

# Naloge 23. sanktpeterburške astronomske olimpijade



ANDREJ GUŠTIN

→ Letos so se najboljši udeleženci državnega tekmovanja iz znanja astronomije za Dominkova priznanja udeležili internetnega astronomskega tekmovanja za osnovne in srednje šole, ki ga organizira Univerza Sankt Peterburg iz Rusije. Tokrat objavljamo naloge finalnega dela tega tekmovanja.

## 7. - 8. razred osnovne šole

Na sliki 1 je zaporedje fotografij v negativu, ki so bile posnete z gore Corcovado (Rio de Janeiro, Brazilija). Ocenite oddaljenost fotografa od Kristusovega kipa in čas, ki je pretekel med prvim in zadnjim posnetkom. Višina kipa je 38 m, razpon rok kipa je 28 m. Kaj je lahko nebesno telo, ki je na fotografijah vidno ob desnem robu Lune? Polmer Lune je  $1/4$  polmera Zemlje, razdalja med Zemljo in Luno pa je 60 Zemljinih polmerov.

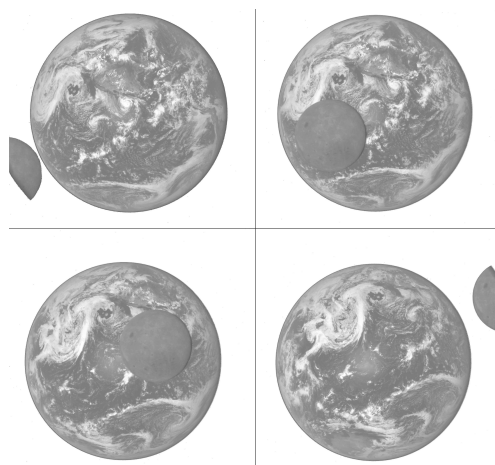


SLIKA 1.

## 9. razred osnovne šole, 1. letnik srednje šole

Fotografije Zemlje in Lune je posnela vesoljska sonda. Ocenite oddaljenost sonde od Zemlje, ko je naredila te posnetke. Narišite razporeditev Zemlje, Lune, Sonca in sonde v času nastanka posnetkov. Koliko

časa je minilo med prvim in zadnjim posnetkom? Predpostavite, da je sonda sorazmerno daleč od Zemlje in od Lune. Polmer Lune je  $1/4$  polmera Zemlje, razdalja med Zemljo in Luno pa znaša 60 polmerov Zemlje.

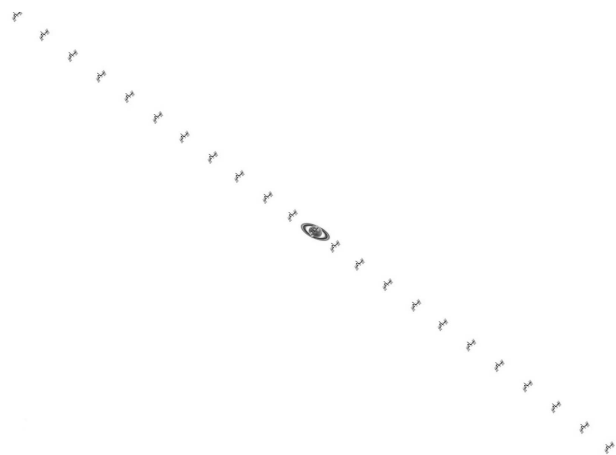


SLIKA 2.

## 2. letnik srednje šole

Na sliki 3 je zaporedje posnetkov v negativu Mednarodne vesoljske postaje (MVP) in njenega prehoda čez Saturn, ki se je zgodil 15. januarja 2016. Ocenite trajanje prehoda MVP čez Saturnove kolobarje in časovni interval med prvim in zadnjim posnetkom MVP na spodnji sliki. Kolikšna je širina pasu na površju Zemlje, znotraj katerega je fotograf lahko naredil tak posnetek?

Znano je, da je bila ta dan elongacija Saturna  $42^\circ$ , višina orbite MVP pa 400 km. Predpostavite, da je bil Saturn za fotografa v zenitu, vrtenje Zemlje pa zanemarite.



SLIKA 3.

