

SVET NARAVOSLOVJA

**Marijan Prosen in Majda Vehovec**

# **Od Zemlje do Sonca**

**UČBENIK**

za izbirni predmet astronomija – Sonce, Luna in Zemlja  
v devetletni osnovni šoli

# SVET NARAVOSLOVJA

Marijan Prosen in Majda Vehovec

## OD ZEMLJE DO SONCA

Učbenik za izbirni predmet astronomija – Sonce, Luna in Zemlja v devetletni osnovni šoli

*Recenzenti:*

dr. Zvonko Perat, mag. Karel Šmigoc, Katarina Stare

*Jezikovni pregled:*

Zdravko Potočnik

*Likovno-tehnična urednica:*

Karmen S. Žnidaršič

*Strokovni urednik:*

Marijan Prosen

*Stavek in oprema:*

ONZ Jutro

*Izdalo in založilo:*

Založništvo Jutro, © Jutro d.o.o., Ljubljana

*Za založbo:*

Stane Kodrič

Strokovni svet Republike Slovenije za splošno izobraževanje je na 78. seji dne 14. 4. 2005 s sklepom št. 613-2/2005/215 potrdil knjigo »**OD ZEMLJE DO SONCA, Učbenik za izbirni predmet astronomija – Sonce, Luna in Zemlja v devetletni osnovni šoli**« kot učbenik za izbirni predmet astronomija – Sonce, Luna in Zemlja v 7. ali 8. ali 9. razredu devetletnega osnovnošolskega izobraževanja.

© Vse pravice pridržane.

**Fotokopiranje** in vse druge vrste reproduciranja po delih ali v celoti **ni dovoljeno** brez pisnega dovoljenja založbe.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

54(075.2)

PROSEN, Marijan

Od Zemlje do Sonca : učbenik za izbirni predmet astronomija – Sonce, Luna in Zemlja v devetletni osnovni šoli / Marijan Prosen in Majda Vehovec. - Ljubljana : Jutro, 2005. - (Svet naravoslovja)

ISBN 961-6433-44-X

1. Vehovec, Majda

217868544

**Naročila:**

**JUTRO d.o.o., Črnuška c. 3, p.p. 4986, 1001 Ljubljana**

**Tel. (01) 561-72-30, 031 521-195, 041 698-788**

**Faks (01) 561-72-35**

**E-pošta: Jutro@siol.net • Knjigarna na internetu: [www.jutro.si](http://www.jutro.si)**

# PREDGOVOR

Vsebine iz astronomije so za večino osnovnošolcev zelo zanimive. Pri pouku se z njimi srečajo pri zemljepisu in fiziki. Izbirni predmeti ponujajo možnost poglobljanja in nadgradnjo znanja s področja astronomije. Izbirni predmeti iz astronomije obsegajo tri sklope:

1. Sonce, Luna in Zemlja;
2. Daljnogledi in planeti;
3. Zvezde in vesolje.

Vsak sklop se izvaja eno šolsko leto, tako da učenci lahko v tretjem triletju spoznajo vse tri sklope ali pa samo tistega, ki se jim zdi najzanimivejši.

Astronomija je veda, ki stalno buri človekovo domišljijo. Danes jo je mogoče spoznavati iz knjig, oddaj na televiziji, različnih predavanj in seveda z internetom. Še vedno pa velja, da je opazovanje najboljša spozna(va)nje. Opazovanje astronomskih pojavov, dogodkov in potekov dogodkov (procesov) nam pomaga razumevati skrivnosti vesolja.

Veliko pojavov je vsakdanjih in zato tako preprostih, da se jih niti ne zavedamo niti jih opazimo. Nekateri pa so zamotani in je nujno precej opazovanja in razmišljanja, včasih tudi računanja, da jih razumemo. Določeni pa še vedno ostajajo skrivnost.

Da bi razumeli preproste in tudi že bolj zahtevne pojave, moramo čim več opazovati, narediti tudi

kakšen poskus ter biti pri tem kritični. Pridobljene izkušnje nam pomagajo napovedati izid kakšnega novega opazovanja ali poskusa. Včasih moramo tudi kaj izračunati, a računanje ne bo pretežko. Tako bomo pojave tudi zares razumeli. Če je računanje pretežko ali zadeva snov, ki jo pri matematiki še niste obravnavali, lahko računanje izpustite, upoštevajte samo rezultat. Nekatera opazovanja so dolgotrajna, zahtevajo vztrajnost, pozornost, natančnost in doslednost opazovalca, vendar se trud zagotovo izplača.

Učna snov je obravnavana v petih razdelkih, ki jih glede na zanimanje in pomembnost vsebine razporejate sami. Tako imate dovolj časa, da snov predelate, skupaj opazujete in drug drugemu predstavite projektno delo. Zanimive preglednice o Soncu, Luni in Zemlji ter rešitve vaj najdete na koncu učbenika.

Na koncu vsakega razdelka je nekaj vaj – preprostih vprašanj in nalog, s katerimi utrdite in preverite svoje znanje, pa tudi naloge za opazovanja in projektno delo.

Ponekod obravnavamo snov na višjem nivoju; začetek tega besedila označuje znak **T** in je na rumeni podlagi. Tudi zahtevnejše vaje in projektna dela so označeni z znakom **T**.

Potrudite se: *gledati, opazovati, videti, izmeriti, pojasnjevati* – včasih pa tudi *kaj izračunati*.

## POZOR:

Sonca nikoli ne smemo gledati neposredno s prostim očesom, kaj šele neposredno z daljnogledom, saj si zaradi močne svetlobe pri opazovanju lahko trajno poškodujemo oči. Zato pri opazovanju uporabljajmo zaščitna očala, varilsko steklo ali zaščitno folijo, za kratek čas lahko tudi steklo, ki ga potegnemo s pomočjo plamena goreče sveče. Povsem varno pa Sonce opazujemo tako, da njegovo sliko projiciramo na zaslon daljnogleda.



Podobno velja tudi za opazovanje Lune ob ščipu; s prostim očesom jo sicer lahko opazujemo, nikakor pa ne neposredno z daljnogledom brez zaščitnih filtrov.

V učbeniku so opazovanja, kjer obstaja nevarnost poškodb oči, posebej označena: Obvezno upoštevajte navodila!

## Namen učbenika

Učenci s pomočjo učbenika *Od Zemlje do Sonca*:

- doživljajo astronomske pojave izkustveno,
- spoznavajo jih s samostojnim raziskovalnim delom,
- oblikujejo in vrednotijo stališča, pridobljena pri neposrednem opazovanju,
- znajo opisovati, pojasnjevati in napovedovati astronomske pojave,
- naučijo se preverjati pravilnost svoje napovedi,
- naučijo se opisovati, izbirati, uporabljati, načrtovati in preverjati tehnične postopke in prijeme,
- naučijo se vztrajnosti, pozornosti, natančnosti in doslednosti pri opazovanju,
- naučijo se zapisovati svoja opažanja,
- naučijo se presojudati, odločati, sprejemati odločitve in predvsem sodelovati v skupini,
- naučijo se spoštovati in ceniti naravo ter naravne pojave.

## Učbenik poskuša:

- razvijati radovednost in vedoželjnost ter usmerjati v raziskovalno dejavnost in znanstveno razmišljanje,
- razvijati zanimanje za naravoslovna področja,
- spodbujati raziskovalno in sodelovalno delo učencev,
- razvijati spretnosti in delovne navade, ki so potrebne pri eksperimentiranju in opazovanju ter teoretičnem razmišljanju in poglobljanju,
- posredovati miselne vzorce za poenostavljanje in reševanje temeljnih vprašanj,
- opozarjati na vlogo astronomije v naravoslovju in z zanimivimi vsebinami povečevati interes učencev za naravoslovje.

