Tekmovanja

11. tekmovanje iz znanja astronomije – šolsko tekmovanje

7. razred

A1. Katera je druga najsvetlejša zvezda na nebu?

(**A**) Severnica. (**B**) Sirij. (**C**) Betelgeza. (**D**) Vega.

A2. V kraju v Sloveniji na nek sončen dan zapičimo palico navpično v tla in opazujemo njeno senco na tleh. Kako ugotovimo, kdaj je lokalni poldan?

(**A**) Senca palice kaže natanko proti zahodu.

(**B**) Senca palice izgine, ker je Sonce navpično nad njo.

(**C**) Senca palice kaže natanko proti jugu.

(**D**) Senca palice kaže natanko proti severu.

A3. Koliko časa mine med Luninim ščipom in Luninim mlajem, ki sledi temu ščipu?

(**A**) Približno en mesec. (**B**) Približno tri tedne.

(**C**) Približno dva tedna. (**D**) Približno teden dni.

A4. Katera izjava drži?

(**A**) Zvezde nekega ozvezdja so na različnih oddaljenostih od nas.

(**B**) Vse zvezde nekega ozvezdja so od nas enako oddaljene.

(**C**) Svetlejše zvezde nekega ozvezdja so v vsakem primeru nam bližje kot manj svetle zvezde.

(**D**) Vsa ozvezdja so od nas enako oddaljena.

A5. Katero od naštetih vesoljskih teles ima trdno površje?

(**A**) Sonce. (**B**) Jupiter. (**C**) Halleyjev komet. (**D**) Uran.

A6. Med katera telesa v Osončju uvrščamo Pluton?

(**A**) Med lune. (**B**) Med pritlikave planete.

(**C**) Med asteroide. (**D**) Med planete.

A7. Kateri od naštetih planetov se okoli Sonca giblje z največjo hitrostjo?

(**A**) Jupiter. (**B**) Mars. (**C**) Zemlja. (**D**) Merkur.

A8. Kaj vidimo, če Rimsko cesto opazujemo z daljnogledom?

(**A**) Samo svetleče medzvezdne oblake.

(**B**) Množico majhnih teles v Osončju.

(**C**) Množico šibkih zvezd.

(**D**) Oblake iz ledenih kristalov, ki se svetlikajo zaradi odbite svetlobe Sonca.

A9. Približno koliko zvezd je v Galaksiji?

(**A**) Dva milijona. (**B**) Dvesto milijonov. (**C**) Dve milijardi. (**D**) Dvesto milijard.

A10. Teleskop Newtonovega tipa ima za objektiv

(**A**) zbiralno lečo; (**B**) vbočeno zrcalo; (**C**) ravno zrcalo; (**D**) razpršilno lečo.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja. Kjer je potrebno, rezultate izrazi v urah in minutah.

A Kdaj je 1. januarja zvezda Fomalhaut najvišje na nebu?

B Kdaj 1. marca vzide zvezda Antares?

C Kdaj 21. februarja zaide Sonce?

D Koliko časa je v naših krajih zvezda Arktur pod obzorjem?

B2. Zapiši imena 4 ozvezdij, ki jih pri nas 5. decembra ob 22. uri lahko vidimo na nebu, 5. julija ob 22. uri pa jih ne moremo videti.

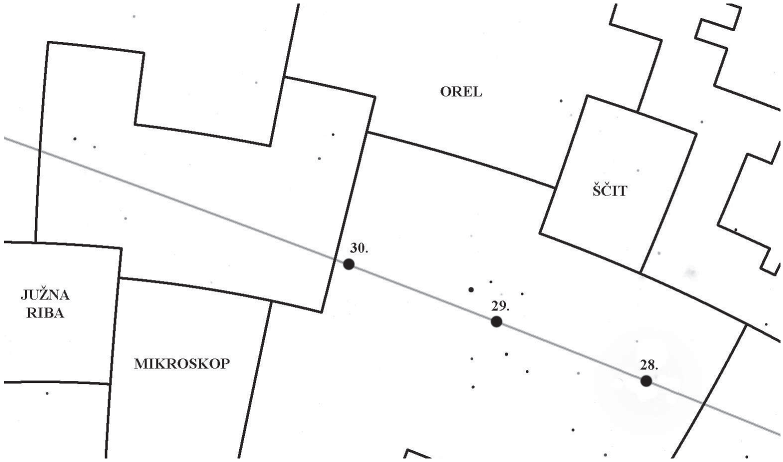
B3. Na zvezdni karti so vrisane meje med nekaterimi ozvezdji in lege Lune 28., 29. in 30. novembra 2019 ob 17.00 uri. Črta med ozvezdji označuje pot Lune glede na zvezde. Pri iskanju odgovorov si pomagaj z vrtljivo karto, ravnilom in šestilom.

a) V katerem ozvezdju je bila Luna med 28. in 30. novembrom 2019?

b) Koliko časa je bila Luna v tem ozvezdju? Rezultat izrazi v številu dni in ur.

c) V katero ozvezdje je šla Luna po 30. novembru?

d) Koliko časa pa je bila Luna v tem ozvezdju? Rezultat izrazi v številu dni in ur.



B4. Jupiter se okoli svoje osi zavrti v času 9 ur in 56 minut. En obhod Jupitra okoli Sonca traja 4333 zemeljskih dni.
Kolikokrat se Jupiter zavrti okoli svoje osi v enem »Jupitrovem« letu?

B5. Vesoljska ladja, ki kroži okoli Jupitra, proti Zemlji pošlje kratko radijsko sporočilo. Čez najmanj koliko časa lahko na vesoljski ladji dobijo povratno sporočilo z Zemlje, če je takrat Jupiter za Zemljo v opoziciji s Soncem? Oddaljenost Zemlje od Sonca je 150 milijonov kilometrov, oddaljenost Jupitra od Sonca je 750 milijonov kilometrov, radijski signal pa potuje s hitrostjo 300000 km/s. Predpostavi, da se v času prenosa sporočila razdalja med Zemljo in Jupitrom oziroma vesoljsko ladjo spremeni zanemarljivo malo.

8. razred

A1. Kateri planet na našem nebu doseže največji navidezni sij?

(**A**) Jupiter. (**B**) Mars. (**C**) Venera. (**D**) Merkur.

A2. V kraju v Sloveniji na nek sončen dan zapičimo palico navpično v tla in opazujemo njeno senco na tleh. Kako ugotovimo, kdaj je lokalni poldan?

(**A**) Senca palice kaže natanko proti zahodu.

(**B**) Senca palice izgine, ker je Sonce navpično nad njo.

(**C**) Senca palice kaže natanko proti jugu.

(**D**) Senca palice kaže natanko proti severu.

A3. Koliko časa mine med Luninim ščipom in Luninim mlajem, ki sledi temu ščipu?

(**A**) Približno en mesec. (**B**) Približno tri tedne.

(**C**) Približno dva tedna. (**D**) Približno teden dni.

A4. Katera izjava drži?

(**A**) Zvezde nekega ozvezdja so na različnih oddaljenostih od nas.

(**B**) Vse zvezde nekega ozvezdja so od nas enako oddaljene.

(**C**) Svetlejše zvezde nekega ozvezdja so v vsakem primeru nam bližje kot manj svetle zvezde.

(**D**) Vsa ozvezdja so od nas enako oddaljena.

A5. Katero od naštetih vesoljskih teles nima trdnega površja?

(**A**) Pluton. (**B**) Venera. (**C**) Halleyjev komet. (**D**) Uran.

A6. Med katera telesa v Osončju tudi uvrščamo asteroid Ceres?

(**A**) Med lune. (**B**) Med pritlikave planete.

(**C**) Med komete. (**D**) Med planete.

A7. Kateri od naštetih planetov se okoli Sonca giblje z najmanjšo hitrostjo?

(**A**) Jupiter. (**B**) Mars. (**C**) Zemlja. (**D**) Merkur.

A8. Kaj vidimo, če Rimsko cesto opazujemo z daljnogledom?

(**A**) Samo svetleče medzvezdne oblake.

(**B**) Množico majhnih teles v Osončju.

(**C**) Množico šibkih zvezd.

(**D**) Oblake iz ledenih kristalov, ki se svetlikajo zaradi odbite svetlobe Sonca.

A9. Približno koliko zvezd je v Galaksiji?

(**A**) Dva milijona. (**B**) Dvesto milijonov. (**C**) Dve milijardi. (**D**) Dvesto milijard.

A10. Na lovskem dvogledu piše 10x50. Kolikšnen je premer vsakega od objektivov tega daljnogleda?

(**A**) 50 centimetrov. (**B**) 50 milimetrov. (**C**) 10 centimetrov. (**D**) 10 milimetrov.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja. Kjer je potrebno, rezultate izrazi v urah in minutah.

A Kdaj je 1. januarja zvezda Fomalhaut najvišje na nebu?

B Kdaj 1. marca vzide zvezda Antares?

C Kdaj 21. februarja zaide Sonce?

D Koliko časa je v naših krajih zvezda Arktur pod obzorjem?

B2. Zapiši imena 4 ozvezdij, ki jih pri nas 5. decembra ob 22. uri lahko vidimo na nebu, 5. julija ob 22. uri pa jih ne moremo videti.

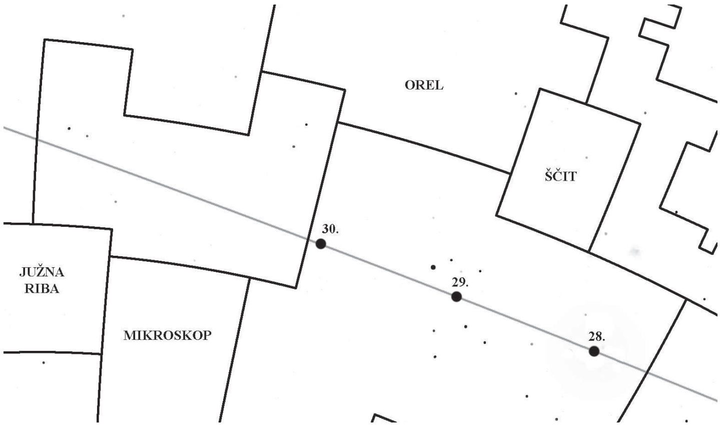
B3. Na zvezdni karti so vrisane meje med nekaterimi ozvezdji in lege Lune 28., 29. in 30. novembra 2019 ob 17.00 uri. Črta med ozvezdji označuje pot Lune glede na zvezde. Pri iskanju odgovorov si pomagaj z vrtljivo karto, ravnilom in šestilom.

a) V katerem ozvezdju je bila Luna med 28. in 30. novembrom 2019?

b) Koliko časa je bila Luna v tem ozvezdju? Rezultat izrazi v številu dni in ur.

c) V katero ozvezdje je šla Luna po 30. novembru?

d) Koliko časa pa je bila Luna v tem ozvezdju? Rezultat izrazi v številu dni in ur.



