

**Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije**

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije dovoljuje shranitev v elektronski obliki, natis in uporabo gradiva v tem dokumentu **za lastne potrebe učenca/dijaka/študenta in za potrebe priprav na tekmovanje na šoli, ki jo učenec/dijak/študent obiskuje**. Vsakršno drugačno reproduciranje ali distribuiranje gradiva v tem dokumentu, vključno s tiskanjem, kopiranjem ali shranitvijo v elektronski obliki je prepovedano.

Še posebej poudarjamo, da **dokumenta ni dovoljeno javno objavljati na drugih spletnih straneh** (razen na www.dmfa.si), dovoljeno pa je dokument hraniti na npr. spletnih učilnicah šole, če dokument ni javno dostopen.

NALOGE ZA 7. RAZRED OŠ

Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno, vrtljiva zvezdna karta. Vrtljivo zvezdno karto si je mogoče sposoditi tudi od nadzornika. Nadzornik mora karto zavrteti v poljubno lego, šele nato jo lahko da tekmovalcu.

Navodila

Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (spodaj). Pri nalogah v sklopu A ne ugibaj, saj se za napačen odgovor ena točka odšteje. Naloge v sklopu B rešuj na poli.

Točkovanje

V sklopu A bo pravilen odgovor ovrednoten z dvema točkama; če ne bo obkrožen noben odgovor, z nič točkami; če bo obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, se ena točka odšteje. V sklopu B je število točk za pravilno rešitev izpisano pri nalogah. Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu prizna začetnih 10 točk.

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10

B1	B2	B3	B4	B5

A1. Kje se nahajajo zodiakalna ozvezdja?

- (A) Na nebesnem ekvatorju.
- (B) Na ekliptiki.
- (C) Na nebesnem poldnevniku.
- (D) To so vsa ozvezdja z živalskimi imeni neglede na njihovo lego na nebu.

A2. Katerega od naštetih ozvezdij opazovalec na južnem polu Zemlje ne more videti?

- (A) Dvojčka.
- (B) Veliki pes.
- (C) Škorpion.
- (D) Kozorog.

A3. Opazovalec na Zemlji vidi prvi Lunin krajec. Kaj bi takrat videl opazovalec na površju Lune, če bi bil na strani Lune, ki je obrnjena proti Zemlji?

- (A) Zemljin prvi krajec.
- (B) Zemljin ščip.
- (C) Zemljin zadnji krajec.
- (D) Zemljin mlaj.

A4. Kateri od naštetih planetov je najpogosteje v opoziciji s Soncem?

- (A) Mars.
- (B) Jupiter.
- (C) Saturn.
- (D) Uran.

A5. Kaj je na sliki desno?

- (A) Razsuta zvezdna kopica.
- (B) Kroglasta zvezdna kopica.
- (C) Plinasta meglica.
- (D) Eliptična galaksija.



A6. V katerem območju Osončja je pritlikavi planet Pluton?

- (A) V Kuiperjevem pasu.
- (B) V glavnem asteroidnem pasu.
- (C) V Oortovem oblaku.
- (D) V Van Allenovem pasu.

A7. Koliko časa po oseki nastopi plima, če so vrednosti zaokrožene na minute?

- (A) Po 24 urah in 50 minutah.
- (B) Po 12 urah in 25 minutah.
- (C) Po 6 urah in 13 minutah.
- (D) Po 3 urah in 7 minutah.

A8. Kaj je značilno za rdeče orjakinje?

- (A) Imajo mnogo manjši premer od Sonca in tudi njihova površinska temperatura je manjša kot pri Soncu.
- (B) Imajo mnogo manjši premer od Sonca, njihova površinska temperatura pa je večja kot pri Soncu.
- (C) Imajo mnogo večji premer od Sonca, njihova površinska temperatura pa je manjša kot pri Soncu.
- (D) Imajo mnogo večji premer od Sonca, njihova površinska temperatura pa je večja kot pri Soncu.

A9. Življenjska doba Sonca je približno

- (A) 10 milijonov let;
- (B) 100 milijonov let;
- (C) 1 milijardo let;
- (D) 10 milijard let.

A10. Teleskop je na začetku opremljen z okularjem z goriščno razdaljo 24 mm. Ta okular nato zamenjamo s 6-milimetrskim okularjem. Kolikšna je s tem okularjem povečava teleskopa glede na povečavo s prvim okularjem?

- (A) 4-krat večja.
- (B) 2-krat večja.
- (C) 4-krat manjša.
- (D) 2-krat manjša.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja.

A Kdaj zaide zvezda Regula 9. januarja? (2 točki)

.....

B Koliko minut prej vzide Sonce 1. marca kot 11. februarja? (2 točki)

.....

C Kdaj gre zvezda Mizar čez nebesni poldnevnik 1. februarja? (2 točki)

.....

D 8. februarja 2016 je Luna v mlaju. V katerem ozvezdju je takrat Luna? (2 točki)

.....

B2. Na fotografiji neba (negativ) obkroži in z imeni označi našete zvezde:
Atair (Altair), Deneb, Severnica, Vega. (8 točk)

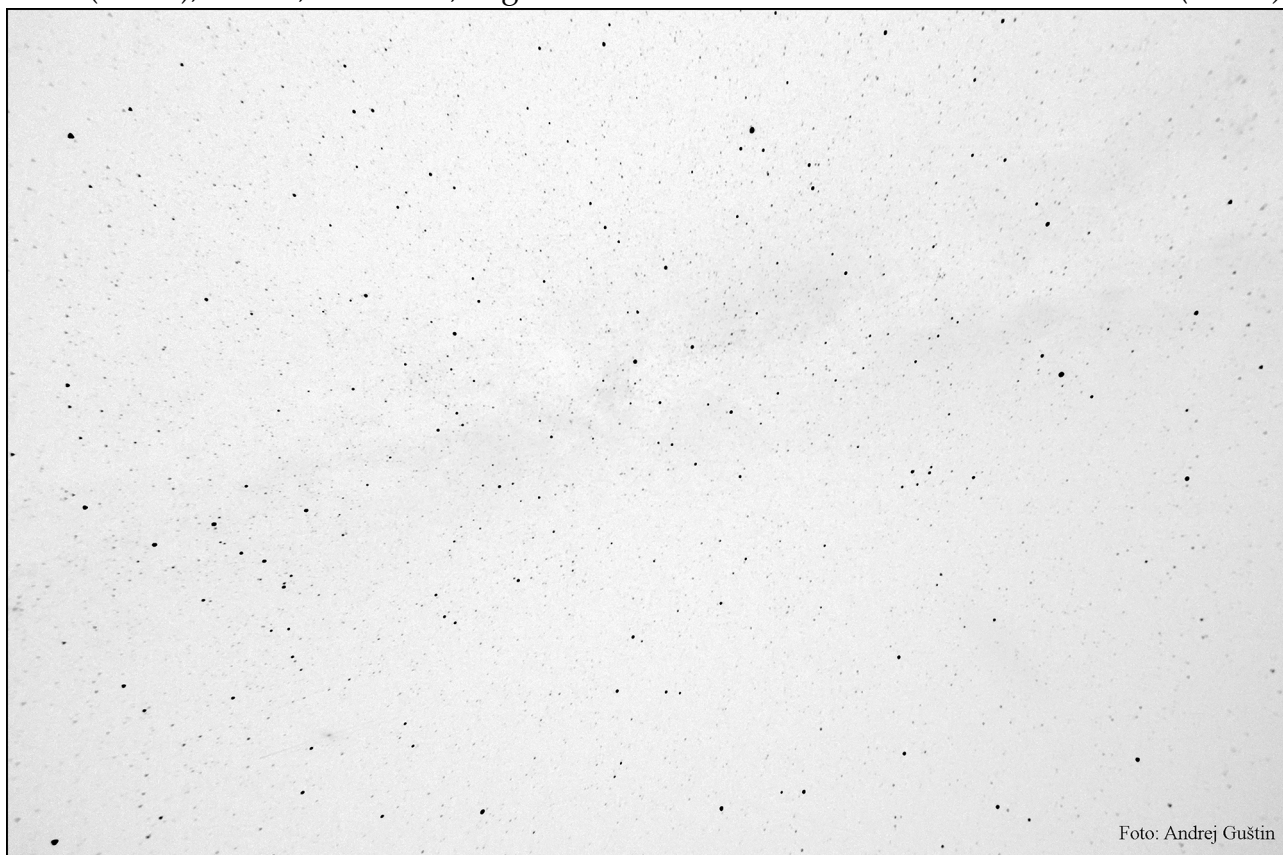


Foto: Andrej Guštin

B3. Zvezdana je postala astronautka in je poletela na Luno. Tam jo je najbolj osupnilo, kako velika je videti Zemlja. Izračunaj, kolikšen je zorni kot Zemlje (navidezni premer Zemljine ploskvice) na Luninem nebu v kotnih minutah. Zorni kot polne Lune na našem nebu je $0,5^\circ$, Zemljin polmer je 3,7-krat večji od Luninega. (4 točke)

B4. Predpostavimo, da se Zemlja in Saturn okoli Sonca gibljeta po krožnih tirnicah, Zemlja na oddaljenosti 1 astronomske enote (a.e.), Saturn pa na oddaljenost 9,5 a.e. od Sonca. 1 a.e. = 150 000 000 km. Hitrost svetlobe $c = 300000$ km/s.

a) Izračunaj, koliko časa potuje svetloba od Saturna do Zemlje ob opoziciji s Soncem.

(5 točk)

b) Izračunaj, koliko časa potuje svetloba od Saturna do Zemlje ob konjunkciji s Soncem.

(5 točk)

B5. Zvezdana je v jasni noči fotoaparata postavila na nepremično fotografsko stojalo, ga usmerila proti Severnici in naredila fotografijo z dolgo osvetlitvijo.

Zvezde so zaradi navideznega vrtenja neba na fotografiji zarisale krožne loke. Med njimi je tudi Severnica (najdebelejša sled na posnetku).

Fotografija (negativ) pokriva $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ neba.



a) Na fotografiji izmeri oddaljenost Severnice od severnega nebesnega pola v kotnih minutah.

(5 točk)

$\delta =$

b) S fotografije določi, koliko časa je trajala njena osvetlitev.

(5 točk)

$t =$

NALOGE ZA 8. RAZRED OŠ

Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno, vrtljiva zvezdna karta. Vrtljivo zvezdno karto si je mogoče sposoditi tudi od nadzornika. Nadzornik mora karto zavrteti v poljubno lego, šele nato jo lahko da tekmovalcu.

Navodila

Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (spodaj). Pri nalogah v sklopu A ne ugibaj, saj se za napačen odgovor ena točka odšteje. Naloge v sklopu B rešuj na polji.

Točkovanje

V sklopu A bo pravilen odgovor ovrednoten z dvema točkama; če ne bo obkrožen noben odgovor, z nič točkami; če bo obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, se ena točka odšteje. V sklopu B je število točk za pravilno rešitev izpisano pri nalogah. Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu prizna začetnih 10 točk.

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10

B1	B2	B3	B4	B5

A1. Kako pravimo ozvezdjem, ki so na ekliptiki?

- (A) Stara ozvezdja. (B) Zodiakalna ozvezdja.
(C) Južna ozvezdja. (D) Mesečna ozvezdja.

A2. Katerega od naštetih ozvezdij opazovalec na južnem polu Zemlje ne more videti?

- (A) Dvojčka. (B) Veliki pes. (C) Škorpion. (D) Kozorog.

A3. Opazovalec na Zemlji vidi prvi Lunin krajec. Kaj bi takrat videl opazovalec na površju Lune, če bi bil na strani Lune, ki je obrnjena proti Zemlji?

- (A) Zemljin prvi krajec. (B) Zemljin šcip.
(C) Zemljin zadnji krajec. (D) Zemljin mlaj.

A4. Kateri od naštetih planetov je najpogosteje v opoziciji s Soncem?

- (A) Mars. (B) Jupiter. (C) Saturn. (D) Uran.

A5. V katerem območju Osončja je pritlikavi planet Pluton?

- (A) V glavnem asteroidnem pasu. (B) V Kuiperjevem pasu.
(C) V Oortovem oblaku. (D) V Van Allenovem pasu.

A6. Kaj je na sliki desno?

- (A) Razsuta zvezdna kopica.
- (B) Kroglasta zvezdna kopica.
- (C) Planetarna meglica.
- (D) Eliptična galaksija.



A7. Koliko časa po oseki nastopi plima, če so vrednosti zaokrožene na minute?

- (A) Po 24 urah in 50 minutah.
- (B) Po 12 urah in 25 minutah.
- (C) Po 6 urah in 13 minutah.
- (D) Po 3 urah in 7 minutah.

A8. Kakšne vrste galaksija je znana Andromedina galaksija?

- (A) Spiralna galaksija.
- (B) Eliptična galaksija.
- (C) Nepravilna galaksija.
- (D) Kvazar.

A9. Katero od naštetih teles je lahko ostanek supernove?

