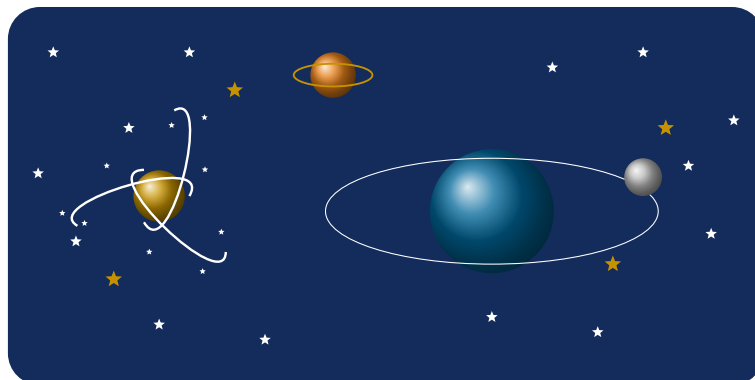




ASTRONOMIJA

od Zemlje do galaksija

7. razred osnovne škole

Skripta za pripremu natjecanja

Tri razine natjecanja:

I. Školska • II. županijska • III. državna

Svaka je razina podijeljena u poglavlja s objašnjenjima, slikama, zanimljivostima i pitanjima za ponavljanje. Odgovori na sva pitanja nalaze se na kraju skripte.

Od Zemlje do galaksija

Dobro došao natrag u svemir! Ove godine putovanje vodi od onoga što nam je najbliže — vlastite Zemlje — pa sve do najvećih tvorevina u svemiru, golemih galaksija. Naučit ćeš *zašto* se izmjenjuju dan i noć te godišnja doba, kako mjerimo i računamo vrijeme, *zašto* more diše u ritmu plime i oseke i kako nastaju pomrčine. Upoznat ćeš zvijezde *ljetnoga* neba, naučit ćeš sigurno razlikovati planet od zvijezde, a na kraju ćeš zakoračiti izvan naše galaksije i vidjeti kakvih sve „zvjezdanih gradova” ima u svemiru. Astronomija je znanost u kojoj se najljepše stvari vide vlastitim očima — zato ova skripta nije samo za čitanje, nego i za gledanje u nebo.

Gradivo je, kao i samo natjecanje, podijeljeno u tri **razine**, redom prema težini:

- **Školska razina** – Zemljina gibanja i njihove posljedice (dan i noć, godišnja doba, vrijeme), sustav Zemlja–Mjesec (mijene, plima i oseka, pomrčine) te snalaženje na ljetnome nebu.
- **Županijska razina** – razlikovanje planeta i zvijezda: po čemu se bitno razlikuju i kako ih prepoznamo na nebu.
- **Državna razina** – pojam galaksije: naša Mliječna staza, druge galaksije, njihovi tipovi te maglice.

U svakom ćeš poglavlju nailaziti na obojene okvire koji ti pomažu da brzo prepoznaš što je važno:

- **Definicija** važan pojam koji treba zapamtiti.
- **Riješeni primjer** proveden zadatak — najprije pokušaj sam, pa provjeri!
- **Zanimljivost** nešto čudesno ili smiješno iz svijeta astronomije.
- **Zadatci** pitanja na kraju poglavlja; odgovori su na kraju skripte.

Savjet za učenje: izađi van za vedre ljetne noći, daleko od gradskih svjetala, i potraži ono o čemu čitaš. Pronađi visoko na nebu Ljetni trokut — Vegu, Deneba i Altaira — te kroz njega nježnu, maglovitu traku Mliječne staze. To je svjetlo milijardi zvijezda naše vlastite galaksije. Ono što jednom vidiš vlastitim očima, ostaje s tobom zauvijek.

Brojevi za podsjetnik

Koliko Zemlji treba za okret oko osi?	1 dan (≈ 24 sata)
Koliko Zemlji treba za obilazak Sunca?	1 godina (≈ 365 dana)
Za koliko je nagnuta Zemljina os?	oko $23,5^\circ$
Koliko Mjesecu treba da obiđe Zemlju?	oko 27–29 dana
Koliko traje krug Mjesečevih mijena?	oko 29,5 dana
Kako se zove naša galaksija?	Mliječna staza
Koliko zvijezda ima Mliječna staza?	oko 100–400 milijardi
Koja nam je velika galaksija najbliža?	galaksija u Andromedi

Sadržaj

I	Školska razina	3
1	Zemljina gibanja i vrijeme	5
1.1	Naš dom u Sunčevu sustavu	5
1.2	Rotacija — dan i noć	5
1.3	Revolucija i godišnja doba	6
1.4	Vrijeme i računanje vremena	6
2	Sustav Zemlja–Mjesec	9
2.1	Mjesečeve mijene	9
2.2	Plima i oseka	10
2.3	Pomrčine	10
3	Astrognozija — ljetno nebo	13
3.1	Snalaženje: Sjevernjača kao polazište	13
3.2	Ljetni trokut	13
3.2.1	Najsajnije zvijezde ljetnoga neba	13
3.3	Škorpion, Strijelac i Mliječna staza	14
II	Županijska razina	15
4	Razlikovanje planeta i zvijezda	17
4.1	Što je zvijezda, a što planet?	17
4.2	Kako ih razlikovati na nebu?	17
III	Državna razina	19
5	Galaksije i maglice	21
5.1	Što je galaksija? Naša Mliječna staza	21
5.2	Druge galaksije	21
5.3	Tipovi galaksija	21
5.4	Maglice	22
	Rješenja zadataka	24
	Rješenja zadataka	25
	Poglavlje 1 — Zemljina gibanja i vrijeme	25
	Poglavlje 2 — Sustav Zemlja–Mjesec	25
	Poglavlje 3 — Astrognozija (ljetno nebo)	26
	Poglavlje 4 — Razlikovanje planeta i zvijezda	26
	Poglavlje 5 — Galaksije i maglice	26

Dio I

Školska razina

Na školskoj razini krećemo od onoga što nam je najbliže — naše Zemlje. Vidjet ćemo kako se ona giba i zašto zbog toga imamo dan i noć, godišnja doba i različito vrijeme na različitim mjestima svijeta. Zatim ćemo proučiti kako Zemlja i Mjesec zajedno plešu (mijene, plima i oseka, pomrčine) te naučiti prepoznati zvijezde ljetnoga neba.

1 | Zemljina gibanja i vrijeme

Zemlja nam se čini mirnom i nepomičnom, a zapravo se neprestano giba na dva načina istodobno: **vrti se** oko svoje osi i **kruži** oko Sunca. Iz tih dvaju gibanja izvire pojave koje određuju cijeli naš život — izmjena dana i noći, godišnja doba i samo mjerenje vremena.

