej bo vsakemu mrku čez 18 let sledil naslednji mrk. Za letošnjim bo naslednji mrk iste Sarosove družine tako nastopil 21. avgusta 2017. Žal dolžina Sarosa ni enaka celemu številu dni. 8 dodatnih ur pomeni, da ga ne bomo videli iz Evrope, ampak iz Združenih držav Amerike. Za ponovitev mrka na skoraj istem kraju na Zemlji je treba počakati 3 Sarosove periode. Za letošnjim bo naslednji mrk iste Sarosove družine v naši bližini, to je v severni Afriki viden čez 54 let in en mesec, to je 12. septembra 2053.

Znanje o Sarosu se je kasneje preneslo Grkom, ti pa so ga posredovali Aleksandrijski šoli in Rimljanom. Pomembno je, da Babilonci sicer niso poznali gravitacijskega zakona ali nebesne mehanike, do napovedovanja mrkov pa so vseeno prišli na empiričen način, to je z analizo kronološko točnih zapisov preteklih pojavov. To je osnova tudi današnji znanstveni metodi. Najprej zgradimo grob model, za katerega sicer ne razumemo povsem, daje pa uporabne napovedi. Šele nato sledi eleganten del, ko ugotovljeno zakonitost uspemo razložiti z uporabo osnovnih fizikalnih zakonov. V primeru mrkov je bil to Newtonov gravitacijski zakon.

Grki

Prvi znan astronom je Tales in Mileta, ki mu pripisujejo pravilno napoved mrka 28. maja 585 pr.n.št. Grki so vedeli, da je Sonce edini vir svetlobe in da Luna le odbija Sončevo svetlobo. Seveda so poznali periodo Sarosa, neodvisno od Babiloncev pa so ugotovili različno dolžino letnih časov (pomlad traja 94, poletje 92, jesen 89 in zima 90 dni) in jo pravilno razložili z različno oddaljenostjo Zemlje od Sonca. Aristotel je na osnovi opazovanj Luninih mrkov pravilno sklepal, da je tako kot Luna tudi Zemlja kroglja (senca Zemlje, ki jo v času mrka meče na Luno je ukrivljena) in določil razmerje njunih velikosti. Hiparh je zmeril tudi razdaljo do Lune (v enotah Zemljine velikosti). Končno so Aleksandrijci določili Zemljino velikost in dobili vrednost, ki je bila mnogo točnejša od podatka s katerim se je Kolumb odpravil na pot proti Indiji (in odkril Ameriko).

Maji

Kot kaže so tudi Maji poznali dolžino Sarosa. To je presenetljivo, saj se po 54 letih in enem mesecu mrk ne ponovi natančno na istem kraju. Letošnjemu mrku v Evropi bo denimo čez 54 let sledil mrk v severni Afriki. Torej je pomembno, da je velikost države določene kulture dovolj velik, da kronisti lahko zabeležijo dovolj mrkov v isti družini Sarosov in nato odkrijejo to zakonitost. Za Kitajce ali Asirce in Babilonce to velja, ni pa povsem jasno, kako

so do tega podatka prišli Maji, ki so poseljevali le majhen teritorij polotoka Jukatan. Možno je, da jim je pomagala srečna okoliščina, ko so se na Jukatano zvrstili trije mrki v času približno stotih let.

KLASIČNI MRKI V ZGODOVINI

Biblija nedvomno omenja Sončev mrk, ko v Amosu VIII, 9 beremo: "Storil bom, da bo Sonce opoldne zašlo in bo Zemljo na jasen dan zagrnila tema." Po primerjavi z Babilonskim koledarjem ta mrk danes z gotovostjo postavimo na 11. januar 689 pr.n.št., ko so v Jeruzalemu opazovali skoraj popoln Sončev mrk.

Pesnik Arhiloh govori o tem, da je "Zevs, oče bogov, spremenil poldne v noč in skril Sonce; in ljudi pahnili v strah." V tem primeru gre za mrk 6. aprila 647 pr.n.št., ki je bil z otoka Tasosa, kjer je dalj časa živel Arhiloh, popoln okrog 10. ure dopoldne. To je tako najstarejši točno določen datum v grški zgodovini.

Najbolj znan klasični mrk je v zvezi z Lidijci in Medeji. Ti so se že 5 let bojevali in bojna sreča še ni bila odločena. V šestem letu bojov pa se je, po zapisih Herodota, dan spremenil v noč. Prihod mrka je na leto natančno napovedal že Tales iz Mileta. Ob temi sta se vojski brž pobotali, mir pa utrdili s kraljevsko poroko. Gre za mrk 28. maja 585 pr.n.št.

Križanje lahko povežemo s Sončevim mrkom 24. novembra leta 29 (Humphreys, Colin J. in Waddington, W. G., "Dating the Crucifixion", Nature, Vol. 306, No. 5945, p.743-746, 22 December 1983).

Preroka Mohameda lahko povežemo z dvema Sončevima mrkoma. Rodil se je leta 569/570 n.št., kar vemo po tem, da je bil 24. novembra 569 viden popolni Sončev mrk. Njegov sin, Ibrahim, pa je umrl 27. januarja 632, na dan popolnega Sončevega mrka. To so najprej razlagali kot božje znamenje. A Mohamed jih je zavrnil z besedami "Sonce in Luna sta znaka bogov, njun mrk pa nima povezave z rojstvom ali smrtjo ljudi". Uveljavitev tega mnenja je bila osnova za zavrnitev astrologije.

Ob Sončevem mrku leta 1868 so v spektru Sončevih prominenc odkrili element helij (Joseph Norman Lockyer, 27 let pred njegovim odkritjem na Zemlji). Leta 1887 pa je avstrijski znanstvenik Theodor von Oppolzer objavil podrobne izračune vseh mrkov med leti 1208 pr.n.št in 2162 n.št.

Einsteinova splošna teorija relativnosti, ki je bila predlagana leta 1915, napoveduje, da se položaji zvezd v bližini Sonca zaradi ukrivljenosti prostora navidezno razmaknejo do 1,75 ločne sekunde. Meritve položaja zvezd, ki jih je napravil Arthur Eddington ob Sončevem mrku 29. maja leta 1919 so to napoved potrdila.

NASLEDNJI POPOLNI SONČEV MRK VIDEN IZ SLOVENIJE

Naslednji popolni Sončev mrk bomo iz Slovenije lahko opazovali 3. septembra 2081 ob 9. uri 45 minut po lokalnem poletnem času. To bo jutranji mrk, senca pa bo prekrila celotno ozemlje Slovenije.

Naši otroci in vnuki bodo res imeli srečo, saj bodo že pol leta kasneje, 27. februarja 2082 lahko opazovali naslednji popolni Sončev mrk. Zopet bo senca pokrila vso Slovenijo, vendar mrk ne bo posebej spektakularen, saj bo Sonce zelo nizko nad obzorjem. Zgodil se bo pozno popoldne, ob same m zahodu Sonca ob 17. uri 35 minut po lokalnem času. Spodnja slika kaže takratni položaj sence.





Položaj sence 3. septembra 2081 ob 9. uri 45

Pot sence 27. februarja 2082

Če nočete na pot, bo torej čakanje na naslednji popolni mrk (pre)dolgo. Morda pa boste imeli priložnost 21. junija 2001 obiskati Južno Afriko. Kako uro kasneje kot letos, se bo ponovila prekmurska predstava ...

doc. dr. Tomaž Zwitter,
Fakulteta za matematiko in fiziko

KAKO VPELJATI ASTRONOMIJO V SREDNJE ŠOLE?

Uvod

V srednješolskih učnih načrtov le redko zasledimo pojme iz astronomije, zato smo se ob velikem interesu dijakov na Gimnaziji Murska Sobota odločili za organizirano vpeljavo dijakov v skrivnosti zvezdoslovja. Leta 1997 smo uspešno sodelovali v okviru Evropskega tedna tehnične kulture v projektu 'Astronomy On-Line', v šolskem letu 1997/98 smo izvedli inovacijski projekt 'Astronomy On-Line II', katerega rezultati so izdelava priročnika 'Astronomija na lahek način', nabava kvalitetnega teleskopa znamke MEADE serije LX ter niz opazovanj. V istem šolskem letu smo v okviru projekta RO (Računalniško opismenjevanje) izdelali priročnik 'Z računalnikom do zvezd', ki nam pomaga pri uporabi programa SkyMap, katerega si lahko vsakdo sname preko Interneta. Vključevanje v tovrstne projekte je skoraj nuja, saj si na tak način zagotovimo sofinanciranje in primerne reference. Nam je na ta način uspelo pridobiti dovolj sredstev za teleskop, kar je omogočilo čisto novo kvaliteto dela, hkrati pa je bila to velika motivacija tako za dijake kot za mentorja.

Večino minulih aktivnosti smo izvedli ob pomoči Zavoda Republike Slovenije za šolstvo, ki ponuja šolam niz raznih projektov, v katerih imajo šole priložnost izvajati tudi programe izven učnega načrta, torej tudi astronomijo. V šolskem letu 1998/99 je bil razpisan še posebej vabljen projekt, 'Odrpta šola', ki je bil kot nalašč za nadaljevanje dejavnosti. Ta projekt, ki se nadaljuje tudi letos, omogoča 50 odstotno sofinanciranje države. Prvenstveno ni namenjen nabavi opreme, ampak izvajanju dejavnosti z danimi možnostmi na domači šoli ko ni pouka, recimo popoldne, ob vikendih ali počitnicah. K sodelovanju smo pritegnili tudi soboško astronomsko društvo Kmica, ki nam je pomagalo predvsem pri izvedbi strokovnih predavanj. Specifičnost opazovanj nam ni dovoljevala izdelave natančnega urnika dejavnosti, ker so opazovanja v veliki meri odvisna od vremenskih razmer. Tako smo izdelali okvirni načrt, s katerim smo se na začetku šolskega leta predstavili dijakom. Odziv je bil izjemen in kaže na že uvodoma omenjen velik interes dijakov za astronomijo. Izvedeni program se je izkazal kot zelo primeren, zato ga bomo na kratko predstavili. Drugim šolam lahko pomaga pri načrtovanju dejavnosti.

Prvi sklop so bila predavanja, namenjena seznanjanju z osnovnimi pojmi v astronomiji, razvoju astronomije skozi zgodovino in vplivu nekaterih astronomskih pojavov na potek človeškega razvoja in zgodovine. Večino predavanj je vodil naš bivši dijak in sedaj študent fizike Primož Kajdič, v predavanjih v sodelovanju s Kmicu pa so se predavali Nikolaj Štritof, Marko Pust, Samo Kralj, Tomaž Zwitter in Andreja Gomboc. Drugi sklop dejavnosti je bil praktične narave - sem spadajo nočna opazovanja, ob katerih so se dijaki naučili tudi večine sestavljanja teleskopa in njegove praktične uporabe. Jedro te dejavnosti je tvorila trojica dijakov; Goran Obal, Daniel Volf in Tomaž Sedonja. Po možnosti je opazovanja vodil Primož Kajdič.

Predavanja

Razvoj astronomije

Predstavljen je bil razvoj astronomije od starega veka (Babilonci, Egipčani, Grki,...) do današnjih dni. Omenjene so bile smernice razvoja astronomije v različnih obdobjih ter najpomembnejša odkritja povezana z astronomijo.

Astronomija od paleolitika do srednjega veka

Predavanje je segalo daleč nazaj v človeško zgodovino. Najprej je bilo govora o nastanku ozvezdij, zakaj je do njih prišlo, kje so uporabljali znanja o njih, kaj so v njih videla stara ljudstva in o razdelitvi ozvezdij. Poseben poudarek je bil na nastanku živalskega kroga - zodiaka - ki je bil zelo povezan z verovanji starih ljudstev. Drugi del predavanj se je nanašal na nastanek koledarja in štetje let. Predstavljeni so bili različni tipi koledarja (lunarni, solarni) in kako so nastali teden, mesec ter leto. Omenjena so bila različna štetja let. V tretjem delu predavanj pa so bili predstavljeni nekateri konkretni dogodki v zgodovini, ki so neposredno vplivali na njen potek (padec meteorita, pojav kometa,...). Iz tega so bila razvidna razna verovanja povezana z nebesnimi telesi. Nekatera se danes burijo duhove.