B4. Saturn je za opazovalca na Zemlji v opoziciji s Soncem, Venera pa v spodnji konjunkciji. Venera je od Sonca oddaljena 0,72 a.e., Saturn pa 9,5 a.e. 1 a.e. = 150 milijonov kilometrov.

a) Za ta primer skiciraj razporeditev Sonca, Zemlje, Venere in Saturna v Osončju. Na skici nariši orbite (krožnice) posameznega planeta in lege planetov tudi označi z imeni.

b) Izračunaj razdaljo med Saturnom in Venero v kilometrih.

c) Izračunaj razdaljo med Venero in Zemljo v kilometrih.

B5. Zvezdana je odpotovala iz nekega kraja na ekvatorju v drugi kraj na ekvatorju. Ugotovila je, da je v drugem kraju lokalni poldan, ko je Sonce najvišje na nebu, pol ure kasneje kot v prvem kraju.

a) Kje leži drugi kraj glede na prvega? Obkroži pravilni odgovor.

Vzhodno Zahodno

b) Izračunaj razdaljo med krajema, če veš, da je polmer Zemlje 6400 km.

9. razred

A1. *Kdaj je Sonce na nebesnem ekvatorju?*

*(**A**) Vedno.*

*(**B**) Ob zimskem solsticiju.*

*(**C**) Od jesenskem in spomladanskem ekvinokciju.*

*(**D**) Ob poletnem solsticiju.*

A2. V kraju v Sloveniji na nek sončen dan zapičimo palico navpično v tla in opazujemo njeno senco na tleh. Kako ugotovimo, kdaj je lokalni poldan?

(**A**) Senca palice kaže natanko proti zahodu.

(**B**) Senca palice izgine, ker je Sonce navpično nad njo.

(**C**) Senca palice kaže natanko proti jugu.

(**D**) Senca palice kaže natanko proti severu.

A3. Kateri planet na našem nebu doseže največji navidezni sij?

(**A**) Jupiter. (**B**) Luna. (**C**) Venera. (**D**) Mars.

A4. Kateri od naštetih planetov se okoli Sonca giblje z največjo hitrostjo?

(**A**) Merkur. (**B**) Venera. (**C**) Zemlja. (**D**) Mars.

A5. Katero od naštetih vesoljskih teles ima trdno površje?

(**A**) Sonce. (**B**) Saturn. (**C**) Halleyjev komet. (**D**) Uran.

A6. Kako si sledijo Jupitrove lune od planetu najbližje do najbolj oddaljene?

(**A**) Io, Evropa, Ganimed, Kalisto. (**B**) Evropa, Io, Ganimed, Kalisto.

(**C**) Kalisto, Ganimed, Io, Evropa. (**D**) Ganimed, Io, Evropa, Kalisto.

A7. Kakšnega tipa je naša Galaksija?

(**A**) Eliptična galaksija.
(**B**) Spiralna galaksija s prečko.
(**C**) Navadna spiralna galaksija.
(**D**) Nepravilna galaksija.

A8. Katera trditev velja za Sonce?

(**A**) Sonce bo eksplodiralo kot supernova, potem pa končalo kot nevtronska zvezda.
(**B**) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot bela pritlikavka.
(**C**) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot črna luknja.
(**D**) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot rdeča pritlikavka.

A9. Kje bomo z največjo verjetnostjo našli zvezde v nastajanju?

(**A**) V kroglasti kopici M15.
(**B**) V planetarni meglici M57.
(**C**) V Orionovi meglici M42.
(**D**) V meglici Rakovici M1.

A10. Na lovskem dvogledu piše 10x50. Kolikšnen je premer vsakega od objektivov tega daljnogleda?

(**A**) 50 centimetrov. (**B**) 50 milimetrov. (**C**) 10 centimetrov. (**D**) 10 milimetrov.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja. Kjer je potrebno, rezultate izrazi v urah in minutah.

A Kdaj je 1. januarja zvezda Fomalhaut najvišje na nebu?

B Kdaj 1. marca vzide zvezda Antares?

C Kdaj 21. februarja zaide Sonce?

D Koliko časa je v naših krajih zvezda Arktur pod obzorjem?

B2. 26. novembra 2019 je bila Luna v mlaju.
Koliko časa je bila Luna tisti dan nad obzorjem?

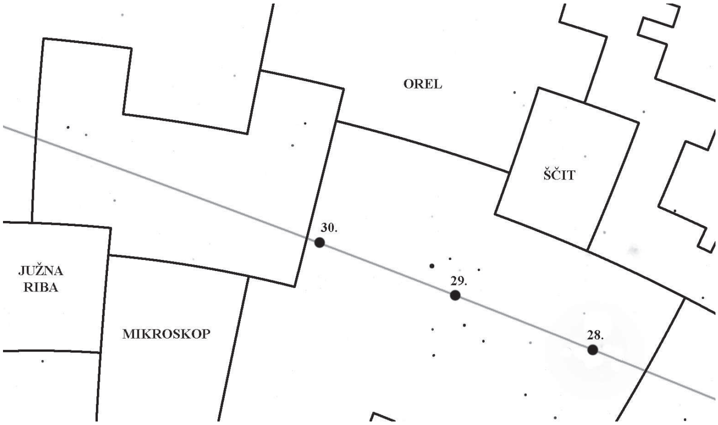
B3. Na zvezdni karti so vrisane meje med nekaterimi ozvezdji in lege Lune 28., 29. in 30. novembra 2019 ob 17.00 uri. Črta med ozvezdji označuje pot Lune glede na zvezde. Pri iskanju odgovorov si pomagaj z vrtljivo karto, ravnilom in šestilom.

a) V katerem ozvezdju je bila Luna med 28. in 30. novembrom 2019?

b) Koliko časa je bila Luna v tem ozvezdju? Rezultat izrazi v številu dni in ur.

c) V katero ozvezdje je šla Luna po 30. novembru?

d) Koliko časa pa je bila Luna v tem ozvezdju? Rezultat izrazi v številu dni in ur.



B4. Na nebu je viden kolobarjasti Sončev mrk. To pomeni, da je pred Sončevo ploskvico vsa Luna, le da ta Sonca ne zakrije v celoti, zato je Sonce vidno kot kolobar okoli temne ploskvice Lune. Za koliko odstotkov se zmanjša količina Sončeve svetlobe, ki pride do opazovalca mrka, glede na količino svetlobe, ko Sonca ne zakriva Luna? Kotna velikost Sončeve ploskvice na nebu je 32,6 kotne minute, Lune pa 29,4 kotne minute. Predpostavi, da je Sončeva ploskvica enakomerno svetla.

B5. Zvezdana je odpotovala iz nekega kraja na ekvatorju v drugi kraj na ekvatorju. Ugotovila je, da je v drugem kraju lokalni poldan, ko je Sonce najvišje na nebu, 43 minut prej kot v prvem kraju.

a) Kje leži drugi kraj glede na prvega? Obkroži pravilni odgovor.

Vzhodno Zahodno

b) Izračunaj razdaljo med krajema, če veš, da je polmer Zemlje 6400 km.

1. skupina (1. in 2. letnik)

A1. *Kdaj je Sonce na nebesnem ekvatorju?*

*(**A**) Vedno.*

*(**B**) Ob zimskem solsticiju.*

*(**C**) Od jesenskem in spomladanskem ekvinokciju.*

*(**D**) Ob poletnem solsticiju.*

A2. Potnik se pelje z vlakom in skozi eno okno vidi planet Merkur, skozi okno na nasprotni strani vagona pa Luno. Katera Lunina mena je?

(**A**) Prvi krajec. (**B**) Ščip. (**C**) Zadnji krajec. (**D**) Mlaj.

A3. Katera od naštetih zvezd se nahaja najbližje nebesnemu ekvatorju?

(**A**) Prokijon (Alfa Malega psa). (**B**) Regul (Alfa Leva).

(**C**) Severnica (Alfa Malega medveda). (**D**) Kapela (Alfa Voznika).

A4. Pod kolikšnim kotom glede na matematično (ravno) obzorje zahaja Sonce na severnem polu Zemlje?

(**A**) 90 stopinj.

(**B**) Med 0 in 23,5 stopinje – odvisno od letnega časa.

(**C**) 23,5 stopinje.

(**D**) 0 stopinj.

A5. Kako si sledijo Jupitrove lune od planetu najbližje do najbolj oddaljene?

(**A**) Io, Evropa, Ganimed, Kalisto.
(**B**) Evropa, Io, Ganimed, Kalisto.
(**C**) Kalisto, Ganimed, Io, Evropa.
(**D**) Ganimed, Io, Evropa, Kalisto.

A6. Nekoč so to vesoljsko telo šteli samo med asteroide, danes pa ga uvrščajo med pritlikave planete. Katero telo je to?

(**A**) Pluton. (**B**) Merkur. (**C**) Vesta. (**D**) Ceres.

A7. Kakšnega tipa je naša Galaksija?

(**A**) Eliptična galaksija.
(**B**) Spiralna galaksija s prečko.
(**C**) Navadna spiralna galaksija.
(**D**) Nepravilna galaksija.

A8. Katera trditev velja za Sonce?

(**A**) Sonce bo eksplodiralo kot supernova, potem pa končalo kot nevtronska zvezda.

(**B**) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot rdeča pritlikavka.

(**C**) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot črna luknja.

(**D**) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot bela pritlikavka.

A9. Kje bomo z največjo verjetnostjo našli zvezde v nastajanju?

(**A**) V kroglasti kopici M15.
(**B**) V planetarni meglici M57.
(**C**) V Orionovi meglici M42.
(**D**) V meglici Rakovici M1.

A10. Teoretična ločljivost nekega optičnega teleskopa je

(**A**) za vse valovne dolžine vidne svetlobe enaka;

(**B**) za modro svetlobo boljša kot za rdečo svetlobo;

(**C**) za rdečo svetlobo boljša kot za modro svetlobo;

(**D**) za rdečo svetlobo boljša kot za zeleno svetlobo.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja. Kjer je potrebno, rezultate izrazi v urah in minutah.

A Kdaj je 1. januarja zvezda Fomalhaut v zgornji kulminaciji?

B Kdaj 1. marca vzide Orionova meglica (M42)?

C 26. novembra 2019 je bil Lunin mlaj. Kdaj je na ta dan Luna zašla?

D Koliko časa je v naših krajih zvezda Arktur pod obzorjem?

B2. V kraju z zemljepisno širino 60 stopinj severno je ob lokalnem poldnevu na dan zimskega solsticija dolžina sence neke smreke 12 m. Izračunaj višino smreke. Naklon Zemljine vrtilne osi na ravnino ekliptike je 23,5 stopinje.

B3. Obhodni čas Zemlje okoli Sonca je 365,26 dneva, obhodni čas Jupitra okoli Sonca pa 4332,59 dneva.

a) Predpostavi, da se planeta gibljeta po krožnih orbitah in izračunaj časovni interval med zaporednima opozicijama Jupitra s Soncem za opazovalca na Zemlji.

b) Leta 2019 je bil Jupiter ob opoziciji v ozvezdju Kačenosca. V katerem ozvezdju bo ob naslednji opoziciji? ....