1.1 Naš dom u Sunčevu sustavu

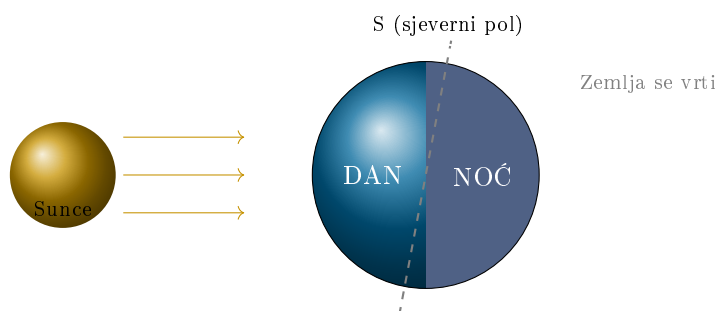
Zemlja je **treći** planet od Sunca, udaljen oko 150 milijuna kilometara (tu udaljenost zovemo jedna *astronomska jedinica*). Sunčevoj svjetlosti treba oko **8 minuta** da stigne do nas. Zemlja je jedini planet za koji znamo da na njemu ima života — upravo zahvaljujući blagoj toplini Sunca, vodi i zraku.

1.2 Rotacija — dan i noć

Rotacija

Rotacija je vrtnja Zemlje oko zamišljene crte koja prolazi kroz sjeverni i južni pol — *Zemljine osi*. Jedan puni okret traje **oko 24 sata**, što zovemo *dan*.

Sunce uvijek obasjava samo jednu polovicu Zemlje. Na toj je polovici **dan**, a na suprotnoj, neobasjanoj, **noć**. Kako se Zemlja vrti, mjesta prelaze iz osvijetljene u neosvijetljenu polovicu — pa nam se čini da Sunce „izlazi” i „zalazi”.



Slika 1.1: Dan i noć. Sunce obasjava samo jednu polovicu Zemlje — ondje je *dan*. Na suprotnoj, neobasjanoj strani je *noć*. Kako se Zemlja vrti (oko 24 sata za puni okret), mjesta prelaze iz dana u noć i natrag. Sunce zapravo „ne izlazi” — to se Zemlja okreće prema njemu!

Tko se zapravo kreće?

Tisućama godina ljudi su mislili da Sunce kruži oko Zemlje, jer ga vidimo kako svako jutro „izlazi” na istoku i navečer „zalazi” na zapadu. Tek je prije oko 500 godina Nikola Kopernik objasnio istinu: Sunce miruje (u središtu), a *Zemlja se vrti i kruži oko njega*. Izlazak Sunca samo je posljedica naše vrtnje — poput vrtuljka s kojega se čini da se okreće sve oko tebe.

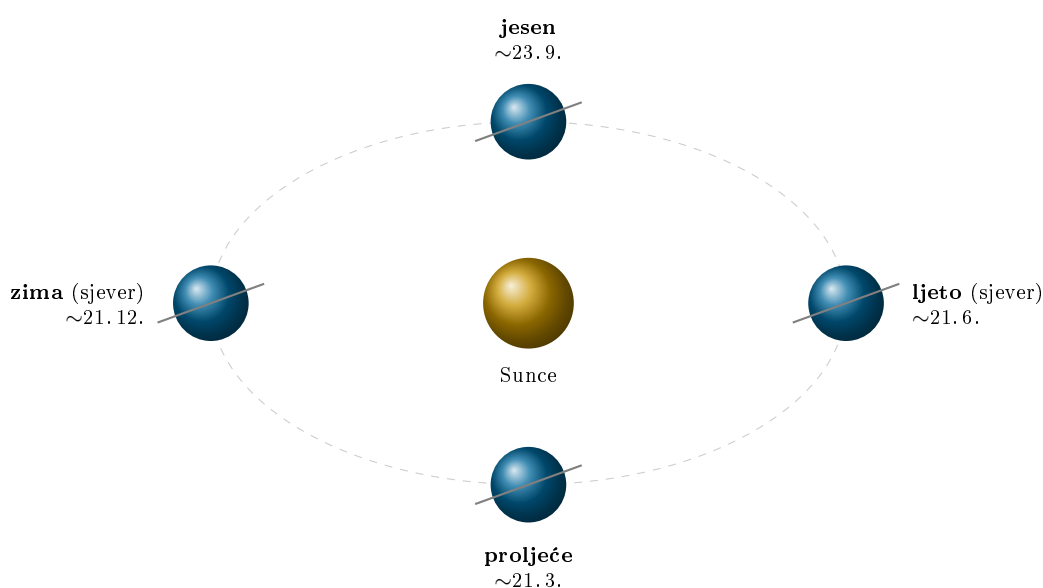
1.3 Revolucija i godišnja doba

Revolucija

Revolucija je kruženje Zemlje oko Sunca. Jedan puni obilazak traje **oko 365 dana**, što zovemo *godina*.

Put kojim Zemlja obilazi Sunce leži u jednoj ravnini. Crtu po kojoj se zbog toga Sunce tijekom godine prividno kreće među zvijezdama nazivamo **ekliptika** — blizu nje uvijek nalazimo i Mjesec i sve planete.

Mnogi misle da je ljeti toplije zato što je Zemlja tada bliže Suncu — ali to **nije** točno! Pravi je razlog *nagib Zemljine osi*. Os Zemlje uvijek je malo nagnuta (za otprilike $23,5^\circ$) i tijekom cijele godine pokazuje u isti smjer. Zato je u jednom dijelu godine sjeverna polovica Zemlje nagnuta *prema* Suncu (ljetno), a pola godine kasnije *od* Sunca (zimno).



Slika 1.2: Godišnja doba i nagib osi. Zemljina os uvijek je nagnuta u isti smjer. Kad je sjeverna polovica nagnuta *prema* Suncu, kod nas je ljetno; pola godine kasnije nagnuta je *od* Sunca i nastupa zima. Razlika u udaljenosti od Sunca gotovo da nema veze s godišnjim dobima!

Dva gibanja, dvije pojave

Rotacija (vrtnja oko osi, ≈ 24 h) $\Rightarrow$ dan i noć.

Revolucija (kruženje oko Sunca, ≈ 365 dana) + **nagib osi** $\Rightarrow$ godišnja doba.

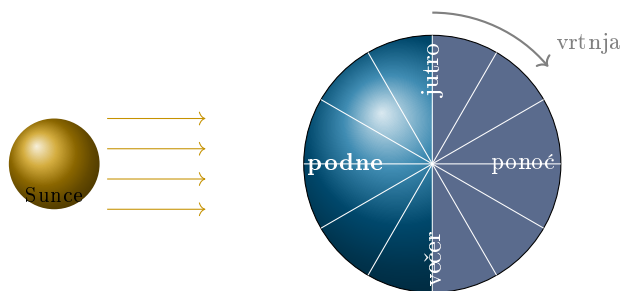
1.4 Vrijeme i računanje vremena

Otkad ljudi postoje, vrijeme mjere gledajući nebo. Naš **dan** dolazi od jedne vrtnje Zemlje, a **godina** od jednog obilaska oko Sunca. Pogledajmo kako iz tih gibanja nastaju sat, vremenske zone i kalendar.