- (A) Bela pritlikavka.
- (B) Nevtronska zvezda.
- (C) Rjava pritlikavka.
- (D) Rdeča orjakinja.

A10. Teleskop je na začetku opremljen z okularjem z goriščno razdaljo 6 mm. Ta okular nato zamenjamo s 24-milimetrskim okularjem. Kolikšna je s tem okularjem povečava teleskopa glede na začetno povečavo?

- (A) 4-krat večja.
- (B) 2-krat večja.
- (C) 4-krat manjša.
- (D) 2-krat manjša.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja.

A Kdaj zaide zvezda Regula 9. januarja? (2 točki)

.....

B Koliko minut prej vzide Sonce 1. marca kot 11. februarja? (2 točki)

.....

C Kdaj gre zvezda Mizar čez nebesni poldnevnik 1. februarja? (2 točki)

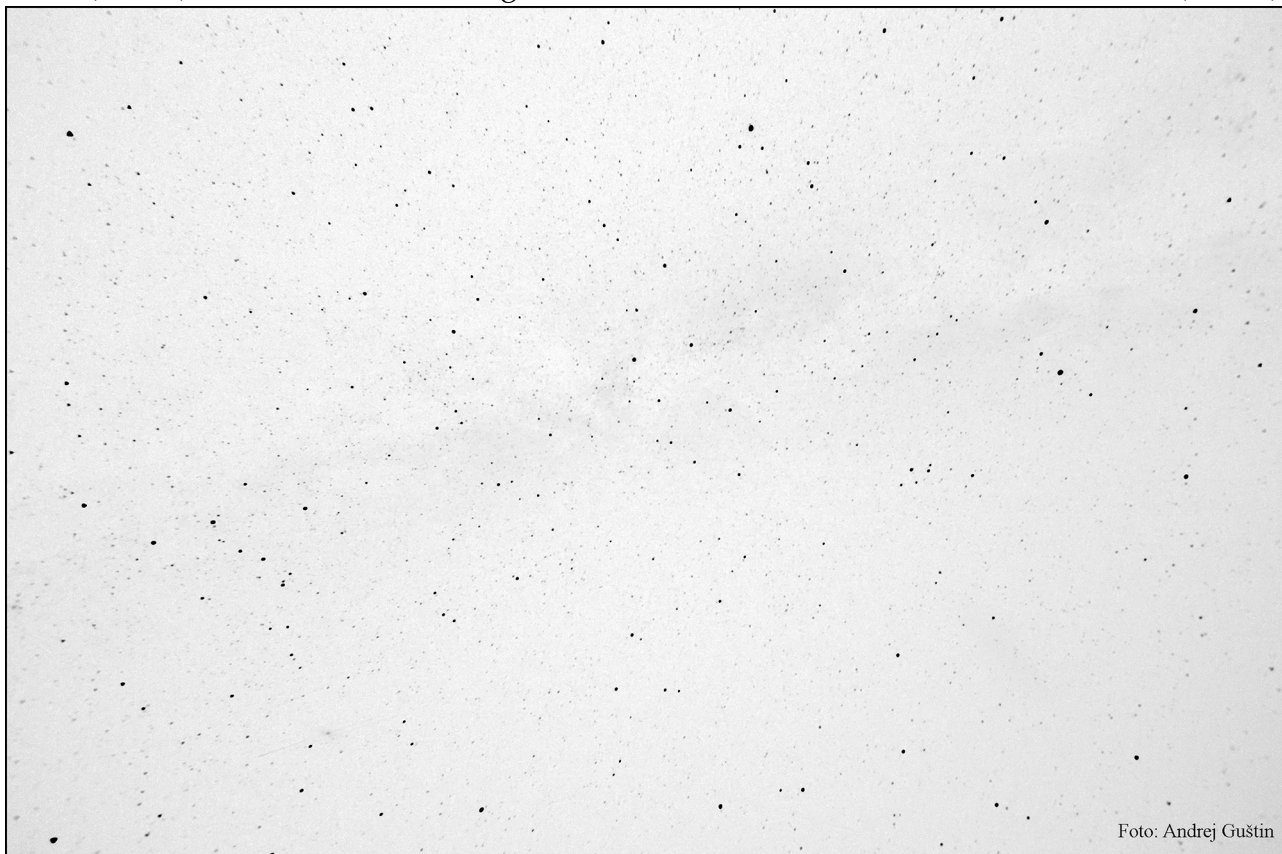
.....

D 8. februarja 2016 je Luna v mlaju. V katerem ozvezdju je takrat Luna? (2 točki)

.....

B2. Na fotografiji neba (negativ) obkroži in z imeni označi naštete zvezde:
Atair (Altair), Deneb, Severnica, Vega.

(8 točk)



B3. Astronomi oddaljenost Venere od Zemlje lahko izmerijo z radarjem. Proti Veneri pošljejo radarski signal, ki se od površja Venere odbije nazaj proti Zemlji. Ker astronomi poznajo hitrost potovanja radarskega signala, lahko iz časa potovanja signala od Zemlje do Venere in nazaj izračunajo njeno trenutno oddaljenost. Astronomi so to meritev naredili, ko je bila Venera z Zemlje vidna v največji elongaciji od Sonca. Ob meritvi je bila oddaljenost Venere od Sonca 107,5 milijona kilometrov, Zemlje od Sonca pa 152 milijonov kilometrov. Radarski signal potuje s hitrostjo 300000 km/s.

a) Izračunaj oddaljenost Venere od Zemlje ob meritvi.

Namig: Pomagaj si z načrtovanjem leg Sonca, Venere in Zemlje. Predpostavi, da se planeta okoli Sonca gibljeta po krožnicah.

(8 točk)

b) Izračunaj čas potovanja radarskega signala od Zemlje do Venere in nazaj. (2 točki)

B4. Zvezdana ob spomladanskem enakonočju opazuje senco navpično rastoče smreke v kraju z zemljepisno širino 30° severno. Opoldne izmeri dolžino sence smreke na vodoravnih tleh, ki znaša 5 m.

a) Izračunaj višino Zvezdanine smreke. (5 točk)

b) Kolikšna bi bila dolžina sence na vodoravnih tleh enako visokega drevesa na isti dan opoldan po lokalnem času v kraju z zemljepisno širino 30° južno? (1 točka)

B5. 23. decembra 2015 je Luna okultirala (zakrila) svetlo zvezdo Aldebaran. Predpostavi, da je bila okultacija centralna (zvezda je navidezno potovala za celim premerom Lunine ploskvice) in izračunaj, koliko časa je trajalo zakritje Aldebarana. Računaj, kot da se Luna enakomerno giblje med zvezdami. Obhodni čas Lune okoli Zemlje je 27,32 dneva. Ob okultaciji je bil navidezni premer Lunine ploskvice na nebu $0,55^\circ$. Zvezdo obravnavaj kot točko.

(8 točk)

NALOGE ZA 9. RAZRED OŠ

Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno, vrtljiva zvezdna karta. Vrtljivo zvezdno karto si je mogoče sposoditi tudi od nadzornika. Nadzornik mora karto zavrteti v poljubno lego, šele nato jo lahko da tekmovalcu.

Navodila

Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (spodaj). Pri nalogah v sklopu A ne ugibaj, saj se za napačen odgovor ena točka odšteje. Naloge v sklopu B rešuj na polji.

Točkovanje

V sklopu A bo pravilen odgovor ovrednoten z dvema točkama; če ne bo obkrožen noben odgovor, z nič točkami; če bo obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, se ena točka odšteje. V sklopu B je število točk za pravilno rešitev izpisano pri nalogah. Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu prizna začetnih 10 točk.

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10

B1	B2	B3	B4	B5

A1. Kateri letni čas se začne v naših krajih, ko pride Sonce navidezno iz južnega neba na nebesni ekvator?

- (A) Zima. (B) Pomlad. (C) Poletje. (D) Jesen.

A2. Katerega od naštetih ozvezdij opazovalec na južnem polu Zemlje ne more videti?

- (A) Dvojčka. (B) Veliki pes. (C) Škorpion. (D) Kozorog.

A3. Opazovalec na Zemlji vidi zadnji Lunin krajec. Kaj bi takrat videl opazovalec na površju Lune, če bi bil na strani Lune, ki je obrnjena proti Zemlji?

- (A) Zemljin ščip. (B) Zemljin zadnji krajec.
(C) Zemljin mlaj. (D) Zemljin prvi krajec.

A4. Kateri od naštetih planetov je najpogosteje v opoziciji s Soncem?

- (A) Neptun. (B) Uran. (C) Jupiter. (D) Saturn.

A5. V katerem območju Osončja je pritlikavi planet Pluton?

- (A) V glavnem asteroidnem pasu. (B) V Kuiperjevem pasu.
(C) V Oortovem oblaku. (D) V Van Allenovem pasu.

A6. Kaj je na sliki desno?

- (A) Razsuta zvezdna kopica.
- (B) Kroglasta zvezdna kopica.
- (C) Planetarna meglica.
- (D) Eliptična galaksija.



A7. Zemlja se obnaša kot vrtavka, katere os opisuje plašč stožca s periodo približno 26000 let. Kako se imenuje ta pojav?

- (A) Libracija.
- (B) Paralaksa.
- (C) Sončev obrat.
- (D) Precesija.

A8. Kakšne vrste galaksija je znana Andromedina galaksija?

- (A) Spiralna galaksija.
- (B) Eliptična galaksija.
- (C) Nepravilna galaksija.
- (D) Kvazar.

A9. Kaj so kefeide?

- (A) Vrsta pulzarjev.
- (B) Dvozzvezdja, pri katerih se sij spreminja zaradi vzajemnega prekrivanja zvezd.
- (C) Zvezde z zelo majhno maso.
- (D) Spremenljive zvezde, ki se širijo in krčijo.

A10. Kaj bi se zgodilo s tirnicami planetov, če bi se Sonce nenadoma skrčilo na polovico sedanjega premera?

- (A) Polmeri tirnic planetov bi se povečali za 2-krat.
- (B) Polmeri tirnic planetov bi se zmanjšali na polovico sedanjih polmerov.
- (C) Tiri planetov se ne bi spremenili.
- (D) Polmeri tirnic planetov bi se zmanjšali za 4-krat.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja.

A Kdaj zaide zvezda Regul 9. januarja? (2 točki)

.....

B Koliko minut prej vzide Sonce 1. marca kot 11. februarja? (2 točki)

.....

C Kdaj gre zvezda Mizar čez nebesni poldnevnik 1. februarja? (2 točki)

.....

D 8. februarja 2016 je Luna v mlaju. V katerem ozvezdju je takrat Luna? (2 točki)

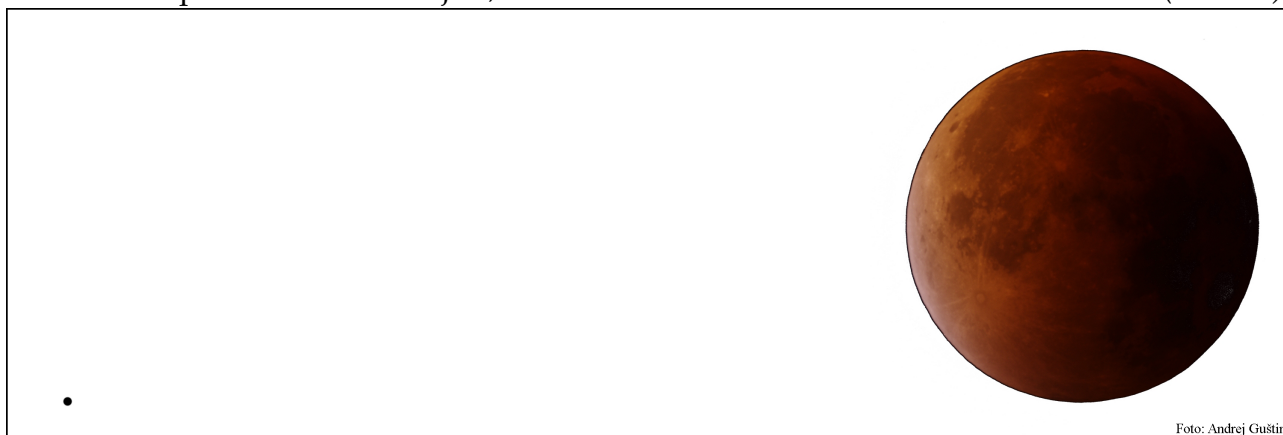
.....