Ta učbenik za izbirni predmet astronomije je nastal v medsebojnem sodelovanju kot nadgradnja projekta o astronomiji, ki je v letih od 2002 do 2004 potekal na Osnovni šoli Šenčur.

*Avtorja*



**Marijan Prosen** je univerzitetni diplomirani astronom, profesor matematike in fizike v pokoju, svetnik. Zelo rad posreduje astronomske vsebine širokemu krogu bralcev. Je pisec poljudnih ter strokovnih knjig in učbenikov iz astronomije in matematike. Precej se ukvarja s slovenskim astronomskim izrazoslovjem, imenoslovjem vesoljskih teles in deluje tudi literarno.

**Majda Vehovec** je profesorica matematike in fizike, svetovalka. Zaposlena je na Osnovni šoli Šenčur. Je ljubiteljica astronomije in si zelo prizadeva za širjenje znanja s tega področja. Več pozornosti posveča matematiki. Je soavtorica učbenikov *Kocka 7, 8, in 9*.

*Fotografija je nastala 8. 6. 2004 ob opazovanju navideznega prehoda Venere preko Sonca.*



# VSEBINA

|                                               |           |                                                  |           |
|-----------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------|-----------|
| KAJ JE ASTRONOMIJA . . . . .                  | 6         | 4.3 Zorni kot Sonca . . . . .                    | 51        |
| Astronomija –                                 |           | 4.4 Zorni kot Lune . . . . .                     | 55        |
| ena najstarejših naravoslovnih znanosti . . . | 6         | 4.5 Polmer Lune . . . . .                        | 57        |
| Nekaj iz zgodovine astronomije . . . . .      | 6         | 4.6 Polmer Sonca . . . . .                       | 59        |
| Kaj proučuje astronomije? . . . . .           | 7         | 4.7 Prikazovanje                                 |           |
| Področja astronomije . . . . .                | 7         | sistema Sonce-Zemlja-Luna . . . . .              | 61        |
| <b>1. SONCE. . . . .</b>                      | <b>9</b>  | 4.8 Sončev in Lunin mrk . . . . .                | 63        |
| Naša najbližja zvezda . . . . .               | 10        | <b>5. ZA RADOVEDNE IN</b>                        |           |
| 1.1 Sonce je naravno svetilo . . . . .        | 11        | <b>VEDOŽELJNE . . . . .</b>                      | <b>67</b> |
| Ali senca ohrani obliko predmeta? . . . . .   | 12        | Kratek zgodovinski pregled                       |           |
| 1.2 Sonce je razsežno svetilo . . . . .       | 14        | opazovanj Sonca, Lune in Zemlje . . . . .        | 68        |
| 1.3 Ali je Sonce okrogla ploskev              |           | Zvezdni in sinodski mesec . . . . .              | 70        |
| ali svetleča kroglja? . . . . .               | 16        | Mravlja na globusu ali kako človek               |           |
| 1.4 Sonce od vzida do zaida . . . . .         | 18        | na Zemlji doživlja vesolje in pojav v njem . . . | 71        |
| <b>2. LUNA . . . . .</b>                      | <b>21</b> | Kaj vse vidimo na nebu . . . . .                 | 71        |
| Luna – Zemljina spremljevalka . . . . .       | 22        | Gibanja na nebu . . . . .                        | 71        |
| Človek na Luni . . . . .                      | 22        | Še zanimivosti o Soncu . . . . .                 | 72        |
| Kakšna je Luna . . . . .                      | 22        | Sklep . . . . .                                  | 72        |
| 2.1 Ali je tudi Luna okrogla? . . . . .       | 23        | Osnovni podatki o Zemlji, Luni in Soncu . . . .  | 73        |
| 2.2 Opazujmo Lunine mene . . . . .            | 25        | Podatki o Zemlji . . . . .                       | 73        |
| 2.3 Prikazovanje Luninih men . . . . .        | 28        | Podatki o Luni . . . . .                         | 74        |
| 2.4 Z Zemlje vidna Lunina polovica . . . .    | 30        | Podatki o Soncu . . . . .                        | 75        |
| 2.5 Kdaj natanko nastopi prvi                 |           | Trajanje letnih časov v naših krajih. . . . .    | 75        |
| in kdaj zadnji krajec. . . . .                | 32        | Trajanje najdaljšega in najkrajšega dne v        |           |
| 2.6 Opazujmo Lunino površje . . . . .         | 33        | različnih krajih na severni Zemljini poluti .    | 76        |
| <b>3. ZEMLJA . . . . .</b>                    | <b>37</b> | Imena večjih morij na Luni v latinskem in        |           |
| Tretji “kamen” od Sonca . . . . .             | 38        | slovenskem jeziku . . . . .                      | 76        |
| 3.1 Ali je Zemlja kroglja? . . . . .          | 39        | Deset največjih Luninih kraterjev . . . . .      | 77        |
| 3.2 Razgibanost Zemljinega površja . . . .    | 41        | Razsežnost nekaterih Luninih gorovij. . . .      | 77        |
| 3.3 Podobnosti in razlike                     |           | Lega glavnih morij, kraterjev                    |           |
| med površjema Zemlje in Lune . . . . .        | 44        | in gorovij na Luni. . . . .                      | 78        |
| <b>4. SONCE, ZEMLJA IN LUNA . . . . .</b>     | <b>45</b> | Vzidi in zaidi Sonca v naših krajih . . . . .    | 80        |
| 4.1 Oddaljenost Sonca                         |           | <b>6. REŠITVE VAJ . . . . .</b>                  | <b>81</b> |
| in Lune od Zemlje . . . . .                   | 46        | LITERATURA . . . . .                             | 86        |
| 4.2 Kroženje                                  |           | Model številčnice za izdelavo                    |           |
| in vrtenje Zemlje ter Lune . . . . .          | 48        | vodoravne sončne ure za Slovenijo . . . . .      | 87        |

# KAJ JE ASTRONOMIJA

## Astronomija — ena najstarejših naravoslovnih znanosti

Dan in noč, Lunine spremembe ali mene in letni časi so pojavi, ki določajo ritem našega življenja. Menjavanje dnevov in noči je povezano z vzidom in zaidom Sonca, Lunine mene z lego Lune glede na Sonce, letni časi pa z najvišjo lego Sonca nad obzorjem danega opazovališča. Daljša potovanja po kopnem in plovbe po morju v preteklosti niso bila mogoča brez orientacije po Soncu in zvezdah. Podnevi se lahko orientiramo po Soncu, ponoči po zvezdah (pri nas npr. po zvezdi Severnici, na južni Zemljini polobli pa po ozvezdju Južni križ).

Po opazovanjih Sonca, Lune in zvezd so razvili prvotne in temeljne načine za merjenje časa, kar je posredovalo osnovo za sestavo koledarja. Iz opazovanj zvezd lahko določimo lego kraja na Zemlji, tj. zemljepisno dolžino in širino opazovališča, lego letal v zraku in vesoljskih plovil v vesolju, izdelamo lahko natančne geografske karte (zemljevide).

Že od nekdaj so si ljudje pri vsakodnevnem življenju pomagali z opazovanjem nebesnih teles in pojavov. Opazovane spremembe na nebu so povezovali s spremembami v svoji okolici. O tem obstajajo zapiski iz časov starih Kitajcev, Babiloncev in Egipčanov pred več kot 4000 leti.

## Nekaj iz zgodovine astronomije

Astronomija se je razvila iz vsakdanjih potreb človeka, da si izboljša življenjske razmere. Zato so se ljudje v začetku predvsem ukvarjali z nebesnimi telesi, ki so človeku "pred nosom", so neposredno najbolj vidna in verjetno tudi najbolj vplivajo nanj, to so Sonce, Luna in zvezde. Številni stari narodi so imeli Sonce in Luno za božanstvi. Starim Egipčanom je bilo npr. zelo pomembno, kdaj bo poplavljala reka Nil, ker je bilo od tega odvisno njihovo življenje. Čas nastopa Nilovih poplav so napovedovali po opazovanju pojavov na nebu, tj. po vzhajanju najsvetlejših zvezd Sirij tik pred vzidom Sonca.