Sunčev dan

Sunčev dan je vrijeme od jednog podneva do drugoga — od trenutka kad je Sunce najviše na nebu do idućeg takvog trenutka. Traje **24 sata** i po njemu ravnamo svoje satove.

Kad je Sunce na nekom mjestu točno najviše na nebu, ondje je *podne*. No Zemlja je okrugla i vrti se, pa Sunce ne može svima biti u zenitu u isti čas: dok je kod nas podne, na drugoj strani svijeta je ponoć. Zato je uvedeno **zonsko vrijeme**.



Slika 1.3: Zašto postoje vremenske zone (pogled na Zemlju „odozgo”, sa sjevernog pola). Sunce obasjava jednu polovicu; ondje gdje je Sunce najviše na nebu — *podne*. Kako se Zemlja vrti, podne „putuje” s istoka na zapad, pa svako mjesto ima svoje vrijeme. Zbog toga je svijet podijeljen na **vremenske zone**.

Vremenske zone

Da bi se vrijeme moglo pratiti, Zemlja je podijeljena na **24 vremenske zone** (po jedna za svaki sat). Unutar iste zone svi imaju isto vrijeme; prelaskom u susjednu zonu sat pomičemo za otprilike sat vremena. Zato kad je u Hrvatskoj podne, u New Yorku je tek jutro, a u Tokiju već večer.

Godina i prijestupna godina

Godina je vrijeme jednog obilaska Zemlje oko Sunca. Zemlji za to zapravo treba 365 dana *i još otprilike 6 sati*. Tih „dodatnih” šest sati skuplja se, pa nakon četiri godine narastu u cijeli dan. Tada u kalendar ubacimo dodatni dan — 29. veljače — i tu godinu zovemo **prijestupna**.

Bez prijestupne godine kalendar bi se polako „razilazio” s godišnjim dobima: nakon mnogo stoljeća proljeće bi nam padalo usred zime. Upravo zato pažljivo brojimo i te dodatne sate.

Vrijeme iz neba

Dan (24 h) — iz *rotacije* Zemlje.

Godina (≈ 365 dana) — iz *revolucije* Zemlje oko Sunca.

Vremenske zone (24) — jer Sunce ne može svima biti u zenitu u isti čas.

Primjer 1.1

Koliko se otprilike puta Zemlja okrene oko svoje osi tijekom jednog obilaska oko Sunca?

Rješenje: jedan okret traje jedan dan, a jedan obilazak oko 365 dana. Dakle Zemlja se okrene oko **365 puta** dok jednom obiđe Sunce — zato godina ima oko 365 dana.

Pitanja i zadaci za ponavljanje

1. Koja su dva gibanja Zemlje? Koju pojavu uzrokuje svako od njih?
2. Što je rotacija i koliko traje jedan puni okret? Izlazi li Sunce zaista, ili je to nešto drugo?

3. Što je revolucija i koliko traje jedan obilazak? Što tako određujemo?
4. Što je ekliptika?
5. Koji je pravi razlog godišnjih doba? Je li točno da je ljeti toplije jer smo bliže Suncu?
6. Što je sunčev dan? Zašto on traje 24 sata?
7. Zašto postoje vremenske zone i koliko ih ima? Kad je kod nas podne, je li podne i u Tokiju?
8. Zašto svake četvrte godine imamo 29. veljače? Što bi se dogodilo bez prijestupnih godina?
9. (*Razmisli*) Kad je u Hrvatskoj ljeto, u Australiji je zima. Objasni to pomoću nagiba Zemljine osi.

2 | Sustav Zemlja–Mjesec

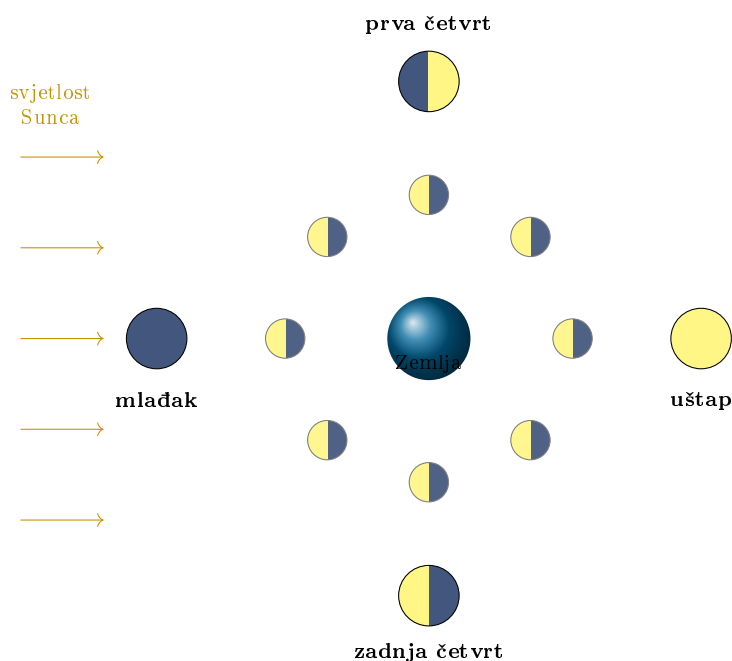
Zemlja nije sama: oko nje kruži **Mjesec**, njezin jedini prirodni pratitelj. Iako je daleko (oko 384 000 km), Mjesec svakodnevno utječe na nas — mijenja svoj izgled na nebu, podiže i spušta more, a katkad nam priredi i pomrčinu.

Satelit (mjesec)

Satelit (mjesec) je tijelo koje kruži oko planeta. Naš Mjesec **ne svijetli sam** — obasjava ga Sunce, a mi vidimo Sunčevu svjetlost koja se od njega odbija.

2.1 Mjesečeve mijene

Sunce uvijek obasjava točno polovicu Mjeseca. Kako Mjesec kruži oko Zemlje, s nje vidimo različito velik dio te osvijetljene polovice — pa nam se Mjesec čini čas kao tanki srp, čas kao puni krug. Te promjene zovemo **mjesečeve mijene (faze)**.