Nebesna telesa v mitologiji starih Slovanov

O slovanski mitologiji ni veliko znanega, kljub temu je to zelo zanimiva tema. Kot vsa stara ljudstva, so tudi stari Slovani imeli svoje bogove ter razna druga bitja, ki so bila povezana z nebesnimi telesi, predvsem s Soncem in Luno, pa tudi z nekaterimi drugimi planeti ter svetlejšimi zvezdami.

O teleskopih

Opisan je bil nastanek in razvoj teleskopov do današnjih dni. Nismo se omejili le na optične teleskope, temveč smo spoznali tudi radijske teleskope ter ostale opazovalnice, s katerimi astronomi danes opazujejo vesolje. Poudarili smo velika odkritja, ki jih je teleskop omogočil in si bliže ogledali našega, MEADE LX 50.

O mrkih

Prestavili smo Sončeve in Lunine mrke - kako in kdaj do njih pride, kako jih vidimo z Zemlje in kako bi jih videli z Lune. Posebna pozornost je bila posvečena letošnjemu popolnemu Sončevemu mrku, ki je bil prav v Prekmurju. Drugi del predavanja je opisoval velika odkritja, povezana z mrki (predvsem Grki), in razne zgodovinske dogodke, kjer so mrki odigrali pomembno vlogo.

Inflacijski model vesolja, osončje

Marko Pust je predaval o teorijah nastanka vesolja in njihovih avtorjih. Predvsem je izpostavil inflacijski model nastanka vesolja. Dokaj zahtevna teorija je bila po nekoliko daljšem uvodu prilagojenem ciljni publiki razumljiva tudi našim dijakom in gostom. Nikolaj Štrifof je predstavil osončje in njegove planete z njihovimi sateliti, komete, asteroide... Predavanje je dopolnjevala zbirka zanimivih diapozitivov, ki so opozarjali na posebnosti našega osončja.

Črne luknje, ljubiteljska astronomija in Internet, zakaj je vesolje nehomogeno?

Asist. Andreja Gomboc nam je približala skrivnosti črnih lukenj: njihov nastanek in razvoj, vpliv na okolico, metode proučevanja itd. Doc.dr. Tomaž Zwitter je predaval o ljubiteljski astronomiji in Internetu. Zelo nazorno nam je prikazal razne dejavnosti astronomije. Prepričal nas je, da je še marsikaj neraziskanega. Predvsem enkratni dogodki v vesolju dajejo praktično neomejene možnosti vsakemu od nas. Posebej pomembno je pri tem združevanje in izmenjava informacij, pri čemer igra revolucionarno vlogo Internet, ki postaja poglaviti vir informacij tudi za astronome. Prof.dr. Samo Kralj nam je na enostaven način dal odgovor na provokativno vprašanje glede homogenosti vesolja.

Opazovanja

Zaradi slabega vremena je bilo nočnih opazovanj neba manj kot smo prvotno načrtovali. Kljub temu smo uspeli izvesti nekaj opazovanj jesenskega in zimskega neba, ter opazovanja spomladanskega in poletnega neba. Dijakom smo pokazali tedaj vidna ozvezdja, planete in druge zanimive objekte (kroglaste in razsute kopice, galaksije, planetarne meglice...). Dijaki so sami pripravili teleskop za opazovanje, naučili so se s teleskopom poiskati svetlejše objekte, predvsem planete. V sklopu priprav na opazovanje so se usposobili za delo s programom SkyMap. Zelene objekte so poiskali s pomočjo programa in nato v različnih povečavah iztiskali priprave. V sklopu opazovanj je bilo novembra 1998 tudi spremljanje leonidov. Opazovanja so vedno privabila tudi goste. Največkrat so z dijaki prišli njihovi starši, bratje in sestre, ustavljali so se mimoidoči itd.

Zaključek

Zavod RS za šolstvo nam z raznimi projekti omogoča nadaljevanje pestre astronomske dejavnosti. Astronomsko društvo Kmica nam je pomagalo pri izvedbi kvalitetnih predavanj, predvsem Primož Kajdič. Izvedli smo zanimiva opazovanja z domačim teleskopom. Želimo si, da bi tudi v prihodnje naš teleskop čim večkrat bil usmerjen v vedro nebo in razkrival skrivnosti vesolja tako dijakom kot mimoidočim. Opisana pot vpeljave astronomije je ponovljiva tudi marsikje drugje, zato je potrebno pogumno izkoristiti vse možnosti, tudi razne astronomske taborne v času počitnic, kjer se lahko izoblikuje zdravo jedro gonilne sile astronomije za šolo.

asist. Renato LUKAČ
Gimnazija Murska Sobota

**Otožna zvezda! sonce src brez sna!
ki v dnu daljav ti solzni sij miglja,
ki svetiš v noč - a je ne prepodiš -
oh, kot spomin na srečo se mi zdiš.**

George Gordon Noel – Lord Byron

ŽIVLJENJE ZVEZD

Uvod

Ljudje so se že od nekdaj zanimali za zvezde. Te skrivnostne drobne luči na nebu so burile njihovo domišljijo. Vsako ljudstvo je imelo svoje predstave o tem, kaj so zvezde in kako živijo. Tako tudi naše ljudsko izročilo pravi, da ima vsak človek svojo zvezdo. Ko se človek rodi, se hkrati rodi njegova zvezda. Ko človek raste, tudi zvezda postaja vedno svetlejša. Če se človek odpravi na potovanje, ga njegova zvezda spremlja povsod in ko umre, zvezda pade na Zemljo.

S prihodom astronomov je življenje zvezd postalo manj romantično, pa zato nič manj zanimivo.

Rojstvo zvezd

Sesedanje medzvezdnega plina

Danes zvezde nastajajo predvsem v medzvezdnih oblakih (molekularnega) plina (večinoma vodika) in prahu v spiralnih rokavih galaksij. Ko skušamo opisati tak oblak, privzamemo, da v njem vlada ravnovesje med privlačno gravitacijsko silo in silo tlaka v oblaku. Motnje, ki se pojavijo v oblaku in spominjajo na zvočne valove, povzročijo nestabilnosti v oblaku. Če prevlada gravitacija, se bo oblak začel lokalno sesedati. Tipična velikost takega oblaka je 30 do 60 svetlobnih let, njegova masa pa 100.000 do 1.000.000 sončevih mas (v nadaljevanju M_0).

Glede na to, da je masa takega oblaka mnogo večja od mase zvezd, se predpostavlja, da se določeni deli v oblaku sesedajo hitreje kot celoten oblak. Pojavu pravimo fragmentacija.

Oblak se razdeli recimo na dva dela, ki se bosta neodvisno sesedala.

Na novo nastali manjši fragmenti imajo maso od 1.000 do 10.000 M_0 in iz njih bodo nastale kompaktne skupine zvezd – razsute zvezdne kopice. Znotraj teh fragmentov se spet dogaja fragmentacija, tokrat bodo iz teh fragmentov nastale zvezde.

Model prostega pada

Oblak se začne sesedati, ko privlačne gravitacijske sile prevladajo nad tlačnimi silami. V krogelno simetričnem oblaku je gravitacijski pospešek reda GM/R^2 , kjer sta M in R masa oz. radij oblaka, G pa gravitacijska konstanta. Ker se gravitacijska sila povečuje z zmanjšanjem radija, se oblak vedno hitreje seseda in lahko približno privzamemo, kot da bi oblak »prosto padal« sam vase. Čas sesedanja oblaka v fazi prostega pada je pri tipični gostoti medzvezdnega plina $\rho_0 = 4 \cdot 10^{-23} \text{ g/cm}^3$ okrog 10^7 let.

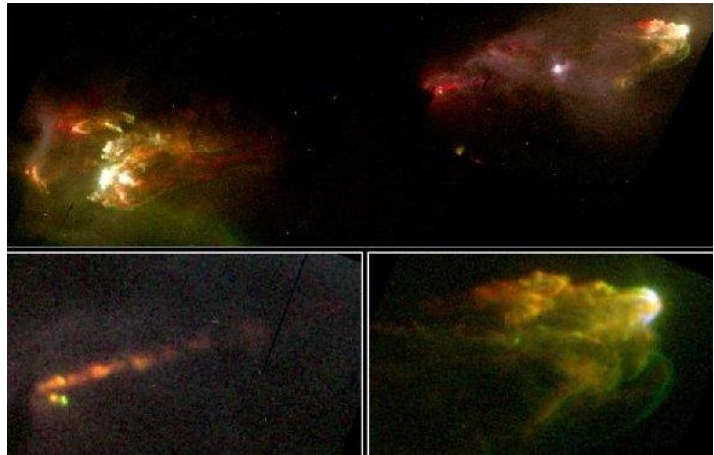


Pogled Hubblovega teleskopa v notranjost enega izmed medzvezdnih plinskih oblakov, imenovanega M16.

V samem začetku je oblak zelo redek in homogen, zato zelo prepusten za svetlobo, njegova temperatura pa znaša okrog 10 K. S časom ko središče takih oblakov doseže gostoto približno $10^{-13} \text{ g cm}^{-3}$ postanejo neprozorni in se več ne morejo ohlajati s sevanjem. Oblak se segreje, zaradi česar se sesedanje upočasni. Tako nastane središčno jedro, ki je obdano z ovojnico, ki še naprej »dežuje« proti središču. Ko jedro doseže hidrostatično ravnovesje, ima maso okrog 10^{31} g in polmer $6 \cdot 10^8 \text{ km}$, temperaturo pa okrog 170 K. S tem, ko se masa jedra veča, njegov radij pa manjša, hitrost padajoče snovi preseže hitrost zvoka na površju jedra. To privede do nastanka krogelnega udarnega vala, ki loči nadzvočni »dež« od jedra. V tem valu se snov ustavi in pri tem se sprosti veliko kinetične energije, ki se skoraj vsa izseva.

V nekaterih pogledih sedaj središčno jedro spominja na zvezdo. Toda če je tlak na površju zvezde praktično enak nič, mora tu uravnovešati tlak zaradi padajoče snovi. Poleg tega se tu večina energije sprosti v relativno tankem površinskem pasu, medtem ko je energijski izvir zvezde skrit globoko v njeni notranjosti.

Tak oblak pogosto imenujemo protozvezda. Njegov premer se lahko primerja z velikostjo sončevega sistema.



Udarni valovi pri mladih zvezdah verjetno povzročijo take izbruhe snovi. Pri tem nastanejo svetlejše in bolj vroče kepe, ki jih imenujemo objekti tipa Herbig - Haro.

Sesedanje jedra

Protozvezdo še vedno sestavljata v glavnem prah ter molekularni vodik H_2 . Prah tekom krčenja izpari, pri temperaturi okrog 2000 K, pa začnejo molekule vodika disociirati. Za to se porabi del energije protozvezde, zaradi česar se ohladi in postane nestabilna. Tako se spet začne sesedati. To se zgodi, ko ima protozvezda dvakrat večjo maso in dvakrat manjši radij, kot na začetku. Sesedanje traja, dokler se ves plin v notranjosti ne disociira. Potem se znova vzpostavi hidrostatično ravnovesje. Sedaj stabilno jedro v notranjosti protozvezde, ima maso okrog $1,5 \cdot 10^{-3} M_{\odot}$ in radij 1,5 sončevega. Temperatura v središču je okrog 20.000 K. Na površju jedra se pojavi drugi udarni val. S tem se zmanjša gostota pod zunanjim udarnim valom, ki nato izgine.

Zvezda, ki še ni dosegla temperature, potrebne za jedrske reakcije, mora nadomestiti energetske izgube s krčenjem. Del gravitacijske energije se porabi za sevanje, del pa gre v notranjo energijo zvezde. Kako zelo se lahko notranjost protozvezde segreje, je odvisno od njene mase. Temperatura, ki je potrebna za gorenje vodika, je okrog 10^7 K , pri heliju pa celo 10^8 K . Protozvezde z maso, manjša od $0,08 M_{\odot}$, nikoli ne dosežejo temperature, potrebne za jedrske reakcije. Take objekte imenujemo črne oz. rjave pritlikavke. Svoj čas so astronomi menili, da bi lahko rjave pritlikavke imele maso, za katero se zdi, da manjka galaksijam. Zaradi svoje temnosti jih je zelo težko odkriti. Po drugi strani, pa zvezde, ki bi imele maso več kot nekaj stokratno maso Sonca, nebi bile stabilne (pred nekaj leti so odkrili t.i. Pistol star, ki ima maso $\sim 350 M_{\odot}$). Pri takih zvezdah bi prevladal sevalni tlak, ki bi zvezdo razpihal, iz njenih ostankov pa bi se najverjetneje razvile manjše zvezde. Ko v zvezdi stečejo jedrske reakcije, postanejo le— njen glavni izvor energije.