Starodavni narodi niso poznali bistva nebesnih teles in tudi ne vzrokov za pojave na nebu. Ker jih niso razumeli, so se jih tudi bali, včasih po božje častili ter pojasnjevali z miti. Po opazovanih nebesnih pojavih so celo napovedovali usodo pomembnih ljudi, vladarjev, ljudstev in dežel.

Nauk o heliocentrični zgradbi vesolja, ki ga je leta 1543 predlagal Poljak N. Kopernik, izum daljnogleda v začetku 17. stol., prva opazovanja nebesnih teles z daljnogledom, ki jih je okoli leta 1610 opravil Galilej, ter Newtonovo odkritje gravitacijskega zakona leta 1687 so bili temeljni mejniki (dogodki), na katerih se je astronomija začela razvijati kot znanost z novim, pravilnim in kritičnim pogledom na svet.



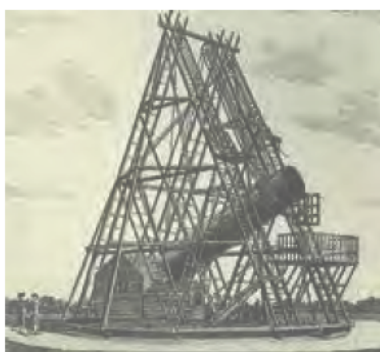
*Približno tako je vidna Severnica v naših krajih. Če smo obrnjeni proti Severnici, je pred nami sever, za hrbtom je jug, desno vzhod, levo pa zahod. Puščice kažejo smer navideznega vrtenja zvezd.*



*Svečeniki v starem Egiptu v jutranji zarji pozorno opazujejo vzhajanje Sirija, najsvetlejših zvezd.*



*Zvezdarna danskega astronoma Tycha Braheja (16. stol.).*



*Orjaški zrcalni teleskop (reflektor), s katerim je opazoval zvezde angleški astronom William Herschel (19. stol.).*



*Opazovana je naravnega (astronomskega) pojava: popoln Sončev mrk, viden leta 1999 iz naših krajev; Luna zakriva Sonce, je torej pred Soncem, opazovališče, od koder je fotografirano, pa je na Zemlji v Lunini senci.*

## Kaj proučuje astronomije?

Astronomija proučuje vesolje - telesa in pojave v njem. Raziskuje zgradbo in gibanje vesoljskih teles od naše Zemlje in njej bližnje vesoljske okolice z Luno, Soncem in planeti do zvezd in galaksij s temno snovjo in energijo med njimi. Proučuje tudi razvoj vesoljskih teles in njihovih združenj. Podatke o njih dobi z opazovanjem svetlobe, ki prihaja k nam iz vesolja. Vesoljska telesa raziskuje tudi z napravami na vesoljskih sondah in plovilih, ki se gibljejo okrog Zemlje ali pa se približajo, obkrožajo ali pristajajo na drugih vesoljskih telesih.



*Največji daljnogled z lečami (refraktor) na svetu je postavljen v zvezdarni Yerkes v ZDA (20. stol.). Premer vhodne zenice, tj. leče, skozi katero prihaja svetloba, je 100 cm.*



*Proučevanje Zemlje iz vesoljskega plovila (20. in 21. stol.).*

Razvoj astronomije je tesno povezan z razvojem drugih znanosti, posebno matematike in fizike. Fizikalni zakoni so osnova za proučevanje snovi na Zemlji in v vesolju. Raziskave so pokazale, da zakoni, ki veljajo za Zemljo, veljajo tudi v vesolju. Kljub razvoju drugih naravoslovnih znanosti je astronomija ohranila svoj pomen in danes išče odgovor na eno najbolj izzivalnih vprašanj v obstoju človeštva, to je na vprašanje o nastanku in razvoju vesolja.

## Področja astronomije

Poznamo več vej astronomije. Pomembna veja, ki se pri svojih raziskavah naslanja na fiziko, je astrofizika. Prav tako pomembni veji sta še astrobiologija in astrokemija, ki raziskujeta življenje v vesolju. Astronomiji izdatno pomaga tudi astronavtika, ki je dandanes dosegla ogromne uspehe pri raziskovanju našega Osončja.

### VAJE

1. Zakaj prištevamo astronomijo med naravoslovne znanosti?
2. Razišči, kateri stari narodi so imeli Sonce za božanstvo?

### PROJEKTNO DELO

1. V enciklopediji preberi, kdo so bili Hiparh, Klavdij Ptolemaj, Nikolaj Kopernik, Tycho Brahe, Johann Kepler, Isaak Newton, William Herschel in Urbain Leverrier. O vsakem pripravi kratko poročilo o delu, ki ga je opravil za astronomijo.
2. V enciklopediji preberi gesla: astrofizika, astrologija, astronavtika, astrometrija, astrobiologija. Na kratko si izpiši, kar proučuje posamezna veja astronomije. Zaradi splošne izobrazbe si to poskusi zapomniti.
3. V *Enciklopediji Slovenije* preberi geslo astronomija in o njem pripravi kratko poročilo.
4. V *Enciklopediji Slovenije* preberi naslednja gesla: astronomski pojav, Astronomsko-geofizikalni observatorij, koledar in planetarij.
5. V *Enciklopediji Slovenije* preberi gesla o naslednjih slovenskih astronomih: Lavo Čermelj, Fran Dominko, Avguštin Hallerstein, Andrej Perlah, Herman Potočnik in Jakob Strauss. Napravi plakat.
6. Preberi kakšno poljudnoznanstveno knjigo o astronomiji in jo na kratko predstavi v razredu. Poiščeš jo lahko na strani 87 med literaturo.
7. Časopis *Delo* v prilogi *Znanost* občasno objavi tudi kakšen prispevek o astronomiji. Preberi ga.



# 1.

# SONCE



## VSEBINA 1. POGLAVJA

- 1.1 – SONCE JE NARAVNO SVETILO
- 1.2 – SONCE JE RAZSEŽNO SVETILO
- 1.3 – ALI JE SONCE OKROGLA PLOSKEV  
ALI SVETLEČA KROGLA?
- 1.4 – SONCE OD VZIDA DO ZAIDA

*»Sonce še ni vzhšlo, toda nežna  
zlatorumena zarja je že prekrila vrhove  
gor, jih osvetlila in približala očem.  
Zarja se je vse bolj krepila, se širila,  
plamenela in postajala rdeča. Kmalu  
je bilo vse obzorje podobno velikanskemu  
kresu: razkošno sonce se je vzpenjalo više  
in više.«*

Iz knjige Ulugbegovi zakladi



## Najbližja zvezda

O živo Sonce, stvarnik življenja,  
 ti tako lepo siješ na nebu,  
 se pojavljaš na vzhodu obzorja,  
 s svojo svetlobo napolnjuješ vse dežele.  
 Tvoji žarki oblivajo do konca vse, kar si ustvarilo.  
 Ti podarjaš dežele svojemu ljubljenu faraonu Ehnatonu.

Del Ehnatonove\* himne o Soncu (14. stol. pr.n.š.)  
 Prevedel M. Pr.

Okoli 440 pr.n.š. je starogrški učenjak Anaksagora izrekel misel, da Sonce ni božanstvo, ampak ogromno razbeljeno telo, ki je po velikosti skoraj tako veliko kakor Grčija.