Slika 2.1: Mjesečeve mijene. Sunce (lijevo) obasjava polovicu Mjeseca. Kad je Mjesec *između* nas i Sunca, ne vidimo osvijetljenu stranu — to je **mlađak**. Kad je nasuprot Suncu, vidimo cijeli osvijetljeni krug — to je **uštapa**. Cijeli krug mijena traje oko 29 i pol dana. Zapamti dva ključna položaja — mlađak i uštapa — jer se baš pri njima događaju pomrčine!

Četiri glavne mijene

Mlađak — ne vidimo ga (Mjesec je između Zemlje i Sunca).

Prva četvrt — vidimo desnu polovicu osvijetljenu.

Uštapa — vidimo cijeli osvijetljeni krug.

Zadnja četvrt — vidimo lijevu polovicu osvijetljenu.

Uvijek ista strana Mjeseca

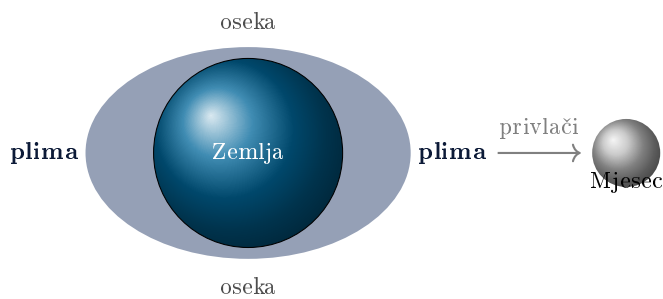
S Zemlje uvijek vidimo *istu stranu* Mjeseca! To je zato što Mjesec napravi jedan okret oko svoje osi za točno isto vrijeme za koje jednom obiđe Zemlju. „Drugú stranu” Mjeseca ljudi nikad nisu vidjeli sve dok je 1959. nije snimila svemirska letjelica.

2.2 Plima i oseka

Plima i oseka

Plima i **oseka** su redovito dizanje i spuštanje razine mora. Uzrokuje ih ponajviše **Mjesec** svojom privlačnom (gravitacijskom) silom, uz pomoć Sunca.

Mjesec svojom privlačnom silom blago poteže Zemljine oceane prema sebi. More se zato ispupči — i to s *obje* strane Zemlje: na strani okrenutoj Mjesecu i na suprotnoj strani. Ondje gdje je more ispupčeno nastupa **plima**, a između njih **oseka**. Kako se Zemlja okreće, kroz ta ispupčenja prolazi svako mjesto, pa more raste i opada **dvaput na dan**.



Slika 2.2: Plima i oseka. Mjesec svojom privlačnom silom isteže Zemljine oceane, pa se more ispupči s *obje* strane Zemlje — ondje je **plima**, a između (gore i dolje) **oseka**. Kako se Zemlja okreće, svako mjesto dvaput na dan prođe kroz plimu i oseku. (Ispupčenje mora na slici je jako pretjerano.)

Najveće plime

Najveće plime događaju se za **mlačaka** i **uštapa**, kad su Sunce i Mjesec u istoj crti pa potežu zajedno — njihove se sile zbroje. Tada je razlika između plime i oseke najveća.

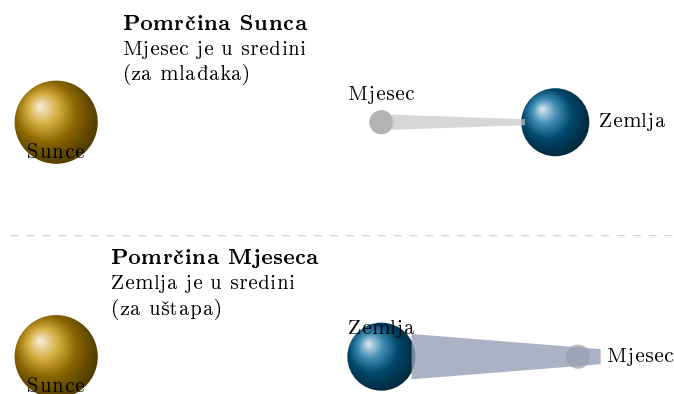
2.3 Pomrčine

Mjesečeva je staza malo nagnuta prema Zemljinoj, pa se Sunce, Zemlja i Mjesec samo nekoliko puta godišnje poslože u ravnu crtu. Tada nastaju **pomrčine**.

Pomrčina Sunca i Mjeseca

Pomrčina (eklipsa) Sunca — Mjesec se nađe *između* Sunca i Zemlje i svojom sjenom zakloni Sunce. U sredini je **Mjesec**; događa se za *mlačaka*.

Pomrčina (eklipsa) Mjeseca — Zemlja se nađe *između* Sunca i Mjeseca, pa Mjesec uđe u Zemljinu sjenu i potamni. U sredini je **Zemlja**; događa se za *uštapa*.



Slika 2.3: Dvije pomrčine. *Gore*: kod pomrčine Sunca Mjesec je između Sunca i Zemlje i baca sjenu na Zemlju — Sunce nam je zaklonjeno. *Dolje*: kod pomrčine Mjeseca Zemlja je između Sunca i Mjeseca, pa Mjesec uđe u Zemljinu sjenu i potamni. Zapamti tko je u sredini!

Krvavi Mjesec i sretna podudarnost

Za pomrčine Mjesec ne postane crn, nego tamnocrven — zovemo ga **krvavi Mjesec**. Crvene zrake Sunčeve svjetlosti probiju se kroz Zemljinu atmosferu i obasjaju ga. A pomrčina Sunca moguća je zbog prave slučajnosti: Sunce je oko 400 puta veće od Mjeseca, ali i oko 400 puta dalje, pa nam na nebu izgledaju *jednako veliki* i Mjesec može točno prekriti Sunce!

Tko je u sredini?

Pomrčina Sunca — u sredini **Mjesec** (Sunce–Mjesec–Zemlja), za *mladaka*.

Pomrčina Mjeseca — u sredini **Zemlja** (Sunce–Zemlja–Mjesec), za *uštapa*.

Primjer 2.1

Usred bijela dana nebo se naglo smračilo, a Sunce je na nekoliko minuta nestalo. Koja je to pojava i u kojoj je mijeni tada Mjesec?

Rješenje: riječ je o **pomrčini Sunca** — jedino ona može zamračiti dan, jer Mjesec zakloni Sunce. Mjesec je tada u **mladaku** (nalazi se između Zemlje i Sunca).

Pitanja i zadaci za ponavljanje

1. Što je satelit (mjesec)? Svijetli li naš Mjesec sam?
2. Zašto se izgled Mjeseca mijenja tijekom mjeseca? Kako zovemo te promjene?
3. Nabroji četiri glavne mijene. Kada Mjesec ne vidimo, a kada ga vidimo cijelog?
4. Koliko traje cijeli krug mijena? S čime je to povezano?
5. Zašto s Zemlje uvijek vidimo istu stranu Mjeseca?
6. Što su plima i oseka i tko ih uzrokuje? Koliko se puta na dan izmjenjuju?
7. Kada su plime najveće i zašto?
8. Objasni razliku između pomrčine Sunca i pomrčine Mjeseca. Tko je kod svake u sredini i

u kojoj je mijeni tada Mjesec?