### 3. letnik srednje šole

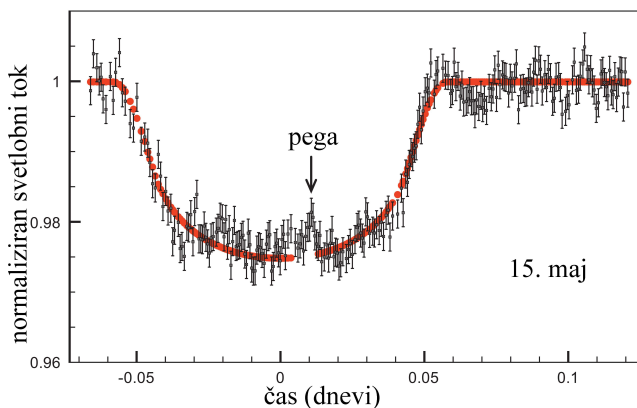
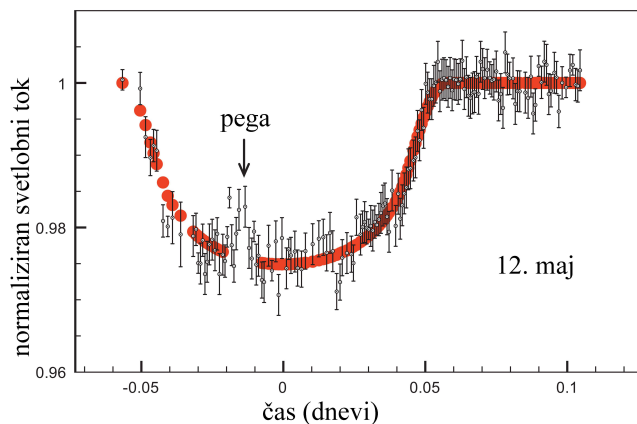
Na slikah 4 sta krivulji sija pri prehodu planeta prek matične zvezde. Na obeh grafih je označeno mesto, ko je planet šel pred pego na zvezdi. Zvezda ima navidezno vizualno magnitudo  $m = 11,8$ , njen spektralni tip je K0 V, njen polmer pa je 0,57 polmera Sonca. Obhodna doba planeta okoli zvezde je 3,03 dni, premer planeta je 1,8-krat večji od Jupitrovega premera, njegov geometrijski albedo pa je 0,5.

Ocenite, na kolikšno največjo kotno oddaljenost se planet za opazovalca na Zemlji oddalji od zvezde. Ocenite temperaturo planeta. Določite vrtilno dobo zvezde (na njenem ekvatorju) in njeno povprečno gostoto. Predpostavite, da je prehod planeta pred zvezdo centralen, orbita planeta okoli zvezde pa krožna.

### 4. letnik srednje šole

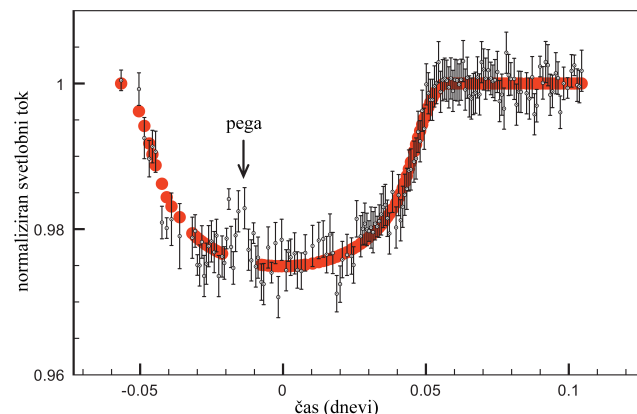
Na sliki 5 je krivulja sija (v vidni svetlobi) ob prehodu planeta pred matično zvezdo. Planet sodi med tako imenovane vroče jupitre. Iz poteka krivulje lahko sklepamo, da je planet šel tudi pred hladno pego na zvezdi. Zvezda ima navidezno vizualno magnitudo  $m = 11,8$  in pripada spektralnemu razredu K0 V. Če na njej ne bi bilo pege, bi bila normalizirana gostota svetlobnega toka z nje  $F = 1,015$ .

Predpostavite, da je pega okrogla in večja od planeta, in ocenite temperaturo ter polmer planeta. Oce-



SLIKA 4.

nite tudi polmer planeta.



SLIKA 5.

→ **Teoretične naloge**

**7. – 8. razred osnovne šole**

- Sledeča nebesna telesa razvrstite od najbližjega do najbolj oddaljenega od Zemlje: Andromedina galaksija, kvazar 3C48, komet C/2013 US10 (Catalina), meglica Sova.
- Princesa Sofija Avgusta Frederika Anhalt-Zerbst je prvič prišla v Sankt Peterburg 3. februarja 1744. Kateri dan v tednu je bil to?
- V filmu Marsovec je član ekspedicije Ares III Mark Watney na Marsu preživel 549 solov (sol je srednji Sončev dan na Marsu), preden so ga rešili astronauti vesoljskega plovila Hermes. Mars se enkrat okoli svoje osi zavrti v času 24 ur in 37 minut, obhodni čas Marsa okoli Sonca pa je 687 zemeljskih dni. Z natančnostjo ene minute izračunajte trajanje sola. Koliko zemeljskih dni je Mark Watney preživel na Marsu?
- Na dan, ko je Anakin Skywalker rešil planet Alderaan, se mu je na planetu Tatooine rodil sin Luke. Še isti dan je Anakin poletel proti planetu Tatooine. Alderaan in Tatooine sta oddeljena 4 parseke. Anakinova vesoljska ladja leti s hitrostjo, ki je petkrat manjša od hitrosti svetlobe. Koliko je bil star Luke, ko je Anakin prišel na Tatooine?
- Za koliko je lahko Zemlja bližje središču Galaksije kot Sonce? Kdaj (kateri mesec v letu) je to?