B2. Zvezdana na dan spomladanskega enakonočja opoldan izmeri dolžino sence 10 metrov visoke navpične smreke, ki jo ta meče na vodoravno podlago in presenečena ugotovi, da je ta $\sqrt{3}$ -krat krajša od višine smreke. Izračunaj zemljepisno širino, na kateri raste Zvezdanina smreka. (8 točk)

B3. Merkur se okoli Sonca giblje po eliptični tirnici z obhodno dobo 88 zemeljskih dni. En obrat okoli svoje osi pa Merkur naredi v 59 zemeljskih dnevih, pri čemer je vrtilna os planeta pravokotna na ravnino njegove tirnice okoli Sonca. Ko je Merkur najbližje Soncu (perihelij), je v nekem njegovem kraterju Sonce v zenitu. Izračunaj, čez koliko časa se bo ponovilo, da bo Merkur v periheliju in bo Sonce v tem kraterju spet v zenitu. (8 točk)

- B4.** Zvezdana ima daljnogled z goriščno dolžino objektiva 40 cm, okular pa ima goriščno dolžino 2 cm. Ko se nekega dne igra z daljnogledom, skozenj pogleda skozi objektiv in presenečena ugotovi, da so oddaljeni predmeti videti pomanjšani. Izračunaj, za kolikokrat je pomanjšana slika, ki jo Zvezdana vidi v narobe obrnjenem daljnogledu. (6 točk)

- B5.** Na sliki (nočno nebo je belo, da so meritve lažje) je posnetek popolnega Luninega mrka. Levo (vzhodno) od Lune je viden Jupiter (črna pika). S slike oceni, čez koliko ur bo Jupiter v opoziciji s Soncem. Ker je Jupiter blizu opozicije, lahko njegovo navidezno gibanje med zvezdami, ki je posledica Jupitrovega kroženja okoli Sonca, zanemariš. Predpostavi, da sta Luna in Jupiter na ekliptiki. Luna je bila ob popolnem mrku v sredini Zemljine sence. Premer Lunine ploskvice na nebu je $0,5^\circ$ (10 točk)



NALOGE ZA SREDNJE ŠOLE

Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno, vrtljiva zvezdna karta. Vrtljivo zvezdno karto si je mogoče sposoditi tudi od nadzornika. Nadzornik mora karto zavrteti v poljubno lego, šele nato jo lahko da tekmovalcu.

Navodila

Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (spodaj). Pri nalogah v sklopu A ne ugibaj, saj se za napačen odgovor ena točka odšteje. Naloge v sklopu B rešuj na polji.

Točkovanje

V sklopu A bo pravilen odgovor ovrednoten z dvema točkama; če ne bo obkrožen noben odgovor, z nič točkami; če bo obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, se ena točka odšteje. V sklopu B je število točk za pravilno rešitev izpisano pri nalogah. Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu prizna začetnih 10 točk.

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10

B1	B2	B3	B4	B5

A1. Zaradi precesije Zemljine vrtilne osi se spreminja

- (A) obhodni čas Zemlje okoli Sonca; (B) lega nebesnih polov;
(C) dolžina dneva; (D) oblika ozvezdij.

A2. Luna nam kaže vedno isto lice, kljub temu pa lahko z Zemlje v daljšem časovnem obdobju vidimo približno 59 % njenega površja. Posledica katerega astronomskega pojava je to?

- (A) Refrakcije. (B) Lunacije. (C) Solarizacije. (D) Libracije.

A3. Venera je v največji vzhodni elongaciji. Kdaj jo bomo lahko videli na nebu?

- (A) Zvečer.
(B) Zjutraj.
(C) Venera takrat sploh ni vidna, ker je med nami in Soncem.
(D) Venera takrat sploh ni vidna, ker je za Soncem.

A4. Kolikšen bi bil težni pospešek na površju Zemlje, če bi se ta skrčila na polovico sedanjega premera, njena masa pa bi se ohranila?

- (A) Enak sedanjemu. (B) Polovico sedanjega.
(C) Štirikrat večji od sedanjega. (D) Dvakrat večji od sedanjega.

A5. Oddaljenost bližnjih zvezd astronomi klasično merijo z opazovanjem

- (A) letne paralakse zvezd; (B) dnevne paralakse zvezd;
(C) okultacij zvezd z Luno; (D) aberacije svetlobe zvezd.

A6. Kaj je absolutna magnituda?

- (A) Navidezni sij, ki bi ga imelo neko vesoljsko telo, če bi bilo oddaljeno 1 svetlobno leto.
(B) Navidezni sij, ki bi ga imelo neko vesoljsko telo, če bi bilo oddaljeno 10 svetlobnih let.
(C) Navidezni sij, ki bi ga imelo neko vesoljsko telo, če bi bilo oddaljeno 1 parsek.
(D) Navidezni sij, ki bi ga imelo neko vesoljsko telo, če bi bilo oddaljeno 10 parsekov.

A7. Kako se imenuje del Sončeve atmosfere z najvišjo temperaturo?

- (A) Kromosfera. (B) Korona. (C) Fotosfera. (D) Pega.

A8. Kaj velja za rjave pritlikavke?

- (A) Mnogo več sevajo v ultravijoličnem delu spektra elektromagnetnega valovanja kot Sonce.
(B) Mnogo več sevajo v rentgenskem delu spektra elektromagnetnega valovanja kot Sonce.
(C) Mnogo več sevajo v infrardečem delu spektra elektromagnetnega valovanja kot Sonce.
(D) Za razliko od Sonca oddajajo tudi sevanje gama.

A9. Kaj so kvazarji?

- (A) Aktivna jedra zelo oddaljenih galaksij.
(B) Vrteče se nevtronske zvezde, ki nastanejo ob eksplozijah supernov.
(C) Zvezde, ki oddajajo radijske valove.
(D) Tesna dvozvezdja.

A10. Kolikšna je približno teoretična ločljivost teleskopa s premerom objektiva 12 cm v vidni svetlobi?

- (A) 0,1'' (B) 1'' (C) 0,1' (D) 1'

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja.

A 24. januarja 2016 je polna Luna. Kdaj Luna na ta dan vzide? (2 točki)

.....

B Kolikšni sta rektascenzija in deklinacija Sonca 21. februarja? (2 točki)

.....

C Na koliko stopinj se zvezda Arktur v naših krajih najbolj približa zenitu? (2 točki)

.....

D Kdaj gre zvezda Mizar čez nebesni poldnevnik 1. februarja? (2 točki)

.....

B2. Nekega dne je Zvezdana zjutraj prišla v šolo in je s praga šole videla Luno tik nad dimnikom sosednje hiše. Naslednje jutro je Zvezdana z istega mesta na pragu šole prav tako videla Luno na istem mestu nad dimnikom. Izračunaj, koliko minut prej ali kasneje je drugi dan prišla Zvezdana v šolo. (6 točk)

B3. Sredi 17. stoletja je Christiaan Huygens prvi izmeril navidezne premere planetov. S pomočjo te meritve je lahko naredil tudi prvo realno oceno oddaljenosti bližnjih zvezd. Razmišljal je nekako tako: „Saturnov navidezni sij je ob opoziciji enak navideznemu siju svetlih zvezd na nebu, zvezde pa naj so po vseh fizikalnih lastnostih enake Soncu. Ker poznam oddaljenost Saturna od Sonca v astronomskih enotah in sem izmeril njegov zorni kot ob opoziciji, lahko izračunam oddaljenost zvezd v astronomskih enotah. Da bo lažje, bom privzel, da je albedo Saturna 1.“ Pojdi po Huygensovih stopinjah in z danimi podatki izračunaj/oceni oddaljenost bližnjih zvezd v astronomskih enotah. Zorni kot Saturna ob opoziciji je $20''$. Predpostavi, da se Saturn okoli Sonca giblje po krožnici s polmerom 10 a. e. (10 točk)

- B4.** Zaradi gibanja Zemlje glede na mikrovalovno sevanje ozadja (prasevanje) je v smeri gibanja temperatura prasevanja navidezno višja za $5 \cdot 10^{-3}$ K od povprečne vrednosti 2,670 K, v nasprotni smeri pa za enako vrednost navidezno nižja. Izračunaj, s kolikšno hitrostjo se Zemlja giblje glede na prasevanje. Hitrost svetlobe $c = 300000$ km/s. Pomagaj si z Wienovim zakonom: $\lambda_{max} \cdot T = C_W$. (8 točk)

- B5.** Na sliki (negativ) je zaporedje posnetkov popolnega Luninega mrka. Levo od Lune je viden Jupiter. Na podlagi fotografije določi, čez koliko dni bo Jupiter v opoziciji s Soncem. Oceni napako svoje meritve. (8 točk)

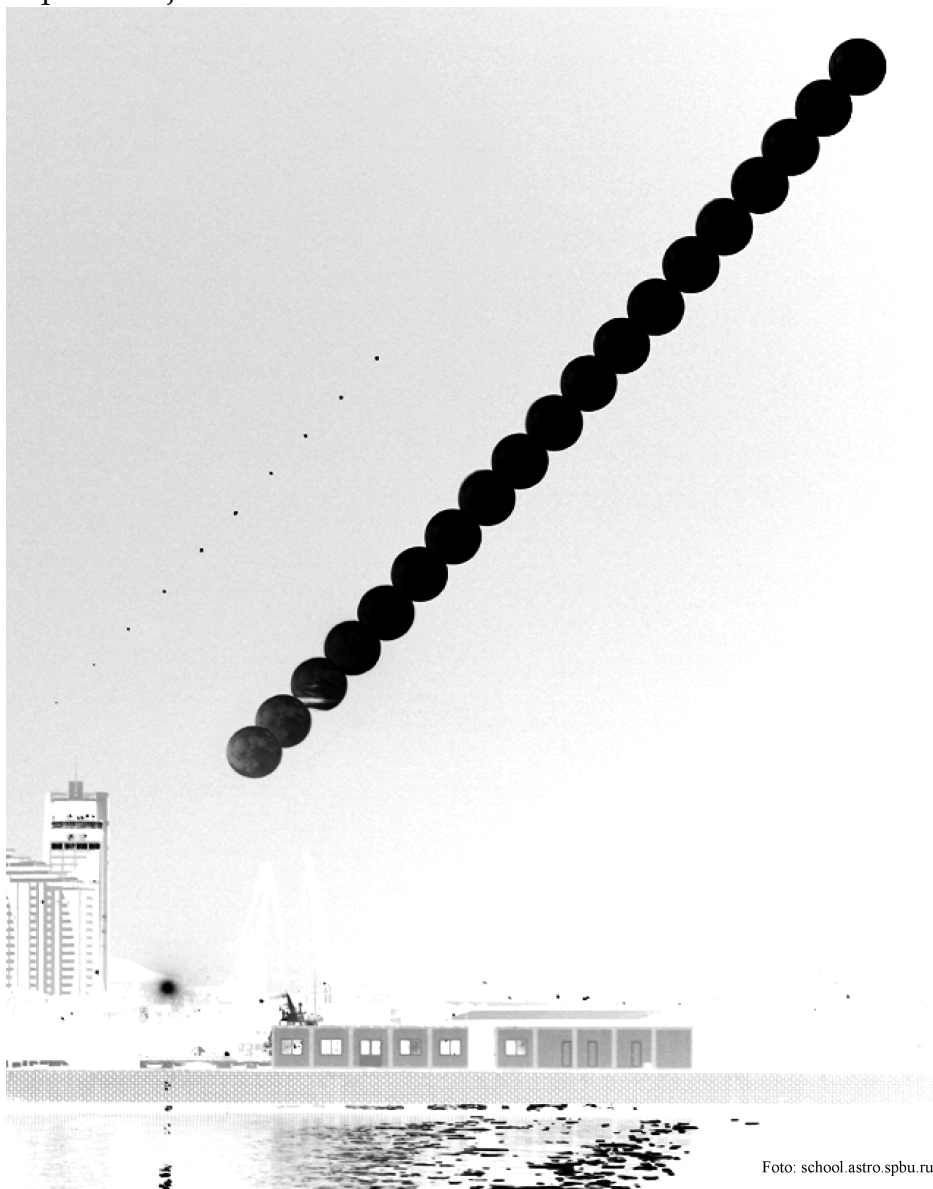


Foto: school.astro.spbu.ru

REŠITVE NALOG IN TOČKOVNIK

SKLOP A

V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama; če ni obkrožen noben odgovor je naloga ovrednotena z 0 točkami; če je obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, je naloga ovrednotena z -1 točko.

V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

naloga	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
odgovor	B	A	C	D	B	A	C	C	D	A

A1. (B) Zodiakalna ozvezdja so ozvezdja na ekliptiki.

A2. (A) Na južnem polu ni mogoče videti ozvezdja Dvojčkov, ker je to ozvezdje na severno od nebesnega ekvatorja.

A3. (C) Zadnji Zemljin krajec. Če je z Zemlje viden prvi Lunin krajec, potem mu bo sledil ščip. Ob ščipu pa Zemlja proti Luni obrača neosvetljeno stran in bi opazovalec na Luni videl Zemljin mlaj. Sklepamo, da je pred tem opazovalec na Luni videl Zemljin zadnji krajec.

A4. (D) Uran. Opozicija kakega planeta nastopi, ko je Zemlja med planetom in Soncem. Ker je Uran od vseh naštetih planetov najdlje, se najpočasneje giblje okoli Sonca, zato si opozicije sledijo na nekaj več kot eno leto. Zemlji bližji planeti se okoli Sonca gibljejo hitreje, zato mora Zemlja narediti daljšo pot med zaporednima opozicijama in je čas med zaporednima opozicijama daljši.