Ljudje so se tej izjavi smejali, saj se jim je zdelo, da Sonce ne more biti tako veliko. Učenjaka so razglasili za brezbožca in ga izgnali iz države.

Grški filozof Aristarh (310 do 230 pr.n.š.) je bil prvi, ki je menil, da je Sonce večje od Zemlje in da se Zemlja giblje okrog njega. Tudi njega so proglasili za brezbožca in izgnali iz Aten. Njegovo misel so opustili za dolgo časa.

Šele v 16. stoletju je Aristarhovo misel ponovno obudil Nikolaj Kopernik (1473–1543), ki je predlagal heliocentrični svetovni sistem, po katerem leži Sonce v središču Osončja. Danes je to splošna resnica.

Znanstvenike je ves čas zanimalo vprašanje, kaj je Sonce, kako daleč od Zemlje je in kako veliko je. Vse to je danes dobro znano.

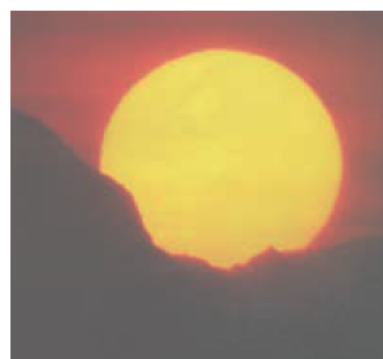
Sonce je nam najbližja zvezda. Je rumena zvezda. Druge zvezde so večje ali manjše od Sonca. Zvezde orjakinje imajo polmer, ki je več desetkrat večji od polmera Sonca, nadorjakinje pa imajo več 100-krat in celo več 1000-krat večji polmer od Sonca. Zvezde pritlikavke imajo polmer od desetine do stotine polmera Sonca. So pa še manjše zvezde.

Sonce, ki je za nas izjemno pomembno, v vesolju ni kakšna posebna zvezda. Prištevamo ga celo k pritlikavim zvezdam, ki oddajajo razmeroma malo svetlobe v vesolje. Vendar za nas seveda oddaja ogromno svetlobe. Ker živimo na Zemlji, v varni razdalji od Sonca, pa sprejemamo ravno prav njegove svetlobe, ne preveč, ne premalo.



Sonce je zanimalo in vznemirjalo ljudi od najstarejših časov. Že v davnini so se zavedali, da je Zemlji najpomembnejše svetilo, vendar niso znali pojasniti njegovega bistva in gibanja po nebu. Verjeli so, da ima Sonce posebne, nadnaravne lastnosti in so ga zato imeli za božanstvo.

Staroegipčanski relief prikazuje sončne žarke, ki padajo na roke faraona.



Sonce zahaja za goro; posneto s teleobjektivom.

\* Ehnaton ali Amenofis IV. (1363 do 1345 pr.n.š.) je bil egipčanski faraon iz XVIII. dinastije, ki je vodila egipčansko državo. Faraon je sebe imenoval Sin Sonca.

# 2.

# LUNA



*»Vrhovi gora so zažareli kakor od plamenov ogromnega ognja. To je bila luna: velika, okrogla, skrlatna. Zavzela je svoje mesto in vse naokrog je postalo še bolj veličastno in skrivnostno.«*

Iz knjige Ulugbegovi zakladi

## VSEBINA 2. POGLAVJA

2.1 – ALI JE TUDI LUNA OKROGLA?

2.2 – OPAZUJMO LUNINE MENE

2.3 – PRIKAZOVANJE LUNINIH MEN

2.4 – Z ZEMLJE VIDNA LUNINA POLOVICA

2.5 – KDAJ NATANKO NASTOPI PRVI  
IN KDAJ ZADNJI KRAJEC

2.6 – OPAZUJMO LUNINO POVRŠJE

## Luna – Zemljina spremljevalka

Luna je edina Zemljina spremljevalka (naravni satelit, trabant, sputnik, luna). V dolgem, skoraj 14,8 dneva trajajočem Sončevem dnevu na Luni se površje ob njenem ekvatorju segreje do skoraj 150 °C, v enako dolgi noči pa tam pade temperatura tudi do –170 °C. Iz Lunine notranjosti stalno izteka majhne količine plina (tudi ogljikovega dioksida).

Prvi umetni Lunin satelit je postalo leta 1966 sovjetsko vesoljsko plovilo Luna 10.

Z Zemlje nevidno stran Lune pa je prvič fotografirala leta 1959 pri obletu Lune sovjetska samodejna medplanetna postaja Luna 3. Leta 1959 so začeli vsestransko raziskovati Luno. Proti njej so izstrelili preko 50 vesoljskih sond in ladij različnih tipov. Nekatere so šle mimo Lune. Druge so postale njeni umetni sateliti. Tretje so se spuščale na Lunino površje, da bi na ukaz z Zemlje opravile znanstvena raziskovanja. Četrte so vzele vzorce Luninih hribin in jih prinesle v znanstveno obdelavo na Zemljo.

## Človek na Luni

Dne 21. 7. 1969 je na Luni v Morju tišine pristala pristajalna kabina Orel (Eagle) ameriške vesoljske ladje Apollo 11 in prva človeka sta stopila na Lunina tla (N. Armstrong, E. Aldrin). Na Luni sta pustila nekaj znanstvenih naprav (potresomere, magnetometre, laserska zrcala), vzela vzorce Luninih hribin, se vrnila v ladjo, ki je medtem krožila okrog Lune in kjer ju je čakal astronaut M. Collins, nato so se vsi trije 24. 7. vrnili na Zemljo.

Program Apollo je bil uspešno zaključen konec leta 1972. V celotnem programu je 12 ljudi prebilo okoli 300 ur na površju Lune, pri tem kar 80 ur zunaj lunarne kabine. Zbrali so okoli 400 kg kamnitih vzorcev Luninih hribin.

## Kakšna je Luna

Dognali so, da v globoki Lunini notranjosti temperatura ne preraste 1500 °C. To pomeni, da je Luna danes razmeroma hladno vesoljsko telo. O tem priča tudi njena precej šibka trenutna potresna dejavnost. Spotresomeri, ki so jih postavile na Lunino površje ekspedicije Apollo, so zabeležili na leto okoli 1000 potresov.

Pri proučevanju Lunine notranje zgradbe naj omenimo skorjo, tj. zunanjo plast debeline od 50 do 60 km, vrhnji plašč debeline 250 km, srednji plašč, ki je razporejen na globinah od 300 do 800 km, notranji plašč in še razmeroma majhno železno jedro s polmerom nekaj 100 km. Jedro je v raztaljenem ali pol raztaljenem stanju.



*Velikost Lune v primerjavi z velikostjo najmanjših planetov in drugih lun v našem Osončju.*