9. (*Razmisli*) Mlađak i uštap dolaze svaki mjesec, pa zašto onda pomrčine ne vidimo svaki mjesec?

3 | Astrognozija — ljetno nebo

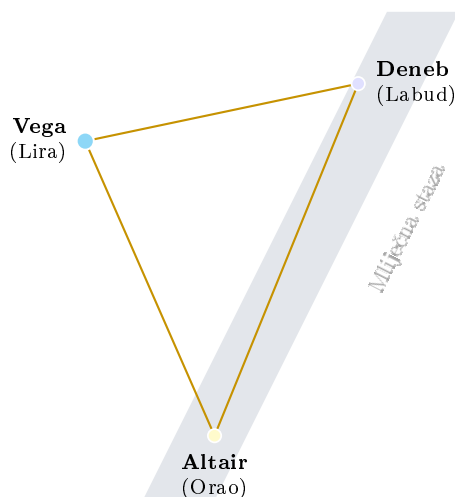
Astrognozija je vještina snalaženja na nebu — prepoznavanja zvijezda i zviježđa. Zbog Zemljina kruženja oko Sunca navečer u različitim godišnjim dobima gledamo u različite dijelove svemira, pa se i zviježđa izmjenjuju. Zato ljetno nebo izgleda drukčije od zimskoga koje smo upoznali lani. Upoznajmo najsjajnije zvijezde toplih ljetnih noći.

3.1 Snalaženje: Sjevernjača kao polazište

Najprije se, kao i uvijek, orijentiramo prema sjeveru. Pronađemo **Velika kola** (dio Velikoga medvjeda), a kroz dvije „prednje” zvijezde (pokazivačice) povučemo zamišljenu crtu — ona vodi do **Sjevernjače**, koja uvijek pokazuje smjer **sjevera**. Sjevernjača i Velika kola vide se cijele godine; oni su naša stalna „adresa” na nebu, oko koje se sve drugo okreće.

3.2 Ljetni trokut

Visoko na ljetnom nebu blistaju tri vrlo sjajne zvijezde iz triju različitih zviježđa. Spojimo li ih, dobivamo velik, lako uočljiv lik — **Ljetni trokut**. To je najbolji „putokaz” ljetnoga neba.



Slika 3.1: Ljetni trokut. Tri sjajne zvijezde iz triju zviježđa — **Vega** (u Liri), **Deneb** (u Labudu) i **Altair** (u Orlo) — tvore velik trokut visoko na ljetnom nebu. Kroz trokut, baš kroz Labuda, prolazi blijeda traka **Mliječne staze**. Ovaj je lik vidljiv ljeti.

3.2.1 Najsjajnije zvijezde ljetnoga neba

Evo zvijezda koje ćeš ljeti najlakše uočiti i koje vrijedi znati po imenu i zviježđu:

Zvijezda	Boja	Zviježđe	Po čemu se pamti
Vega	bijelo-plava	Lira	vrh Ljetnog trokuta, vrlo sjajna
Deneb	bijela	Labud	„rep” Labuda, u Mliječnoj stazi
Altair	bijela	Orao	donji vrh Ljetnog trokuta
Antares	crvena	Škorpion	„srce” Škorpiona, suparnik Marsa

Tablica 3.1: Najsjajnije zvijezde ljetnoga neba. Tri vrha Ljetnog trokuta (Vega, Deneb, Altair) bijele su i vruće; nisko na jugu blista crvenkasta Antares u Škorpionu.

3.3 Škorpion, Strijelac i Mliječna staza

Nisko prema jugu ljeti se prostiru dva upadljiva zviježđa: **Škorpion** (Scorpius), s velikom crvenkastom zvijezdom **Antares** u „srcu”, i do njega **Strijelac** (Sagittarius). Baš u smjeru Strijelca i Škorpiona gledamo prema *središtu* naše galaksije — zato je ondje traka Mliječne staze najgušća i najsjajnija.

Antares — „suparnik Marsa”

Ime **Antares** znači „suparnik Marsa”. Ta je zvijezda naime izrazito crvena, baš kao i planet Mars, pa su ih stari promatrači znali zamijeniti kad bi se našli blizu na nebu. Antares je golem crveni nadiv — toliko velik da bi, kad bismo ga stavili na Sunčevo mjesto, progutao i Zemlju i Mars.

Mliječna staza — pogled u vlastitu galaksiju

Ljeti, daleko od gradskih svjetala, preko neba se proteže blijeda svijetla traka — **Mliječna staza**. To nije oblak, nego svjetlo *milijardi* dalekih zvijezda naše vlastite galaksije, stopljeno u maglovitu prugu. Gledaš li tu traku, gledaš svoju galaksiju „iznutra”, kroz njezin disk. O galaksijama ćeš mnogo više naučiti na državnoj razini!

Primjer 3.1

Za vedre srpanjske noći visoko iznad sebe vidiš tri vrlo sjajne zvijezde koje tvore velik trokut. Kako se zove taj lik i koje su to zvijezde?

Rješenje: to je **Ljetni trokut**, a čine ga **Vega** (u Liri), **Deneb** (u Labudu) i **Altair** (u Orlu). Kroz trokut prolazi i traka Mliječne staze.

Pitanja i zadaci za ponavljanje

1. Što je astrognozija? Zašto ljetno nebo izgleda drukčije od zimskoga?
2. Kako pomoću Velikih kola pronaći Sjevernjaču? U kojem smjeru ona pokazuje?
3. Koji lik čine zvijezde Vega, Deneb i Altair? Kako se zove?
4. Iz kojih su zviježđa Vega, Deneb i Altair?
5. Koja sjajna crvena zvijezda blista u „srcu” Škorpiona? Što znači njezino ime?
6. Što je Mliječna staza koju ljeti vidimo kao blijedu traku preko neba? Je li to oblak?
7. U smjeru kojega zviježđa gledamo prema središtu naše galaksije i zašto je ondje Mliječna staza najsjajnija?
8. (*Nacrtaj*) Pokušaj nacrtati Ljetni trokut i označi koja je zvijezda u kojem kutu te kojem zviježđu pripada.

Dio II

Županijska razina

Na nebu i zvijezde i planeti izgledaju kao svijetle točke — pa kako znati što je što? Na županijskoj razini naučit ćemo po čemu se planet i zvijezda *bitno* razlikuju (iako oboje svijetli na nebu) i kako ih sigurno prepoznati vlastitim okom.