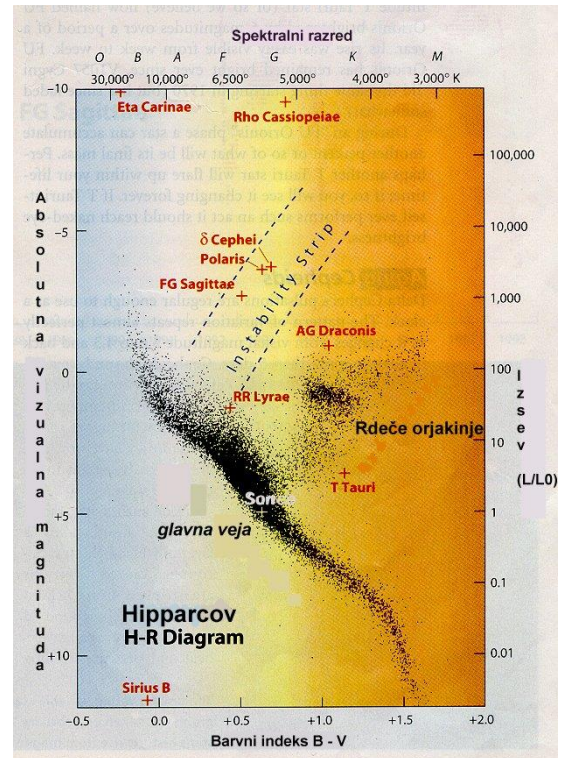
Na sliki je FU Orionis, zelo mlada zvezda, ki šele nastaja. Snov še vedno pada na njeno površje. Akrecijski disk včasih postane zelo nestabilen in odvrže velike količine snovi na zvezdo. Takrat zvezda močno zasveti. Pred šestdesetimi leti se ji je tako sij v enem letu povečal za 6 magnitud.

Življenje na glavni veji HR diagrama

V začetku tega stoletja sta Ejnar Hertzsprung in Henry Norris Russell* neodvisno odkrila, da je izsev zvezde povezan z njeno površinsko temperaturo (uporabila sta količini absolutna magnituda zvezde in spektralni razred zvezde). Ko sta na graf nanašala ti dve količini, se je izkazalo, da se večina zvezd na tem grafu nahaja na t. i. glavni veji HR diagrama. Od glavne veje so odstopali le objekti, kot so rdeče (nad)orjakinje in bele pritlikavke. Namesto temperature oz. spektralnega razreda, lahko na HR diagram nanašamo tudi t.i. barvni indeks, ki nam pove razliko v svetlosti zvezde pri dveh izbranih valovnih dolžinah.

Oglejmo si življenje stabilizirane zvezde na glavni veji Hertzsprung Russelovega (HR) diagrama. Tu preživi večino (tudi do 90%) svojega življenja. Jedrske reakcije vzdržujejo v zvezdi stacionarno stanje tudi več milijard let. To nam pride prav, ko poskušamo narediti matematični model zvezde, saj ga lahko povežemo s študijem stacionarnega stanja. Katere jedrske reakcije pa bodo sploh potekale v zvezdi, izsev zvezde, njena življenjska doba ter način, kako bo zvezda umrla, zavisijo od mase zvezde.

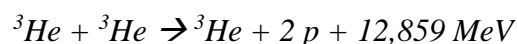
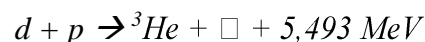
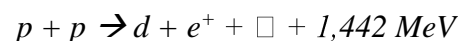
Masa in temperatura zvezde določata tudi njeno barvo. Bolj vroče zvezde so modrikaste in bele, najmanj vroče pa oranžne oz. rdeče. Glede na to razdelimo zvezde v spektralne razrede: O, B, A, F, G, K, M. Zvezde tipa O in B so vroče, zvezde tipa B, A, F in G, pa so nekoliko hladnejše. Spektralni razred M, ki pripada najhladnejšim zvezdam, razdelimo še na podrazrede R, N, S. Nekateri pred O postavijo še W, ki zaznamuje Wolf Rayetove zvezde, ki so ena izmed faz v razvoju najmasivejših zvezd. Vsak spektralni razred se razdeli še na deset podrazredov, kar označimo s števili od 0 do 9. Da bi si spektralne razrede lažje zapomnili, so angleškogovoreči astronomi skovali naslednji verz: »(W)ow, Oh Be A Fine Girl, Kiss Me Right Now Sweatehart«.



HR Diagram

Jedrske reakcije

Pri nižjih temperaturah poteka gorenje vodika preko t.i. verig pp. Pri najnižjih temperaturah potekajo reakcije verige PPI:



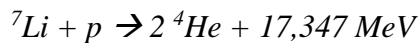
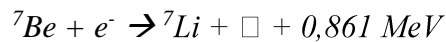
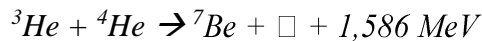
Prva in najpomembnejša reakcija se lahko obravnava kot spontan razpad protona v polju drugega protona, pod vplivom šibke jedrske interakcije. Ta proces poteka počasi, saj ima šibka jedrska interakcija kratek doseg, število bližjih elektronskih parov pa je majhno (v povprečju potrebuje proton 11 milijard let, da trči s drugim protonom). Zaradi Coulombovega odboja, je verjetnost, da najdemo tak par protonov, odvisna od gostote in temperature. Višje temperature verjetnost povečajo.

* Hertzsprung Ejnar (1873-1967) in Henry Norris Russel (1877-1957)

Druga reakcija, med protonom in devterijem, poteka pod vplivom enako velikega Coulombovega odboja, vendar tudi pod vplivom močne jedrske interakcije. Reakcija poteka neprimerno hitreje (v povprečju traja nekaj sekund, da trčita proton in devterij).

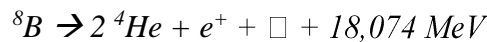
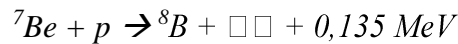
Naslednja reakcija je spet nekoliko počasnejša, zaradi štirikrat večjega Coulombovega odboja (kakih 400.000 let je potrebno, da trčita dva ^3He). Končni produkt reakcij verige PPI sta dve helijski jedri, dva pozitrona in dva nevtrina. Slednja imata skupaj energijo le 263 KeV.

Pri nekoliko višjih temperaturah poteka veriga PPII:



Spet je povprečna energija nevtrina majhna.

Pri še višjih temperaturah lahko potekajo reakcije verige PPIII:



Tokrat odnese nevtrino kar 7,2 MeV energije. Ta veriga je ključnega pomena za problem nevtrinov s Sonca, saj je nevtrine z velikimi energijami lažje zaznati. Iz računov sledi, da te reakcije potekajo na Soncu zelo redko, opazovanja nevtrinov pa kažejo na to, da potekajo še redkeje.

Tem sledijo reakcije reakcije ciklov CN, NO in OF, ki potekajo veliko hitreje kot prejšnje.

Dokler ima zvezda v svoji sredici še kaj vodika, je stabilna. V takem stanju preživi večino svojega življenja. Ironično je, da manj masivne zvezde živijo dlje, kot tiste bolj masivne. V masivnejših zvezdah potekajo pri višjih temperaturah jedrske reakcije bolj burno, zaradi česar take zvezde močneje svetijo in prej porabijo svoje zaloge jedrskega goriva. Iz meritev so dognali povezavo med izsevom zvezde L in njeno maso M:

$$L \propto M^{3,5}.$$

Povezava med njeno življenjsko dobo na glavni veji ter njeno maso pa je:

$$T \propto M^{-2,5}.$$

Spektralni razred	Povprečna življenjska doba na glavni veji HR diagrama v letih
O5	1 milijon
B0	5 milijonov
B5	80 milijonov
A0	1 milijarda
F0	3 milijarde
F5	5 milijard
G0	9 milijard
G5	10 milijard
K0	20 milijard
K5	40 milijard
M0	200 milijard
M5	300 milijard

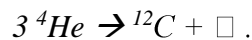
Umiranje zvezd

Življenje zvezd se izteka različno glede na to, kako veliko maso imajo.

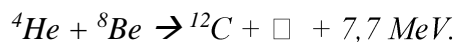
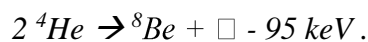
Zvezde z večjo maso od 2,25 M₀

Ko preneha gorenje vodika, ima zvezda približno tako sestavo: $X_H = 0,602$, $X_{He} = 0,354$ in $X_{ostalo} = 0,044$. Pri tem je jedro sestavljeno pretežno iz helija, obdaja pa ga z vodikom bogata ovojnica. Temperatura v jedru je prenizka, da bi se lahko vžgal helij, zato pa začne greti vodik v notranjih plasteh ovojnice. Zdaj se jedro začne krčiti, kar povzroči njegovo segrevanje, hkrati pa napihovanje ovojnice, ki ga obdaja. Premer zvezde se poveča več tisočkrat, zato je njena površinska temperatura relativno nizka. Zvezda postane redea nadorjakinja. Ko temperatura v jedru doseže 10⁸ K, se vžge helij.

Zaradi tega se nadaljnje krčenje zaustavi. Krčenje jedra traja nekaj sto tisoč do nekaj milijonov let. Gorenje helija je zadnja faza, v kateri se zvezda ohlaja predvsem s sevanjem. To je tudi faza, ko se v velikih količinah proizvajata ¹²C in ¹⁶O. Prvi nastane, ko skoraj hkrati trčijo tri helijeva jedra:

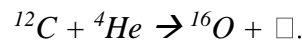


Predvidevajo pa, da poteka ta reakcija v več fazah:



Prva reakcija je endotermna. ⁸Be je zelo nestabilen in hitro razpade nazaj v dva delca α , če si prej ne ujame še eno helijevo jedro, s katerim reagira v ¹²C. Zaradi nestabilnosti ⁸Be, se zgornja reakcija imenuje trojna reakcija α .

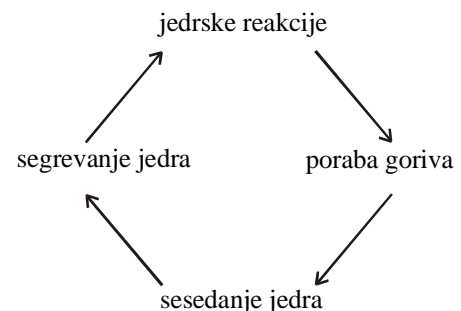
Ko nastane dovolj ¹²C, se sproži naslednja pomembna reakcija:



Ko postane ⁴He redek, se za ¹⁶O porabi več ¹²C, kot pa ga nastane.

Faza ko gori helij, traja kakšnih deset milijonov let, kar znaša do 20% časa, ki ga zvezda preživi na glavni veji HR diagrama. Vse do sedaj povedano velja za zvezde, katerih masa ne presega 11 M₀.