**9. razred osnovne šole, 1. letnik srednje šole**

- Neki asteroid se giblje po krožni orbiti in vsakih šest let je ob eni od njegovih opoziciji viden v ozvezdju Kozorog. Koliko časa po opoziciji v Kozorogu bo asteroid v naslednji opoziciji? V katerem ozvezdju bo takrat?
- Atomarni vodik je v Galaksiji razporejen v disku s polmerom okoli 20 kiloparsekov in debelino približno 50 parsekov. Celotna masa atomarnega vodika je približno  $7 \times 10^9$  mas Sonca. Masa enega atoma vodika je  $2 \times 10^{-24}$  g. Ocenite koncentracijo atomov vodika (število atomov na prostorninsko enoto) v disku Galaksije. Masa Sonca je  $2 \times 10^{30}$  kg.
- Neko vesoljsko telo ima enako maso kot Sonce in sledečo lastnost: teža muhe na njegovem površju je enaka teži slona na površju Zemlje. Ocenite go-

stoto tega vesoljskega telesa. Kateri vrsti vesoljskih teles lahko pripada to telo?

- Ocenite, pri katerem največjem naklonu Venerine orbite glede na ekliptiko bi še lahko videli prehod Venere čez Sončevo ploskvico ob vsaki njeni spodnji konjunkciji.
- Zamislite si, da jutri zjutraj (14. februar 2016) malo pred vhomom Sonca opazujete parado svetlih planetov in Lune na nebu. Kako si ta nebesna telesa sledijo (od vzhoda proti zahodu) na nebu? Pomagate si lahko s sledečimi podatki: 9. marca bo popolni Sončev mrk; pred tednom dni je bil Merkur v največji zahodni elongaciji; Venera je na nebu 28,5 stopinj zahodno od Sonca; Mars je v ozvezdju Tehtnica; Jupiter bo 8. marca v opoziciji s Soncem; Saturn ni v nobenem od zodiakalnih ozvezdij.

**2. letnik srednje šole**

- V pravljici Lewisa Carrola Alica v čudežni deželi se Alica večkrat poveča in pomanjša. Za koliko se spreminja navidezna magnituda najšibkejših nebesnih teles, ki jih Alica lahko še vidi s prostim očesom, če se njena višina spreminja med 5 cm in 5 m?
- Astronomi so pri preučevanju asteroidov Glavnega asteroidnega pasu ugotovili, da se ti večinoma nahajajo v območju  $\pm 4$  stopinj od ekliptike, mejo pasu glede na oddaljenost od Sonca pa predstavljajo orbite asteroidov, katerih obhodna doba je v razmerju z obhodno dobo Jupitra 1: 3 in 2: 3. Predpostavite, da je v tem območju okoli 300 tisoč asteroidov in ocenite povprečno oddaljenost med sosednjima asteroidoma.
- Za zvezdo Vega je znano, da je znatno sploščena. Ocenite razmerje njenega ekvatorialnega in polarnega polmera, če veste, da bi se njen največji in najmanjši navidezni sij razlikoval za 1 magnitudo, če bi jo lahko opazovali z vseh strani. Predpostavite, da je površinska svetlost Vege po vsem njenem površju enaka.
- Kot se mnogi lahko spomnite, so prvi kentavri, ki jih je v življenju srečal Harry Potter, družno pogledali v nebo in rekli: »Mars je danes zelo svetel.« Iz knjige je znano, da se je to zgodilo leta 1992 neke majske noči okoli polnoči. Dokažite, da so kentavri brezsravno lagali, če veste, da bo maja 2016 navidezna magnituda Marsa  $-2$ . Obhodna doba

Marsa okoli Sonca je 1,88 leta.

- V planetnem sistemu EPIC 201367065 se okoli središčne zvezde polmera  $R = 0,56 R_{\text{Sonce}}$  in mase  $M = 0,6 M_{\text{Sonce}}$  gibljejo trije planeti, katerih polmeri so  $r_1 = 0,0348R$ ,  $r_2 = 0,0279R$ ,  $r_3 = 0,0248R$ , polmeri njihovih orbit pa  $a_1 = 0,078$  a.e.,  $a_2 = 0,14$  a.e.,  $a_3 = 0,21$  a.e. Na katerem planetu, drugem ali tretjem po oddaljenosti od matične zvezde, bi hipotetični prebivalci videli dlje trajajoči navidezni prehod temu planetu najbližjega notranjega planeta čez ploskvico zvezde? Orbite planetov so krožnice in ležijo v isti ravnini. Vsi trije planeti okoli zvezde krožijo v isti smeri.