*Prvi pristanek človeka na Luni – Apollo 11 leta 1969.*

## 2.5 Kdaj natanko nastopi prvi in kdaj zadnji krajec

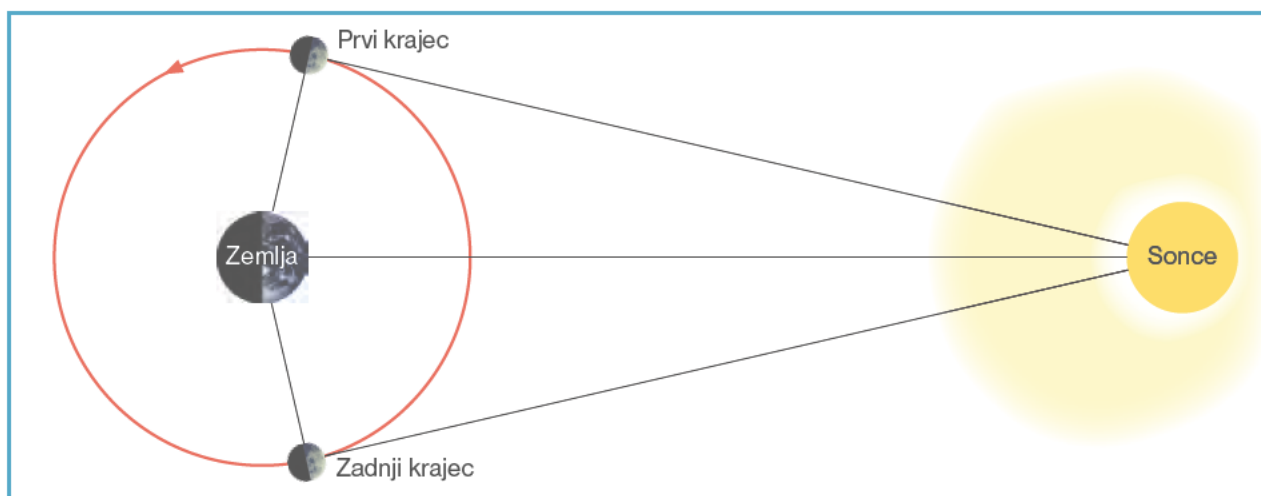
Po mlaju lahko opazujemo svetel Lunin srp, ki je z izbočenim delom obrnjen proti Soncu, torej proti zahodu ali v desno. Srp se vse bolj debeli.

Po četrtini obhodnega časa Lune okrog Zemlje, po približno enem tednu, opazujemo **prvi krajec**. Takrat vidimo osvetljeno desno polovico proti Zemlji obrnjene Lunine polkrogle oziroma skoraj četrtino Luninega površja. V trenutku, ko nastopi prvi krajec, oblikujejo Sonce, Zemlja in Luna oglišča pravokotnega trikotnika. Pravi kot je tam, kjer leži Luna.

Po četrtini obhodnega časa Lune, tj. teden dni po ščipu, vidimo osvetljeno levo polovico z Zemlje vidne Lunine polovice. Takrat opazujemo **zadnji krajec**. Pravi kot je tam, kjer leži Luna. Po zadnjem kraju lahko opazujemo svetel Lunin srp, ki je z izbočenim delom obrnjen proti Soncu, vendar zdaj proti vzhodu ali v levo. Srp se vse bolj tanjša, dokler ob mlaju popolnoma ne izgine.

### ZANIMIVOSTI

Čas od mlaja do ščipa, ko se Luna navidezno debeli ali kakor pogosto rečemo, da Luna »gor jemlje«, imenujemo tudi **mlada luna** (rastoča luna). Čas od ščipa do mlaja, ko se Luna navidezno tanjša ali kakor pogosto rečemo, da Luna »dol jemlje«, pa **stara luna** (pojemoča luna). Po mladi in stari luni se ravnaajo poljedelci, gozdarji, gobarji in celo kirurgi. V času mlade lune navadno ne sekajo dreves, ne koljejo živine, pri človeku ne izvajajo težjih operacijskih posegov.



*Prvi krajec in zadnji krajec nastopita v trenutku, ko vidimo osvetljeno polovico z Zemlje vidne Lunine polkrogle.*

### VAJE

- Recimo, da danes zvečer opazuješ prvi krajec, ko vidiš osvetljeno desno polovico k nam obrnjene Lunine polkrogle. Približno čez koliko dni boš videl osvetljeno levo polovico?
- Ali nastopi prvi krajec v trenutku ali traja dalj časa? Preveri na koledarju.
- Kaj pomeni *mlada luna* in kaj *mlaj*? Nekateri ljudje ne razlikujejo teh dveh pojmov. Imajo ju za isto. Ali je to res? Pojasni.



# 3.

# ZEMLJA



*»Kopernik je dal Zemlji  
ime,  
nov kraj bivanja  
in  
novo gibanje.«*

Albert Einstein

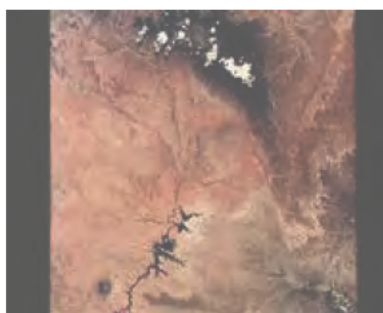
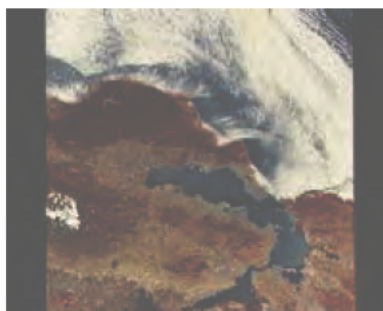
## VSEBINA 3. POGLAVJA

3.1 – ALI JE ZEMLJA OKROGLA?

3.2 – RAZGIBANOST ZEMLJINEGA POVRŠJA

3.3 – PODOBNOSTI IN RAZLIKE  
MED POVRŠJEMA ZEMLJE IN LUNE

## 3.2 Razgibanost Zemljinega površja



*Posnetki Zemljinega površja iz vesoljske postaje Skylab.*

Zemljino površje je zelo razgibano zaradi izrazitih oblik kopnega, morij in oceanov ter drugega vodovja, pa tudi zaradi vremenskega dogajanja in različnih podnebnih pasov. Zaradi vpliva vodnih in zračnih tokov, vulkanov in potresov, počasnih premikov celinskih plošč in zaradi delovanja živih bitij se Zemljino površje stalno spreminja.

Približno tri četrtine Zemljine površine pokrivajo morja in oceani. Povprečna globina oceanov je približno 2,5 km. V razpokah med celinskimi ploščami pa so globine celo več kakor 10 km. Najvišje gore v Aziji so visoke nad 8000 m nadmorske višine.

Starost Zemlje ocenjujejo na 4,6 milijarde let. Od svojega nastanka se postopoma ohlaja. Pri tem se Zemljina notranjost ohlaja veliko počasneje kakor njeni zunanji deli. V večjem osrednjem delu je Zemlja tekoča. Temperaturo v njenem središču ocenjujejo med 4000 K in 5000 K. V razvoju Zemlje je njena notranjost vplivala tudi na oblikovanje površja. Tako gorovja nastajajo zaradi gubanja Zemljinega površja, kar je posledica sprememb v notranjosti Zemlje.

Pri izdelavi zemljevidov si danes pomagajo z letalskimi in satelitskimi posnetki Zemlje. Najpomembnejši posnetki so v vidni svetlobi. Po barvah na slikah je mogoče razbrati značilnosti pokrajine. Zelena barva v Evropi npr. pomeni nižavja, saj jih poseljujejo trava in gozdovi. Po odtenkih zelene barve lahko razlikujemo med travnimi in gozdnatimi območji.

Za nižja gorovja je značilna rjava ali siva barva, belina visokogorja pa pomeni sneg. Z letali na majhnih višinah opazijo podrobnosti, kot so naselja; satelitske slike pa posredujejo pokrajinske značilnosti širših območij.

Danes s sateliti opazujejo in fotografirajo najrazličnejše podrobnosti na površju Zemlje. Pri fotografiji poleg vidne svetlobe uporabljajo tudi infrardečo. Infrardeča svetloba na posnetkih posreduje podatke o temperaturi raznih območij. Zato je infrardeča svetloba bolj uporabna za ugotavljanje rastlinskih pasov kakor pa značilnih oblik in lastnosti pokrajine. Znano je, da rastlinstvo oddaja infrardečo svetlobo zaradi asimilacije oz. fotosinteze, živali pa zaradi metabolizma.

Glede rastlinstva ima Zemlja zelo različna območja: puščave in polpuščave, velika travnata površja (stepe in savane), gozdove in pragozdove. To je mogoče opaziti in razlikovati na satelitskih posnetkih.