A5. (B) Na sliki je značilna kroglasta kopica.

A6. (A) Pluton se nahaja v Kuiperjevem pasu.

A7. (C) Plima nastopi približno 6 ur in 13 minut po oseki. Perioda plimovanja namreč ni 12 ur, temveč je približno 25 minut daljša, ker se Luna giblje okoli Zemlje.

A8. (C) Rdeče orjakinje imajo mnogo večji premer od Sonca, njihova površinska temperatura pa je manjša kot pri Soncu.

A9. (D) Življenska doba sonca je približno 10 milijard let.

A10. (A) Povečava je 4-krat večja. Povečava teleskopa je definirana kot razmerje med goriščno razdaljo objektiva in okularja. Če pri istem objektivu zamenjamo prvi okular z okularjem s 4-krat krajšo goriščno razdaljo, potem je povečava teleskopa 4-krat večja.

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. Mentorji lahko točke podelijo po svoji presoji. Predvsem naj iščejo izkazano znanje tekmovalca. Pri nalogah z vrtljivo karto (B1) lahko kot pravilne ocenite rezultate, ki nekoliko bolj odstopajo od "prave" vrednosti. Oceniti pa morate, če je odstopanje posledica napačne karte in ne napačnega odčitavanja tekmovalca. Vrtljive karte se lahko med seboj nekoliko razlikujejo, po izkušnjah tekmovalne komisije nikakor ne več kot za 20 minut pri odčitavanju vzhodov in zahodov najsvetlejših zvezd.

B1.

A Zvezda Regul 9. januarja zaide ob 9h40min \pm 20min. (2 točki)

B Sonce 1. marca vzide 35min \pm 10min prej kot 11. februarja. (2 točki)

C Mizar gre 1. februarja čez nebesni poldnevnik dvakrat: ob 4.40 in čez 1/2 zvezdnega dne oz. čez približno 12 ur ob 16.40.

Za prvi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med 4.20 in 5.00.

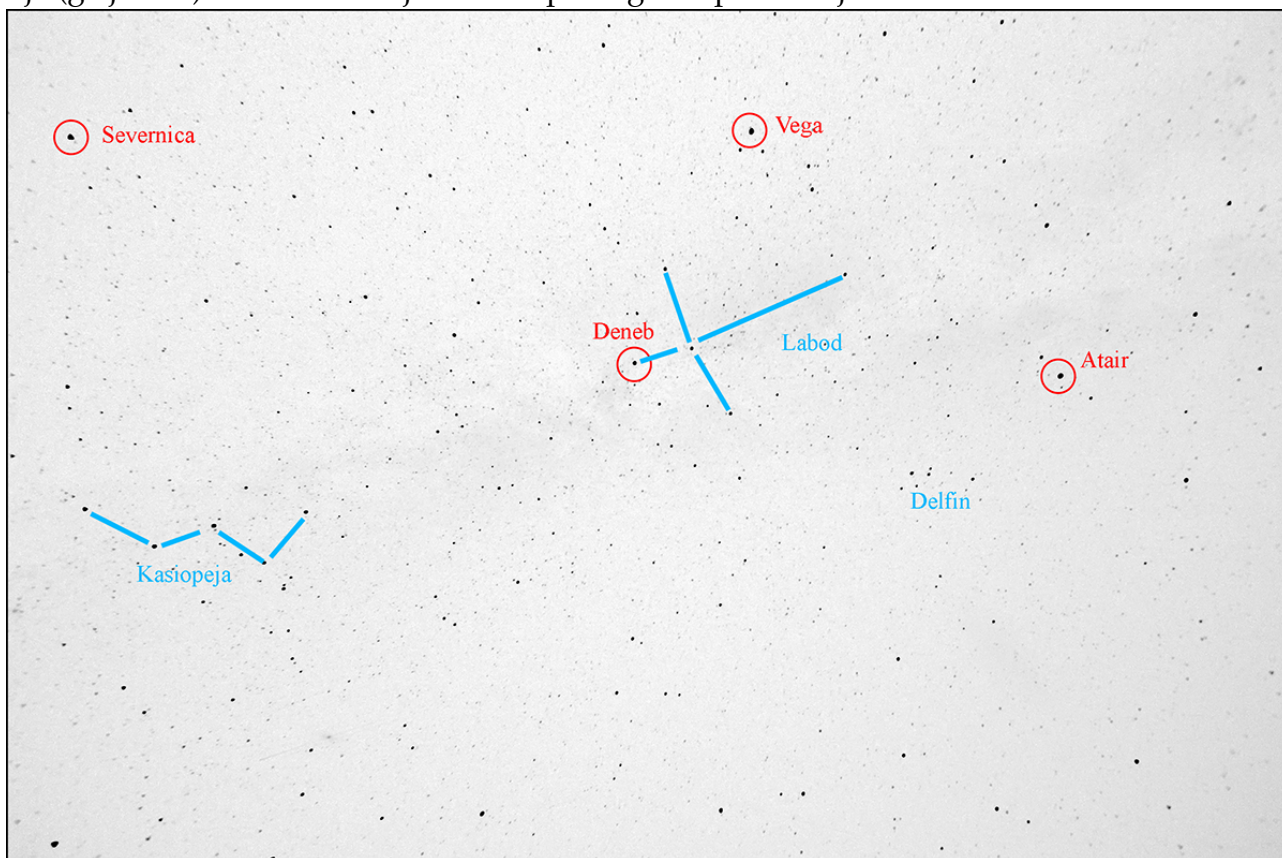
Za drugi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med 16.20 in 17.00.

Vsak pravilno naveden prehod šteje (1 točko). (2 točki)

D Luna je 8. februarja 2016 v ozvezdju Kozorog. (2 točki)

B2.

Na fotografiji nočnega neba lahko za lažjo orientacijo razpoznamo in označimo nekatera ozvezdja (glej sliko). Nato si z vrtljivo karto pomagamo pri iskanju naštetih zvezd.



Vsaka pravilno označena zvezda šteje 2 točki, skupaj največ 8 točk.

B3.

Zorni kot Lune na našem nebu $\varphi_L = 0,5^\circ = 30'$.

Polmer Lune označimo z R_L .

Polmer Zemlje $R_Z = 3,7 \cdot R_L$.

Iščemo zorni kot Zemlje z Lune φ_Z

Pri reševanju si pomagamo s skico (velikosti Lune in Zemlje niso v pravem razmerju z njuno oddaljenostjo), na kateri lahko primerjemo zorne kote Lune in Zemlje. Koti na skici so zaradi preglednosti pretirano veliki.

Zamislimo si opazovalca, ki bi Luno in Zemljo opazoval z razdalje, ki je enaka njuni medsebojni razdalji. Ker so koti majhni lahko opazimo, da je zorni kot sorazmeren s premerom Lune oz. Zemlje. Sklepamo, da je zorni kot Zemlje z Luninega površja večji za enako velikost, kot je večji premer Zemlje v primerjavi z Luninim premerom. Sledi:

$$\varphi_Z = 3,7 \cdot \varphi_L = 3,7 \cdot 30' = 111'$$

Zorni kot Zemlje na Luninem nebu je 111'.

Pravilni rezultat šteje 4 točke.

Če je

B4.

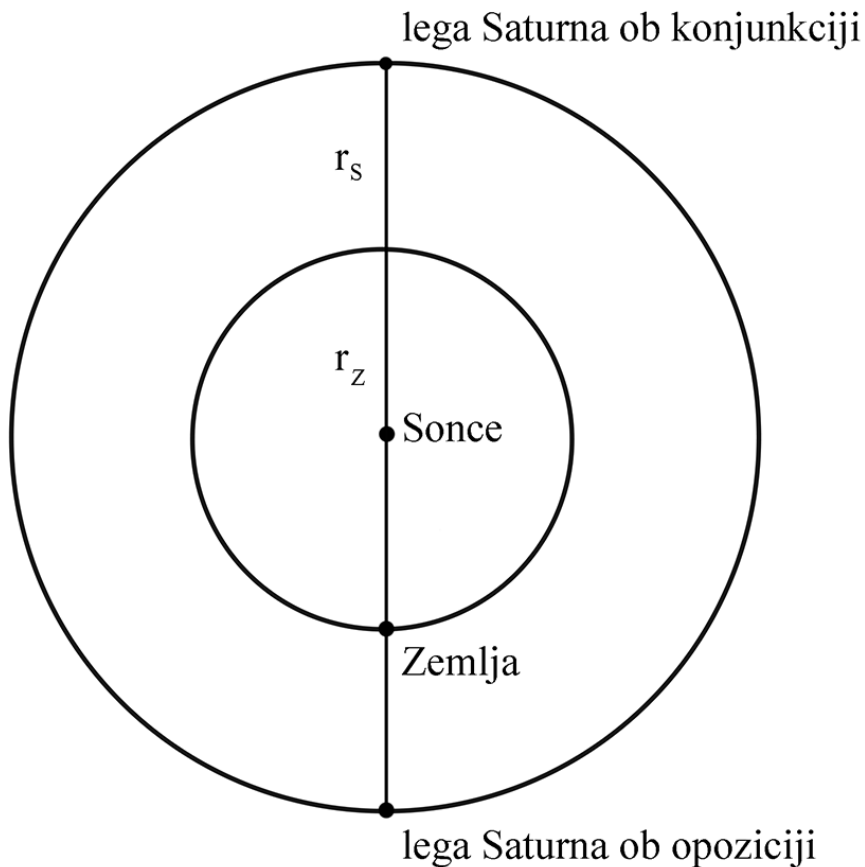
Oddaljenost Zemlje od Sonca $r_Z = 1 \text{ a.e.} = 150\,000\,000 \text{ km}$.

Oddaljenost Saturna od Sonca $r_S = 9,5 \text{ a.e.} = 1\,425\,000\,000 \text{ km}$.

Hitrost svetlobe $c = 300\,000 \text{ km/s}$.

a)

Skiciramo lege Sonca, Zemlje in Saturna ob opoziciji.



Iz skice razberemo, da je razdalja med Saturnom in Zemljo ob opoziciji

$$r_O = r_S - r_Z = 1\,425\,000\,000 \text{ km} - 150\,000\,000 \text{ km} = 1\,275\,000\,000 \text{ km}.$$

To je tudi pot, ki jo svetloba prepotuje od Saturna do Zemlje. Svetloba za to pot potrebuje čas

$$t_O = r_O/c = 1\,275\,000\,000 \text{ km}/300\,000 \text{ km/s} = 4250 \text{ s} = 70 \text{ min } 50 \text{ s}.$$

Ob opoziciji svetloba od Saturna do Zemlje potuje 4250 sekund.

Pravilni rezultat šteje 5 točk.

b)

Skiciramo lege Sonca, Zemlje in Saturna ob konjunkciji. Iz skice razberemo, da je razdalja med Saturnom in Zemljo ob konjunkciji

$$r_K = r_S + r_Z = 1\,425\,000\,000 \text{ km} + 150\,000\,000 \text{ km} = 1\,575\,000\,000 \text{ km}.$$

To je tudi pot, ki jo svetloba prepotuje od Saturna do Zemlje. Svetloba za to pot potrebuje čas

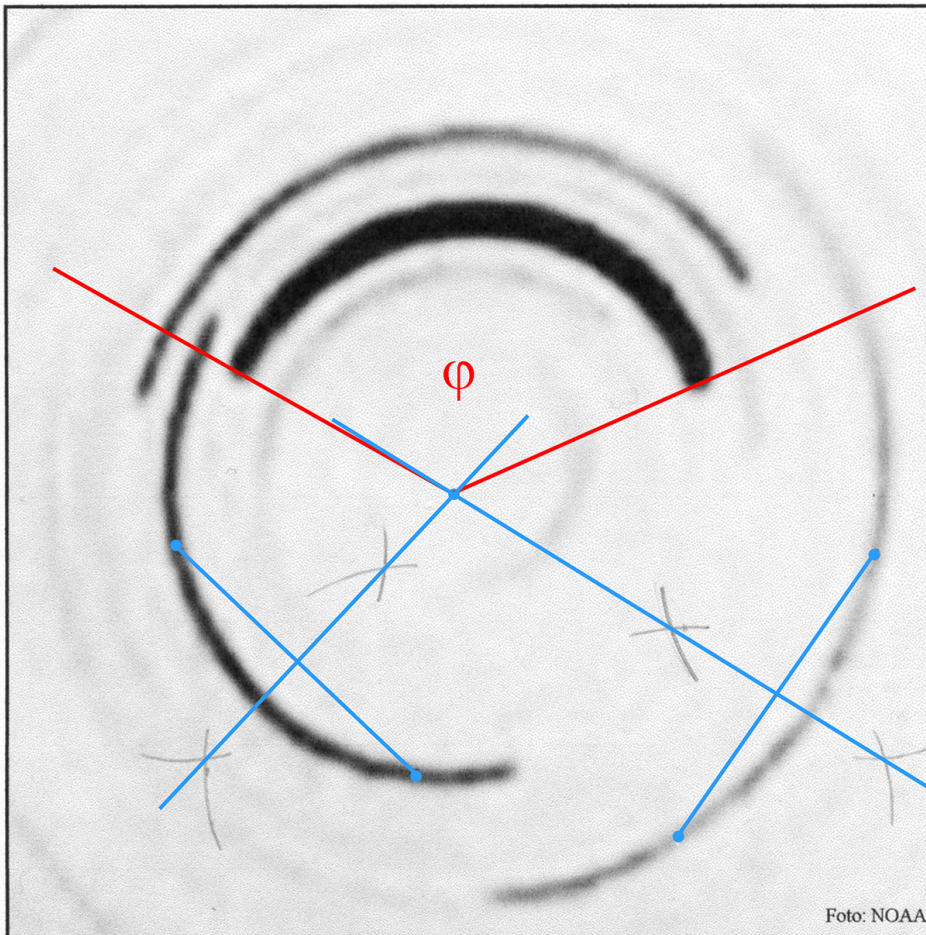
$$t_K = r_K/c = 1\,575\,000\,000 \text{ km}/300\,000 \text{ km/s} = 5250 \text{ s} = 87 \text{ min } 30 \text{ s}.$$

Ob konjunkciji svetloba od Saturna do Zemlje potuje 5250 sekund.