B4. Izračunaj težni pospešek na površju Marsa, če veš, da je polmer orbite njegove lune Fobos 9400 km, obhodna doba Fobosa okoli Marsa pa 7 ur in 40 minut. Predpostavi, da je orbita Fobosa krožna. Polmer Marsa je 53 % polmera Zemlje (R_Z = 6400 km). Pri računanju uporabi samo podatke, ki so podani v nalogi.

B5. V gorišču objektiva teleskopa z goriščno razdaljo f = 1,2 m fotografiramo dvozvezdje, v katerem sta zvezdi na nebu oddaljeni 12 kotnih sekund. Izračunaj oddaljenost središč slik zvezd na čipu fotoaparata.

2. skupina (3. in 4. letnik)

A1. *Kdaj je Sonce na nebesnem ekvatorju?*

*(**A**) Vedno.*

*(**B**) Ob zimskem solsticiju.*

*(**C**) Od jesenskem in spomladanskem ekvinokciju.*

*(**D**) Ob poletnem solsticiju.*

A2. Potnik se pelje z vlakom in skozi eno okno vidi planet Merkur, skozi okno na nasprotni strani vagona pa Luno. Katera Lunina mena je?

(**A**) Prvi krajec. (**B**) Ščip. (**C**) Zadnji krajec. (**D**) Mlaj.

A3. Katera od naštetih zvezd ima deklinacijo približno 0 stopinj?

(**A**) Prokijon (Alfa Malega psa). (**B**) Regul (Alfa Leva).

(**C**) Severnica (Alfa Malega medveda). (**D**) Kapela (Alfa Voznika).

A4. Pod kolikšnim kotom glede na matematično (ravno) obzorje zahaja Sonce na severnem polu Zemlje?

(**A**) 90 stopinj.

(**B**) Med 0 in 23,5 stopinje – odvisno od letnega časa.

(**C**) 23,5 stopinje.

(**D**) 0 stopinj.

A5. Kako si sledijo Jupitrove lune od planetu najbližje do najbolj oddaljene?

(**A**) Io, Evropa, Ganimed, Kalisto. (**B**) Evropa, Io, Ganimed, Kalisto.

(**C**) Kalisto, Ganimed, Io, Evropa. (**D**) Ganimed, Io, Evropa, Kalisto.

A6. Nekoč so to vesoljsko telo šteli samo med asteroide, danes pa ga uvrščajo med pritlikave planete. Katero telo je to?

(**A**) Pluton. (**B**) Ceres. (**C**) Merkur. (**D**) Vesta.

A7. V kateri glavni spektralni razred uvrščamo Sonce?

(**A**) O (**B**) B (**C**) A (**D**) G

A8. Kako si po oddaljenosti od najbližjega do najbolj oddaljenega sledijo našteta vesoljska telesa?

(**A**) Orionova meglica (M42), Plejade (M45), kroglasta kopica M13, Mali Magellanov oblak.

(**B**) Mali Magellanov oblak, Plejade (M45), kroglasta kopica M13, Orionova meglica (M42).

(**C**) Plejade (M45), Orionova meglica (M42), kroglasta kopica M13, Mali Magellanov oblak.

(**D**) Plejade (M45), Orionova meglica (M42), Mali Magellanov oblak, kroglasta kopica M13.

A9. Kje bomo z največjo verjetnostjo našli zvezde v nastajanju?

(**A**) V kroglasti kopici M15. (**B**) V planetarni meglici M57.

(**C**) V Orionovi meglici M42. (**D**) V meglici Rakovici M1.

A10. Teoretična ločljivost nekega optičnega teleskopa je

(**A**) za vse valovne dolžine vidne svetlobe enaka;

(**B**) za modro svetlobo boljša kot za rdečo svetlobo;

(**C**) za rdečo svetlobo boljša kot za modro svetlobo;

(**D**) za rdečo svetlobo boljša kot za zeleno svetlobo.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja. Kjer je potrebno, rezultate izrazi v urah in minutah.

A Kdaj je 1. januarja zvezda Fomalhaut v zgornji kulminaciji?

B Kdaj 1. marca vzide Orionova meglica (M42)?

C 26. novembra 2019 je bil Lunin mlaj. Kdaj je na ta dan Luna zašla?

D Koliko časa je v naših krajih zvezda Arktur pod obzorjem?

B2. Oceni dolžino trajanja astronomske noči na severnem polu Zemlje v času enega leta (365 dni). Spreminjanje deklinacije Sonca lahko aproksimiraš s sinusoido. Naklon Zemljine vrtilne osi na ravnino ekliptike je 23,5 stopinje.

B3. Izračunaj težni pospešek na površju Marsa, če veš, da je polmer orbite njegove lune Deimos 23460 km, obhodna doba Deimosa okoli Marsa pa 30 ur in 20 minut. Predpostavi, da je orbita Deimosa krožna. Polmer Marsa je 53 % polmera Zemlje (R_Z = 6400 km). Pri računanju uporabi samo podatke, ki so podani v nalogi.

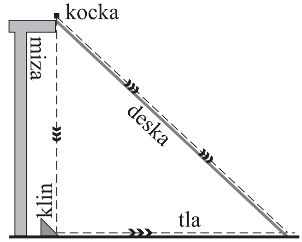
B4. Navidezna magnituda neke zvezde na nebu, ki je istega spektralnega tipa kot Sonce, je +8,2. Izračunaj njeno oddaljenost od Zemlje. Navidezna magnituda Sonca je -26,7. Vplive ozračja in medzvezdne ekstinkcije na navidezni sij zanemari. Rezultat izrazi v astronomskih enotah.

B3. Izračunaj težni pospešek na površju Marsa, če veš, da je polmer orbite njegove lune Deimos 23460 km, obhodna doba Deimosa okoli Marsa pa 30 ur in 20 minut. Predpostavi, da je orbita Deimosa krožna. Polmer Marsa je 53 % polmera Zemlje (R_Z = 6400 km). Pri računanju uporabi samo podatke, ki so podani v nalogi.

58. fizikalno tekmovanje srednješolcev Slovenije – šolsko tekmovanje

Skupina I

1. Blažka in Jernej si izmislita naslednje tekmovanje. Jernej majhno kocko spusti po deski, ki jo nasloni ob rob kuhinjske mize, da naredi klanec od roba mize do tal. Blažka z roba kuhinjske mize tik ob deski spusti enako kocko, da pade na klin z naklonom 45°, ki je pritrjen na tla navpično pod robom mize. Kocka se od klina prožno odbije v vodoravni smeri, tako da se giblje po tleh kuhinje. Blažka in Jernej tekmujeta, katera kocka bo prej na tleh pri krajišču deske, če oba vsak svojo kocko spustita z roba mize hkrati, da Jernejeva drsi po deski in Blažkina pade na klin pod robom mize in se nato giblje po tleh, kot kaže slika.



   Višina mize je 75 cm, kocki se tako po tleh kot po deski gibljeta brez trenja. Spodnje krajišče deske je v vodoravni smeri od roba mize (merjeno po tleh) oddaljeno 80 cm.

   a) S kolikšno hitrostjo se od klina v vodoravni smeri odbije Blažkina kocka?
   b) Koliko časa potrebuje Jernejeva kocka in koliko Blažkina kocka do spodnjega krajišča deske?
   c) Kolikšna bi morala biti vodoravna razdalja spodnjega krajišča deske od roba mize, da bi zmagal drugi tekmovalec kot v vprašanju b)?

2. Na prve sani, ki imajo skupaj z otrokom, ki sedi na njih, maso 10 kg, so z neraztegljivo vrvjo privezane druge sani, ki imajo skupaj z otrokom, ki sedi na njih, maso 15 kg. Koeficient lepenja oziroma trenja med sanmi in podlago je 0,1.

   a) S kolikšno silo moramo vleči prve sani v vodoravni smeri, da se oboje sani gibljejo enakomerno?

   Neraztegljivo vrv zamenjamo s prožno vrvjo, ki ima enake lastnosti kot vzmet s prožnostnim koeficientom 40 N/m. Na začetku, ko oboje sani mirujejo, je vrv vodoravna in iztegnjena, a nenapeta. V nekem trenutku začnemo vleči prve sani s stalno silo 30 N v vodoravni smeri proč od drugih sani.

   b) S kolikšnim pospeškom se pričnejo gibati prve sani?
   c) Pri kolikšnem raztezku vrvi se pričnejo gibati druge sani?
   d) Po dovolj dolgem času se razdalja med sanmi ne spreminja več. Kolikšen je takrat pospešek sani?

3. Jan sedi na mirujočem vozičku, ki se lahko brez trenja giblje po vodoravnih tirih pravokotno glede na bližnjo steno. Skupna masa Jana in vozička je 45 kg. V nekem trenutku Jan vrže žogo z maso 0,60 kg proti steni v vodoravni smeri vzporedno s tiri. Hitrost žoge takoj po tem, ko žogo spusti iz rok, je 15 m/s glede na voziček.

   a) S kolikšno hitrostjo glede na steno se giblje voziček z Janom takoj po tem, ko je vrgel žogo?
   b) Žoga se prožno odbije od stene in Jan jo ulovi. Kolikšna je hitrost vozička z Janom glede na steno po tem, ko ulovi žogo?

Skupina II

1. Na voljo imaš žarnico in dva upornika, vsi trije imajo upor po 8 Ω, ter vir z gonilno napetostjo 12 V in brez notranjega upora. Žarnica pregori pri napetosti večji od 10 V in ne sveti pri napetosti manjši od 7 V.

   a) Nariši sheme vseh možnih vezav naštetih elementov, da žarnica sveti.

   b) Najmanj koliko enakih upornikov z uporom 8 Ω moraš imeti v vezju poleg vira in žarnice, da bo žarnica najmočneje svetila? Nariši shemo ustrezne vezave.

2. Znotraj ploščatega kondenzatorja s ploščino posamezne plošče po 500 cm^2, ki sta v razmiku 1 cm, je plin, ki ga ionizira sevanje iz okolice. Vsako sekundo nastane $3 \cdot 10^9$ parov pozitivnih in negativnih ionov z velikostjo osnovnega naboja.

   a) Kondenzator nabijemo na napetost 50 V in ga odklopimo od vira. Za koliko se takoj po odklopu vsako sekundo spremeni napetost na kondenzatorju? Se napetost povečuje ali zmanjšuje?

   b) Pri drugem poskusu kondenzator in upornik z uporom $1 \cdot 10^{10}$ Ω zaporedno vežemo na vir z gonilno napetostjo 50 V in brez notranjega upora. Kolikšen tok teče skozi upornik in kolikšna je v tem primeru napetost na kondenzatorju?

3. Blažka in Jernej se odločita pomeriti v tem, kdo hitreje ohladi skodelico čaja na za pitje prijetno temperaturo 41 °C. Tekmovanje izpeljeta na naslednji način.