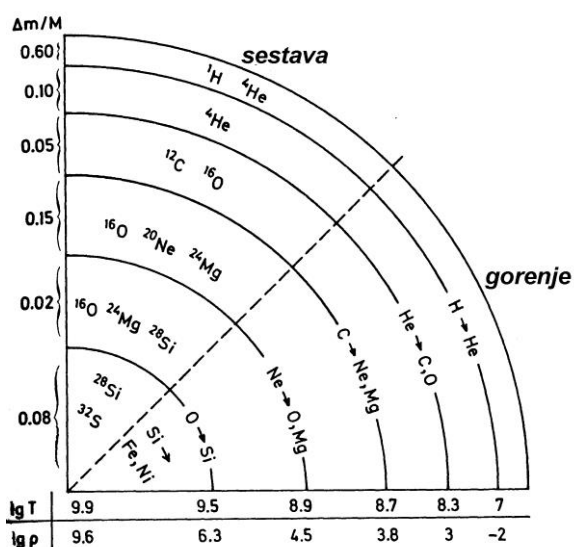
Ko v sredici zmanjka helija se zgodba ponovi. Vžgata se ogljik in kisik, kar privede do nastajanja težjih elementov. Gorenje helija se nadaljuje v plasteh okrog jedra, zaradi česar se masa C-O jedru še poveča, premer pa zmanjša. Zdaj zvezda proizvaja energijo v dveh takih plasteh, saj gorenje vodika še vedno poteka v z vodikom bogati plasti. Dokler dogajanje poteka v takih ciklih, kot so shematično predstavljeni na sliki,



v sredici nastajajo vedno

težji elementi. Ko se izrabi jedro, se gorenje preseli v obdajajočo plast, kjer se še vedno nahaja gorivo. Taka plast lahko preživi nekaj takih ciklov, ki ustvarijo nove plasti. Zvezda sedaj spominja na čebulo. V resnici se stvar zaplete zaradi konvekcijskih mehanizmov v zvezdi, ki nekoliko premešajo notranjost zvezde. Na sliki je predstavljen model za zvezdo, ki je 25-krat masivnejša od Sonca, tabela pa prikazuje trajanje posamezne faze ter temperaturo in gostoto, pri katerima se faza odvija. Vsakič, ko se zgornji cikel ponovi, se jedro sesede, zunanje plasti pa se napihnejo. Jedrske reakcije pa ne morejo potekati v nedogled. Da bi se vžgala sredica, sestavljena iz ogljika in kisika, mora imeti zvezda ob vžigu maso 1,4 M₀, kar pomeni, da mora biti njena začetna masa nekoliko večja. Koliko mase izgubi zvezda med evolucijo, ni znano, ocenjujejo pa, da bi taka zvezda morala imeti začetno maso do 11 M₀.

Tudi pri masivnejših zvezdah se proizvodnja elementov prej ali slej ustavi. Najtežji element, ki lahko nastane v zvezdni sredici je ⁵⁶Fe. Reakcija, ki bi omogočila gornje železa ter nastanek kobalta je namreč endotermna. Namesto, da bi se



Končna sestava zvezde z maso 25M₀

energija sprostita, bi jo morala zvezda nenehno dovajati.

Faza	Temperatura (K)	Gostota (g/cm ³)	Trajanje faze
gorenje vodika	$4 \cdot 10^7$	5	7 milijonov let
gorenje helija	$2 \cdot 10^8$	700	700.000 let
gorenje ogljika	$6 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^5$	600 let
gorenje neona	$1,2 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$	1 leto
gorenje kisika	$1,5 \cdot 10^9$	10^7	6 mesecev
gorenje silicija	$2,7 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^7$	1 dan
kolaps jedra	$5,4 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	0,35 sekunde
eksplozija	okrog 10^9		10 sekund

Zvezde z manjšo maso od 2,25 M₀

Ko zmanjka vodika v manj masivnih zvezdah, je temperatura jedra daleč od potrebne za vžig helija. Tudi tu se jedro začne sesedati, masa pa se mu povečuje počasneje kot pri masivnejših zvezdah. Vse skupaj spremlja raztezanje z vodikom bogate ovojnice. Izsev zvezde se močno poveča – tudi za več kot 100-krat, premer pa nekaj sto do nekaj tisočkrat. Zvezda postane rdeča orjakinja.

Zanimivo je, da imajo te zvezde veliko središčno gostoto $\geq 10^2$ g/cm³. To povzroči, da je plin elektronov v njem degeneriran, kar ima kar nekaj posledic.

Ko se jedru masa povečuje, se jedro krči, temperatura v plasti, ki ga obdaja, pa se povečuje. Zaradi tega se jedro segreva. To se dogaja tako dolgo, dokler temperatura v jedru ne naraste na 10^8 K, ko se vžge helij. Toda to gorenje ni stabilno.

Ko plin v jedru postane popolnoma degeneriran, tlak plina ni več odvisen od temperature. Takrat se plin lahko segreva, njegova gostota pa ostane nespremenjena. Temperatura naraste na 10^8 K, vžge se helij, vsa jedrska energija pa gre v notranjo energijo. Izsev jedra naraste na 10^{11} sončevih izsevov, kar zadostuje za celo galaksijo, toda vse skupaj traja le nekaj sekund. Pojavu pravimo helijev blisk. Veliko večino energije absorbirajo zunanje plasti, ki se močno razširijo. Plin v jedru preneha biti degeneriran – z nadaljnjim naraščanjem temperature se jedro razširi. Te zvezde imajo premajhno maso, da bi lahko pridobivale energijo z nadaljnjim gorenjem ogljika in kisika.

Končne faze v razvoju zvezd

Zdaj je treba zvezde še enkrat razdeliti in sicer v tri skupine: na zvezde z maso do $11M_0$, zvezde z maso med 11 in $50 M_0$ in tiste z maso, večjo od $50 M_0$.

Zvezde z maso do 11 M₀

To so najmanj masivne zvezde in le-te doživijo mirno smrt. Ko v njihovi sredici prenehajo potekati jedrske reakcije, se zvezda ohladi. Svoje zunanje plasti je zvezda odvrгла tekom evolucije, tako da je ostalo le osrednje jedro. Spet se začne krčenje, dokler površinska temperatura ne doseže kakih 100.000 K. Zvezda sedaj seva veliko ultravijoličnih žarkov in žarkov X. Le-ti vzbujajo atome in molekule v izvrženem plinu, ki začno svetiti. Rezultat: planetarna meglica, ki ostane vidna okrog 10.000 let. Čudno ime so te meglice dobile, ker nekatere spominjajo na planet Uran, ko jih gledamo skozi slabši teleskop. Ocenjujejo, da je v naši Galaksiji kakih 10.000 planetarnih meglic.

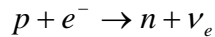
Sčasoma preostanek zvezde preneha kuriti vodik in postane bela pritlikavka. Pogoje hidrostatičnega ravnovesja v njej določa pritisk degeneriranega elektronskega plina. Računi pokažejo, da centralna gostota v njej hitro raste z maso, radij bele pritlikavke pa z njo pada. Tipičen premer bele pritlikavke je okrog 12.000 kilometrov, kar pomeni, da so bele pritlikavke približno tako velike kot Zemlja! Njihova središčna gostota znaša od $2 \cdot 10^5$ do $2 \cdot 10^9$ g/cm³. Bela pritlikavka se sčasoma ohladi in na koncu postane temen in mrtev objekt.

Zvezde z maso med 11 M₀ in 50 M₀

Te zvezde končajo z železnim jedrom. Le-to ne more več proizvajati energije, zato pa lažji elementi v plasteh okrog jedra še naprej gorijo. Masa jedra se veča, dokler ne preseže Chandrasekharjeve* mase – največje možne mase, ki jo

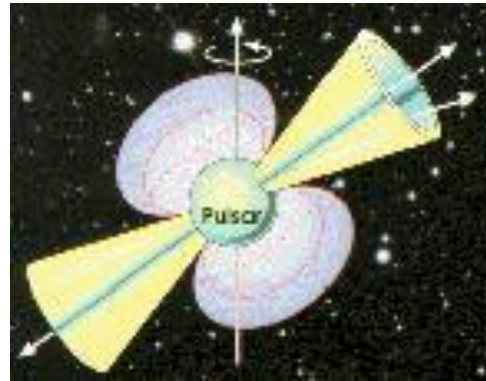
* Subrahmanyan Chandrasekhar (1910 - 1994)

lahko ima bela pritlikavka in znaša $1.4M_{\odot}$. Jedro se potem začne sesedati. Tokrat se gravitaciji ne more upirati niti tlak plina degeneriranih elektronov. Pri tem pride do pretvorbe elektronov in protonov v nevtrone:



Ta kolaps jedra traja vsega nekaj desetink sekunde in skoraj vso sproščeno potencialno energijo (kakih 10^{48} Joulov) odnesejo nevtrini, ki zapustijo jedro v kakih desetih sekundah po kolapsu. Večina nevtrinov nemoteno pobegne, le majhen del pa se jih siplje na atomskih jedrih. Ta majhen del energije je dovolj, da se zunanje plasti izvržejo z velikimi hitrostmi. Astronomi, ki se nahajajo daleč v stran, so pričča redkemu pojavu – izbruhu supernove tipa II. Taka tipična supernova sije nekaj tednov 10 do 100 milijard krat močnejše od Sonca, kar se lahko primerja z izsevom celotne galaksije. Računi kažejo, da supernova tipa II v naši Galaksiji izbruhne v povprečju vsakih 50 let. V izbruhih supernov nastajajo elementi, ki so težji od železa. Supernova jih potem raztrese po prostoru. Kar ostane od zvezde po izbruhu supernove je majhen, zelo gost objekt, sestavljen večinoma iz nevtronov – nevtronska zvezda. Hidrostatsko ravnovesje sedaj vzdržuje tlak degeneriranih nevtronov. Tipičen premer nevtronske zvezde znaša kakih 10 kilometrov (!), središčna gostota pa kar 10^{15} g/cm³.

Za nevtronske zvezde je značilno, da se zelo hitro vrtijo. V smeri, ki ni vzporedna z osjo vrtenja, imajo močno magnetno polje, zaradi katerega sevajo. Tako deluje kot nekakšen svetilnik. Če nas oplazi sevanje z nevtronske zvezde, opazimo to kot pulziranje. Čas med dvema pulzoma je v splošnem enak eni periodi vrtenja zvezde. Takim objektom pravimo pulzarji^{*}. Periode opazovanih pulzarjev so med nekaj sekundami in nekaj stotinkami sekunde.



Meglica Rakovica, znana kot tudi M1. Je ostanek eksplozije supernove, ki so jo opazovali leta 1054 (levo) in pulzar (desno).

Zvezde z maso, večjo od $50 M_{\odot}$

Te zvezde sijejo 100.000 do 1.000.000 – krat močnejše od Sonca. Svojo maso izgubljajo tako hitro, da, ko zapustijo glavno vejo, od njih ostane le še helijevo jedro. Te relativno redke objekte imenujemo Wolf – Rayetove^{**} zvezde. Njihova življenjska pot se bistveno ne razlikuje od prej opisanih. Toda njihovo železno jedro je bolj masivno. Kolaps jedra se nadaljuje, dokler ne nastane objekt s tako močnim gravitacijskim poljem, da mi ne more pobegniti niti svetloba. Taki objekti so črne luknje. Ko eksplodira Wolf – Rayetova zvezda, jo vidimo kot supernovo tipa Ib. V njenem spektru ni vodikovih črt.

Življenje zvezd v dvojnih sistemih

Vse do sedaj povedano velja za zvezde, ki živijo same ali v oddaljenih dvozvezdijh. Življenje zvezd v tesnih dvozvezdijh pa je nekoliko drugačno.

* Ko so leta 1967 odkrili prve tri pulzarje, so mislili, da gre za signale, ki jih pošiljajo oddaljene civilizacije. Prve tri pulzarje so označili z oznakami LGM, kar pomeni "Little Green Men" – majhni zeleni možje. Ko so odkrili še več pulzarjev, jih je njihova enakomerna razporejenost na nebu prepričala, da gre za naravni pojav. Navsezadnje bi bil ta način komuniciranja - z enakomernimi pulzi - dokaj primitiven.

** George A. P. Rayet (1839-1906) in Maxmilian Franz Joseph Cornelius Wolf (1863-1932)

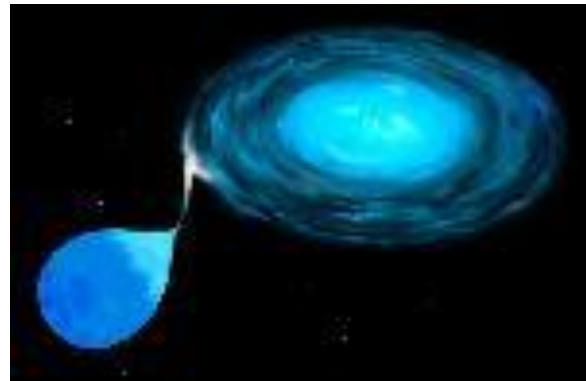
Kaj je blizu dovolj blizu

Dvojne zvezde so med sabo oddaljene nekaj svetlobnih sekund. Astronomi pravijo, da sta si zvezdi v dvozzvezdju blizu, če se tekom evolucije, katera od zvezd tako napihne, da zapolni Rochev* oval in začne prenašati snov na drugo zvezdo.