Pravilni rezultat šteje 5 točk.
Če je tekmovalec

B5.

Zvezde so na fotografiji zarisale koncentrične krožne loke. Njihovo središče, ki je hkrati severni nebesni pol, najdemo tako, da narišemo dve poljubni tetivi in njuni simetrali na istem ali različnih krožnih lokih (modre črte). Presečišče simetral je središče lokov.



a) Vemo, da je dolžina stranic fotografije (izražena v kotnih stopinjah) $2,5^\circ = 2,5 \cdot 60' = 150'$.

Na sliki izmerimo stranico slike $a = 102 \text{ mm}$.

Sledi, da je na sliki $x = 150' / 102 \text{ mm} = 1,47' / \text{mm}$.

Izmerimo polmer krožnega loka, ki ga je zarisala Severnica in dobimo

$r = 28 \text{ mm}$.

Sledi, da je oddaljenost Severnice od severnega nebesnega pola

$\delta' = r \cdot x = 28 \text{ mm} \cdot 1,47' / \text{mm} = 41'$.

Kotna oddaljenost Severnice od severnega nebesnega pola je $41'$.

V tej tekmovalni skupini ne zahtevamo računanja z napakami.

Kot pravilni veljajo rezultati v intervalu $41' \pm 5'$ in štejejo 5 točk. Če je rezultat izven $41' \pm 5'$ v okviru med $30' - 50'$, izgubi 1 točko.

b)

Za določitev časa t osvetlitve fotografije, moramo izmeriti, kolikšen kot φ je opisala Severnica (na lsiki označeno z rdečo) ali katera druga zvezda na fotografiji, saj vemo, da bi zvezde v pri-

bližno 24 urah opisale 360° . φ izmerimo z geotrikotnikom in dobimo:

$$\varphi = 130^\circ.$$

Sledi:

$$t = 130^\circ / (360^\circ / \text{dan}) = 0,36 \text{ dneva} = 8 \text{ ur in } 40 \text{ minut.}$$

Čas osvetlive fotografije je 8 ur in 40 minut.

Kot pravilni veljajo rezultati v intervalu ± 20 minut.

Če je tekmovalec rezultat izrazil brez ocene napake, potem štejemo 5 točk. Če je rezultat izven 8 ur 40 minut v okviru med 7 ur 30 minut in 10 ur, izgubi 1 točko.

Če je tekmovalec predpostavil, da je pol v centru slike in so številke pravilne, dobi 3 točke pri a) in 3 točke pri b). Če pa so številke napačne, dobi 0 točk.

Če je samo pol pravilno določen, dobi 2 točki.

REŠITVE NALOG IN TOČKOVNIK

SKLOP A

V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama; če ni obkrožen noben odgovor je naloga ovrednotena z 0 točkami; če je obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, je naloga ovrednotena z -1 točko.

V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

naloga	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
odgovor	B	A	C	D	B	A	C	A	B	C

A1. (B) Zodiakalna ozvezdja so ozvezdja na ekliptiki.

A2. (A) Na južnem polu ni mogoče videti ozvezdja Dvojčkov, ker je to ozvezdje na severno od nebesnega ekvatorja.

A3. (C) Zadnji Zemljin krajec. Če je z Zemlje viden prvi Lunin krajec, potem mu bo sledil ščip. Ob ščipu pa Zemlja proti Luni obrača neosvetljeno stran in bi opazovalec na Luni videl Zemljin mlaj. Sklepamo, da je pred tem opazovalec na Luni videl Zemljin zadnji krajec.

A4. (D) Uran. Opozicija kakega planeta nastopi, ko je Zemlja med planetom in Soncem. Ker je Uran od vseh naštetih planetov najdlje, se najpočasneje giblje okoli Sonca, zato si opozicije sledijo na nekaj več kot eno leto. Zemlji bližji planeti se okoli Sonca gibljejo hitreje, zato mora Zemlja narediti daljšo pot med zaporednima opozicijama in je čas med zaporednima opozicijama daljši.

A5. (B) Pluton se nahaja v Kuiperjevem pasu.

A6. (A) Na sliki je razsuta zvezdna kopica Plejade.

A7. (C) Plima nastopi približno 6 ur in 13 minut po oseki. Perioda plimovanja namreč ni 12 ur, temveč je približno 25 minut daljša, ker se Luna giblje okoli Zemlje.

A8. (A) Andromedina galaksija je spiralna galaksija.

A9. (B) Nevtronska zvezda.

A10. (C) Povečava je 4-krat večja. Povečava teleskopa je definirana kot razmerje med goriščno razdaljo objektiva in okularja. Če pri istem objektivu zamenjamo prvi okular z okularjem s 4-krat daljšo goriščno razdaljo, potem je povečava teleskopa 4-krat manjša.

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. Mentorji lahko točke podelijo po svoji presoji. Predvsem naj iščejo izkazano znanje tekmovalca. Pri nalogah z vrtljivo karto (B1) lahko kot pravilne ocenite rezultate, ki nekoliko bolj odstopajo od "prave" vrednosti. Oceniti pa morate, če je odstopanje posledica napačne karte in ne napačnega odčitavanja tekmovalca. Vrtljive karte se lahko med seboj nekoliko razlikujejo, po izkušnjah tekmovalne komisije nikakor ne več kot za 20 minut pri odčitavanju vzhodov in zahodov najsvetlejših zvezd.

B1.

A Zvezda Regul 9. januarja zaide ob 9h40min \pm 20min. (2 točki)

B Sonce 1. marca vzide 35min \pm 10min prej kot 11. februarja. (2 točki)

C Mizar gre 1. februarja čez nebesni poldnevnik dvakrat: ob 4.40 in čez 1/2 zvezdnega dne oz. čez približno 12 ur ob 16.40.

Za prvi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med 4.20 in 5.00.

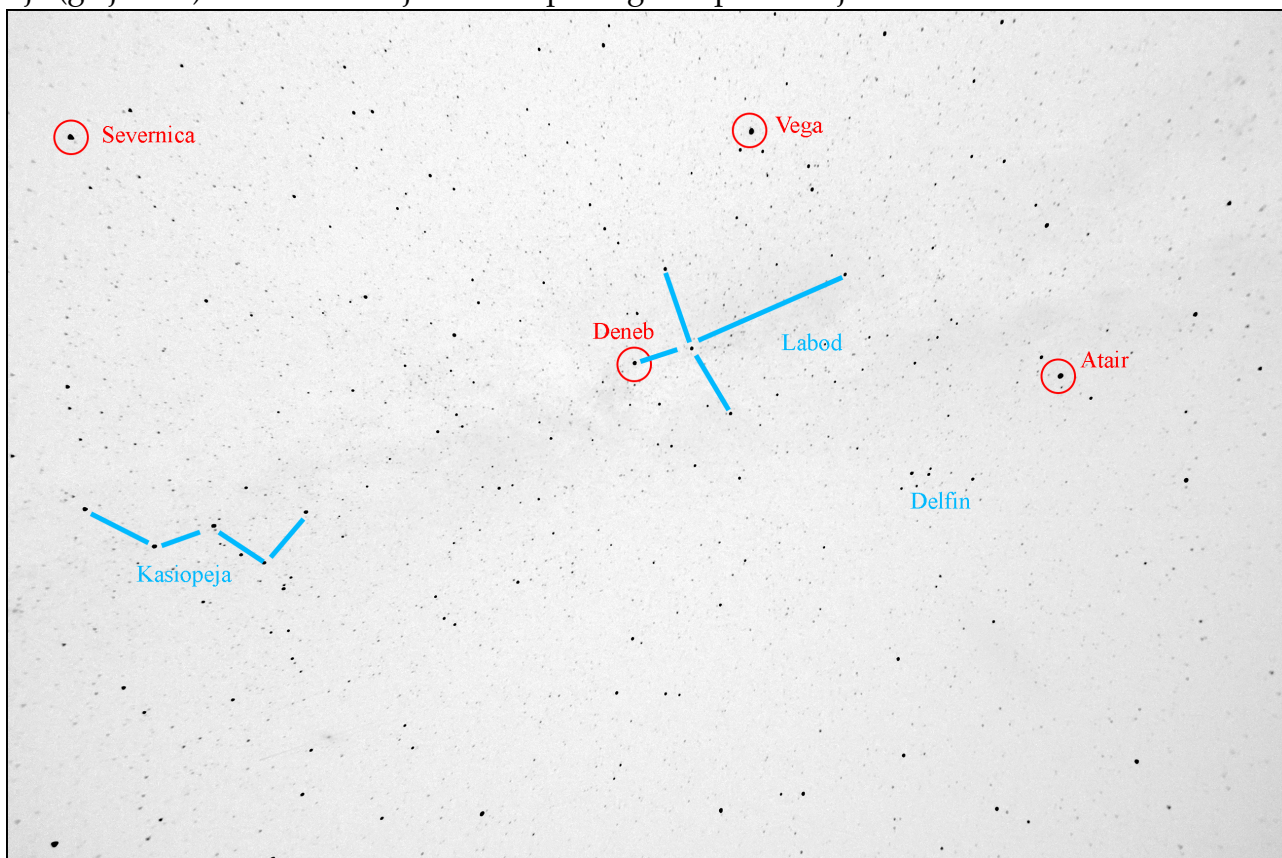
Za drugi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med 16.20 in 17.00.

Vsak pravilno naveden prehod šteje (1 točko). (2 točki)

D Luna je 8. februarja 2016 v ozvezdju Kozorog. (2 točki)

B2.

Na fotografiji nočnega neba lahko za lažjo orientacijo razpoznamo in označimo nekatera ozvezdja (glej sliko). Nato si z vrtljivo karto pomagamo pri iskanju naštetih zvezd.



Vsaka pravilno označena zvezda šteje 2 točki, skupaj največ 8 točk.

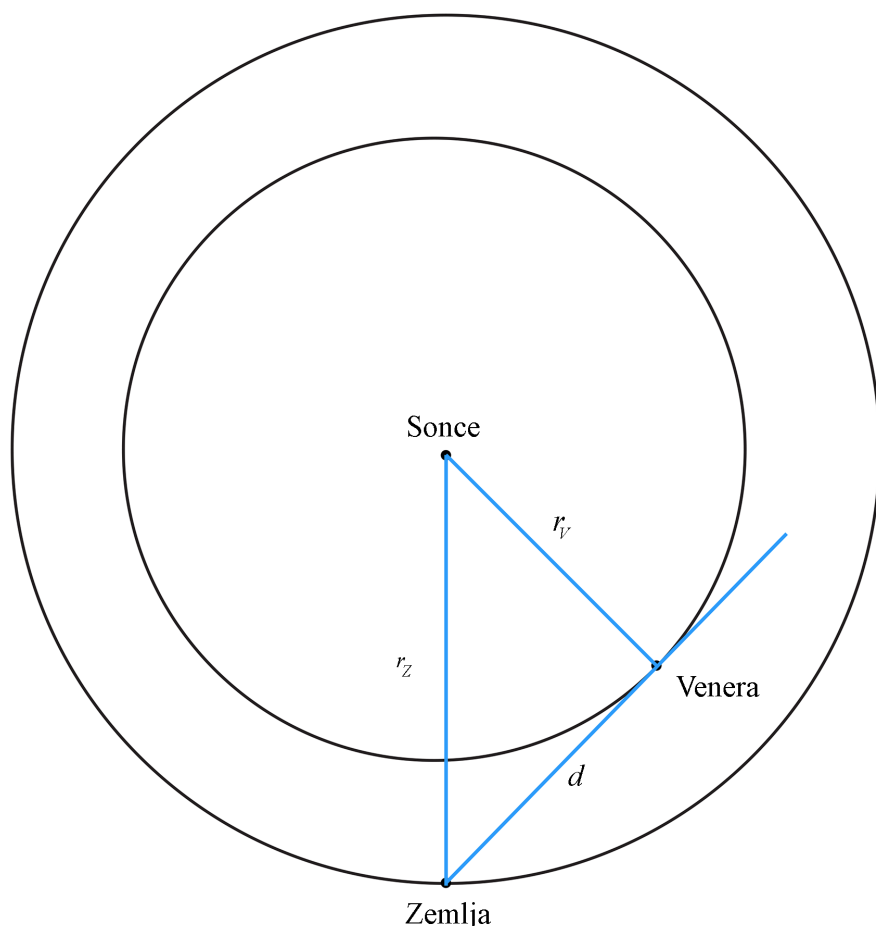
B3.