   Blažka v skodelico z maso 250 g natoči 250 g čaja in skodelico pokrije z lahkim plastičnim pokrovom, ki v primerjavi s stenami skodelice zanemarljivo prevaja toploto in hkrati preprečuje ohlajanje čaja z izhlapevanjem. Počaka kratek čas, da se skodelica ogreje zaradi vročega čaja v njej. Nato skodelico postavi ven v taleči se sneg.

   Jernej svoj čaj hladi tako, da ga prelije iz tople skodelice v enako skodelico, ki je prej na sobni temperaturi 20 °C. Skodelico pokrije z enakim lahkim plastičnim pokrovom kot Blažka in počaka, da se skodelica ogreje zaradi čaja v njej. Postopek ponavlja, tako da čaj vsakič prelije v enako skodelico, ki je prej na sobni temperaturi.

   Jernej in Blažka na začetku postopata enako, tako da imata oba hkrati v skodelici čaj s temperaturo 80 °C. Tekma se začne tako, da Jernej v trenutku, ko Blažka svojo skodelico postavi v sneg, prvič prelije čaj. Hitrost ohlajanja čaja v Blažkini skodelici je sorazmerna s temperaturno razliko med čajem in snegom. Po 20 s je temperatura čaja v Blažkini skodelici 70 °C.

   Specifična toplota čaja je 4,2 kJ/kg K, specifična toplota porcelana je 1,0 kJ/kg K.

   a) Kolikšna je temperatura čaja v Blažkini skodelici po 60 sekundah ohlajanja?

   b) Po kolikšnem času se bo čaj v Blažkini skodelici ohladil na za pitje prijetno temperaturo?

   c) Kolikšna je temperatura Jernejevega čaja, tik preden drugič prelije čaj?

   d) Kolikokrat mora Jernej ponoviti postopek prelivanja čaja, da čaj ohladi na za pitje prijetno temperaturo?

   e) Največ koliko časa sme trajati vsakokratno ohlajanje čaja in segrevanje skodelice v vprašanju d), da bo Jernej čaj ohladil pred Blažko?

Skupina III

1. Velika posoda se navzgor nadaljuje v gladko navpično cev s premerom 5,0 cm. Cev tesno zapira bat, ki je brez trenja gibljiv v navpični smeri vzdolž cevi. Začetna skupna prostornina plina v posodi in cevi je 1,0 m^3, tlak je 100 kPa in temperatura 20 °C. Dogajanja v nalogi so dovolj počasna, da lahko predpostaviš, da so vse spremembe izotermne.

   a) Za koliko se bat spusti, ko nanj položimo utež z maso 10 g?

   b) Ko utež odstranimo, bat zaniha z nihajnim časom 10 s. Kolikšna je masa bata?

2. Na prve sani, ki imajo skupaj z otrokom, ki sedi na njih, maso 10 kg, so s prožno vrvjo privezane druge sani, ki imajo skupaj z otrokom, ki sedi na njih, maso 15 kg. Koeficient lepenja oziroma trenja med sanmi in podlago je 0,1. Prožna vrv ima enake lastnosti kot vzmet s prožnostnim koeficientom 40 N/m. Na začetku, ko oboje sani mirujejo, je vrv vodoravna in iztegnjena, a nenapeta.

   a) S kolikšno silo vlečemo prve sani, ko se oboje sani gibljejo enakomerno?

   Sani naj mirujejo, vrv je vodoravna in iztegnjena, a nenapeta. Prve sani pričnemo vleči v vodoravni smeri stran od drugih sani s silo iz vprašanja a).

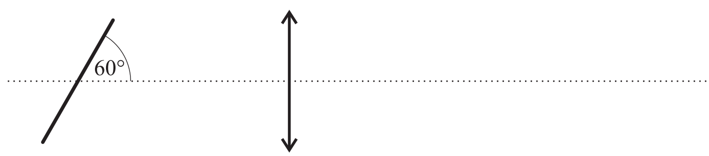
   b) Pri kolikšnem raztezku vrvi se pričnejo gibati druge sani?

   c) Kolikšna je v trenutku, ko se pričnejo gibati druge sani, hitrost prvih sani?
   Namig: Pomagaj si z energijami.

   d) Po dovolj dolgem času se razdalja med sanmi ne spreminja več. Kolikšna je takrat hitrost sani?

   e) Kolikšna bi bila hitrost iz vprašanja d), če bi bila vrv popolnoma neraztegljiva?
   Namig: Če je vrv neraztegljiva, to pomeni, da je prožnostni koeficient vrvi neskončno velik.

3. Pred tanko zbiralno lečo z goriščno razdaljo 20,0 cm je tanka ravna palica z dolžino 12,0 cm. Palica leži v ravnini, ki vsebuje optično os leče, kot kaže slika. Sredina palice je na optični osi in je od leče oddaljena 30,0 cm. Palica je nagnjena proti leči, kot med palico in optično osjo je 60,0°.



   a) V kolikšni oddaljenosti od leče bi nastala slika palice, če bi bila palica postavljena pravokotno na optično os?
   Kolikšna bi bila dolžina slike palice?

   b) V kolikšni oddaljenosti od leče in kako daleč od optične osi pa nastaneta sliki obeh krajišč nagnjene palice?

   c) Izkaže se, da je slika nagnjene palice ravna (vse točke slike so na isti premici).
   Izračunaj dolžino slike nagnjene palice in kot med sliko nagnjene palice in optično osjo.

   d) Pokaži, da so vse točke slike nagnjene palice na isti premici oziroma da je slika nagnjene palice ravna.

Rešitve 11. tekmovanja iz znanja astronomije – šolsko tekmovanje

Rešitve 7. razreda

A1. (B) Druga najsvetlejša zvezda na nebu je Sirij. Najsvetlejša zvezda na nebu je namreč Sonce.

A2. (D) Lokalni poldan je takrat, ko senca palice pada natanko proti severu.

A3. (C) Med Luninim ščipom in Luninim mlajem mine približno 2 tedna, saj traja lunacija približno 4 tedne.

A4. (A) Zvezde nekega ozvezdja so na različnih oddaljenostih od nas.

A5. (C) Od naštetih vesoljskih teles ima trdno površje le Halleyjev komet.

A6. (B) Pluton uvrščamo med pritlikave planete.

A7. (D) Med naštetimi planeti se okoli Sonca najhitreje giblje Merkur.

A8. (C) Če Rimsko cesto opazujemo z daljnogledom, vidimo množico šibkih zvezd.

A9. (D) V Galaksiji je približno dvesto milijard zvezd.

A10. (B) Teleskop Newtonovega tipa ima za objektiv vbočeno zrcalo.

B1.

A Fomalhaut je 1. januarja najvišje na nebu ob **16.15**.

B Antares 1. marca vzide ob **2.00**.

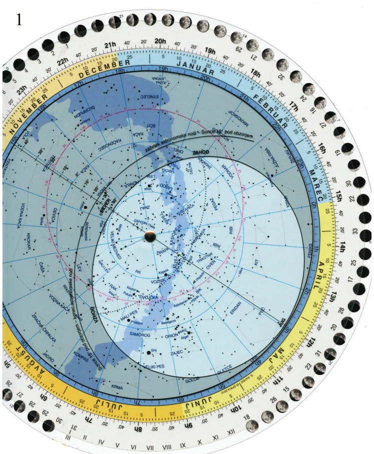
C Sonce 21. februarja zaide ob **17.30**.

D Nalogo rešimo tako, da za izbrani dan odčitamo čase zaida in vzida Arkturja, ti vrednosti odštejemo in s tem dobimo čas, ko je zvezda pod obzorjem.
Arktur je v naši krajih pod obzorjem **9 ur**.

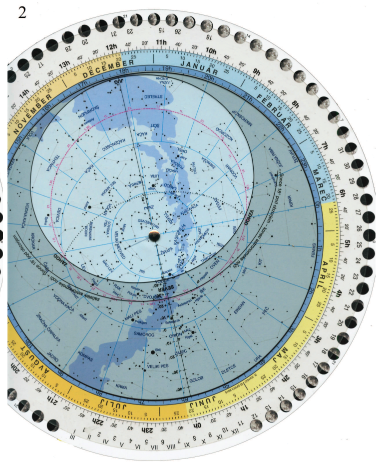
B2.

S primerjavo slik 1 in 2 lahko razberemo ozvezdja, ki jih pri nas ob 22. uri lahko vidimo na nebu 5. decembra, 5. julija ob 22. uri pa jih ne moremo videti. Kot pravilno lahko štejemo tudi tista ozvezdja, ki niso v celotni vidna, saj na vrtljivi karti niso označene meje ozvezdij. Ker vrtljiva zvezdna karta ne prikazuje poletnega časa, moramo za 5. julij nastaviti čas 23 ur. Kot pravilne upoštevamo tudi nastavitve časa na 22 ur.

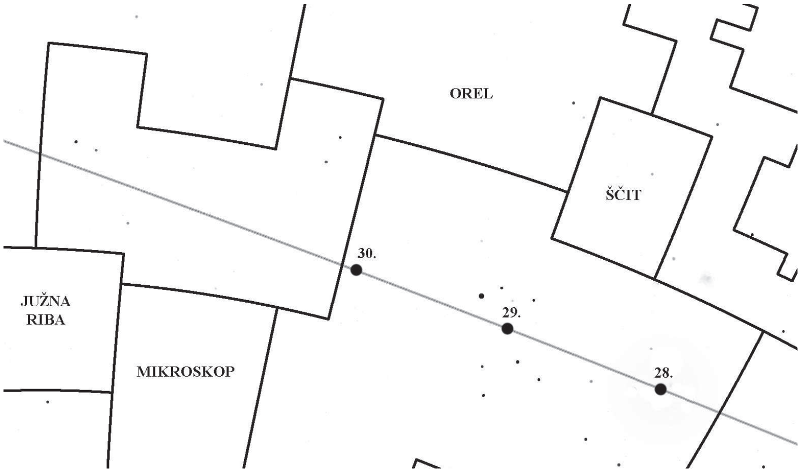
1



2



B3.



a) Med 28. in 30. novembrom 2019 je bila Luna v ozvezdju **STRELEC**.

b) S slike ugotovimo, za koliko se v enem dnevu Luna premakne na svoji poti med zvezdami in nato izmerimo pot Lune od ene do druge meje ozvezdja Strelec.
Luna je bila v Strelcu **2 dni in 11 ur**.

c) Po 30. novembru 2019 je šla Luna v ozvezdje **KOZOROG**.

d) S slike ugotovimo, za koliko se v enem dnevu Luna premakne na svoji poti med zvezdami in nato izmerimo pot Lune od ene do druge meje ozvezdja Kozorog.
Luna bila v Kozorogu **2 dni in 0 ur**.

B4.

Vrtilna doba Jupitra t_0 = 9 h 56 min.
Obhod Jupitra okoli Sonca traja t_j = 4333 dni.

Število zasukov N Jupitra v času enega njegovega obhoda okoli Sonca dobimo tako, da obhodni čas delimo z vrtilno dobo:

$N = t_j \;/\; t_0$.