4 | Razlikovanje planeta i zvijezda

Pogledaš li vedro noćno nebo, vidiš mnoštvo svijetlih točaka. Većina su **zvijezde**, ali pokoja je zapravo **planet**. Na prvi pogled izgledaju slično — a zapravo su to posve različita tijela. Naučimo u čemu je razlika i kako ih razlikovati.

4.1 Što je zvijezda, a što planet?

Zvijezda i planet

Zvijezda je golema užarena kugla plina koja *sama svijetli* i grije, jer u njezinoj jezgri nastaje energija (primjer: naše Sunce).

Planet je tijelo koje kruži oko zvijezde i *ne svijetli samo* — vidimo ga samo zato što ga zvijezda obasjava (primjer: Zemlja, Mars, Venera).

To je najvažnija razlika: zvijezda je *izvor* svjetla, a planet samo *odbija* tuđe svjetlo. Naše je Sunce zvijezda; planeti oko njega (uključujući Zemlju) hladni su i sami ne svijetle. I zvijezde koje noću vidimo daleka su sunca — svako od njih sija vlastitim svjetlom, samo su nezamislivo daleko pa izgledaju sitno.

	Zvijezda	Planet
Svijetli li sama?	da, sama svijetli	ne, samo odbija svjetlo
Od čega je?	užareni plin	stijena ili plin (hladniji)
Koliko je daleko?	nezamislivo daleko	blizu (u Sunčevu sustavu)
Treperi li na nebu?	da, treperi	ne, svijetli mirno
Miče li se među zvijezdama?	ne (stoji)	da, polako „luta”

Tablica 4.1: Glavne razlike između zvijezde i planeta. Zvijezda je izvor svjetla i nezamislivo je daleko; planet je blizu i samo odbija Sunčevo svjetlo.

4.2 Kako ih razlikovati na nebu?

Kad gledaš nebo, tri ti znaka pomažu da prepoznaš planet:

Tri znaka da gledaš planet

- 1. Ne treperi.** Zvijezde trepere (titraju), a planeti svijetle mirnijim, postojanim svjetlom.
- 2. Pomiče se.** Iz tjedna u tjedan planet mijenja položaj u odnosu na zvijezde; zvijezde stoje na svojim mjestima.
- 3. Blizu je ekliptike.** Planete uvijek nalaziš u uskom pojasu oko ekliptike (ondje gdje su i zodijačka zvijezda), nikad daleko od te crte.

Najsajnije „lažne zvijezde”

Najsajnije „zvijezde” na nebu (osim prave zvijezde Sunca i Mjeseca) često su zapravo *planeti* — **Venera** i **Jupiter**. Venera ujutro ili navečer zna biti tako sjajna da je ljudi zamijene za zrakoplov ili čak NLO. Sjeti se: mirno, postojano svjetlo dobar je znak da gledaš planet, a ne zvijezdu.

ZVIJEZDA



sitna *točka*
— treperi

PLANET



maleni *kolutić*
— svijetli **mirno**

Slika 4.1: Zašto zvijezde trepere, a planeti ne. Zvijezdu vidimo kao sitnu *točku*: dok njezina tanka zraka prolazi kroz nemirni Zemljin zrak, ona „titra” — zvijezda treperi. Planet nam je bliže i vidimo ga kao maleni *kolutić* (golom oku nevidljiv), pa se titranje „izgladi” i planet svijetli mirno.

Primjer 4.1

Na nebu vidiš sjajan objekt koji mirno svijetli, ne treperi i nalazi se blizu ekliptike. Tjedan dana poslije pomaknuo se u odnosu na obližnje zvijezde. Je li to zvijezda ili planet?

Rješenje: to je **planet**. Sva tri znaka upućuju na planet: mirno svjetlo (ne treperi), položaj blizu ekliptike i pomicanje među zvijezdama iz tjedna u tjedan. (Zvijezda bi treperila i ne bi mijenjala položaj.)

Pitanja i zadaci za ponavljanje

1. Koja je najvažnija razlika između zvijezde i planeta (tko svijetli sam)?
2. Je li naše Sunce zvijezda ili planet? A Zemlja? Obrazloži.
3. Zašto planet uopće možemo vidjeti, ako sam ne svijetli?
4. Nabroji tri znaka po kojima na nebu prepoznaješ planet.
5. Zašto zvijezde trepere, a planeti svijetle mirno?
6. Zašto se planet iz tjedna u tjedan pomiče među zvijezdama, a zvijezde stoje?
7. Koje su dvije „zvijezde” na nebu zapravo najčešće najsjajniji planeti?
8. (*Razmisli*) Prijatelj pokazuje na sjajnu točku koja jako treperi, visoko iznad glave, daleko od ekliptike. Je li to vjerojatnije zvijezda ili planet? Zašto?

Dio III

Državna razina

Na državnoj razini napuštamo Sunčev sustav i krećemo na najveće putovanje — među **galaksije**. Naučit ćemo što je galaksija, upoznati našu Mliječnu stazu i njezine susjede, vidjeti kojih sve oblika galaksije ima te što su maglice — golemi oblaci u kojima se zvijezde rađaju i umiru.

5 | Galaksije i maglice

Zvijezde u svemiru nisu razasute nasumično — okupljene su u goleme „zvjezdane gradove” koje zovemo **galaksije**. I naše Sunce sa svim svojim planetima samo je jedna sićušna točka u jednoj takvoj galaksiji.

5.1 Što je galaksija? Naša Mliječna staza

Galaksija

Galaksija je golem sustav od milijardi zvijezda, plina i prašine, povezanih zajedničkom privlačnom (gravitacijskom) silom. Zvijezde u galaksiji kruže oko njezina središta.

Naša se galaksija zove **Mliječna staza**. To je *spiralna* galaksija — golem disk sa zavojitim („spiralnim”) krakovima — u kojoj ima oko **100 do 400 milijardi** zvijezda. Jedna od njih je naše Sunce, smješteno daleko od središta, u jednom od krakova. Mliječna staza tako je velika da svjetlosti treba oko **100 000 godina** da prijeđe s jednoga njezina kraja na drugi.

Zašto Mliječnu stazu vidimo kao traku?

Ljeti preko neba vidimo blijedu svijetlu traku — to je upravo naša galaksija! Budući da se nalazimo *unutar* njezina diska, gledamo li uzduž diska, vidimo mnoštvo dalekih zvijezda stopljenih u maglovitu prugu. To je Mliječna staza viđena „iznutra”. Gledamo li, pak, okomito na disk, vidimo mnogo manje zvijezda.

5.2 Druge galaksije

Mliječna staza nije jedina — u svemiru postoje **milijarde** galaksija, svaka sa svojim milijardama zvijezda. Najbliža velika galaksija nama je **galaksija u Andromedi** (M31), također spiralna. Toliko je daleko da njezinu svjetlost vidimo kakva je krenula prije oko **2,5 milijuna godina** — a ipak ju za vrlo tamnih noći možemo nazrijeti i golim okom, kao blijedu mrljicu.