Na Zemlji najdemo tudi kraterje, ki so lahko vulkanskega izvora ali pa so jih naredili meteoriti, ki so z veliko hitrostjo iz vesolja prileteli na Zemljo in se zarili v njeno površje. Na Zemlji je malo kraterjev v primerjavi z Luno, saj večina meteoritov, ki pade proti Zemlji, prej zaradi upora v zraku zgori.

# 4.



*»Takšnih Sončevih mrkov, kakor jih opazujemo z Zemlje, ni mogoče opazovati iz nobenega drugega opazovališča v našem planetnem sistemu – Osončju. Luna, ki zasloni Sonce tako, da pade njena senca na Zemljino površje, nam je ravno tolikokrat bližje kot Sonce, kolikorkrat je Lunin premer manjši od Sončevega. Takega naključja ne najdemo v Osončju pri nobenem planetu z lunami.«*

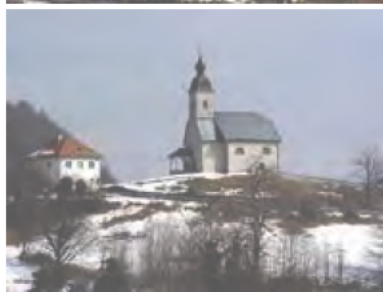
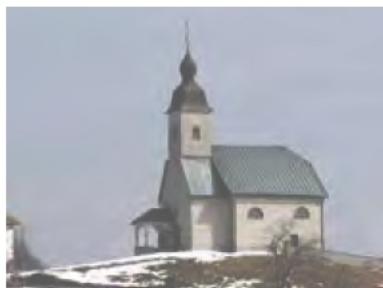
Alfard

## SONCE, ZEMLJA IN LUNA

### VSEBINA 4. POGLAVJA

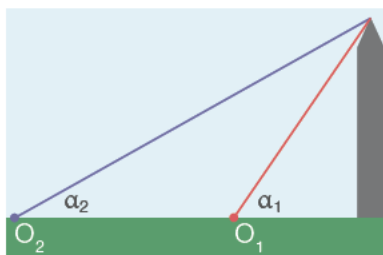
- 4.1 – ODDALJENOST SONCA IN LUNE OD ZEMLJE
- 4.2 – KROŽENJE IN VRTENJE ZEMLJE IN LUNE
- 4.3 – ZORNI KOT SONCA
- 4.4 – ZORNI KOT LUNE
- 2.5 – POLMER LUNE
- 2.6 – POLMER SONCA
- 2.7 – PRIKAZOVANJE SISTEMA SONCE-ZEMLJA-LUNA
- 2.8 – SONČEV IN LUNIN MRK

## 4.3 Zorni kot Sonca



Fotografski posnetek cerkvenega zvonika:

- a) od blizu (z manjše razdalje),  
b) od daleč (z večje razdalje).

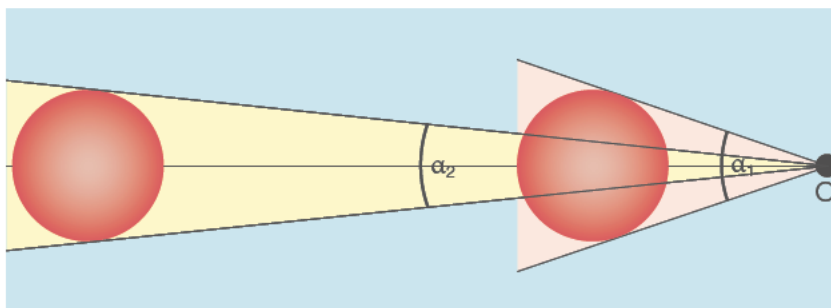


Zorni kot, v katerem je viden zvonik:

- a) od blizu, iz točke  $O_1$  je viden pod kotom  $\alpha_1$ ;  
b) od daleč, iz točke  $O_2$  pa je viden pod kotom  $\alpha_2$ .

Pri oddaljevanju od kakega predmeta se nam zdi predmet vse manjši, pri približevanju pa se nam zdi večji. Rečemo, da se je zorni kot, v katerem vidimo oz. opazujemo predmet v prvem primeru zmanjšal, v drugem pa zvečal.

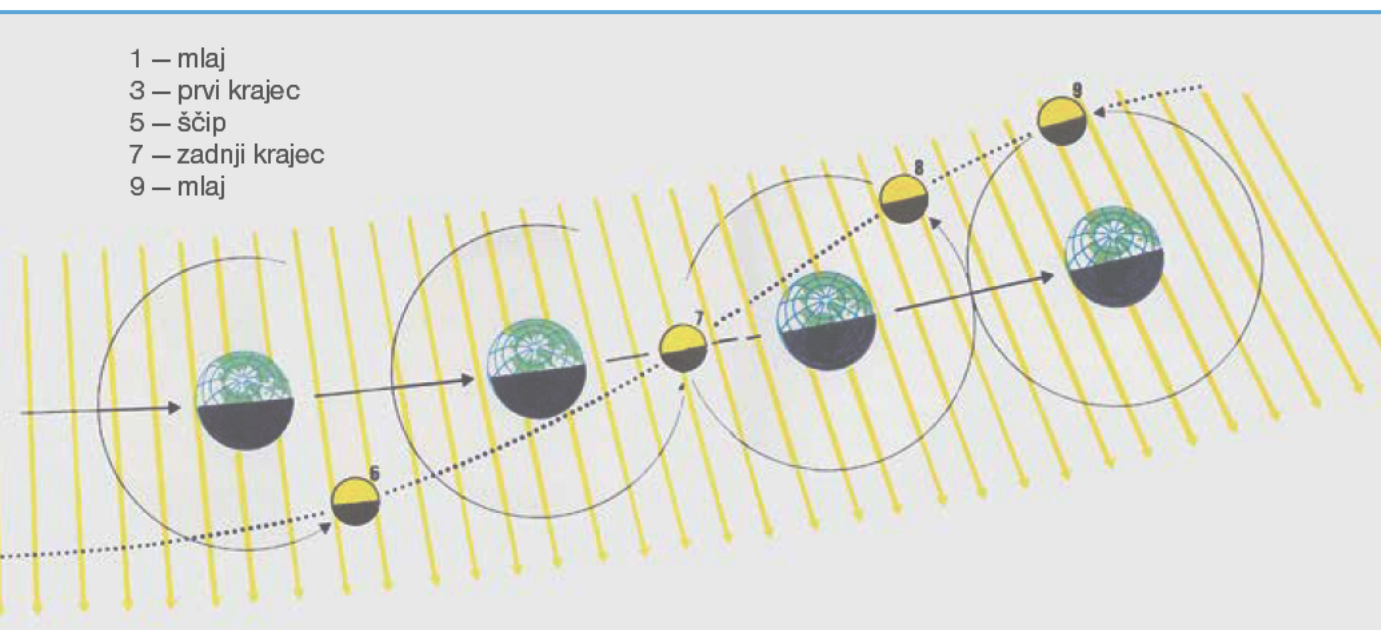
Okroglo vesoljsko telo se nam tudi zdi v večji oddaljenosti manjše, t.j. vidno v manjšem zornem kotu, kakor z bližine.



Iz opazovališča  $O$  opazujemo veliko kroglo, ki je od opazovališča različno oddaljena. Če je krogla bliže, jo vidimo v večjem zornem kotu ( $\alpha_1$ ), kakor če je dlje ( $\alpha_2$ ), torej je kot  $\alpha_1$  večji od kota  $\alpha_2$ .

Kote merimo s kotomeri. Približno pa jih lahko izmerimo oz. ocenimo kar z roko. Za ocene kotov uporabljamo ped, pest in palec iztegnjene običajne roke pri povprečno dobrem človeškem vidu.