Preden vstavimo številčne vrednosti, moramo oba časa izraziti v istih enotah, na primer vrtilno dobo Jupitra izrazimo v dnevih. Najprej ta čas izrazimo v minutah, nato pa vrednost delimo s številom minut v enem dnevu:

t_0 = 9 h 56 min = 9 · 60 min + 56 min = 596 min = 596/(24 · 60) dneva = 0,4139 dneva.

En zasuk Jupitra torej traja 0,414 zemeljskega dneva. Sledi:

N = 4333 dni/0,414 dni = 10469

B5.

Oddaljenost Zemlje od Sonca r_Z = 150 milijonov km.
Oddaljenost Jupitra od Sonca r_J = 750 milijonov km.
Hitrost radijskega signala c = 300000 km/s = 0,3 milijona km/s.

Najprej izračunamo razdaljo med Jupitrom in Zemljo. Ker je Jupiter v opoziciji, je takrat najbližje Zemlji in velja, da je njuna medsebojna oddaljenost r razlika polmerov njunih orbit okoli Sonca:

r = r_J - r_Z = 750 milijonov km - 150 milijonov km = 600 milijonov km.

Radijski signal najprej prepotuje pot r od vesoljske ladje, ki je pri Jupitru, do Zemlje v času t_1:

t_1 = r / c = 600 milijonov km / 0,3 milijona km/s = 2000 s.

Ko na Zemlji prejmejo ta signal, pošljejo povratni signal, ki še enkrat prepotuje pot r v enakem času t_1. Najkrajši čas t, v katerem lahko na vesoljski ladji pričakujejo povratni signal, je takrat, ko jim na Zemlji v hipu odgovorijo. To pomeni, da je t čas potovanja signala od Jupitra do Zemlje in nazaj:
t = t_1 + t_1 = $2t_1$ = 4000 s.

Rešitve 8. razreda

A1. (C) Venera doseže največji navidezni sij.

A2. (D) Lokalni poldan je takrat, ko senca palice pada natanko proti severu.

A3. (C) Med Luninim ščipom in Luninim mlajem mine približno 2 tedna, saj traja lunacija približno 4 tedne.

A4. (A) Zvezde nekega ozvezdja so na različnih oddaljenostih od nas.

A5. (D) Od naštetih vesoljskih teles nima trdnega površja planet Uran.

A6. (B) Ceres je največji asteroid, ki ga uvrščamo tudi med pritlikave planete.

A7. (A) Med naštetimi planeti se okoli Sonca najpočasneje giblje Jupiter, ker je od Sonca najbolj oddaljen.

A8. (C) če Rimsko cesto opazujemo z daljnogledom, vidimo množico šibkih zvezd.

A9. (D) V Galaksiji je približno dvesto milijard zvezd.

A10. (B) Ta daljnogled ima objektiva s premerom 50 milimetrov. Na standardni oznaki dvogledov prva številka pomeni povečavo, druga pa premer objektivov v milimetrih.

B1.

A Fomalhaut je 1. januarja najvišje na nebu ob **16.15**.

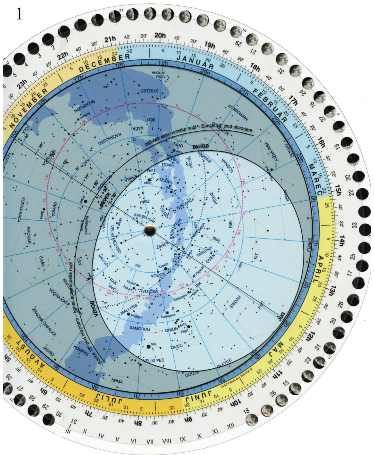
B Antares 1. marca vzide ob **2.00**.
C Sonce 21. februarja zaide ob **17.30**.

D Nalogo rešimo tako, da za izbrani dan odčitamo čase zaida in vzida Arkturja, ti vrednosti odštejemo in s tem dobimo čas, ko je zvezda pod obzorjem.
Arktur je v naši krajih pod obzorjem **9 ur.**.

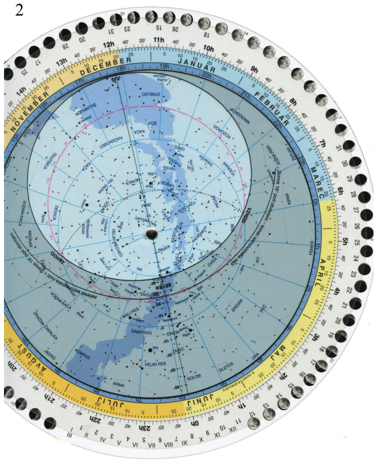
B2.

S primerjavo slik 1 in 2 lahko razberemo ozvezdja, ki jih pri nas ob 22. uri lahko vidimo na nebu 5. decembra, 5. julija ob 22. uri pa jih ne moremo videti. Kot pravilno lahko štejemo tudi tista ozvezdja, ki niso v celotni vidna, saj na vrtljivi karti niso označene meje ozvezdij. Ker vrtljiva zvezdna karta ne prikazuje poletnega časa, moramo za 5. julij nastaviti čas 23 ur. Kot pravilne upoštevamo tudi nastavitve časa na 22 ur.

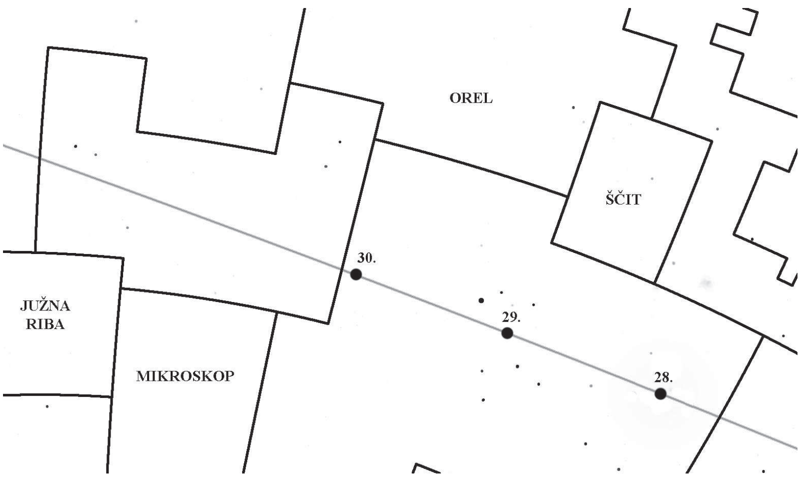
1



2



B3.



a) Med 28. in 30. novembrom 2019 je bila Luna v ozvezdju **STRELEC**.

b) S slike ugotovimo, za koliko se v enem dnevu Luna premakne na svoji poti med zvezdami in nato izmerimo pot Lune od ene do druge meje ozvezdja Strelec.
Luna je bila v Strelcu **2 dni in 11 ur**.

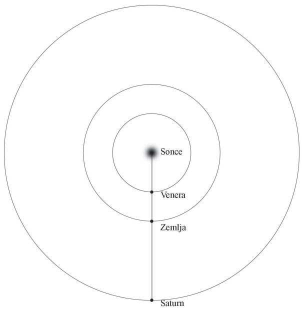
c) Po 30. novembru 2019 je šla Luna v ozvezdje **KOZOROG**.

d) S slike ugotovimo, za koliko se v enem dnevu Luna premakne na svoji poti med zvezdami in nato izmerimo pot Lune od ene do druge meje ozvezdja Kozorog.
Luna je bila v Kozorogu **2 dni in 0 ur**.

B4.

Oddaljenost Venere od Sonca r_V = 0,72 a.e.
Oddaljenost Saturna od Sonca r_S = 9,5 a.e.
Oddaljenost Zemlje od Sonca r_Z = 1 a.e.
1 a.e. = 150 milijonov kilometrov.

a) Skica razporeditve planetov v Osončju, ko je Saturn v opoziciji, Venera pa v spodnji konjunkciji s Soncem.



b) Iz slike je razvidno, da je oddaljenost D_{SV} med Saturnom in Venero:

D_{SV} = r_S - r_V = 9,5 a.e. - 0,72 a.e. = 8,78 a.e. = 8,78 · 150000000 km = 1317000000 km.
Razdalja med Saturnom in Venero je 1 milijardo 317 milijonov kilometrov.

c) Iz slike je razvidno, da je oddaljenost D_{ZV} med Zemljo in Venero:

D_{ZV} = r_Z - r_V = 1 a.e. - 0,72 a.e. = 0,28 a.e. = 0,28 · 150000000 km = 42000000 km.
Razdalja med Zemljo in Venero je 42 milijonov kilometrov.

B5.

Polmer Zemlje R_Z = 6400 km.
Časovni zamik poldneva t = + 0,5 ure.

a) Ker je poldan v drugem kraju kasneje kot v prvem, leži drugi kraj **ZAHODNO** od prvega kraja.

b) Ekvator je krožnica s polmerom R_Z, zato je obseg Zemlje:

$ob = 2\pi R_Z$ = 40212 km.

Čas med zaporednima poldnevoma v istem kraju je 24 ur. Zaradi tega je razdalja med dvema krajema na ekvatorju, v katerih je časovna razlika med poldnevoma1 ura, 1/24 obsega:

$t_1 = ob/24$ = 40212 km/24 = 1675,5 km.

Razdalja med krajema na ekvatorju, ki imata časovno razliko med poldnevoma pol ure, je potemtakem:

$t_{1/2} = t_1$ / 2 = 1675,5 km / 2 = 837,75 km

Rešitve 9. razreda

A1. (C) Sonce je na nebesnem ekvatorju ob jesenskem in spomladanskem ekvinokciju - enakonočju.

A2. (D) Lokalni poldan je takrat, ko senca palice pada natanko proti severu.

A3. (C) Venera doseže največji navidezni sij.

A4. (A) Med naštetimi planeti se okoli Sonca hitreje giblje Merkur, ker je Soncu najbližje.

A5. (C) Od naštetih vesoljskih teles ima trdno površje le Halleyjev komet.

A6. (A) Lune si po oddaljenosti od Jupitra sledijo v tem vrstnem redu: Io, Evropa, Ganimed, Kalisto.

A7. (B) Naša Galaksija je spiralna galaksija s prečko.

A8. (B) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot bela pritlikavka.

A9. (C) Orionova meglica (M42) je znana porodnišnica zvezd, v kateri je veliko mladih zvezd in zvezd v nastajanju. V kroglastih kopicah so samo zelo stare zvezde, planetarna meglica je ostanek umirajoče zvezde, meglica Rakovica pa je ostanek supernove.

A10. (B) Ta daljnogled ima objektiva s premerom 50 milimetrov. Na standardni oznaki dvogledov prva številka pomeni povečavo, druga pa premer objektivov v milimetrih.

B1.

A Fomalhaut je 1. januarja najvišje na nebu ob **16.15**.

B Antares 1. marca vzide ob **2.00**.
C Sonce 21. februarja zaide ob **17.30**.