Oddaljenost Zemlje od Sonca $r_Z = 152\,000\,000$ km.

Oddaljenost Venere od Sonca $r_V = 107\,500\,000$ km.

Hitrost radarskega signala $c = 300\,000$ km/s.

Pri reševanju si pomagamo s skico. Narišemo Sonce in dve koncentrični krožnici s polmeroma, ki sta sorazmerna z r_Z in r_V in predstavljata orbite Zemlje in Venere okoli Sonca. Za načrtovanje tangente na krožnico iz zunanje točke glej npr.: Emilija Krempuš, Osnovne planimetrijske konstrukcije, str. 35, http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Ucbeniki/OPK_krempus.pdf.



Venera je v največji elongaciji, ko je z Zemlje kot α med njo in Soncem največji. To lego preslikamo na orbite obeh planetov. Največji kot med Venero in Soncem α dobimo tako, da iz Zemlje potegnemo tangento na orbito Venere.

Iz slike lahko ugotovimo, da je kot $\beta = 90^\circ$.

a) Sonce, Zemlja in Venera so v tej legi (slučajno) oglišča pravokotnega trikotnika. Razdaljo d med Zemljo in Venero ob največji elongaciji lahko izračunamo s Pitagorovim izrekom:

$$r_Z^2 = r_V^2 + d^2,$$

iz katerega izrazimo d .

$$d = \sqrt{(r_Z^2 - r_V^2)} = \sqrt{(152000000^2 - 107500000^2)} \approx 107\,500\,000 \text{ km.}$$

Odaljenost med Zemljo in Venero, ko je ta v največji elongaciji, je 107,5 milijonov kilometrov.

Nalogo lahko rešimo tudi brez Pitagorovega izreka. Iz slike lahko ugotovimo, da Sonce, Zemlja in Venera tvorijo oglišča enakokrakega pravokotnega trikotnika. To pomeni, da je oddaljenost

Zemlje od Venere, ko je ta v največji elongaciji enaka oddaljenosti Venere od Sonca, torej 107,5 milijonov kilometrov.

Pravilni rezultat šteje 8 točk.

Če je rezultat določen grafično (natančno na ± 5 milijonov km), tekmovalec dobi 7 točk. Če tekmovalec nariše pravilno skico, ampak brez računa in rezultata, dobi 1 točko.

b) Radarski signal dvakrat prepotuje oddaljenost med Zemljo in Venero. Za našo natančnost lahko namreč zanemarimo, da se Zemlja in Venera gibljeta. Čas potovanja signala t je potemtakem:

$$t = 2d/c = 2 \cdot 107\,500\,000 \text{ km} / 300\,000 \text{ km/s} = 717 \text{ s} \approx 12 \text{ minut.}$$

Radarski signal potuje 717 sekund.

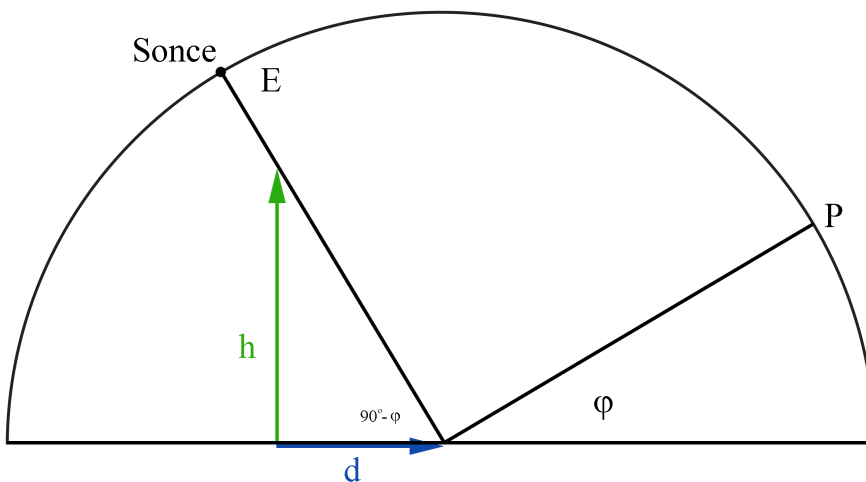
Pravilni rezultat šteje 2 točki. Če tekmovalec uporabi pravilen postopek, a z napačno oddaljenostjo Venere - Zemlja, dobi 1 točko. Če tekmovalec rezultat ne pomnoži z 2, se mu odbije 1 točka.

B4.

Zemljepisna širina $\varphi = 30^\circ$.

Dolžina sence $d = 5 \text{ m}$.

Na dan enakonočja je Sonce na nebesnem ekvatorju. Narišemo skico neba s severnim nebesnim polom P , nebesnim ekvatorjem E , lego Sonca opoldan, smreko višine h in senco, ki jo takrat meče.



Smreka, senca in smer proti Soncu tvorijo pravokotni trikotnik. Višina nebesnega pola nad obzorjem je enaka zemljepisni širini kraja. Kot med nebesnim polom in ekvatorjem je 90° .

Kot med vrhom smreke in vrhom sence je potemtakem $180^\circ - 90^\circ - \varphi = 90^\circ - \varphi = 60^\circ$.

a)

Pravokotni trikotnik s smreko in senco ima torej kota 60° in 30° . Za tak trikotnik vemo, da je razmerje katet $1:\sqrt{3}$. Za višino smreke sledi:

$$h = \sqrt{3} \cdot 5 \text{ m} = 8,66 \text{ m.}$$

Višina smreke je 8,66 m.

Pravilni rezultat šteje 5 točk. Če je tekmovalec izmeril višino iz skice (z ravnilom) namesto da bi jo izračunal, dobi 2 točki. Če izmeri dovolj natančno da je rezultat pravilen na 10cm

natančno (8,60 ali 8,70 ali 8,80 m), dobi še 1 točko.

b)

Za opazovalca na južni zemljepisni širini 30° je opoldan slika enaka kot na severni polobli na $\varphi = 30^\circ$, le da je severni nebesni pol zamenjan z južnim, zato ponovni račun ni potreben, saj je dolžina sence enako visokega drevesa enaka, torej 5 metrov.

Dolžina sence enako visokega drevesa je 5 metrov.

Pravilni rezultat šteje 1 točko.

Če je tekmovalec

B5.

Če hočemo izračunati čas okultacije zvezde t , moramo ugotoviti, koliko časa potrebuje Luna, da se med zvezdami premakne za cel navidezni premer, torej za $\varphi = 0,55^\circ$.

Luna se med zvezdami premakne za 360° v času $t_L = 27,32$ dneva.

Najprej izračunamo, koliko se Luna premakne v eni minuti, kar bo za našo natančnost dovolj.

Sledi, da se v eni minuti premakne za $\alpha = 360^\circ / (27,32 \cdot 24 \cdot 60 \text{ min}) = 0,00915^\circ / \text{min}$.

Sedaj lahko izračunamo čas okultacije, torej v kolikšnem času se Luna premakne za svoj navidezni premer na nebu:

$$t = \varphi / \alpha = 0,55^\circ / 0,00915^\circ / \text{min} = 60 \text{ min } 6 \text{ s.}$$

Okultacija traja približno 60 minut oz. 1 uro.

Pravilni rezultat šteje 8 točk.

Če je tekmovalec

REŠITVE NALOG IN TOČKOVNIK

SKLOP A

V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama; če ni obkrožen noben odgovor je naloga ovrednotena z 0 točkami; če je obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, je naloga ovrednotena z -1 točko.

V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

naloga	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
odgovor	B	A	D	A	B	C	D	A	D	C

A1. (B) Ko pride Sonce iz južnega neba (negativna deklinacija) na ekvator, je spomladansko enakonočje, zato se takrat v naših krajih začne pomlad.

A2. (A) Na južnem polu ni mogoče videti ozvezdja Dvojčkov, ker je to ozvezdje na severno od nebesnega ekvatorja.

A3. (D) Prvi Zemljin krajec. Če je z Zemlje viden zadnji Lunin krajec, potem mu bo sledil mlaj. Ob mlaju pa je Luna med Zemljo in Soncem, zato bi opazovalec na Luni videl polno osvetljeno ploskvico Zemlje - Zemljin ščip. Sklepamo, da je pred tem opazovalec na Luni videl Zemljin prvi krajec.

A4. (A) Uran. Opozicija kakega planeta nastopi, ko je Zemlja med planetom in Soncem. Ker je Neptun od vseh naštetih planetov najdlje, se najpočasneje giblje okoli Sonca, zato si opozicije sledijo na nekaj več kot eno leto. Zemlji bližji planeti se okoli Sonca gibljejo hitreje, zato mora Zemlja narediti daljšo pot med zaporednima opozicijama in je čas med zaporednima opozicijama daljši.

A5. (B) Pluton se nahaja v Kuiperjevem pasu.

A6. (C) Na sliki je planetarna meglica.

A7. (C) Pojavu pravimo precesija.

A8. (A) Andromedina galaksija je spiralna galaksija.

A9. (D) Kefeide so spremenljivke, ki se periodično širijo in krčijo.

A10. (C) Tiri planetov se ne bi spremenili, saj je gravitacijska sila, s katero Sonce deluje na planete odvisna le od mase Sonca in planetov ter medsebojnih razdalj, ne pa od velikosti Sonca.

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. Mentorji lahko točke podelijo po svoji presoji. Predvsem naj iščejo izkazano znanje tekmovalca. Pri nalogah z vrtljivo karto (B1) lahko kot pravilne ocenite rezultate, ki nekoliko bolj odstopajo od "prave" vrednosti. Oceniti pa morate, če je odstopanje posledica napačne karte in ne napačnega odčitavanja tekmovalca. Vrtljive karte se lahko med seboj nekoliko razlikujejo, po izkušnjah tekmovalne komisije nikakor ne več kot za 20 minut pri odčitavanju vzhodov in zahodov najsvetlejših zvezd.

B1.

A Zvezda Regul 9. januarja zaide ob 9h40min \pm 20min. (2 točki)

B Sonce 1. marca vzide 35min \pm 10min prej kot 11. februarja. (2 točki)

C Mizar gre 1. februarja čez nebesni poldnevnik dvakrat: ob 4.40 in čez 1/2 zvezdnega dne oz. čez približno 12 ur ob 16.40.

Za prvi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med 4.20 in 5.00.

Za drugi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med 16.20 in 17.00.

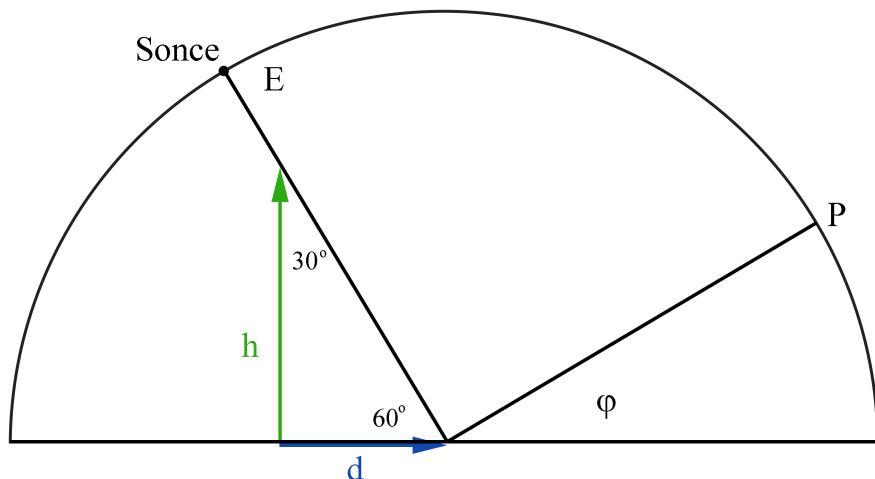
Vsak pravilno naveden prehod šteje (1 točko). (2 točki)

D Luna je 8. februarja 2016 v ozvezdju Kozorog. (2 točki)

B2.

Višina smreke $h = 10$ m.

Na dan enakonočja je Sonce na nebesnem ekvatorju. Narišemo skico neba s severnim nebesnim polom P , nebesnim ekvatorjem E , lego Sonca opoldan, smreko višine h in senco, ki jo takrat meče.



Višina nebesnega pola nad obzorjem je enaka zemljepisni širini kraja. Kot med nebesnim polom in ekvatorjem je 90° .