Kaj je Rochev oval?

V tesnih dvozzvezdjih plimske sile zaradi navzočnosti spremljevalca povzročijo, da zvezde v takem sistemu ni več povsem okrogle. Če je tirnica sploščena ali če zvezda ne gleda svojega spremljevalca vedno z isto stranjo (okrog lastne osi se zavrti hitreje ali počasneje, kot naredi en obhod), tako "gnetenje" zvezdi nenehno spreminja obliko. Pojav je podoben plimskim valovom na Zemlji, ki neprestano spreminjajo obliko površine oceanov. Zaradi trenja taka zvezda troši energijo in sčasoma preide v energijsko najugodnejšo konfiguracijo, to je krožno orbito z vrtilnim časom, enakim obhodnemu. Opazovanja dejansko opravičujejo privzetek, da so tiri vseh tesnih dvojníc krožni ter da se vrtilni časi ne razlikujejo preveč od obhodnih.

Kljub temu pa vpliv spremljevalca ostane. Če je zvezda dovolj velika v primerjavi z razdaljo do spremljevalca, ima njena površina obliko tako imenovanega Rochevega ovala z "nosom", ki gleda proti spremljevalcu. Snov na koncu nosu ni več gravitacijsko vezana na zvezdo, ampak pada proti spremljevalcu. V takem dvojnem sistemu se torej snov pretaka z ene zvezde na drugo. Rochev oval predstavlja zgornjo mejo za velikost kakršne koli zvezde v dvojnem sistemu, saj je za snov zunaj Rochevega ovala energijsko ugodneje, da odteče proti spremljevalcu.



Akreijski disk v tesnem dvozzvezdju.

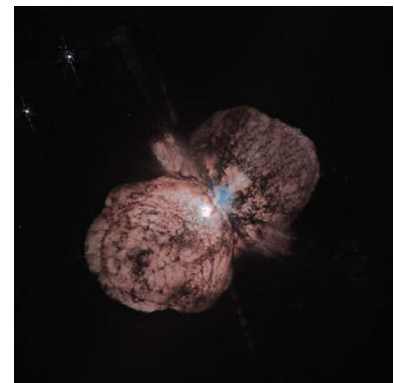
Kaj se dogaja

Masivni sistemi

Zvezde tudi v tesnih dvojnih sistemih nastanejo in živijo podobno kot zvezde, ki so same. Masivnejša (ali primarna) zvezda se, potem ko je porabila svoje zaloge vodika, razširi in napolni svoj Rochev oval. Pri tem se začne masa z nje pretakati na manjšo zvezdo (sekundarno). Če je masa primarne zvezde veliko večja od mase sekundarne zvezde, se snov z prve na drugo pretaka hitreje, kot jo uspe le-ta »prebaviti«. Tako se zapolni tudi Rochev oval sekundarne zvezde in nastane skupna ovojnica. Zvezdi sedaj tako pretakata svojo energijo, ki jo imata zaradi kroženja, v ovojnico. Rezultat tega je, da snov iz ovojnice odvrže iz sistema. Ko ovojnica zmanjka, se dvozzvezdje sestoji iz kompaktne zvezde iz helija in druge, ki se še vedno nahaja na glavni veji HR diagrama. Primarna zvezda sčasoma eksplodira kot supernova tipa Ib. Na koncu imamo sistem, v katerem sta zvezda ter nevtronska zvezda oz. črna luknja.

Sama zvezda Eta ima maso kakih 100 M_{\odot} . Opazovanja kažejo, da je ta zvezda povezana v sistem s še eno zvezdo, ki je ne vidimo, in ki je odvrгла svoje zunanje plasti, zaradi česar je nastala skupna ovojnica. Predvidevajo, da je zvezda tako izgubila 2 odstotka svoje mase.

Dvojni sistem, ki preživi prvo eksplozijo supernove, se razvija naprej. Tipično ima sekundarna zvezda v takem sistemu maso, ki je večja kot $11M_{\odot}$. Ko le-ta formira svoje helijevo jedro skoraj napolni svoj Rochev oval. Takrat njeni zvezdni vetrovi odnašajo snov proti nevtronski zvezdi oz. črni luknji in okrog te nastane akreijski disk. Le-ta se ob padanju na primarni objekt tako segreje, da postane močan izvor žarkov X. Taki objekti so znani kot rentgenske dvojne zvezde. Nadaljnje življenje sekundarne zvezde je podobno življenju primarne, tudi ta eksplodira kot supernova tipa Ib. Tako dobimo gravitacijsko vezani



Eta Carinae

* Edouard A Roche (1820-1883)

sistem dveh pulzarjev ali enega pulzarja in ene črne luknje. Predpostavlja se, da bi lahko pulzarji sčasoma trčili, kar bi bila lahko razlaga za nenavadne izbruhe žarkov gama, ki jih astronomi že nekaj časa opažajo.

Manj masivni sistemi

Če imata obe zvezdi v dvozvezdju manjšo maso, je obema usojeno, da bosta postali beli pritlikavki. Če se njuna masa razlikuje za manj kot faktor 2, bo primarna zvezda izgubila vso svojo vodikovo ovojnico. Sekundarni zvezdi se bo masa povečala, zaradi ohranitve gibalne količine, pa se bosta zvezdi razmaknili.

Če pa se njuni masi razlikujeta za več kot za faktor 2 in če primarna zvezda napolni svoj Rochev oval po tem, ko dobi helijevo jedro, vendar preden jedro postane degenerirano, bosta zvezdi spet imeli skupno ovojnico, njuni orbiti pa se zmanjšata. Potem se lahko zgodi dvoje: primarna zvezda lahko trči s sekundarno zvezdo. Če pa se trku izogne, postane bela pritlikavka, ki je bogata z ogljikom kisikom in neonom.

Evolucija dvozvezdja, kjer sekundarna zvezda kroži okrog bele pritlikavke, je zanimiva, če je masa sekundarne zvezde manjša od Sončeve mase, njuna začetna oddaljenost pa je manjša od desetih Sončevih polmerov. Ko se njuni orbiti skrčita, se začne snov pretakati na belo pritlikavko. Taka dvozvezdja postanejo kataklizmične spremenljivke. Pri teh se vodikova ovojnica nabere na beli pritlikavki. Ko se ta odebeli, se stisne in postane degenerirana. Močno se segreje in vodik se vžge. To se zgodi zelo hitro in v nekaj urah raznese ovojnico. Gorenje se umiri in zgodba se lahko ponovi še večkrat. Ta scenarij razloži pojav nov.

Na koncu dobimo dve beli pritlikavki, ki krožita ena okrog druge. Če je njuna razdalja večja od treh Sončevih polmerov, se ne bo zgodilo nič zanimivega.

Če pa je razdalja manjša od te meje, se lahko zgodi naslednje: dogajanje zavisi od njune kemijske strukture. Če ena pritlikavka sestoji pretežno iz ogljika in kisika, druga pa iz helija, nastane iz druge zelo svetla nadorjakinja. Intenzivno zvezdni vetrovi jo spremenijo v belo pritlikavko iz ogljika in kisika, obdaja pa jo planetarna meglica iz helija. Končno če se taki dve zvezdi zaletita, lahko njuna masa preseže $1,4M_{\odot}$. Ko se to zgodi, pride do eksplozije, ki jo lahko vidimo kot supernovo tipa Ia. Za razliko od drugih tipov supernov, se slednje zgodijo tudi v eliptičnih galaksijah. Supernove tipa Ia so največji proizvajalec železa v vesolju, uporabne pa so tudi kot »standardne svečke« pri merjenju razdalj v vesolju.

Primož Kajdič

Fakulteta za matematiko in fiziko

Literatura:

<http://zebu.uoregon.edu/textbook/se.html>

<http://web99.arc.nasa.gov/~sloan/fun/life.html>

http://lunar.arc.nasa.gov/printerready/science/geography_items/carters/craters_r.html

<http://opposite.stsci.edu/pubinfo/pr/96/23/A.html>

<http://www.ucolick.org/~neal/research/fuori.html>

http://www.kvarkadabra.net/vesolje/teksti/dvojne_zvezde.htm

Andrej Čadež: Fizika zvezd

R. Kippenhahn, A. Weigert: Stellar Structure and Evolution

David Arnett: Supernovae and Nucleosynthesis

Sky&Telescope:

december 1997, Icko Iben Jr., Alexander V. Tutukov: The Lives of Stars: From Birth to Death and Beyond (Part I)

januar 1998, Icko Iben Jr., Alexander V. Tutukov: The Lives of Binary Stars: From Birth to Death and Beyond (Part II)

marec 1999, James B. Kaler, Eyewitness to Stellar Evolution

ASTRONOMSKI TABOR FOKOVCI 1999

Letos smo se že tretjič zbrali v majhni vasici, imenovani Fokovci. Tabor je, tako kot prejšnja leta, organizirala **Zveza za tehnično kulturo Slovenije (ZOTKS)**, v sodelovanju z **Astronomskim društvom Kmica** in **Osnovno šolo Fokovci**. Potekal je od 9. do 14. avgusta na OŠ Fokovci. Od prejšnjih taborov se je letošnji v marsičem razlikoval. Prvič je potekal na republiškem nivoju. Udeležilo se ga je rekordno število 43 udeležencev in če bi jih lahko sprejeli, bi jih bilo vsaj šestdeset. Tudi struktura udeležencev je bila nekoliko drugačna – 11 študentov, 8 srednješolcev in kar 24 osnovnošolcev! Udeleženci so bili razdeljeni v štiri skupine, ki so jih vodili **Nikolaj Štritof** in **Bernard Ženko** iz **AD Javornik** ter **Primož Kajdič** in **Blaž Kučuk** iz **AD Kmica**.

Glavna tema tabora je bil seveda popoln **Sončni mrk**. Udeleženci tabora so opisali svoje občutke, ki so jih spremljali ob gledanju tega nebesnega pojava. Mrk smo opazovali na različne načine. Večina udeležencev je mrk opazovala vizualno, pri tem pa so si oči zaščitili s posebnimi očali. Mrk smo tudi projicirali s teleskopom, ki ga je iz Ljubljane prinesel Niko. Nekateri pa so mrk fotografirali.

Vzporedno s taborom smo organizirali **Dan astronomije**. Prireditev se je začela na predvečer mrka, ko nam je **doc. dr. Tomaž Zwitter**, iz Fakultete za matematiko in fiziko, predaval **O Sončnih mrkih**. V noči iz torika na sredo smo se nekateri ob 3.00 uri odpravili na Madžarsko, drugi pa so zjutraj ob 9.00 uri odšli na Hodoš in Budince. Po vrnitvi je zvečer sledilo predavanje **prof. dr. Sama Kralja** z naslovom **Vpliv Sonca na življenje na Zemlji**. Zvečer pa je Niko vsem prisotnim razkazal nebo ter jih popeljal v svet Perzeidov. Predavanj in opazovanja se je udeležilo okrog 300 obiskovalcev.

Naše društvo je z mrkom doživelo svoj vrhunec. Nenehno so nas oblegali novinarji, ter ostali ljudje. Zelo dobro je bila obiskana naša tiskovna konferenca, ki smo jo pripravili 3. avgusta. O Kmici se je tako slišalo v poročili na vseh televizijskih in radijskih programih. Ob tem pa smo člani društva za medije dajali številne izjave. Sodelovali smo s Pomursko turistično zvezo. Na krajih, kjer so organizirali javna opazovanja, smo jim nudili strokovno pomoč pri komentiranju mrka. Tako je **Melita Hajdinjak** mrk komentirala v Trdkovi, **Bojan Marušič** pa na Hodošu. Predsednik društva, **asist. dr. Mitja Slavinec**, je sodeloval s **TV Slovenija**, ki je dogodek neposredno prenašala na drugem programu, zvečer pa so pripravili še posebno oddajo o mrku. Po njegovi zaslugi so posneli Lunino senco iz dveh helikopterjev, ki sta bila na višinah 2400 in 3000 metrov. Na teh posnetkih je bil ves čas predvajan Kmicin znak.