Galaksije u jatu

Galaksije se okupljaju u *skupine* i *jata*. Mliječna staza, Andromeda i još nekoliko desetaka manjih galaksija čine našu **Lokalnu skupinu**. S juga Zemlje vide se i dvije male susjedne galaksije golim okom — **Magellanovi oblaci** — nazvani po moreplovcu Magellanu, čija ih je posada zabilježila na putu oko svijeta.

5.3 Tipovi galaksija

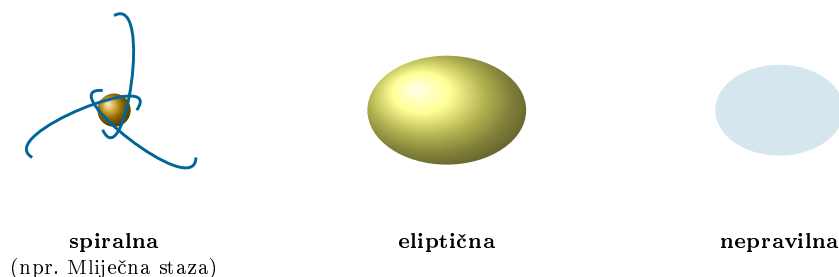
Galaksije nisu sve istoga oblika. Astronom Edwin Hubble razvrstao ih je prema izgledu u nekoliko glavnih skupina:

Glavni tipovi galaksija

Spiralne — disk sa zavojitim krakovima i svijetlom jezgrom u sredini (takva je i naša Mliječna staza). Neke imaju ravnu „prečku” kroz sredinu — zovemo ih *spiralne s prečkom*.

Elipsične — glatke, jajolike ili okrugle, bez krakova; uglavnom stare zvijezde i malo plina.

Nepravilne — bez jasna, pravilna oblika.



Slika 5.1: Glavni tipovi galaksija. **Spiralne** imaju disk sa zavojitim krakovima i svijetlu jezgru (takva je naša Mliječna staza); **eliptične** su glatke i jajolike, bez krakova; **nepravilne** nemaju pravilan oblik. Neke spiralne imaju i ravnu „prečku” kroz središte.

5.4 Maglice

Između zvijezda nije posve prazno — ondje lebde golemi oblaci plina i prašine koje zovemo **maglice**.

Maglica

Maglica je golem oblak plina i prašine u svemiru. U nekim se maglicama *rađaju* nove zvijezde (od plina koji se zgušnjava), dok druge nastaju kad zvijezda pri kraju života *odbaci* svoje vanjske slojeve.

Maglice su mjesta rođenja i smrti zvijezda. Najpoznatija je **Orionova maglica** — velika „zvjezdana rodilišta” u zviježđu Orionu, vidljiva i kroz mali teleskop kao maglovita mrljica ispod Orionova pojasa. Kad pak zvijezda nalik Suncu ostari, nježno odbaci vanjske slojeve plina koji zasvijetle kao prsten — to zovemo *planetarna maglica*.

Najveće tvorevine u svemiru

Galaksija — sustav od milijardi zvijezda, plina i prašine.

Mliječna staza — naša galaksija, spiralna, ~100–400 milijardi zvijezda.

Tipovi: spiralne, eliptične, nepravilne.

Maglica — oblak plina i prašine; rodilište ili „grobница” zvijezda.

Primjer 5.1

U kojoj se galaksiji nalazi naše Sunce, kojega je ona tipa i kako je nazivamo na nebu kad je gledamo „iznutra”?

Rješenje: Sunce se nalazi u **Mliječnoj stazi**, koja je **spiralna** galaksija. Gledajući uzduž njezina diska, vidimo je na nebu kao blijedu svijetlu traku — upravo tu traku zovemo *Mliječna staza*.

Pitanja i zadaci za ponavljanje

1. Što je galaksija? Što drži njezine zvijezde na okupu?
2. Kako se zove naša galaksija, kojega je tipa i koliko otprilike ima zvijezda?
3. Zašto Mliječnu stazu na nebu vidimo kao blijedu traku?

4. Koja nam je velika galaksija najbliža? Koliko je svjetlost s nje putovala do nas?
5. Što je Lokalna skupina? Što su Magellanovi oblaci?
6. Nabroji tri glavna tipa galaksija i ukratko opiši svaki.
7. Što je maglica? Po čemu se razlikuju maglice u kojima se zvijezde rađaju od onih koje nastaju pri kraju života zvijezde?
8. (*Razmisli*) Andromedu vidimo kakva je bila prije 2,5 milijuna godina. Zašto je ne vidimo „uživo”, onakvu kakva je upravo sada?

Rješenja zadataka

Ovdje su odgovori na sva pitanja za ponavljanje, poredani po poglavljima. Najprije pokušaj sam odgovoriti, pa provjeri — tako ćeš najviše naučiti!

Poglavlje 1 — Zemljina gibanja i vrijeme

1. **Rotacija** (vrtnja oko osi) — uzrokuje *dan i noć*; **revolucija** (kruženje oko Sunca) — zajedno s nagibom osi uzrokuje *godišnja doba*.
2. Rotacija je vrtnja Zemlje oko svoje osi; jedan puni okret traje **oko 24 sata**. Sunce zapravo *ne izlazi* — to se **Zemlja vrti** prema njemu, pa nam se čini da Sunce izlazi i zalazi.
3. Revolucija je kruženje Zemlje oko Sunca; jedan obilazak traje **oko 365 dana**. Tako određujemo trajanje **godine**.
4. **Ekliptika** je zamišljena crta po kojoj se Sunce tijekom godine prividno kreće među zvijezdama; blizu nje uvijek su i Mjesec i planeti.
5. Pravi je razlog **nagib Zemljine osi** (oko $23,5^\circ$). **Nije** točno da je ljeti toplije jer smo bliže Suncu — udaljenost gotovo da nema veze s godišnjim dobima.
6. **Sunčev dan** je vrijeme od jednog podneva do drugoga. Traje **24 sata** jer se za to vrijeme Zemlja okrene tako da Sunce opet dođe na isto mjesto (najviše) na nebu — po tome ravnamo satove.
7. Jer Zemlja je okrugla i vrti se, pa Sunce ne može svima biti najviše na nebu u isti čas: dok je kod nas podne, drugdje je jutro ili noć. Zato je svijet podijeljen na **24** vremenske zone. Kad je kod nas podne, u Tokiju **nije** podne (ondje je već večer).
8. Jer Zemlji za obilazak Sunca treba 365 dana *i još oko 6 sati*; ti se sati nakon četiri godine zbroje u cijeli dan, koji dodamo kao 29. veljače. Bez prijestupnih godina kalendar bi se polako „razišao” s godišnjim dobima.
9. Jer su sjeverna i južna polovica Zemlje suprotno nagnute: kad je sjeverna nagnuta *prema* Suncu (ljeti kod nas), južna je nagnuta *od* Sunca (zima u Australiji), i obrnuto.