Smreka in njena senca sta kateti pravokotnega trikotnika, ki sta v razmerju $1:\sqrt{3}$. Iz tega razmerja lahko neposredno sklepamo, da ima ta pravokotnik kota 60° in 30° . Ker je smreka višja od dolžine svoje sence, je kot 60° pri vrhu sence. Velja tudi (glej sliko):

$$180^\circ = 60^\circ + 90^\circ + \varphi.$$

Od tu izrazimo iskano zemljepisno širino kraja:

$$\varphi = 180^\circ - 60^\circ - 90^\circ = 30^\circ.$$

Naloga ima dve rešitvi, saj bi lahko smreka stala tudi na južni polobli, kjer bi prišli do enake rešitve, zato je lahko zemljepisna širina kraja 30° severno ali 30° južno.

Pravilni rezultat šteje 8 točk.

Če tekmovalec do rešitve pride grafično, dobi 3 točke. Če nariše pravilno skico, a ne pride do rešitve, dobi 2 točki. Če ima pravilen postopek in pravilen končen rezultat, ampak narobe izračunano dolžino sence, se mu odbije 1 točka (dobi 7 točk). Če ima pravilno skico, pravilno izračunano višino smreke, ampak napačen končen rezultat, dobi 4 točke. Če ima napačno skico vendar pravilen postopek in rešitev, dobi 7 točk. Če je celoten postopek pravilen, le končen rezultat narobe, dobi 7 točk.

B3.

Merkurjevo leto $t_l = 88$ dni.

Merkurjev zvezdni dan (vrtilna doba planeta) $t_d = 59$ dni.

Iz podatkov za Merkurjevo leto in zvezdni dan je razvidno, da sta dva v razmerju: $t_l:t_d = 3:2$. (2 točki)

Iščemo časovni interval t , po katerem bo planet ponovno v periheliju in bo hkrati proti Soncu obrnjen v isti smeri. Merkur se v periheliju vrača ob vsakem obhodu okoli Sonca, torej v času t_l , vendar bo šele po 2 obhodih Soncu kazal isto lice. V tem času se bo namreč zasukal natanko

3-krat: (4 točke)

$t = 2 \cdot 88 \text{ dni} = 176 \text{ dni}$. (2 točki)

V času 176 dni se ponovi, da je Merkur v periheliju, v določenem kraterju pa je Sonce ponovno v zenitu.

Pravilni rezultat šteje 8 točk.

Možni sta 2 rešitvi: če tekmovalec zaokroži, da je razmerje med t_l in t_d enak 1,5, potem velja zgornja rešitev. Če pa postopa matematično, je najmanjši skupni večkratnik $t_l \times t_d$ (saj je t_d praštevililo), kar pride 5192 dni - če izračuna tako dobi prav tako vse točke. Če dela po principu $T = 1/(1/59 - 1/88)$ (sinodska/siderska perioda), dobi narobe ker pozabili prišteti še +1 obhod zaradi rotacije, zaradi česar dobi le 4 točke. Če vzame da ima elipsa 2 perihelija, dobi 0 točk.

B4.

Goriščna razdalja objektiv $f_{ob} = 40 \text{ cm}$.

Goriščna razdalja okularja $f_{ok} = 2 \text{ cm}$.

Povečava daljnogleda P je definirana kot:

$$P = f_{ob} / f_{ok}$$

Če daljnogled obrnemo, postane okular objektiv, objektiv pa okular in slika je videti pomanjšana za:

$$P = f_{ok} / f_{ob} = 2 \text{ cm} / 40 \text{ cm} = 1/20$$

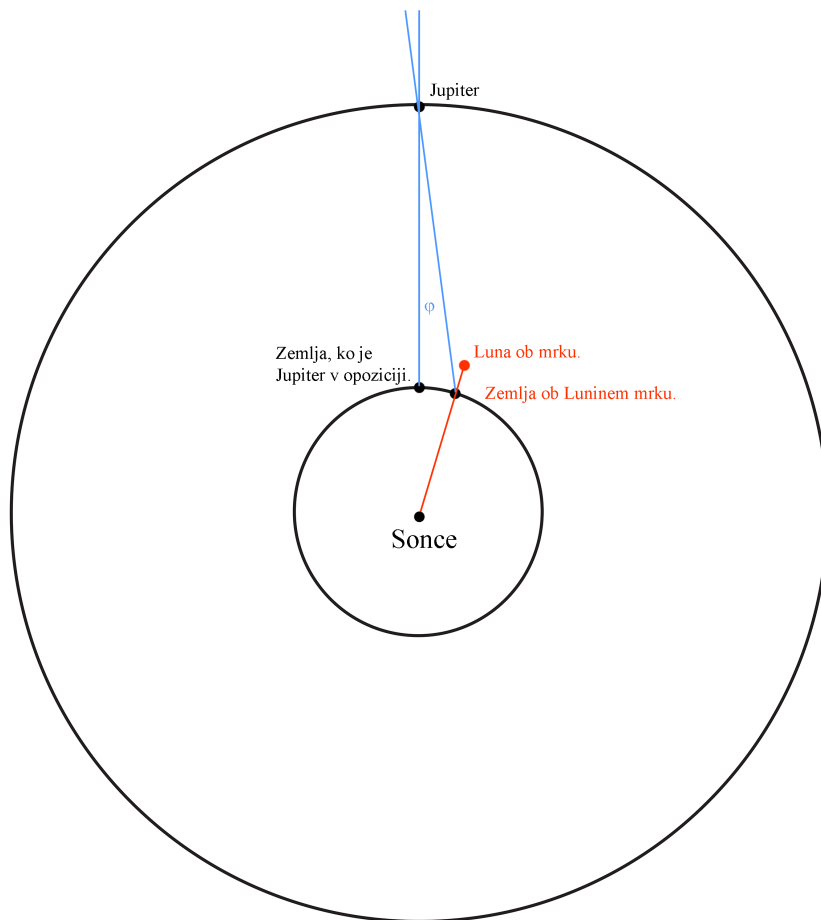
Slika v narobe obrnjenem daljnogledu je videti pomanjšana za 20-krat.

Pravilni rezultat šteje 6 točk.

Če je tekmovalec odgovoril, da se 20x poveča, dobi 3 točke. Če je ugotovil, da se slika pomanjša, dobi 1 točko.

B5.

Ko je Popolni Lunin mrk, je Luna na nebu v opoziciji s Soncem. Jupiter bo torej v opoziciji s Soncem, ko se bo navidezno premaknil tja, kjer je ob mrku središče Lunine ploskvice. Ker je Jupiter relativno daleč od Zemlje in se okoli Sonca giblje mnogo počasneje kot Zemlja, je njegov navidezni premik v opozicijo predvsem posledica gibanja Zemlje.



Iz slike je razvidno, da se mora Zemlja na poti okoli Sonca premakniti za kot φ , da bo Jupiter po Luninem mrku v opoziciji s Soncem. Zapišimo kotno hitrost Zemlje okoli Sonca:

$$\omega = 360^\circ / 1 \text{ leto} = 360^\circ / (365,25 \cdot 24 \text{ h}) = 0,04^\circ / \text{h}.$$

Ker želimo določiti, koliko časa po Luninem mrku bo Jupiter v opoziciji, moramo na sliki izmeriti kotno razdaljo med središčem Lunine ploskvice in Jupitrom, ki je enaka kotu φ na sliki. Najprej na sliki poiščemo središče Lunine ploskvice, na primer kot presečišče simetral dveh poljubnih tetiv krožnice, ki jo predstavlja rob Lunine ploskvice.

Nato izmerimo razdaljo med Jupitrom in središčem Lunine ploskvice

$$x = 132 \text{ mm}.$$

Ker vemo, da je premer Lunine ploskvice $D = 0,5^\circ$,

na sliki izmerimo njen premer

$$d = 45 \text{ mm}$$

in enote na sliki izrazimo v kotnih stopinjah/mm:

$$z = 0,5^\circ / 45 \text{ mm} = 0,01^\circ / \text{mm}.$$

x izrazimo v stopinjah

$$x = \varphi = x \cdot z = 132 \text{ mm} \cdot 0,01^\circ / \text{mm} = 1,32^\circ.$$

Sedaj lahko izračunamo, v kolikšnem času t se Zemlja premakne za φ :

$$t = \varphi / \omega = 1,32^\circ / 0,04^\circ / \text{h} = 33 \text{ h}.$$

Jupiter bo v opoziciji 33 ur \pm 3 ure po Luninem mrku.

Pravilni rezultat šteje 10 točk.

V tej tekmovalni skupini računanje z napakami ni zahtevano.

Če je tekmovalec napačno izračunal ω (zaradi napačne ideje/ugotovitve), se šteje maksimalno 6 točk. Če tekmovalec izrazi x v stopinjah, dobi 2 točki. Tekmovalec dobi 9 točk za pravilen postopek in rezultat izven intervala. Tekmovalec dobi 5 točk za pravilno izračunano ω .

7. tekmovanje v znanju astronomije Srednje šole

Državno tekmovanje, 9. januar 2016

REŠITVE NALOG IN TOČKOVNIK

SKLOP A

V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama; če ni obkrožen noben odgovor je naloga ovrednotena z 0 točkami; če je obkrožen napačen odgovor ali več odgovorov, je naloga ovrednotena z -1 točko.

V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

naloga	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
odgovor	B	D	A	C	A	D	B	C	A	B

A1. (B) Zaradi precesije Zemljine vrtilne osi se spreminja lega nebesnih polov, saj precesija spreminja smer Zemljine vrtilne osi v prostoru.

A2. (D) Astronomski pojav, zaradi katerega z Zemlje vidimo več kot polovico Luninega površja se imenuje libracija.

A3. (A) Ker je Venera v največji vzhodni elongaciji, je na nebu vzhodno od Sonca. To pomeni, da jo načeloma lahko vidimo le zvečer po zaidu Sonca in ne zjutraj, ko Venera vzide za Soncem.

A4. (C) Težni pospešek g na površju Zemlje izračunamo z gravitacijskim zakonom: $g = Gm_Z/R^2$, kjer je G gravitacijska konstanta, m_Z masa Zemlje, R pa polmer Zemlje. Vidimo, da je g obratno sorazmeren s kvadratom polmera R . če bi bil polmer Zemlje za polovico manjši, bi bil torej g na njenem površju 4-krat večji.

A5. (A) Oddaljenost bližnjih zvezd astronomi klasično merijo z opazovanjem letne paralakse zvezd, ki je posledica gibanja Zemlje okoli Sonca.

A6. (D) Absolutna magnituda je navidezni sij, ki bi ga imelo neko vesoljsko telo, če bi bilo oddaljeno 10 parsekov.

A7. (B) Najvišja temperatura je v Sončevi koroni, ki presega milijon kelvinov.

A8. (C) Rjave pritlikavke imajo nižjo površinsko (efektivno) temperaturo od Sonca, zato po zakonu o sevanju teles sevajo več v infrardečem delu spektra elektromagnetnega valovanja kot Sonce.

A9. (A) Kvazarji so jedra zelo oddaljenih aktivnih galaksij.

A10. (B) Teoretično ločljivost teleskopa ϕ ocenimo s formulo $\phi = \lambda/D$, kjer je λ valovna dolžina svetlobe, D pa premer objektiva teleskopa. če za vidno svetlobo vzamemo vrednost $\lambda = 560$ nm, dobimo, da je ločljivost teleskopa s premerom objektiva $D = 0,12$ m približno 1".

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. Mentorji lahko točke podelijo po svoji presoji. Predvsem naj iščejo izkazano znanje tekmovalca. Pri nalogah z vrtljivo karto (B1) lahko kot pravilne ocenite rezultate, ki nekoliko bolj odstopajo od "prave" vrednosti. Oceniti pa morate, če je odstopanje posledica napačne karte in ne napačnega odčitavanja tekmovalca. Vrtljive karte se lahko med seboj nekoliko razlikujejo, po izkušnjah tekmovalne komisije nikakor ne več kot za 20 minut pri odčitavanju vzhodov in zahodov najsvetlejših zvezd.

B1.

A Luna je 24. januarja 2016 v ščipu in vzide, ko Sonce zaide. To je ob **16.45**.

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **16.25** in **17.05**.

(2 točki)

B Sonce ima 21. februarja deklinacijo -10° in rektascenzijo 22 h 20 min.

Kot pravilni veljajo odgovori za deklinacijo v intervalu med -9° in -11° , za rektascenzijo med **22 h 10 min** in **22 h 30 min**.

(2 točki)

C Najmanjša zenitna oddaljenost zvezde $z_{min} = \varphi - \delta$, kjer je φ zemljepisna širina kraja, δ pa deklinacija zvezde. Karta je narejena za $\varphi = 46^\circ$ in iz nje odčitamo še deklinacijo Arkturja $\delta = +20^\circ$. Iz tega sledi: $z_{min} = 26^\circ$.

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **24°** in **28°**.

(2 točki)

D Mizar gre 1. februarja čez nebesni poldnevnik dvakrat: ob **4.40** in čez 1/2 zvezdnega dne oz. čez približno 12 ur ob **16.40**.