Ocenjujemo kote med predmeti na zemljišču, med določenimi nebesnimi telesi, npr. med Soncem in Luno, med zvezdo in planetom ter tudi kote med nebesnimi telesi in predmeti na Zemlji, kakor npr. kot med vrhom cerkvenega zvonika in Luno.





# 5. ZA RADOVEDNE IN VEDOŽELJNE



VSEBINA 5. POGLAVJA

KRATEK ZGODOVINSKI PREGLED

ZVEZDNI IN SINODSKI MESEC

MRAVLJA NA GLOBUSU

ŠE ZANIMIVOSTI O SONCU

OSNOVNI PODATKI O ZEMLJI, LUNI IN SONCU

## Mravlja na globusu ali kako človek na Zemlji doživlja vesolje in pojave v njem

Poskusimo razmisliti, kako bi majčkena mravlja na velikem globusu videla oziroma doživljala (če bi imela človeško pamet) nekatere poskuse in opazovanja, ki smo jih opisali.

Sonce, Luno in Zemljo smo ves čas prikazovali tako, kakor da bi jih gledali z oddaljene točke v vesolju. Razmere pa se spremenijo, če gledamo z Zemlje. Sonce in Luno bi videli približno tako kakor drobcena mravlja, ki bi jo položili v neko točko (mravljinjo opazovališče) na površino zelo velikega globusa. Del globusovega površja okoli sebe (neposredna okolica) bi mravlja dojemala, kakor mi zaznavamo obzorje, nad katerim se razpenja nebo, tj. polovica vidne nebesne kroglice nad opazovališčem. Na njenem nebu bi videla Sonce in Luno, ponoči pa zvezde. Na nebu bi zapazila tudi različna gibanja nebesnih teles; seveda gre za navidezna gibanja, ki so posledica gibanj teh teles v prostoru, in tudi gibanje globusa, njene »Zemlje«.

Zdi se, kakor da so vsa nebesna telesa enako oddaljena, nekako prilepljena na nebesno kroglo. A to ni res, saj že vemo, da sta Sonce in Luna različno oddaljena od Zemlje.

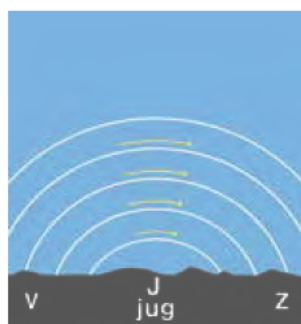
Pogled mravlje na njeno nebo, kjer po svoje vidi njeno vesolje, je egocentričen (ego - latinsko jaz) oziroma globocentričen (globus je v središču), tj. naš pogled, ko z Zemlje opazujemo vesolje in ga projiciranega vidimo oziroma doživljamo na nebu. Temu pogledu rečemo geocentričen pogled (gea - grško Zemlja, ki naj bi bila v središču vesolja). Opis pojavov z geocentričnega vidika je sicer nekoliko drugačen, vendar usklajen s pogledom iz vesolja, ki mu večkrat rečemo heliocentričen pogled (helios - grško Sonce).

### Kaj vse vidimo na nebu

Ker smo zelo majhni na površju za nas ogromne Zemlje, se v našem opazovališču vesolje razporeja nad nami na nebu. Na njem vidimo poleg oblakov, ptic, letal itn. tudi Sonce, Luno, zvezde in druga vesoljska telesa, ki jim prav zato rečemo tudi nebesna telesa. Vsa ta telesa, ki so v prostoru od nas različno oddaljena, projiciramo na nebo. Podnevi zvezd ne vidimo, čeprav so na nebu, ker jih presije Sonce. Včasih je podnevi vidna tudi Luna.

Zvezde pa vidimo na nebu ponoči, ko je Sonce že zdavnaj zašlo. Nekatere zvezde so stalno nad obzorjem, kakor npr. zvezde Velikega in Malega voza ter Severnica. Nekaterih zvezd z Zemlje nikoli ne vidimo. Velika večina zvezd vzhaja in zahaja. Rečemo jim vzhajalke. V kakem kraju vzhajalka vzide natanko v določeni točki obzorja in tudi zaide v določeni točki obzorja, torej se njeno vzhajališče kakor tudi njeno zahajališče ne spreminjata. Pri Soncu in Luni pa se spreminjata. To pomeni, da Sonce in Luna spreminjata lego glede na zvezde, ki medsebojnih leg ne spreminjajo.

### Gibanja na nebu



Navidezno kroženje zvezd v naših krajih; pogled proti jugu.

Zvezde so zelo daleč od nas in tudi daleč druga od druge. Zato njihovega gibanja v prostoru, čeprav je lahko veliko, skoraj ne zapazimo na nebu. Z lahkoto pa na nebu zasledimo gibanje Sonca (dnevno in letno) in gibanje Lune (dnevno in mesečno), saj sta nam ti dve vesoljski telesi zelo blizu v primerjavi z velikanskimi razdaljami v vesolju.

Toda šele ko Sonce pride nad obzorje, njegova svetloba osvetljuje predmete, ki mečejo sence. Podnevi opazujemo dolžino in smer sence. Ker se lega Sonca stalno spreminja tako med dnevom kakor med letom, te spremembe opazimo tudi pri senci. Prepričamo se z opazovanjem. To lahko traja nekaj ur (dnevne spremembe) ali pa tudi več mesecev (letne spremembe).

Spreminjanje lege Lune na nebu opazimo že po kakšni uri opazovanja s prostim očesom, z daljnogledom pa še prej. V enem dnevu se Luna zaradi

## LEGA GLAVNIH MORIJ, KRATERJEV IN GOROVIJ NA LUNI



1 Albategnius  
2 Aliacenis  
3 Alfonz  
4 Alpe  
5 Anaksagora  
6 Apenini  
7 Arhimed  
8 Aristarh  
9 Aristil

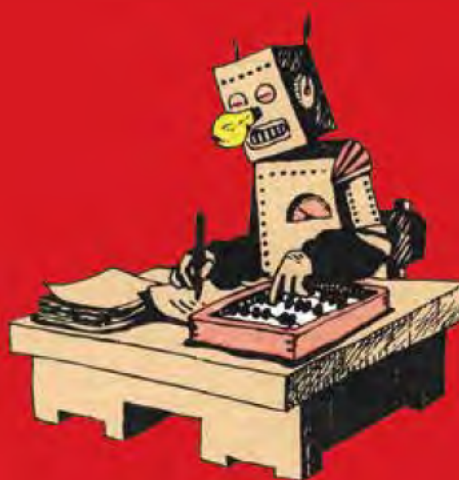
10 Aristotel  
11 Arzahel  
12 Atlas  
13 Avtolik  
14 Katarina  
15 Kavkaz  
16 Klavij  
17 Kleomed  
18 Kopernik

19 Endimion  
20 Eratosten  
21 Evdoks  
22 Frakastor  
23 Gassendi  
24 Grimaldi  
25 Herkul  
26 Hiparh  
27 Janssen

28 Jura  
29 Kepler  
30 Langren  
31 Longomontan  
32 Magini  
33 Mare Cognitum  
34 Mare Crisium  
35 Mare Foecunditas  
36 Mare Frigoris

6.

# REŠITVE VAJ





## 1. SONCE

## 1.1 Sonce je naravno sveto

1. Dolžina sence palice se od jutra do poldneva krajša, senca pa spreminja svojo smer in opoldne kaže proti severu.
2. Opoldanska dolžina sence navpičnega drevesa je najkrajša okoli 21.6., najdaljša pa okoli 21.12.



## 1.2 Sonce je razsežno sveto

1. Pojavi, ki nas prepričajo, da je Sonce razsežno sveto, so: vzhajanje in zahajanje Sonca, opazovanje Sonca skozi meglo ali zaščitna očala, neostre sence od Sonca osvetljenih predmetov, Sončevi mrki ...
2. Sonce zahaja dalj časa.