Na koncu smo bili vsi več ali manj zadovoljni. Mrk nas je zelo očaral in nekateri smo se odločili, da ga bomo čez dve leti spet gledali – na Madagaskarju.

Primož Kajdič
strokovni vodja tabora



Prvi dan tabora smo izdelovali očala za varno opazovanje mrka.

PESEM O MRKU

Na Madžarsko smo se odpeljali,
da popolni mrk bi dočakali.
Zjutraj je še deževalo,
na nič dobrega kazalo.
Gledali smo satelite
in spremljali vode z neba zlite.
Ko smo dobro se naspali,
vsi naenkrat smo vstali.
Sonček sam je zasijal
in nam lepo vreme dal.
A vmes prišli rahli so oblaki,
na vse strani drveli so polni vlaki.
Tudi bus naš ni izjema,
bližala se je že prva mena.
Našli smo primerno mesto,
gostilna bla je takoj čez cesto.
Luna bol počasi je hodila,
za nas se sploh nič ni spotila.
Naredili smo si zadnje špegle,
in zložili v stole cegle.
Pogledovali smo v svetlo nebo
in veselje se je bližalo.
Samo še minut pet,
pa bo Luna zakrila naš svet.
Vedno bolj je blo mračno
in že kar lepo hladno.
Nestrpni smo čakali na trenutek ta,
ko nastopi polna senca.
Tudi če ne bi gledal v nebo,
bi opazil kdaj je bilo.
Vsi zagnali smo vik in krik,
svetloba z Zemljo je izgubila stik.
Videl se je prsta in diamant,
ki podaril bi ga ljubici vsaki fant.
Res je bilo vse lepo,
v srcu vsakem zelo gorko.
Daljnogled smo vzeli vsi pogumni
in gore na Luni gledali neumni.

Splačal se je tudi to,
da nam nebi kaj ušlo.
Zdaj za Luno so žarki žareli v cvet,
okoli počasi krožil je planet.
Mrk je trajal kar nekaj minut,
prebudil v nas sleherni je čut.
Sam sem bil precej vesel,
zaželel sem si, da vse bi smel.
Vedeli smo, da bo kmalu konec,
dobro, da nimamo še več sonc.
Spet je bil tisti prstan lep,
ki vidiš ga, četudi si slep.
Potem pa spet varna temna očala,
za naša draga očka mala.
Svetloba nas je opbsijala spet,
Sonček lepo je bil sprejet.
Pol smo videl malo solzic,
prej jokal je Niko, naš stric.
To bili so zadnji užitki še,
a konec jih je?, ne!
Pol pokrito sonce je nezanimivo,
klasika je dobro pivo.
Vrstile so zlate se debate,
in misli, ki parale so gate.
Kako nam je bilo lepo,
in kako drugo leto na Madagaskarju bo.
Morda res kdo šel bo tja,
upam, da cela družbica.
Pol smo žalostno končali,
ko nepotrebni so postali očali.
Odpravili smo se domov,
na soparni avtobusov krov.
Malce dolgo pavzo smo imeli,
daljše res že nebi smeli.
Ker smo hotli iti spat,
spanec naš največji je zaklad.
Veseli bli smo, da smo šli,
še nazaj bomo prišli.

Gorazd Lampič

Sence so slastno
Obliznile vroč dan,
Nijanse poželenja,
Čarobnost spoznanj.
Nesmrtni bog življenja
Iznil je privržence sanj.

Minljivost varljive noči
Rezljala je redke sledi
Koprnečih sil neskončnosti.

ZGODOVINSKA KMICA

Bil je neobetajoč poletni dan, pravzaprav poletno jutro, ki je prej spominjalo na trohnečo jesen, kot pa na pričakovanje vroče igre Lune in Sonca, ko smo v prihajajoči nevihti odrinili v iskanje dnevne teme. Toda po neprespani noči nihče ni mislil na take malenkosti. Naš cilj je bila Madžarska – ime kraja niti ni pomembno – kjer pa pogled v nebo ni prinašal nič obetajočega. Po nekajurni vožnji in postankih je končno napočil čas, ko nam ni preostalo drugega, kakor da se priporočimo višjim silam, ki ustvarjajo vreme.

Pa dovolj govoričenja! Pomembno je le to, da so bile naše prošnje brezpogojno uslišane. Sonca je bilo vedno manj, spreminjalo se je od krogle, simpatičnih »ogrizkov« in korone vse do vesoljno navdihujočega diamantnega prstana. Mar besede torej lahko opišejo najlepšo noč sredi belega dne?! Dvomim. To čudovito sanjarjenje lahko resnično doživiš šele, ko na lastni koži občutiš vedno hladnejši zrak in razsvetljujoče pronicanje sončne teme. Ko vidiš gosi, ki se ob pol enih popoldan odpravljajo na nočni počitek, jate, ki krožijo v strahu, da so zamudile svoj zadnji polet v toplejšo jesen. In konec koncev – ljudi: naivno radovedne, strokovno privajene, večno nezainteresirane... Ljudi ki se niso ne mogli ne hoteli upreti skrivnostni skušnjavi na pogled umirajočega sonca, ki zopet vstane.

Noro, čudovito, neponovljivo. Ali pa vendar? A to je že zgodba ljudi prihodnosti. Nam ostajata le idiličen spomin in neumrljivo upanje po sladkosti igre Sonca in Lune.

Barbara Pungerčič

11. avgusta 1999 smo se udeleženci astronomskega tabora odpravili na Hodoš, da bi opazovali zadnji Sončni mrk v tem tisočletju. Dan pred mrkom, ko smo bili že vsi nestrpni, smo izvedeli, da vsi mlajši od 15 let ne bodo šli opazovat mrka na Madžarsko. Seveda smo bili užaljeni.

Vodje tabora so nam podrobno razložili potek mrka. Pokazali so nam, kako ga lahko opazujemo in fotografiramo skozi posebno mylar folijo. Mrk se je pričel okrog pol dvanajstih. Celotna predstava je trajala približno tri ure.

Zgodilo se je. Nebo je naenkrat postalo temno, po tleh košarkaškega igrišča je zelo hitro drvela neenakomerno temna senca. Za trenutek pogledam nazaj in opazujem drevesa, ki so z nebom lepo kontrastna. Spet pogledam Sonce in opazim korono, ki ga ovija, čez nekaj trenutkov je bil že viden diamantni prstan. Ta se je tako bleščal, da sem si moral nadeti zaščitna očala.

Nekateri ljudje so bili začudeni, saj se napovedi o koncu sveta niso uresničile. Ta popoln Sončni mrk sem videl prvič in menim, da imam veliko srečo. Upam, da bom dočakal naslednjega, ki bo pri nas viden čez dvainosemdeset let.

Aleš Gjerkeš

Popoln Sončni mrk smo si ogledali na Madžarskem in sicer v kraju imenovanem Janoshaza. To je bilo na nekem parkirišču, ki je bilo polno turistov iz vseh koncev.

Morali smo si najti prostor, kjer smo lahko v miru uživali v predstavi. Za gledanje mrka smo uporabljali očala s posebno folijo, ki smo jih dobili na taboru. Vsi smo preprosto strmeli v nebo in čakali da se bo Sonce skrilo za Luno in da bo njena senca padla na nas. Luna je počasi prekrivala Sonce in postajalo je hladneje. Tudi stemnilo se je, toda le tik pred popolnim mrkom.

Ljudje so začeli žvižgati in vpiti, vzdušje bilo fenomenalno! Ko je Sonce popolnoma mrknilo, je bila vidna le korona. Diamantni prstan je bil še posebej čudovit.

Potem je Sonce spet pokukalo izza Lune in spet smo si nadeli zaščitna očala.

Popoln mrk je na žalost trajal le dve minuti in pol. Kar nekaj časa je bilo potrebno da se je ozračje segrelo, a svetloba nas je kmalu po mrku spet obsijala.

Upam, da ta mrk ni bil zadnji v mojem življenju. Če bo treba, bom prepotovala svet samo zato, da ga bom lahko spet videla!

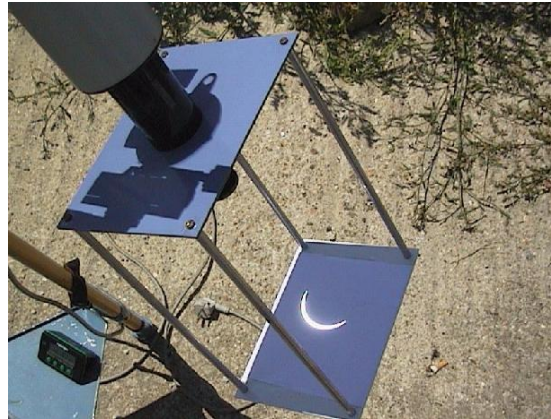
Ana



Skupaj z drugimi smo se pripravili na fotografiranje mrka.

Kaj je Sonce? Sonce je naš vir življenja in prav ta naš vir je v sredo 11. avgusta za nekaj sekund »izginil«. Vzrok je bil popoln Sončni mrk. Seveda si ga je večina ljudi v Evropi ogledala, ker se to ne zgodi vsak dan in je obenem zelo veličasten dogodek. Med gledalci smo bili tudi udeleženci astronomskega tabora. Nekateri smo se v sredo zjutraj odpravili na mejni prehod Hodoš, kjer smo mrk opazovali. Po prihodu je sledilo iskanje najboljšega mesta za opazovanje. Začelo se je napeto pričakovanje in vsem so se porajala podobna vprašanja, npr. ali bo vreme jasno, kako bo pravzaprav vse skupaj potekalo in podobno. Ura je bila okrog 11.25, ko smo opazili da je Luna začela prekrivati Sonce. Tisti, ki so ob Sončnem mrku napovedovali konec sveta, so se verjetno že poslavljali od življenja. Sonce je bilo vedno bolj zakrito. Opazovali smo ga skozi posebna očala, ki so naše oči varovale pred močno svetlobo. Počasi, vendar očitno se je začela nižati temperatura zraka. Prav tako se je stemnilo in na tleh je bila vidna lunina senca. Ob 12.47 je Luna popolnoma prekrila Sonce in viden je bil diamantni prstan. Nato je zasijala korona. Navdušenje je bilo nepopisno. Vsak si je dogodek poskušal čim bolj vtisniti v spomin. Meni je to nedvomno uspelo. Ali bo tako tudi leta 2081?

Martina Grosman



Sliko Sonca smo projicirali s teleskopom.

11. avgusta 1999 smo se iz Fokovec odpravili opazovat Sončni mrk na Madžarsko. Naš cilj je bilo mesto Sombately. Tam je bilo oblačno, zato smo poklicali drugo ekipo, ki je bila pri Blatnem jezeru ter jih vprašali kakšno vreme imajo. Ker so rekli, da je pri njih vreme lepo smo se tudi mi odpravili tja. Ampak, ko smo bili na pol poti do Blatnega jezera, smo spet naleteli na oblake. Zato smo se obrnili nazaj. Končno smo se ustavili v mestu Janoshaza. Tam smo parkirali naš avtobus in se pripravili na opazovanje. Ob 11.23 se je Luna navidezno dotaknila Sonca. Vsi, ki so imeli fotoaparate so začeli fotografirati. To so počeli ves čas.

Mojih občutkov med mrkom se ne da opisati z besedami. Približen opis bi bil smeh, jok, popoln užitek, etc. vse to naenkrat.

Goran Obal

Prvi stik Lune in Sonca.



11.25



11.35

Vedno je najlepše pisati o občutkih, ki jih doživimo, pa čeprav so kratki in neponovljivi. Vse lepo enkrat mine, pravi pregovor in tako je zelo hitro minila faza popolnega Sončnega mrka, ki smo si ga mlajši udeleženci tabora ogledali na meji z Madžarsko na Hodošu. Na mrk smo se pripravljali z velikim zanimanjem. Dosti o Sončnem mrku smo slišali preko medijev, pa tudi na predavanjih na taboru smo izvedeli marsikaj. Televizija nas je opozarjala naj si kupimo zaščitna očala, kajti če gledamo v Sonce brez njih, lahko oslepimo. In nastopil je tisti dan, 11. avgust 1999, ki smo ga tako težko pričakovali.