Za prvi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med **4.20** in **5.00**.

Za drugi prehod veljajo kot pravilni odgovori v intervalu med **16.20** in **17.00**.

Vsak pravilno naveden prehod šteje (1 točko).

(2 točki)

B2.

če poznamo le trajanje lunacije (čas med zaporednima mlajema), ki je približno 30 dni, lahko naredimo sledeči razmislek. V času ene lunacije se za opazovalca v danem opazovališču Luna vrne na isto mesto na nebu glede na Sonce. Pri tem se po nebu glede na Sonce premakne za 360° . Sledi, da se Luna glede na Sonce premika z

$$\omega_{LS} = 360^\circ / (30 \cdot 24 \text{ h}) = 0,5^\circ / \text{h}.$$

Zaradi vrtenja Zemlje Sonce po nebu potuje s kotno hitrostjo

$$\omega_S = 360^\circ / 24 \text{ h} = 15^\circ / \text{h}.$$

Luna navidezno potuje od vzhoda proti zahodu, kar pomeni, da pride v približno isto lego na nebu dan za dnem kasneje. To pomeni, da se zaradi vrtenja Zemlje in gibanja okoli Zemlje Luna po nebu giblje počasneje kot Sonce:

$$\omega_L = \omega_S - \omega_{LS}.$$

Zanima nas, v kolikšnem času t se Luna ponovno vrne na isto mesto na nebu. Sledi:

$$\omega_L \cdot t = 360^\circ. \text{ Iz enačbe izrazimo } t: t = 360^\circ / \omega_L = 24,83 \text{ ur} = 24 \text{ ur } 50 \text{ minut}.$$

Ocenili smo, da je Zvezdana ponovno prišla v šolo čez 24 ur in 50 minut oz. približno 50 minut kasneje kot prvi dan.

Pravilni rezultat šteje 6 točk.

Kot pravilni štejejo tudi drugače zaokroženi rezultati, saj gre za relativno grobo oceno giba-

nja Lune.

če je tekmovalec pravilno ugotovil in utemeljil le to, da bo Zvezdana drugi dan prišla kasneje v šolo, štejemo 2 točki. Če ima pravilen rezultat, ampak nepravilen/nenapisan sklep (prej ali kasneje), dobi 5 točk. Če je tekmovalec računal tako, da sta kota zasuka Zemlje in Lune enaka, časa pa različna, dobi 3 točke.

B3.

Oddaljenost Saturna od Sonca $r_S = 10$ a.e.

Oddaljenost Zemlje od Saturna ob opoziciji $r_Z = r_S - 1$ a.e.

Zorni kot Saturna $\varphi = 20''$

Ker poznamo podatke za navidezni sij Saturna ob opoziciji, lahko izrazimo svetlobni tok Saturna j_S na Zemlji. Sonce osvetljuje Saturn z gostoto svetlobnega toka

$$j = L/(4\pi r_S^2), \quad (1)$$

kjer je L izsev Sonca.

S Soncem je osvetljena le polovica Saturna, ki to svetlobo odbija v polovico prostora (privzame-memo, da je albedo 1 oz, da se vsa Sončeva svetloba odbije od Saturna), zato lahko zapišemo gostoto svetlobnega toka j_S , ki pride od Saturna na Zemljo:

$$j_S = j\pi R_S^2/(2\pi r_Z^2), \quad (2)$$

Kjer je R_S polmer Saturna.

V enačbo (2) vstavimo (1) in dobimo:

$$j_S = LR_S^2/(8\pi r_Z^2 r_S^2). \quad (3)$$

Huyghens je predpostavil, da je izsev zvezd enak izsevu Sonca in da je navidezna magnituda oz. svetlobni tok zvezd j_Z na Zemlji enak kot s Saturna:

$$j_Z = j_S \quad (4a)$$

in

$$j_Z = L/(4\pi r^2), \quad (4b)$$

kjer je r iskana oddaljenost zvezd.

Iznačimo (4b) in (3):

$$LR_S^2/(8\pi r_Z^2 r_S^2) = L/(4\pi r^2)$$

in izrazimo

$$r = \sqrt{2}r_S r_Z / R_S. \quad (5)$$

Polmer Saturna r_S izrazimo z izmerjenim polmerom njegovega zornega kota ob opoziciji:

$$\tan(\varphi/2) = R_S/r_Z.$$

Ker je φ majhen, dobimo:

$$R_S = r_Z \varphi/2, \quad (6)$$

kjer je φ v radianih.

S (6) nadomestimo polmer Saturna v (5) in dobimo:

$$r = \sqrt{2}r_S/(\varphi/2) = 2\sqrt{2}r_S/\varphi = 292000 \text{ a.e.}$$

S Huyghensovo oceno smo za oddaljenost bližnjih zvezd dobili 292000 astronomskih enost.

če to vrednost prevedemo v bolj domača svetlobna leta, znaša približno 4,6 svetlobnega leta, kar se zelo dobo ujema z dejanskimi vrednostmi oz. se ujema v velikostnem razredu oddaljenosti zvezd.

Pravilni rezultat šteje 10 točk.

**Kot pravilni štejejo tudi drugače zaokroženi rezultati.
Če je zapisal j_S pravilno, dobi tekmovalec 4 točke.**

B4.

Temperatura prasevanja $T = 2,670$ K.

Razlika temperatur zaradi gibanja Zemlje $\Delta T = 5 \cdot 10^{-3}$ K.

Hitrost svetlobe v vakuumu $c = 300000$ km/s.

Navidezno zmanjšanje oz. povečanje temperature prasevanja je posledica Dopplerjevega učinka zaradi gibanja Zemlje glede na prasevanje, zato lahko zapišemo:

$$\Delta\lambda/\lambda = v/c. \quad (1)$$

Ker vemo, da ima prasevanje spekter črnega telesa s temperaturo T , lahko zapišemo Wienov zakon za mirujočega opazovalca, ki izmeri λ_{max} , in opazovalca v gibanju, ki izmeri λ_{premik} :

$$\lambda_{max} = C_W/T, \quad (2a)$$

$$\lambda_{premik} = C_W/(T - \Delta T) \quad (2b)$$

in izrazimo λ s temperaturo:

$$\Delta\lambda = \lambda_{premik} - \lambda_{max} = C_W/(T - \Delta T) - C_W/T. \quad (3)$$

Iz enačb (2) in (3) dobimo:

$$\Delta\lambda/\lambda = T/(T - \Delta T) - 1.$$

To razmerje nesemo v (1) in za hitrost gibanja Zemlje dobimo:

$$v = c(T/(T - \Delta T) - 1) = 563 \text{ km/s.}$$

Zemlja se glede na prasevanje giblje s hitrostjo 563 km/s.

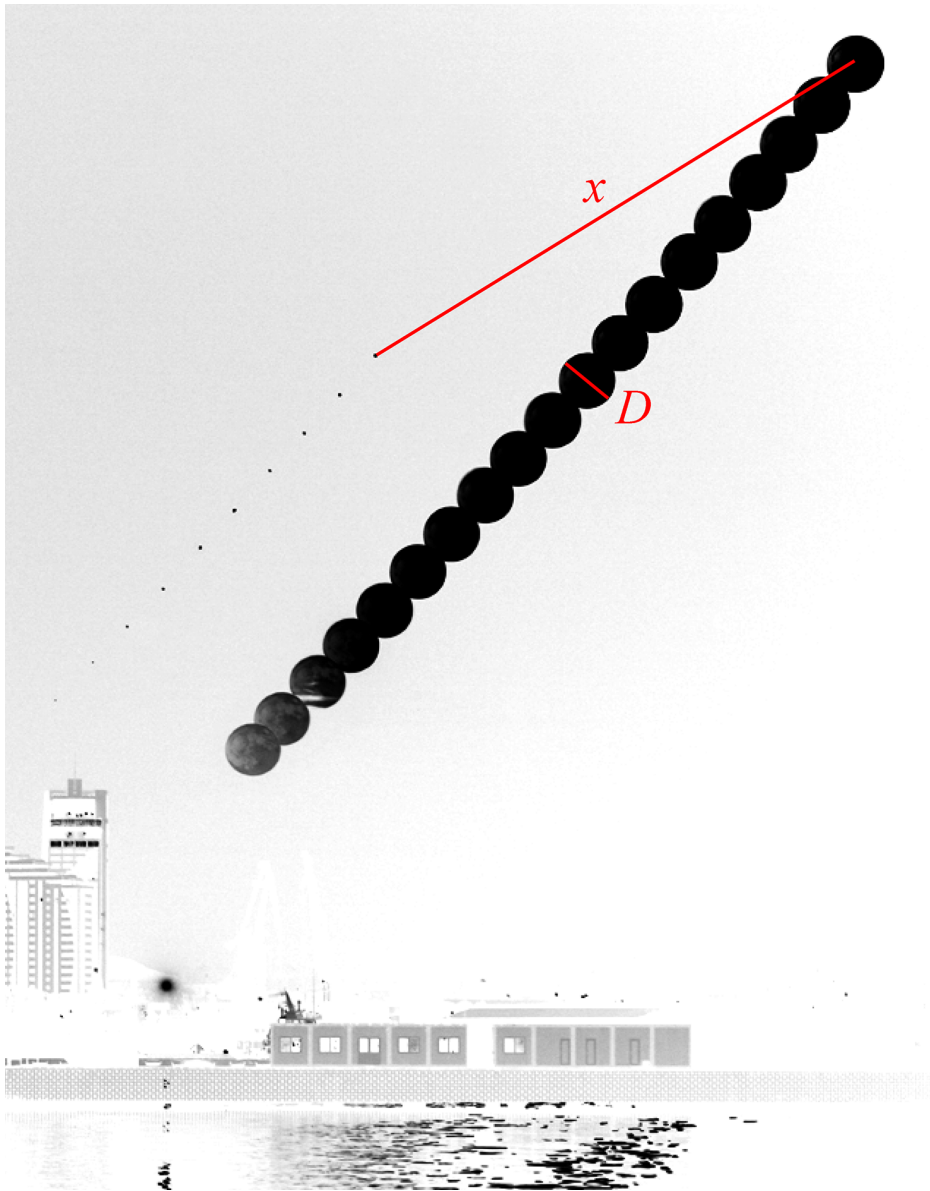
Pravilni rezultat šteje 8 točk.

če je tekmovalec

B5.

Ker je na fotografiji posnet popolni Lunin mrk, to pomeni, da je Zemlja natanko med Soncem in Luno oz. je luna v "opoziciji". Da bi bil tudi Jupiter v opoziciji, se mora med zvezdami premakniti tja, kjer je v trenutku mrka Luna. Ker gre za oceno, čez koliko časa se bo to zgodilo, lahko privzamemo, da sta Jupiter in Luna na ekliptiki. Ker je Jupiter relativno blizu opozicije in nedaleč stran od Lune, lahko tudi poenostavimo in se reševanja naloge lotimo brez sferne trigonometrije. Poleg tega lahko zanemarimo "lastno" gibanje Jupitra med zvezdami, ki je majhno v primerjavi z gibanjem Zemlje okoli Sonca, glavni dejavnik, ki bo Jupiter navidezno "premaknilo" na mesto, kjer je na dan mrka Luna.

Najprej moramo na fotografiji ugotoviti kotno oddaljeost med središčem Lune (točka, ki je na nebu nasproti Soncu) in trenutno lego Jupitra. Iz slike lahko razberemo, da je Jupiter vzšel kasneje kot Luna. Pravo kotno razdaljo med objektoma lahko razberemo iz leg zadnje osvetlitve na posnetku (glej sliko).



Najprej izmerimo premer Lune D , za katero vemo, da je njen zorni kot $0,5^\circ$:
 $D = 8 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm} = 8 \cdot (1 \pm 0,06) \text{ mm}$.

Nato izmerimo razdaljo x med središčem Lunine ploskvice in Jupitrom:
 $x = 75 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm} = 75 \cdot (1 \pm 0,01) \text{ mm}$.

Razdaljo x spremenimo v kotno razdaljo:
 $\beta = 0,5^\circ \cdot D/x = 4,7^\circ (1 \pm 0,07)$.

V naši poenostavljeni sliki smo ugotovili, da bo gibanje Zemlje okoli Sonca pripeljalo Jupiter v opozicijo. Zemlja v enem letu naredi 360° , torej se v enem dnevu premakne za:
 $\omega = 360^\circ / 365,25 \text{ dni} = 1^\circ / \text{dan} (1 \pm 0,02)$.

Jupiter bo kot β do opozicije navidezno prepotoval v času
 $t = \beta / \omega = 4,7 \cdot (1 \pm 0,09) \text{ dneva}$.

Jupiter bo v opoziciji čez 4,7 dneva \pm 0,4 dneva oz. 4 dni in 17 ur \pm 10 ur.

Pravilni rezultat šteje 8 točk.

če je tekmovalec rezultat izrazil brez ocene napake, potem štejemo 6 točk.

če je tekmovalec