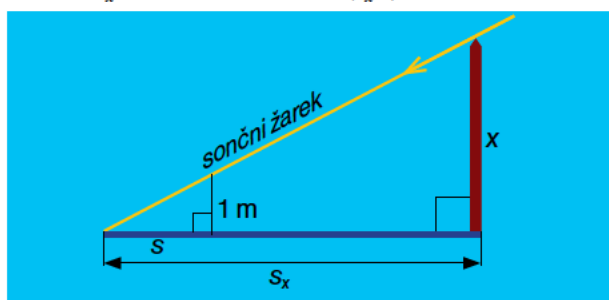
## 1.3 Ali je Sonce okrogla ploskev ali svetleča krogla?

1. **Podobnost Zemlje in Sonca:** okrogla oblika, vrtenje, ...

**Različnost Zemlje in Sonca:** Sonce je zvezda, Zemlja je planet, Sonce je sveto, Zemlja ni sveto, Sonce oddaja svetlobo, Zemlja sprejema svetlobo od Sonca, na Zemlji je življenje, kopno, vodovje, ozračje, Zemlja in Sonce se razlikujeta tudi v agregatnem stanju, ...

2. Označimo z  $x$  višino visokega predmeta, ki meče senco z dolžino  $s_x$ . Naj bo v istem času dolžina 1 m visoke palice  $s$ . S slike sestavimo enačbo:

$$x/s_x = 1 m/s \Rightarrow x = (s_x/s) \text{ metrov}$$



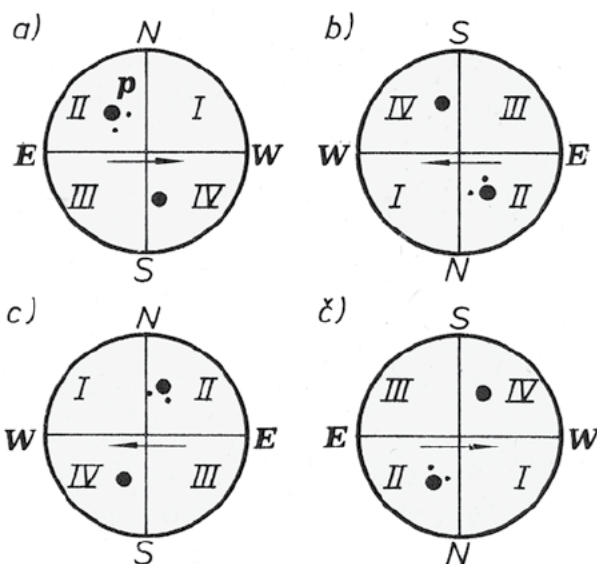
$s_x/s$  pomeni število dolžin senc metrske palice na dolžini sence predmeta. Vzamemo torej palčko z dolžino  $s$ . Kolikorkrat jo

nanesemo na dolžino sence predmeta  $s_x$ , toliko metrov meri višina predmeta. Nalogo lahko rešimo splošno tako, da vzamemo palico z višino  $v$ ;  $v$ ,  $s$  in  $s_x$  izmerimo, sestavimo enačbo  $x/s_x = v/s$  in izračunamo  $x$ .

## Projektno delo

1. Orientacija slike Sonca pri opazovanju:
  - a) s prostim očesom, dvogledom ali prizemskim daljnogledom,
  - b) z astronomskim daljnogledom,
  - c) na zaslonu astronomskega daljnogleda,
  - č) na zaslonu prizemskega daljnogleda;

p — pega; puščica kaže smer vrtenja Sonca.



## 1.4 Sonce od vzida do zaida

1. a) Dolžina sence se spreminja zaradi spreminjanja višinskega kota Sonca.  
b) Smer sence se spreminja zaradi spremembe smeri (azimuta) Sonca.
2. a) Dolžina sence je najkrajša opoldne, ob začetku poletja, okoli 21. 6.  
b) Dolžina sence je najkrajša opoldne po krajevnem Sončevem času.
3. Na drugem Zemljinem polu je polarni dan.



## 2. LUNA

### 2.1 Ali je tudi Luna okrogla?

1. Da, valjast umetni satelit lahko vidimo kot pravokotnik (osni presek pokončnega valja).
2. Terminator je meja med osvetljenim in neosvetljenim delom Lune, meja »med dnevom in nočjo« na Luni in ga lahko vidimo.
3. Terminator se pojavi tudi na Zemlji. Opazujemo ga lahko iz vesolja.
4. Pepelnata svetloba je ob tankem Luninem srpu viden temen del Lune. Razlago preberi pod ustrezno sliki na strani 24.

### 2.2 Opazujmo Lunine mene

1. c) (V navadnem življenju, ko nismo natančni pa zadostuje tudi odgovor 1.b)
2. b)
3. b)
4. a)

### 2.3 Prikazovanje Luninih men

1. Če je danes ščip, bo približno čez pol meseca mlaj.
2. Če je danes zadnji krajec, je bil pred približno enim tednom ščip.
3. a) Čez 1 teden b) čez 14 dni c) čez 1 mesec
4. a) Prvi krajec vidimo zvečer, natančneje od poldneva do polnoči.  
b) Zadnji krajec vidimo zjutraj, natančneje od polnoči do poldneva.

### 2.4 Z Zemlje vidna polovica Lune

1. Z Zemlje lahko opazuješ naenkrat skoraj polovico Lune (natančno 49,8 % Luninega površja) in to ob ščipu.
2. Leta 1969, Neil Armstrong.

### 2.5 Kdaj natanko nastopi prvi in kdaj zadnji krajec

1. Levo polovico bomo videli osvetljeno čez približno 14 dni.
2. Prvi krajec nastopi v trenutku.
3. Mlada luna pomeni čas od mlaja do ščipa, ko se Luna navidezno debeli. Traja približno 14 dni.

Mlaj pa je Lunina mena in je trenutni pojav. Takrat je Luna med Zemljo in Soncem.

### 2.6 Opazujmo Lunino površje

1. Morja na Luni so velike suhe puščave.
2. Na površju Lune ni vode.

## 3. ZEMLJA

### 3.1 Ali je Zemlja krogla?

1. Dokazi, da je Zemlja krogla: pri potovanju iz določenega kraja proti severu ali proti jugu vidimo nova ozvezdja, potovanja okrog sveta, fotografije Zemlje iz vesolja, okrogla oblika Zemljine sence na Luni ob Luninem mrku, ...
2. Zemlja se vrti od zahoda proti vzhodu (če smo obrnjeni proti jugu), kar prikažemo z vrtenjem telesa v levo.
3. Individualno delo.
4. Razlika med ekvatorskim in polarnim polmerom Zemlje je 21 km.



### 3.2 Razgibanost Zemljinega površja

1. Gore nastanejo zaradi gubanja Zemljinega površja (krčenja notranjosti), znižujejo se zaradi vremenskih pojavov, erozije in drugih vplivov in pojavov.
2. Potresi nastanejo v glavnem zaradi tektonskih sprememb (premikov zemeljskih plasti, narivov, vdorov ...) v notranjosti Zemlje.
3. Najnatančneje se v sončnem dnevu orientiramo:  
a) po Soncu opoldne b) po senci opoldne.
4. Na ekvatorju se v sončnem vremenu lahko orientiramo po senci navpične palice, na polih pa ne.
5. V krajih na Zemljinem ekvatorju ob spomladanskem enakonočju.
6. Naloga je zelo zahtevna, zato ji posveti veliko pozornost. Izdelaj natančen načrt opazovanja.



# Model številčnice za izdelavo vodoravne sončne ure za Slovenijo

(Glej še strani 18 in 19.)