D Nalogo rešimo tako, da za izbrani dan odčitamo čase zaida in vzida Arkturja, ti vrednosti odštejemo in s tem dobimo čas, ko je zvezda pod obzorjem.
Arktur je v naši krajih pod obzorjem **9 ur.**.

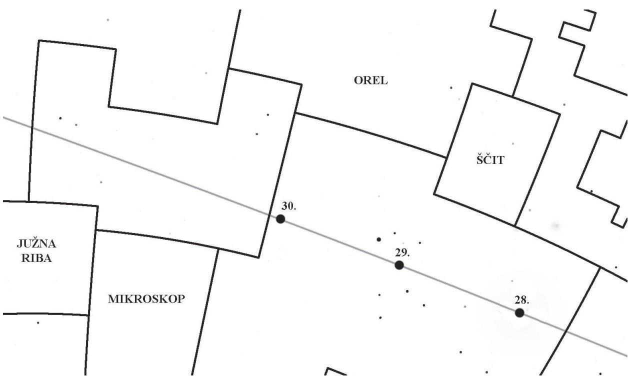
B2.

Ker je bila 26. novembra 2019 Luna v mlaju, je na nebu v neposredni bližini Sonca. Na vrtljivi zvezdni karti za ta dan poiščemo lego Sonca in to lego obravnavamo kot lego Lune.

26. novembra Luna vzide ob **7.20 ± 20 minut**.

26. novembra Luna zaide ob **16.10 ± 20 minut**.
Luna je je nad obzorjem čas t = (16 h 10 min) - (7 h 20 min) = 8 h 50 min.

B3.



a) Med 28. in 30. novembrom 2019 je bila Luna v ozvezdju **STRELEC**.

b) S slike ugotovimo, za koliko se v enem dnevu Luna premakne na svoji poti med zvezdami in nato izmerimo pot Lune od ene do druge meje ozvezdja Strelec.
Luna je bila v Strelcu **2 dni in 11 ur**.

c) Po 30. novembru 2019 je šla Luna v ozvezdje **KOZOROG**.

d) S slike ugotovimo, za koliko se v enem dnevu Luna premakne na svoji poti med zvezdami in nato izmerimo pot Lune od ene do druge meje ozvezdja Kozorog.
Luna je bila v Kozorogu **2 dni in 0 ur**.

B4.
Kotni premer Sončeve ploskvice na nebu φ_S = 32,6′.
Kotni premer Lunine ploskvice na nebu φ_L = 29,4′.

Ob kolobarjastem Sončevem mrku Lunina ploskvica Sonca ne zastre povsem. Delež svetlobe, ki pri tem pride do tal, je sorazmeren z velikostjo zastrte ploskvice. Sonce in Luno na nebu obravnavamo kot okrogli ploskvici s premeroma φ_S in φ_L in ploščinama:
$S_S = \pi(\varphi_S/2)^2$,
$S_L = \pi(\varphi_L/2)^2$.
Razmerje med ploščino Sončeve in Lunine ploskvice je tudi enako razmerju med količino svetlobe nezastrtega in z Luno zastrtega Sonca. Iskani odstotek zmanjšanja svetlobe ob mrku:

$\eta = \pi(\varphi_L/2)^2 \ / \ \pi(\varphi_S/2)^2 \cdot 100\ \% = \varphi_L^2 \ / \ \varphi_S^2 \cdot 100\ \% = 81\ \%$.

B5.
Polmer Zemlje R_Z = 6400 km.
Časovni zamik poldneva t = - 43 minut.

a) Ker je poldan v drugem kraju prej kot v prvem, leži drugi kraj **VZHODNO** od prvega kraja.

b) Ekvator je krožnica s polmerom R_Z, zato je obseg Zemlje:

$ob = 2\pi R_Z$ = 40212 km.

Čas med zaporednima poldnevoma v istem kraju je 24 ur. Zaradi tega je razdalja med dvema krajema na ekvatorju, v katerih je časovna razlika med poldnevoma 1 ura, 1/24 obsega:

$t_1 = ob/24$ = 40212 km/24 = 1675,5 km.

Razdalja med krajema na ekvatorju, ki imata časovno razliko med poldnevoma 43 minut, je potemtakem:

$t_{1/2} = t_1$ x 43/60= 1675,5 km x 43/60 = 1200,8 km

Rešitve 1. skupine (1. in 2. letnik)

A1. (C) Sonce je na nebesnem ekvatorju ob jesenskem in spomladanskem ekvinokciju - enakonočju.

A2. (B) Merkur ni nikoli daleč od Sonca. Ker je Luna vidna skozi nasprotno okno, je Luna na nebu nasproti Soncu, zato je v ščipu.

A3. (A) Od naštetih zvezd je Prokijon najbližje nebesnemu ekvatorju.

A4. (D) Dnevno gibanje Sonca na severnem polu je vzporedno z obzorjem. Sonce tam zahaja na dan jesenskega enakonočja, pod kotom 0 stopinj glede na obzorje.

A5. (A) Lune si po oddaljenosti od Jupitra sledijo v tem vrstnem redu: Io, Evropa, Ganimed, Kalisto.

A6. (D) Ceres je največji asteroid, ki ga uvrščamo med pritlikave planete.

A7. (B) Naša Galaksija je spiralna galaksija s prečko.

A8. (D) Sonce se bo najprej napihnilo v rdečo orjakinjo, potem pa končalo kot bela pritlikavka.

A9. (C) Orionova meglica (M42) je znana porodnišnica zvezd, v kateri je veliko mladih zvezd in zvezd v nastajanju. V kroglastih kopicah so samo zelo stare zvezde, planetarna meglica je ostanek umirajoče zvezde, meglica Rakovica pa je ostanek supernove.

A10. (B) Teoretična ločjivost nekega optičnega teleskopa je za modro svetlobo boljša kot za rdečo svetlobo, ker ima modra svetloba krajšo valovno dolžino od rdeče. Teoretična ločljivost je namreč sorazmerna z valovno dolžino in obratno sorazmerna s premerom objektiva teleskopa.

B1.

A Fomalhaut je 1. januarja najvišje na nebu (zgornja kulminacija) ob **16.15**.

B Orionova meglica 1. marca vzide ob **13.20**.

C 26. novembra Luna zaide ob **16.10** Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **15.50** in **16.30**.

D Nalogo rešimo tako, da za izbrani dan odčitamo čase zaida in vzida Arkturja, ti vrednosti odštejemo in s tem dobimo čas, ko je zvezda pod obzorjem.
Arktur je v naši krajih pod obzorjem **9 ur.**.

B2.

Zemljepisna širina kraja φ = 60°.
Naklon Zemljine vrtilne osi na ravnino ekliptike ϵ = 23,5°.
Dolžina sence smreke l = 12 m.

Na dan zimskega solsticija je deklinacija Sonca δ_S = - 23,5°. To pomeni, da je višina h Sonca nad obzorjem ob lokalnem poldnevu:

h = 90° + δ_S - φ = 90° - 23,5° - 60° = 6,5°.

Smreka, njena senca in zveznica med vrhom smreke in vrhom sence tvorijo pravokotni trikotnik, katerega kot pri tleh je h. Sledi:

$\tan h = H/l$,
kjer je H iskana višina smreke. Sledi:

$H = l \cdot \tan h$ = 1,37 m.

B3.

Obhodni čas Zemlje okoli Sonca t_Z = 365,26 dneva.
Obhodni čas Jupitra okoli Sonca t_J = 4332,59 dneva.

a) Čas med zaporednima opozicijama t_S je mogoče enostavno izpeljati. Zveznica Zemlja-Sonce med zaporednima opozicijama opiše en obhod (2π) in še kot $\Delta\varphi$, zveznica Jupiter-Sonce pa samo kot $\Delta\varphi$. Kotni hitrosti Zemlje ω_Z in Jupitra ω_J izrazimo z njunima obhodnima časoma okoli Sonca:

$$\omega_Z = 2\pi/t_Z, \tag{1}$$
$$\omega_J = 2\pi/t_J. \tag{2}$$

Za Zemljo torej velja:
$$2\pi + \Delta\varphi = \omega_Z\, t_S; \tag{3}$$
za Jupiter pa:
$$\Delta\varphi = \omega_J\, t_S. \tag{4}$$

Enačbi (3) in (4) združimo:

$\omega_Z\, t_S = 2\pi + \omega_J\, t_S$
in še vstavimo izraze za kotne hitrosti (1) in (2) ter enačbo preuredimo. Tako dobimo zvezo med obhodnimi časi planetov okoli Sonca in časom zaporednih opozicij:

$1/t_S = 1/t_Z$ - $1/t_J$
$\omega_Z\, t_S = 2\pi + \omega_J\, t_S$
in še vstavimo izraze za kotne hitrosti (1) in (2) ter enačbo preuredimo. Tako dobimo zvezo med obhodnimi časi planetov okoli Sonca in časom zaporednih opozicij:

$1/t_S = 1/t_Z$ - $1/t_J$

oziroma

$t_S = t_Z t_J/(t_J$ - $t_Z)$ = 398,89 dneva.

b) Pri iskanju odgovora, v katerem ozvezdju bo Jupiter ob opoziciji leta 2020, si pomagamo z vrtljivo karto in rezultatom za časovni interval med opozicijama. Leta 2019 je bil Jupiter ob opoziciji v Kačenoscu. Leta 2020 bo opozicija Jupitra približno 33 dni kasneje kot leta 2019, kar je približno 1/12 leta oz. bo Jupiter ob opoziciji za eno ozvezdje premaknjen glede na leto 2019. Ker se Sonce po ekliptiki med letom pomika v smeri urinega kazalca in ker je Jupiter ob opoziciji na nasprotnem delu neba, mora biti tudi lega Jupitra ob opoziciji leta 2020 premaknjena v smeri urinega kazalca glede na leto 2019. To pomeni, da bo Jupiter ob naslednji opoziciji v ozvezdju **STRELCA**.

B4.
Polmer orbite lune Fobos r = 9400 km = $9{,}4\cdot10^6$ m.
Obhodna doba Fobosa okoli Marsa t = 7 ur in 40 minut = 27600 s.
Polmer Marsa $R_M = 0{,}53 R_Z$ = 0,53·6400 km = 3392 km = $3{,}392\cdot10^6$ m.