Zjutraj smo se ob pol devetih odpravili na Hodoš. Ni se mi zdelo smiselno, da smo se Sončni mrk odpravili gledat tako zgodaj. Čakali smo dobro uro in dočakali- Luna je že prekrila majhen košček Sonca. Minute so minevale z neznansko hitrostjo, čeprav smo morali počakati več kot eno uro. Nenadoma je bilo 12.47. Naša Luna nam je odvzela

svetlobo s Sonca. Aplavza ob Sončnem mrku nismo mogli zadržati in tudi vzdih ob prelepi koroni nismo skrivali. Vendar je to trajalo le nekaj sekund, ko pa je za nas Luna, v sodelovanju s Soncem, pripravila še eno presenečenje - diamantni prstan. In že je bilo vsega, kar smo pričakovali konec. Luna se je počasi umaknila in Sonce je še ves dan lepo sijalo.

Ni mi žal, da sem si ga ogledala in upam, da ga bom še enkrat videla, pa če ne v Sloveniji pač kje drugje.

Katja Kustec

V sredo, 11. avgusta 1999, smo se odpravili gledat Sončni mrk v Hodoš. Ob 11.23 se je začela glavna stvar, za mnoge tudi spektakel leta. Čas od začetka mrka do popolne faze se mi je zdel kot cela večnost. Ko pa je nastopil popolni Sončni mrk, se mi je zazdelo, kot da traja eno sekundo, čeprav je trajal dobro minuto. Teh trenutkov, ko se je počasi začelo ohlajati in je začela padati senca, ko je naposled nastopila tema, ne bom nikoli pozabil. Potem so se stvari začele postavljati na svoje mesto, svetloba se je vračala, mene pa je preplaval občutek nesreče, ker je vse mimo, hkrati pa sreče, ker ni bilo konca sveta, o katerem so vsi govorili.

Seveda sem mrk videl prvič, upam da ne tudi zadnjič.

Uroš Maučec

V sredo, 11. avgusta 1999, smo se z avtobusom odpravili na Madžarsko gledat popoln Sončni mrk. Pred odhodom je bilo vreme obupno, saj je bilo oblačno, kasneje pa je tudi deževalo. Mrk bi si naj ogledali v Szombathelyju, ker pa je deževalo, smo se nekaj časa vozili po Madžarski. Na koncu smo našli lokacijo v vasi Janoshaza, kjer so že bili Avstrijci, Poljaki, Nemci, Slovaki, Čehi in seveda tudi Madžari.

Ko je Luna skoraj popolnoma prekrila Sonce, se je »prikazal« prstan. Potem se je prikazala korona, ki je bila naravnost čudovita... Tega, kar se je zgodilo, ni mogoče opisati z nobenimi besedami.

Sebastjan Lipai



11.45



11.55

Včeraj Sonca nič več. Luna pred Sonce in Sonce sploh ne mim. Okrog temno in svetlo sploh ne. Pa tut mal korencek pa petršilček pa solatka liste zaprli in mislil da noč tuki. Kure tut. Mi bli veseli zelo vsi. Dve minuti. Vsi dihal naglas pa govrl sploh čist štala tam. Jst tut. Fino blo. Še.

Spet bo nastopila tema. Ne bomo dobili prepotrebne svetlobe in toplote. Čaka nas res težko jutro. Najbolj nesmiselno izmed vsega pa se mi zdi, da sploh ne moremo ničesar storiti. Nemočni smo kot drobni atomčki. Že več tisoč generacij pred nami si pridno beleži podatke o tako imenovanih mrkih, ko pade na nas senca in sredi belega dne nastopi mrak. Spet je prišel tisti petek dopoldne.

Naši znanstveniki so sposobni napovedati mrk na nekaj deset srčnih utripov natančno. Vedno je tako. Vsak petek. Napovedovanje mrka je zelo pomembno za naš obstoj. Temeljito se moramo pripraviti in narediti zalogo energije. Poleg tega moramo biti previdni, da nas mrk ne prevara, saj bi nam porušen bioritem dodobra zagrenil življenje.

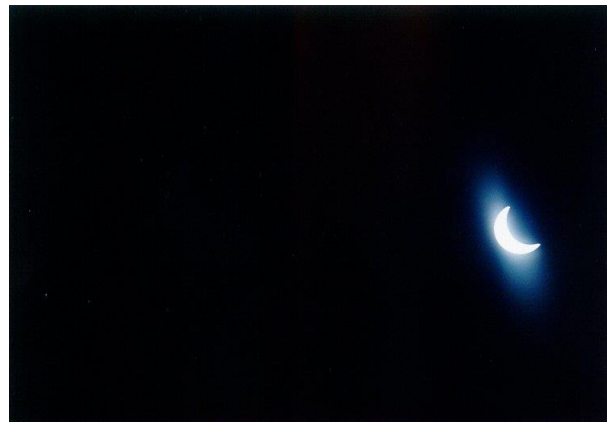
Čakamo in čakamo, danes pa nič. Kaj je to? In nič nam ni bilo jasno. Po predolgi zamudi smo kaznovali naše astronome in žrtvovali lepe mladenke bogovom. Upamo na boljše. Ni pomagalo. Mrka ni in ni bilo. Po seriji samomorov in žrtev naša družba ni bila več sposobna preživeti. Sedaj se bom ubil še sam. To je naša žalostna zgodba.

..O mrk. .. kaj pa sedaj, ko sem ostal sam. Mrk je le prišel, ali bom sposoben preživeti, se reproducirati... Hvala bogu, da sem majhna gliva. Morda mi bo uspelo.

Gorazd Lampič



12.05



12.15

Doživeti nekaj tako veličastnega in nepozabnega kot je popoln Sončni mrk, je res nekaj neverjetnega.

Že v začetku tega leta sem v mnogih medijih, tako slovenskih kot tujih, lahko zasledila članke, ki so me kar malce prestrašili. Na dolgo in široko se je govorilo in pisalo o tem, kako se bo 11. avgusta, na dan, ko naj bi se na nebu zgodil popoln Sončni mrk, zgodilo nekaj hudega. Baje naj bi se nam odprla tla pod nogami in zgoreli bi v vroči lavi, pojavili bi se številni uničujoči potresi in še in še. Seveda se to ni zgodilo. Na dan, ki mi bo res ostal v lepem spominu, smo lahko spremljali čudovit prizor na našem nebesnem svodu.

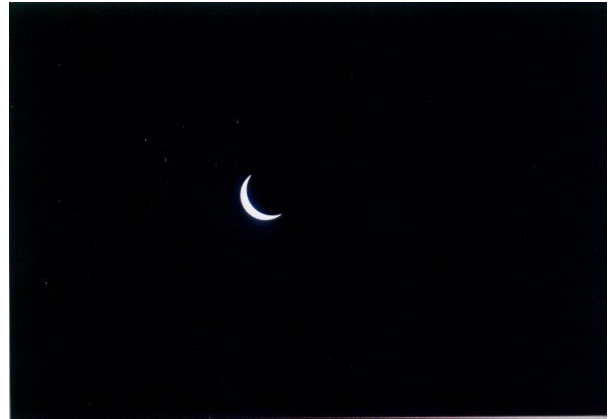
Dolga in naporna vožnja nas je pripeljala do majhne vasice, ki leži neposredno ob glavni cesti Graz – Budimpešta. Tako smo se nahajali nekako na središčni črti mrka. Na parkirišču, od koder smo tudi spremljali dogajanje, nas je pozdravilo kar nekaj ljudi, ki so si prav tako kot mi prišli ogledat ta redek pojav. Začetek Sončnega mrka smo naznanili z glasnim odštevanjem. Posebna zaščitna očala, daljnogled, teleskopi in fotoaparati so bili nepogrešljiva dodatna oprema.

Nenehno smo strmeli v izginjajoče Sonce. Vrhunec pa je seveda nastopil nekaj minut pred eno uro popoldan. Takrat nas je večina snela zaščitna očala in s prostimi očmi gledala v »čudežni prstan« na nebu. Obenem smo lahko videli tudi, kako se je nebo stemnilo in kako so se prikazale svetleče se zvezde. Bilo je res nepozabno doživetje. A kaj, ko ni dolgo trajalo. Po dveh kratkih, zame celo prekratkih minutah, je senca nad Soncem počasi začela izginjati. Tako je spet posijalo toplo poletno Sonce. Svet je ponovno oživel. Cvetovi rož so se ponovno odprli, petelinčki so zapeli. Vse je bilo tako kot prej. Na našo veliko srečo se niso uresničile napovedi nekaterih hudoželjcev.

Nika Perša



12.25



12.30

Bilo je komaj ob osmih, ko smo se morali zbuditi. Hitro smo se najedli ter se okrog pol desetih odpravili na Hodoš, da bi si tam ogledali Sončni mrk. Vsi smo bili vznemirjeni, da ga bomo končno videli. Na avtobusu so nam razložili katere spremljajoče pojave bomo še lahko videli. Ko smo se pripeljali na mesto opazovanja, smo se dogovorili kaj bo za malico. Posedli smo po klopeh, ter čakali kdaj se bo vse skupaj začelo. Prišlo je veliko ljudi. Čez nekaj časa se je vse skupaj začelo. Na začetku se ni nič opazilo. Vsi smo si nataknili posebna očala, ter začeli gledati. Sonce je začelo počasi izginjati. Izginjalo je in naenkrat ga je bilo samo še pol, nato četrt, potem je bil samo še majhen krajec. Postalo je bolj hladno ter mračno.

Nato se je zgodilo. Videli smo nekakšno senco, nato je Luna popolnoma prekrila Sonce. Vse se je stemnilo, začeli so letati netopirji. Videla se je Venera. Bilo je zelo lepo. Kmalu je Luna začela odkrivati Sonce. Pozneje sem izvedela, da je mrk trajal eno minuto in nekaj sekund. Sonce je čez nekaj časa spet sijalo tako kot vedno. Mi smo se odpravili z avtobusom nazaj na OŠ Fokovci in mislim, da smo bili vsi zelo veseli, ker smo videli Sončni mrk, ki se ne zgodi zelo pogosto.

Sara Klemenčič



12.47

Diamantni prstan



12.47

Na desni strani blizu Sonca je vidna protuberanca, kot majhna rdeča pika.

Zjutraj ob 9.00 uri smo se odpravili z avtobusom na Hodoš. Ko smo prispeli, je sijalo Sonce. Kmalu se je začelo oblačiti, potem pa se je zopet zjasnilo. Popolni mrk, ki smo ga komaj čakali, se je pričel ob 12.47. Tam je trajal kakšno minuto. Ko je nastopil mrk, so vsi začeli kričati in žvižgati. Sončni mrk smo opazovali skozi zaščitna očala, razen, ko je bil mrk popolni. To smo videli zdaj, pa morda nikoli več.

Aljoša Škaper, Dušan Cvetko in Matej Rantaša

11. avgusta smo se ob 3.00 z avtobusom odpravili proti Madžarski meji. Bili smo namenjeni v Sombathely, kjer naj bi si ogledali popoln Sončni mrkTM. Ko smo se odpravljali, je bilo vreme nevzpodbudno, saj je bilo oblačno, kasneje tudi deževno. Zaradi tega smo se z avtobusom nekaj časa vozili po Madžarski, in poskušali najti najpopolnejšo lokacijo za opazovanje mrka. Na našo srečo se je nebo razjasnilo in tako smo se namestili v vasi Janoshaza, ki je le kak kilometer oddaljena od centralne linije popolnega mrkaTM. Poleg nas se je tam zbralo še nekaj navdušenih astronomov iz Slovaške, Avstrije, Nemčije, Švice, Češke, Poljske,... Celotna faza mrka je trajala 2 uri in 45 minut. Najprej nas je navdušil prstan ob katerem se je slišalo kričanje, cviljenje, vzdihovanje,... Zatem se je pokazala korona v vsej svoji lepoti.. Videle so se tudi protuberance. Od planetov sem opazil samo Venero, ki je bila vidna že pred popolno fazo mrkaTM. V popolnosti smo lahko uživali 2 minuti in 22 sekund. Sonce nas je obsijalo s prvimi žarki in še enkrat so se pojavili močni vzkliki in žvižgi. popolnega mrka je bilo konec.