Poglavlje 2 — Sustav Zemlja–Mjesec

1. **Satelit (mjesec)** je tijelo koje kruži oko planeta. Naš Mjesec **ne svijetli sam** — obasjava ga Sunce, a mi vidimo odbijenu svjetlost.
2. Jer Mjesec kruži oko Zemlje, pa s različitih položaja vidimo različito velik dio njegove osvijetljene strane. Te promjene zovemo **mjesečeve mijene (faze)**.
3. Mlađak, prva četvrt, uštap, zadnja četvrt. Mjesec *ne vidimo* za **mlađaka**, a vidimo ga cijelog za **uštapa**.
4. **Oko 29 i pol dana** — otprilike jedan mjesec (po Mjesecu je mjesec i dobio ime).
5. Jer Mjesec napravi jedan okret oko svoje osi za točno isto vrijeme za koje jednom obiđe Zemlju.
6. **Plima i oseka** su dizanje i spuštanje razine mora; uzrokuje ih ponajviše **Mjesec** svojom privlačnom silom (uz pomoć Sunca). Izmjenjuju se **dvaput na dan**.
7. Za **mlađaka** i **uštapa**, kad su Sunce i Mjesec u istoj crti pa potežu zajedno — njihove se sile zbroje.
8. Kod **pomrčine Sunca** u sredini je **Mjesec** (Sunce–Mjesec–Zemlja), a Mjesec je u **mlađaku**. Kod **pomrčine Mjeseca** u sredini je **Zemlja** (Sunce–Zemlja–Mjesec), a Mjesec je u **uštapu**.

9. Jer je Mjesečeva staza malo nagnuta prema Zemljinoj, pa Mjesec za mlađaka i uštapa obično prođe malo iznad ili ispod sjene i promaši je. Samo nekoliko puta godišnje sve se savršeno poklopi — i tada nastaje pomrčina.

Poglavlje 3 — Astronozija (ljetno nebo)

1. **Astronozija** je vještina snalaženja na nebu. Ljetno nebo izgleda drukčije jer Zemlja kruži oko Sunca, pa navečer u različitim godišnjim dobima gledamo u različite dijelove svemira — zvijezda se izmjenjuju.
2. Kroz dvije „prednje” zvijezde (pokazivačice) Velikih kola povučesh zamišljenu crtu — ona vodi do **Sjevernjače**. Sjevernjača pokazuje smjer **sjevera**.
3. Čine **Ljetni trokut**.
4. **Vega** je u Liri, **Deneb** u Labudu, a **Altair** u Orlu.
5. To je **Antares**. Ime znači „suparnik Marsa” — jer je crvena poput planeta Marsa, pa su ih znali zamijeniti.
6. To je svjetlo *milijardi* dalekih zvijezda naše galaksije, stopljeno u maglovitu traku. **Nije** oblak — to je naša galaksija viđena „iznutra”.
7. Prema zvijezdu **Strijelca** (i Škorpiona). Ondje gledamo prema *središtu* galaksije, gdje je zvijezda najviše, pa je traka najgušća i najsajjnija.
8. (Crtež.) Trokut s Vegom (Lira) i Denebom (Labud) gore te Altairom (Orao) dolje; kroz Labuda prolazi traka Mliječne staze.

Poglavlje 4 — Razlikovanje planeta i zvijezda

1. **Zvijezda sama svijetli** (izvor je svjetla), a **planet ne svijetli sam** — samo odbija svjetlo zvijezde koja ga obasjava.
2. Sunce je **zvijezda** (užarena kugla plina koja sama svijetli). Zemlja je **planet** (kruži oko Sunca i ne svijetli sama — obasjava je Sunce).
3. Jer ga obasjava zvijezda (Sunce), pa vidimo Sunčevu svjetlost koja se od planeta odbija.
4. (1) **Ne treperi** (svijetli mirno); (2) **pomiče se** među zvijezdama iz tjedna u tjedan; (3) nalazi se **blizu ekliptike**.
5. Zvijezdu vidimo kao sitnu *točku*, pa njezina tanka zraka „titra” dok prolazi kroz nemirni Zemljin zrak — zvijezda treperi. Planet vidimo kao maleni *kolutić*, pa se titranje „izgladi” i planet svijetli mirno.
6. Jer je planet blizu (u Sunčevu sustavu) i kruži oko Sunca, pa mu se položaj na nebu mijenja. Zvijezde su nezamislivo daleko, pa im se međusobni raspored ne mijenja.
7. Najčešće **Venera** i **Jupiter** — znaju biti najsajjniji objekti noćnoga neba (uz Mjesec).
8. Vjerojatnije **zvijezda**: jako treperi (a planeti svijetle mirno) i daleko je od ekliptike (a planete nalazimo u pojasu oko ekliptike).

Poglavlje 5 — Galaksije i maglice

1. **Galaksija** je golem sustav od milijardi zvijezda, plina i prašine. Na okupu ih drži zajednička privlačna (gravitacijska) sila.

2. Naša se galaksija zove **Mliječna staza**; **spiralna** je i ima oko **100–400 milijardi** zvijezda.
3. Jer se nalazimo *unutar* njezina diska: gledajući uzduž diska, vidimo mnoštvo dalekih zvijezda stopljenih u blijedu traku.
4. Najbliža velika galaksija je **galaksija u Andromedi** (M31). Njezina je svjetlost putovala oko **2,5 milijuna godina** do nas.
5. **Lokalna skupina** je skupina galaksija kojoj pripadaju Mliječna staza, Andromeda i još nekoliko desetaka manjih. **Magellanovi oblaci** su dvije male susjedne galaksije, vidljive golim okom s juga Zemlje.
6. **Spiralne** — disk sa zavojitim krakovima i svijetlom jezgrom (takva je naša). **Eliptične** — glatke, jajolike ili okrugle, bez krakova. **Nepravilne** — bez jasna oblika.
7. **Maglica** je golem oblak plina i prašine. U nekima se zvijezde *rađaju* (od plina koji se zgušnjava), a druge nastaju kad zvijezda pri kraju života *odbaci* svoje vanjske slojeve (npr. planetarna maglica).
8. Jer je svjetlost vrlo brza, ali ne i beskonačno brza: s tolike udaljenosti do nas putuje 2,5 milijuna godina. Zato uvijek vidimo kako je galaksija *izgledala u prošlosti*, a ne kakva je upravo sada.