### 3. letnik srednje šole

- Povprečna gostota Saturna je  $0,69 \text{ g/cm}^3$ . Njegova oblika je elipsoid z razmerjem med polarnim in ekvatorialnim polmerom 1: 1,11. Kolikšna bi bila povprečna gostota Saturna, če bi se ta preoblikoval v kroglo s polmerom, ki bi bil enak siceršnjemu polarnemu polmeru?
- Pri obdelavi spektra zvezde Alferat (rektascenzija: 0h 08min, deklinacija:  $+29^\circ$ ), posnetega v rdečem območju vidne svetlobe, je prišlo do napake. Spekter je bil posnet 25. junija, a je astronom, ki je meritve obdeloval, zmotno mislil, da je bil datum opazovanja 20. december. Ugotovite, kakšne popravke je treba narediti pri rezultatih meritev rdečega dela spektra, da bi napako odpravili. Ocenite (količinsko) velikost popravkov.
- Spomnite se kake fotografije Saturna in ocenite delež (odstotek) celotnega »površja« Saturna, s katerega njegovi prstani niso vidni.
- Obhodna doba zvezd v dvozvezdju, v katerem se iz ene zvezde pretaka snov na drugo, je 2,5 dneva. Znano je, da se je ta obhodna doba v zadnjih 100 letih podaljšala za 20 sekund. Ena komponenta dvozvezdja ima 3-kratno maso Sonca, druga pa 5-kratno maso Sonca. Ocenite hitrost akrecije v sistemu – količino snovi, ki se v enem letu pretoči z ene zvezde na drugo. Katera zvezda snov oddaja in katera jo sprejema?

### 4. letnik srednje šole

- Opazovalec na severni polobli je nekega dne opazoval vzdig Sonca ob 9.04 po lokalnem času. Nasle-

dnji dan se je Sonce na obzorju pokazalo točno ob 9.00. Določite datum opazovanja. Kdaj in na kateri višini nad obzorjem bo naslednja zgornja kulminacija zvezde Kapela (rektascenzija: 5h 17min, deklinacija:  $+46^\circ$ )? Zanimarite kotno velikost Sončeve ploskvice in časovno enačbo.

- Denimo, da so astronomi v Osončju odkrili telo, katerega orbita je ležala v ravnini ekliptike. Ko sta kota »perihelij telesa – Sonce – telo« in »Sonce – telo – Zemlja« sočasno postala prava kota, so astronomi opazili nenadno povečanje sija telesa. Pokazalo se je, da je to telo kovinski leteči krožnik, katerega ravnina je pravokotna na ravnino njegove orbite, rob krožnika pa je obrnjen v smeri gibanja. Izračunajte ekscentričnost orbite tega telesa in njegovo oddaljenost od Sonca v periheliju, če veste, da je bila ob odkritju njegova kotna oddaljenost od Sonca  $30^\circ$ .
- Dvojni pulzar PSR B1913+16 sestavljata dve nevtronski zvezdi s približno enakima masama, ki znašata 1,4 mase Sonca, povprečna oddaljenost med njima pa je  $2 \times 10^6$  km. Znano je, da sistem oddaja gravitacijske valove, zaradi česar se obhodna doba zvezd zmanjšuje za 80 mikrosekund letno. Ocenite razmerje med gravitacijskim izsevom sistema PSR B1913+16 in njegovim izsevom v vidni svetlobi, če veste, da je sistem od Sonca oddaljen 7 kiloparsekov in je njegov navidezni sij v vidni svetlobi +22m.
- V knjigi Silmarillion je opis, kako so se ob nekem jezeru Srednjega sveta škrati prebudili zaradi soja zvezd, kar se je zgodilo še pred nastankom Sonca in Lune. Predpostavite, da je bila osvetljenost Srednjega sveta z zvezdami enaka kot osvetljenost površja Zemlje s polno Luno, in ocenite, kolikokrat več zvezd bi videli s prostim očesom na nebu Srednjega sveta kot na našem nebu.
- Dvozvezdje sestavljata dve enaki zvezdi s polmeroma 1,3 polmera Sonca in površinsko temperaturo 6500 K, gibljeta pa se po krožnih orbitah s polmerom 1,2 a.e. Ali se lahko okoli ene od zvezd planet giblje v območju, ki je primerno za življenje (na površju planeta lahko obstoja tekoča voda), če je geometrijski albedo planeta 0,3?

× × ×

[www.presek.si](http://www.presek.si)