Fantastičen dogodek, katerega ne bom nikoli pozabil. Bilo je neverjetno!!!

Tomaz Sedonja



12.49

korona

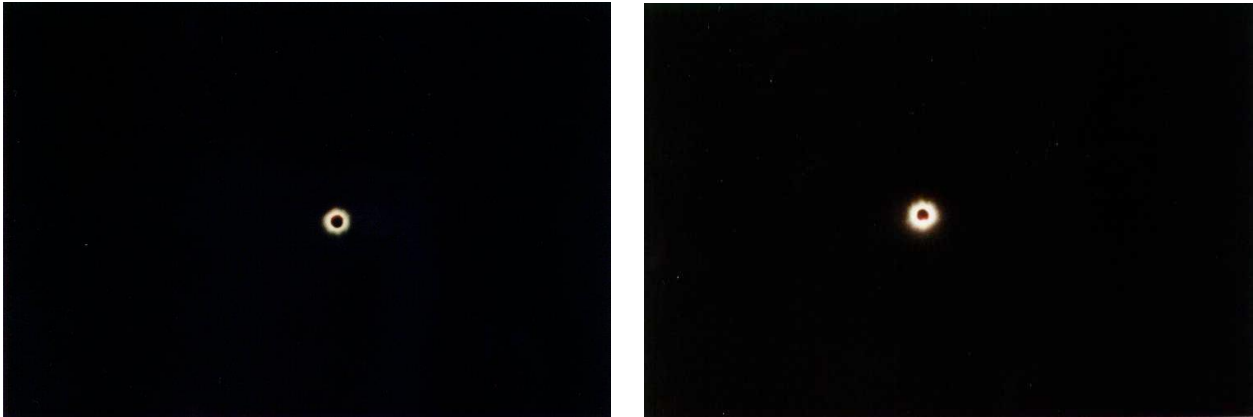


12.49

konec mrka, diamantni prstan

11. avgusta se je naša zvesta spremljevalka Luna naslonila na naše Sonce. Mrk ni bil takšen kot sva pričakovala. Bilo je precej bolj svetlo. Začel se je ob 11.25h, popolna faza pa se je začela od 12.47h. Opazovala sva ga na Hodoškem hribu. Sončnega mrka ne more prikazati noben posnetek tako čarobno, kot to doživimo v živo. Ko se je začela popolna faza, je na zahodu postajalo vse bolj temno. Tik pred popolno fazo sva snela očala, in zagledala sva lep diamantni prstan. Nato se je pokazala korona, ki na nobenem posnetku ni realistično prikazana. Začela je pihati hladna sapica. Med mrkom sva opazila le Venero, Merkurja in zvezd pa nisva utegnili videti, ker je vse potekalo tako hitro. To je bila najina najkrajša minuta in pol v življenju. Po koncu popolnega mrka sva še enkrat skozi očala pogledala mrk, nato pa nama je delni mrk postal že dolgočasen. Zdaj lahko trdimo, da so vsi mediji lagali o nevarnosti Sončnega mrka. Mrk se je končal ob 14.10.

Samo Smrke in Urban Bernat



Fotografiji skozi manjši objektiv. Korona in prstan.

Napočil je dan, na katerega smo že dolgo čakali. Da smo si ta dogodek lahko ogledali, smo se zgodaj zjutraj, ob 3.00, z avtobusom odpeljali na Madžarsko. Vozili smo se kar nekaj časa, dokler nismo prišli do določenega mesta, kjer smo se ustavili in se pripravili na opazovanje Sončnega mrka. Čas je tekkel in naše navdušenje se je večalo. Prišla je minuta, ko je Luna začela zakrivati Sonce. Nekaj časa je trajalo, nato pa je začel pihati veter in tudi temnilo se je. Z velikim zanimanjem smo si nataknili zaščitna očala in skozi njih zrlili v ta prelep pojav. To navdušenje in veselje, ki smo takrat občutili, je zelo težko opisati. Ko je bila popolna tema, smo sneli očala in z prostim očesom gledali Sončni mrk. Nekateri so ga gledali skozi daljnogleda, teleskope, nekateri pa smo ga tudi večkrat slikali. Ko je postajalo svetleje, smo si spet nataknili očala. Sonce je spet zasijalo. Ta dogodek je bil zelo zanimiv, saj smo ga doživeli prvič in menda tudi zadnjič. Mislim, da je bilo tudi nekatere ljudi strah, saj so jim drugi govorili, da bo konec sveta, ali pa, da bo ostala za zmeraj tema. Ko pa je spet posijalo sonce pa so si verjetno vsi oddahnili. Ko je bilo vsega konec, smo se odpravili nazaj v Slovenijo. Ta dogodek nam bo ostal za vedno v lepem spominu.

Tamara Lazar

Sončni mrk je zelo redek pojav, zato sem zelo vesel, da sem si ga lahko ogledal. Že gledanje Sonca je zelo zanimivo, a še bolj sem se razveselil takrat, ko ga je Luna začela prekrivati. Takrat je čas zelo hitro tekkel in bil sem poln zadovoljstva, da sem se udeležil tega velikega dogodka. Naredil sem nekaj posnetkov, potem pa se je začelo občutno temniti in hladiti. V fazi popolnega mrka je bilo skoraj tako, kot sredi noči. Pozneje sem videl po televiziji, da so se tudi nekatere živali začele čudno obnašati - sredi dneva odpravljati spat. Prav občudoval sem moč Lune in nemočno Sonce, ki sem ga lahko gledal kar brez zaščitnih očal. Okrog mene je bilo slišati različne vzklike ljudi, ko pa je Sonce spet začelo kukati izza Lune, je vse nekam potihnilo. Zelo si želim videti naslednjega, vendar bom nanj moral še dolgo čakati ...

Matjaž Žganec



Še zadnjič skupaj.

Udeleženci astronomskega tabora Fokovci 99

vodja tabora:

asist. dr. Mitja SLAVINEC, Oddelek za Fiziko, Univerza v Mariboru

strokovni vodja tabora:

Primož KAJDIČ, FMF, Univerza v Ljubljani

organizacijski odbor tabora:

asist. Renato LUKAČ, Gimnazija Murska Sobota

Simona GROSMAN, Osnovna šola Fokovci

Niko ŠTRITOF, AD Javornik, Ljubljana

Suzana ČURMAN, RC ZOTKS, Murska Sobota

Mentorji:

1.	Primož Kajdič	22. 9. 1978	Žitna 27, 9000 M. Sobota	069/ 22 364
2.	Blaž Kučuk	2. 6. 1979	Gozdna 23, 9241 Veržej	069/ 88 155
3.	Niko Štritof	6. 2. 1965	Kušarjeva 7, 1000 Ljubljana	061/ 168 38 50
4.	Bernard Ženko	29. 10. 1973	Krašče 142, 6230 Postojna	069/ 535 421

Udeleženci tabora:

5.	Urban Bernard	14. 1. 1985	Razlagova 2a, 9000 M. Sobota	069/ 28 029
6.	Alan Bernjak	6. 9. 1978	Gaberje 40, 9220 Lendava	069/ 76 482
7.	Silvo Celec	28. 12. 1981	Vrazova 15a, 9000 M. Sobota	069/ 22 088
8.	Dušan Cvetko	1. 2. 1986	Ivana Regenta 17, M. Sobota	069/ 22 665
9.	Dušan Čalič	23. 11. 1977	Turnovše 46, Vrhnika	061/ 753 885
10.	Mateja Flisar	5. 2. 1985	Tišina 4a, 9251 Tišina	069/ 46 606
11.	Petra Forjan	29. 8. 1984	Borejci 32, 9251, Tišina	069/ 46 042
12.	Aleš Gjerkeš		Nedelica 33, 9224 Turnišče	069/ 72 334
13.	Jana Grosman	15. 12. 1985	Korotanska 7, 9252 Radenci	069/ 65 476
14.	Martina Grosman	26. 3. 1985	Gubčeva 25, 9252 Radenci	069/ 66 755

15.	Ernest Hari	22. 9. 1985	Ivanovci 60, 9208 Fokovci	069/54 172
16.	Matej Horvat	3. 2. 1979	Mariborska 35, 2000 Radlje ob Dravi	0602/ 73 462
17.	Sara Klemenčič	19. 10. 1986	Martjanci 16c, 9221 Martjanci	069/ 48 505
18.	Andrej Kocan	14. 3. 1978	Cvetkova 14, 9000 M. Sobota	069/ 22 613
19.	Uroš Kržič	10. 2. 1978	Tavčarjeva 11, 3320 Velenje	063/ 850 360
20.	Katja Kustec	21. 4. 1986	Gornja Bistrica 160, 9232 Črenšovci	069/ 70 226
21.	Gorazd Lampič	2. 6. 1978	Ložarjeva 14, 1000 Ljubljana	061/ 161 23 53
22.	Tamara Lazar	7. 8. 1984	Kapelski Vrh 2a, 9252 Radenci	069/ 66 485
23.	Ana Legčevič	8. 3. 1984	Kranjčeva 8, 9220 Lendava	069/75 901
24.	Sebastjan Lipai	5. 12. 1981	Štefana Kovača 27, Rakičan, 9000 M. S.	069/ 27 827
25.	Matej Marinč	22. 5. 1979	Iirska 22, 1000 Ljubljana	061/ 133 14 16
26.	Uroš Maučec	9. 6. 1985	Kratka 5, 9224 Turnišče	069/ 72 265
27.	Goran Obal	25. 9. 1981	Tomšičeva 28, 9000 M. Sobota	069/ 22 072
28.	Monika Perša	13. 6. 1984	Rožički Vrh 72a, 9244 Sv. Jurij ob Ščavnici	069/ 68 147
29.	Barbara Pungertič	8. 3. 1981	Rostoharjeva 72, 8270 Krško	0608/ 21 465
30.	Matej Rantaša	20. 10. 1985	Lendavska 51, 9000 M. Sobota	069/ 21 514
31.	Tadej Raščan	27. 5. 1985	Ulica 25. Maja 7, 9224 Turnišče	069/ 72 219
32.	Tilen Sapač	9. 12. 1984	Ciril Metodova 21, 9000 M. Sobota	069/ 23 579
33.	Tomaž Sedonja	24. 8. 1981	Panonska 32, Rakičan, 9000 M. Sobota	069/ 24 197
34.	Tadeja Sever	15. 7. 1986	Lendavska 10, 9000 M. Sobota	069/ 22 064
35.	Vanja Sever	26. 12. 1986	Slovenska 37, 9000 M. Sobota	069/ 21 098
36.	Gregor Skok	21. 12. 1978	Cesta 9. Avgusta 15, 1410 Zagorje	0601/ 61 803
37.	Samo Smrke	5. 8. 1985	Martjanci 60, 9221 Martjanci	069/ 48 483
38.	Anja Šadl	14. 6. 1985	Šratovci 19, 9252 Radenci	069/ 66 770
39.	Aljoša Škaper	27. 12. 1985	Žitna 9, 9000 M. Sobota	069/ 22 468
40.	Damijan Škraban	7. 3. 1978	Vrbišče 8, 9000 M. Sobota	069/ 32 928
41.	Iztok Štefanec	26. 12. 1985	Cankarjeva 27, 9000 M. Sobota	069/ 37 027
42.	Živa Štefanec	26. 12. 1985	Cankarjeva 27, 9000 M. Sobota	069/ 37 027
43.	Matej Vitez	23. 5. 1985	Nedelica 42b, 9224 Turnišče	069/ 72 824
44.	Danijel Volf	15. 8. 1981	Stara 3, 9000 M. Sobota	069/ 24 076
45.	Valentina Zamuda	26. 7. 1984	Dolnja Bistrica 37e, 9232 Črenšovci	069/ 71 173
46.	Tjaša Zorko	14. 4. 1986	Lendavska 5, 9000 M. Sobota	069/48 395
47.	Matjaž Žganec	7. 10. 1984	Industrijska 44, 2342 Ruše	062/ 661 956