Težni pospešek g_M na površju Marsa izrazimo iz gravitacijskega zakona:

$$g_M = G m_M / R_M^2, \tag{5}$$
kjer je G gravitacijska konstanta, m_M pa masa Marsa. Vidimo, da nam pri nalogi manjkata podatka za gravitacijsko konstanto in maso Marsa, ki jo pa lahko izrazimo iz podatkov za gibanje lune Fobos.
Za manjše telo (Fobos) z maso m_F, ki kroži v gravitacijskem polju masivnega telesa (Mars) z maso m_M, velja, da je centripetalna sila F_c enaka gravitacijski sili F_g:

$$F_c = 4\pi^2 r m_F / t^2, \tag{6}$$

$$F_g = G m_M m_F / r^2. \tag{7}$$

Enačbi (6) in (7) izenačimo in dobimo 3. Keplerjev zakon, iz katerega lahko izrazimo produkt gravitacijske konstante in mase Marsa:

$$4\pi^2 r / t^2 = G m_M / r^2, \tag{8a}$$

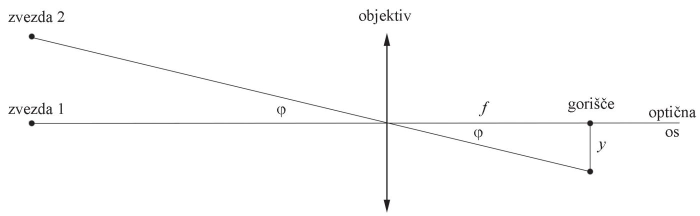
$$G m_M = 4\pi^2 r^3 / t^2. \tag{8b}$$

Izraz (8b) nesemo v (5) in dobimo končno enačbo za težni pospešek na površju Marsa:

$$g_M = 4\pi^2 r^3 / t^2 R_M^2 = 4\pi^2 r^3 / t^2 (0,53 R_Z)^2 = 3{,}74\ \mathrm{m/s^2}.$$

B5.
Goriščna razdalja objektiva f = 1,2 m.
Kotna oddaljenost zvezd φ = 12".

Pomagamo si s sliko.



Slika zvezd nastane v goriščni ravnini objektiva. Če optično os objektiva poravnamo z eno zvezdo, potem je smer proti drugi zvezdi glede na optično os pod kotom φ. Vidimo, da velja:

$\tan\varphi = y/f,$
kjer je y razdalja med središčema slik opazovanih zvezd. Za rešitev dobimo:

$$y = f \cdot \tan\varphi = 1{,}2\ \mathrm{m} \cdot \tan 12'' = 7 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{m}.$$

Rešitve 2. skupine (3. in 4. letnik)

A1. (C) Sonce je na nebesnem ekvatorju ob jesenskem in spomladanskem ekvinokciju - enakonočju.

A2. (B) Merkur ni nikoli daleč od Sonca. Ker je Luna vidna skozi nasprotno okno, je Luna na nebu nasproti Soncu, zato je v ščipu.

A3. (A) Od naštetih zvezd je Prokijon najbližje nebesnemu ekvatorju.

A4. (D) Dnevno gibanje Sonca na severnem polu je vzporedno z obzorjem. Sonce tam zahaja na dan jesenskega enakonočja, pod kotom 0 stopinj glede na obzorje.

A5. (A) Lune si po oddaljenosti od Jupitra sledijo v tem vrstnem redu: Io, Evropa, Ganimed, Kalisto.

A6. (B) Ceres je največji asteroid, ki ga uvrščamo med pritlikave planete.

A7. (D) Sonce je zvezda glavnega spektralnega razreda G.

A8. (C) Po oddaljenosti si sledijo Plejade (M45), Orionova meglica (M42), kroglasta kopica M13, Mali Magellanov oblak.

A9. (C) Orionova meglica (M42) je znana porodnišnica zvezd, v kateri je veliko mladih zvezd in zvezd v nastajanju. V kroglastih kopicah so samo zelo stare zvezde, planetarna meglica je ostanek umirajoče zvezde, meglica Rakovica pa je ostanek supernove.

A10. (B) Teoretična ločjivost nekega optičnega teleskopa je za modro svetlobo boljša kot za rdečo svetlobo, ker ima modra svetloba krajšo valovno dolžino od rdeče. Teoretična ločljivost je namreč sorazmerna z valovno dolžino in obratno sorazmerna s premerom objektiva teleskopa.

B1.

A Fomalhaut je 1. januarja najvišje na nebu (zgornja kulminacija) ob **16.15**.

B Orionova meglica 1. marca vzide ob **13.20**.

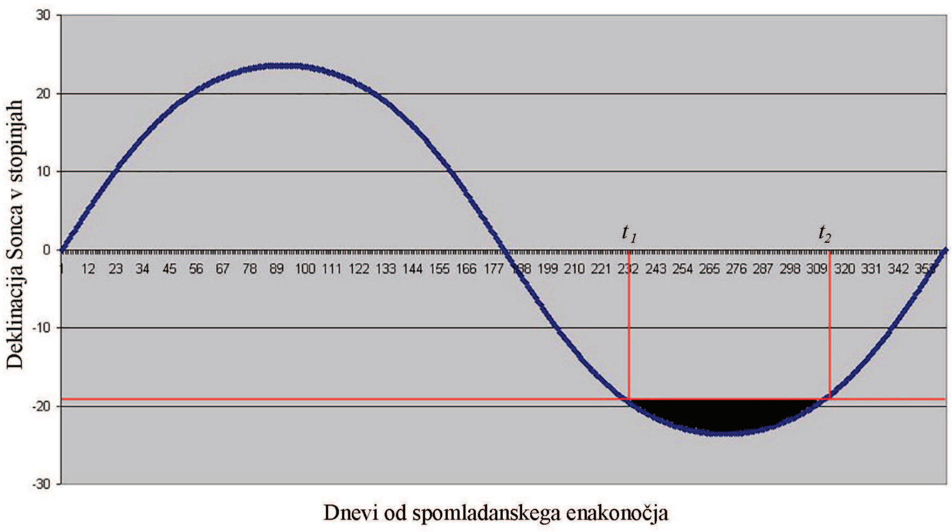
C 26. novembra Luna zaide ob **16.10** Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **15.50** in **16.30**.

D Nalogo rešimo tako, da za izbrani dan odčitamo čase zaida in vzida Arkturja, ti vrednosti odštejemo in s tem dobimo čas, ko je zvezda pod obzorjem.
Arktur je v naši krajih pod obzorjem **9 ur.**.

B2.

Zemljepisna širina kraja φ = 90° severno.
Naklon Zemljine vrtilne osi na ravnino ekliptike ϵ = 23,5°.
Leto t_0 = 365 dni.

Astronomska noč je takrat, ko je središče Sonca najmanj 18° pod obzorjem. Na severnem polu je višina središča Sonca h kar njegova trenutna deklinacija, ki se spreminja med -23,5° in + 23,5°. To pomeni, da mora biti deklinacija Sonca δ_S, ko je astronomska noč, manjša od -18°. Spreminjanje deklinacije Sonca lahko aproksimiramo s sinusoido, kar je za oceno dovolj dobro, le izhodišče moramo pametno izbrati. Kot izhodišče izberemo spomladansko enakonočje, ko je δ_S = 0°.



Deklinacijo Sonca zapišimo kot:

$\delta_S = \epsilon \cdot \sin(2\pi t/t_0)$

Pogoj za astronomsko noč je potemtakem:

$\epsilon \cdot \sin(2\pi t/t_0) \leq$ -18°
oziroma
23,5°$\cdot \sin(2\pi t/t_0) \leq$ -18°

Iz zgornje neenačbe izrazimo t, ki zadošča robnemu pogoju:

$2\pi t\ /\ t_0 = \arcsin(-18/23,5)$
$t = t_0 \arcsin(-18/23,5)\ /\ 2\pi$

t = -50,7 dneva.

Ta rezultat pomeni sledeče. Sonce pride 18° (deklinacija -18°) pod obzorje 50,7 dneva po jesenskem enakonočju (zaidu) in je deklinacija zopet večja od - 18° 50,7 dneva pred spomladanskim enakonočjem.
Izračunajmo trajanje astronomske noči t_N.

Sonce pride 18° pod obzorje na dan v letu t_1 = 365 dni/2 + 50,7 dneva = 233 dan.
Sonce ponovno pride 18° pod obzorje na dan v letu t_2 = 365 dni - 50,7 dneva = 314 dan.

Ocena za trajanje astronomske noči na severnem polu:

$t_N = t_2 - t_1$ = 81 dni.

B3.

Polmer orbite lune Deimos r = 23460 km = 2,346$\cdot 10^7$ m.
Obhodna doba Fobosa okoli Marsa t = 30 ur in 20 minut = 109200 s.
Polmer Marsa R_M = 0,53R_Z = 0,53$\cdot$6400 km = 3392 km = 3,392$\cdot 10^6$ m.

Težni pospešek g_M na površju Marsa izrazimo iz gravitacijskega zakona:

$g_M = Gm_M/R_M^2$, (1)

kjer je G gravitacijska konstanta, m_M pa masa Marsa. Vidimo, da nam pri nalogi manjkata podatka za gravitacijsko konstanto in maso Marsa, ki jo pa lahko izrazimo iz podatkov za gibanje lune Deimos.
Za manjše telo (Deimos) z maso m_D, ki kroži v gravitacijskem polju masivnega telesa (Mars) z maso m_M, velja, da je centripetalna sila F_c enaka gravitacijski sili F_g:

$F_c = 4\pi^2 r m_D/t^2$, (2)

$F_g = Gm_M m_D/r^2$. (3)

Enačbi (6) in (7) izenačimo in dobimo 3. Keplerjev zakon, iz katerega lahko izrazimo produkt gravitacijske konstante in mase Marsa:

$4\pi^2 r/t^2 = Gm_M/r^2$, (4a)

$$Gm_M = 4\pi^2 r^3/t^2. \tag{4b}$$

Izraz (4b) nesemo v (1) in dobimo končno enačbo za težni pospešek na površju Marsa:

$$g_M = 4\pi^2 r^3/t^2 R_M^2 = 4\pi^2 r^3/t^2 (0,53 R_Z)^2 = 3{,}72\ \mathrm{m/s^2}.$$

B4.

Navidezna magnituda zvezde m_z = +8,2.
Navidezna magnituda Sonca m_S = -26,7.
Oddaljenost Sonca r_S = 1 a.e.

Opazovana zvezda in Sonce sta enaki zvezdi, zato je razmerje gostote svetlobnega toka z zvezde j_z in gostote svetlobnega toka s Sonca j_S kar obratno sorazmerno s kvadratom njunih oddaljenosti od nas:

$$j_z/j_S = r_S^2/r_z^2. \tag{5}$$

Zapišemo še eno od oblik Pogsonovega zakona, ki gostoti svetlobnega toka povezuje z magnitudama:

$$j_z/j_S = 100^{(m_S-m_z)/5}, \tag{6}$$

Iz enačb (9) in (10) sledi:

$$r_z = r_S \cdot \sqrt{100^{(m_z-m_S)/5}} = r_S \cdot 10^{(m_z-m_S)/5} = 1\ \text{a.e.} \cdot 10^{(8,2+26,7)/5} = 9{,}55 \cdot 10^6\ \text{a.e.}$$

B5.

Goriščna razdalja objektiva f = 1,8 m.
Navidezni premer Jupitrove ploskvice ϕ_J = 50''.
Znano je, da je navidezni premer Lunine ploskvice na nebu približno ϕ_L = 30′ = 1800''.

Ker želimo, da bi bila Jupitrova ploskvica v teleskopu videti enako velika kot Lunina brez teleskopa, moramo izračunati povečavo P, pri kateri bo ta pogoj izpolnjen:

$$P = \phi_L/\phi_J = 1800''/50'' = 36.$$

Pri 36-kratni povečavi bo Jupitrova ploskvica navidezno velika 30′. Iz definicije povečave teleskopa lahko izračunamo goriščno razdaljo okularja, ki bo v teleskopu s tako goriščno razdaljo objektiva dal 36-kratno povečavo:

$$P = f_{objektiv}/f_{okular}.$$

$$f_{okular} = f_{objektiv}/P = 1{,}8\ \mathrm{m}/36 = 0{,}05\ \mathrm{m} = 50\ \mathrm{mm}.$$

Rešitve 58. fizikalnega tekmovanja srednješolcev Slovenije – šolsko tekmovanje

Rešitve skupine I

1. $h = 75$ cm, $d = 80$ cm, $g = 9{,}8$ m/s^2.

   a) Vodoravna hitrost kocke je zaradi prožnega odboja in kota 45° enaka hitrosti prostega pada z višine h:
   $$v = \sqrt{2gh} = 3{,}834\,\mathrm{m/s}.$$

   b) Blažkina kocka z višine h prosto pada do tal čas t_1:
   $$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0{,}391\,\mathrm{s}.$$

   Po vodoravnih tleh do vznožja klanca potuje enakomerno še čas t_2:
   $$t_2 = \frac{d}{v} = \frac{d}{\sqrt{2gh}} = 0{,}209\,\mathrm{s}.$$

   V celoti Blažkina kocka potuje čas
   $$t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{d}{\sqrt{2gh}} = \frac{2h+d}{\sqrt{2gh}} = \frac{2h+d}{v} = 0{,}600\,\mathrm{s}$$

   Jernejeva kocka se po klancu zaradi dinamične komponente teže giblje enakomerno pospešeno s konstantnim pospeškom a:
   $$a = g\sin(\varphi) = g\frac{h}{\sqrt{h^2+d^2}} = 6{,}703\,\mathrm{m/s}^2,$$

   kjer je φ naklon deske proti vodoravnici. Čas potovanja t_3 po deski z dolžino $\sqrt{h^2+d^2}$ izračunamo iz enačbe za enakomerno pospešeno gibanje
   $$t_3 = \sqrt{\frac{2\sqrt{h^2+d^2}}{a}} = \sqrt{\frac{2(h^2+d^2)}{gh}} = \frac{2\sqrt{h^2+d^2}}{v} = 0{,}572\,\mathrm{s}.$$

   Tekmo zmaga Jernej.

   c) Rezultat bo obrnjen, ko bo veljalo $t_1 + t_2 < t_3$, kar nam da enačbo
   $$2h + d < 2\sqrt{h^2+d^2}.$$

   Po kvadriranju dobimo
   $$4h^2 + 4hd + d^2 < 4h^2 + 4d^2$$

   in od tu $4h < 3d$ ter končno
   $$d > \frac{4}{3}h = d_{\mathrm{mejni}} = 1\,\mathrm{m}.$$

   Če je oddaljenost spodnjega krajišča deske od roba mize v vodoravni smeri večja od 1 m pride do spodnjega krajišča deske prva Blažkina kocka.

2. $m_1 = 10$ kg, $m_2 = 15$ kg, $k_t = 0{,}1$, $k = 40$ N/m, $F = 30$ N.

   a) Pri enakomernem gibanju je vsota sil, ki delujejo na sani enaka 0, torej je vlečna sila nasprotno enaka sili trenja:
   $$F_0 = k_t m_1 g + k_t m_2 g = 24{,}5\ \mathrm{N}\,.$$

b) Na začetku, ko elastična vrv še ni napeta, na prve sani delujeta v vodoravni smeri le vlečna sila in sila trenja. Iz drugega Newtonovega zakona sledi

$$a = \frac{F - k_t m_1 g}{m_1} = 2{,}0 \text{ m/s}\,.$$

c) Druge sani se premaknejo, ko sila vrvi preseže silo lepenja. Če označimo raztezek v mejnem primeru s s, velja

$$ks = k_t m_2 g\,, \qquad s = \frac{k_t m_2 g}{k} = 37 \text{ cm}\,.$$

d) Sedaj deluje trenje tudi na druge sani in vsota vseh sil na oboje sani je

$$F' = F - k_t m_1 g - k_t m_2 g = 5{,}5 \text{ N}\,.$$

Oboje sani se gibljejo pospešeno s pospeškom

$$a' = \frac{F'}{m_1 + m_2} = 0{,}22 \text{ m/s}\,.$$

3. $M = 45$ kg, $m = 0{,}6$ kg, $v_0 = 15$ m/s.

a) Pri metu se ohranja skupna gibalna količina. Pred metom je skupna gibalna količina 0, po metu pa se Jan in voziček gibljeta s hitrostjo v proč od stene, žoga pa proti steni. Hitrost žoge glede na okolico (steno) je $v_0 - v$. Velja

$$0 = Mv - m(v_0 - v)\,, \qquad v = \frac{mv_0}{M+m} = 0{,}20 \text{ m/s}\,.$$

b) Žoga se od stene odbije z nasprotno enako hitrostjo. Če hitrost Jana, vozička in žoge po tem, ko Jan ujame žogo, označimo z v', ohranitev gibalne količine zapišemo:

$$(M+m)v' = Mv + m(v_0 - v)\,.$$

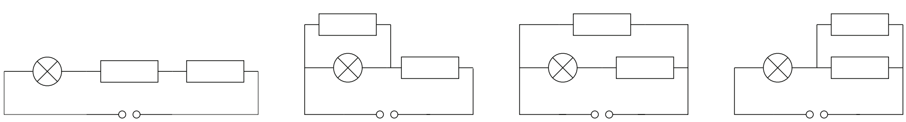
Sledi

$$v' = \frac{(M-m)v}{M+m} + \frac{mv_0}{M+m} = \frac{2Mv}{M+m} = \frac{2Mmv_0}{(M+m)^2} = 0{,}39 \text{ m/s}\,.$$

Rešitve skupine II

1. **a)** $R = 8\ \Omega$, $R_{ž} = 8\ \Omega$, $U_0 = 12$ V, $U_{\text{maks}} = 10$ V, $U_{\text{min}} = 7$ V.

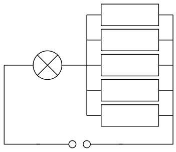
Poleg vezja, pri katerem so žarnica in upornika vezani vzporedno in je napetost na žarnici kar enaka napetosti vira 12 V, so možne še štiri vezave, prikazane na slikah od (i) do (iv).



(i) (ii) (iii) (iv)

V vezju (i) je napetost na žarnici tretjina U_0, torej 4 V, v vezju (ii) je nadomestni upor vzporedno vezane žarnice in upornika 4 Ω in zato napetost na žarnici prav tako tretjina U_0, 4 V, v vezju (iii) zgornji upornik ne vpliva na napetost na žarnici in je ta enaka polovici U_0, 6 V, v vezju (iv) pa je nadomestni upor upornikov 4 Ω in napetost na žarnici dve tretjini U_0, 8 V.

b) Da bo napetost na žarnici 10 V, mora biti žarnica zaporedno vezana z uporniki, ki so vezani tako, da je padec napetosti na upornikih 2 V, njihov nadomestni upor pa 1,6 Ω. Za ta namen porabimo najmanj upornikov, če jih pet vežemo vzporedno, tako kot kaže slika.



2. $S = 500\ \mathrm{cm}^2$, $d = 1\ \mathrm{cm}$, $U_0 = 50\ \mathrm{V}$, $\Phi = 3 \cdot 10^9\ \mathrm{s}^{-1}$, $R = 10^{10}\ \Omega$, $\Delta t = 1\ \mathrm{s}$.

a) Na kondenzatorju je na začetku naboj

$$e = CU = \frac{\varepsilon_0 S U_0}{d} = 2{,}2 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{As}\,.$$

(Pomeni, da je tolikšna količina naboja na pozitivni plošči in nasprotno enaka količina na negativni plošči.) Vsako sekundo nastane Δe pozitivnega naboja in $-\Delta e$ negativnega naboja:

$$\Delta e = \Phi \Delta t\, e_0 = 4{,}8 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{As}\,.$$

Pozitivno nabita plošča pritegne negativni naboj in naboj na pozitivni plošči se zmanjša za Δe; podobno se zgodi na negativni plošči. Napetost na ploščah se torej vsako sekundo *zmanjša* za

$$\Delta U = \frac{\Delta e}{C} = 11\ \mathrm{V}\,.$$

b) Da se v sklenjenem električnem krogu napetost na kondenzatorju ohranja, steče iz vira vsako sekundo toliko naboja, da kompenzira izgubo naboja na plošči; to ustreza toku

$$I = \frac{\Delta e}{\Delta t} = 4{,}8 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{A}\,.$$

Padec napetosti na uporniku je potem

$$U_R = RI = 4{,}8\ \mathrm{V}\,,$$

na kondenzatorju pa

$$U_C = U_0 - U_R = 45{,}2\ \mathrm{V} \approx 45\ \mathrm{V}\,.$$

3. $c_1 = 4{,}2\ \mathrm{kJ/kg\,K}$, $c_2 = 1{,}0\ \mathrm{kJ/kg\,K}$, $T_0 = 80\,^\circ\mathrm{C}$, $T_\mathrm{z} = 0\,^\circ\mathrm{C}$, $T_\mathrm{s} = 20\,^\circ\mathrm{C}$, $T_\mathrm{k} = 41\,^\circ\mathrm{C}$, $t_0 = 20\ \mathrm{s}$, $T_{20} = 70\,^\circ\mathrm{C}$, $m_1 = m_2 = m = 250\ \mathrm{g}$, $t_2 = 60\ \mathrm{s}$,

$$\eta = \frac{T_1 - T_\mathrm{z}}{T_0 - T_\mathrm{z}} = \frac{7}{8} = 0{,}875\,.$$

a) V času t_2 se čaj v Blažkini skodelici ohladi za $t_2/t_0 = 3$-krat tak faktor η kot v času t_0, torej velja

$$T_{60} = T(t_2) = T_\mathrm{z} + \eta^3\,(T_0 - T_\mathrm{z}) = 53{,}6\,^\circ\mathrm{C}.$$

b) Čas ohlajanja določimo numerično.
Lahko bi ga izračunali tudi analitično, a ker račun vključuje uporabo funkcije ln, predvidevamo, da ga bo uporabilo malo tekmovalcev.
Postopamo podobno kot v vprašanju a) in izračunamo nekaj zaporednih temperatur po večkratniku časa t_0

$$T_{80} = T_\mathrm{z} + \eta^4\,(T_0 - T_\mathrm{z}) = 46{,}9\,^\circ\mathrm{C},$$

$$T_{100} = T_\mathrm{z} + \eta^5\,(T_0 - T_\mathrm{z}) = 41{,}03\,^\circ\mathrm{C} \approx 41\,^\circ\mathrm{C}.$$

Vidimo, da je po času $t_\mathrm{B} = 5t_0 = 100$ s temperatura čaja iskanih $T_\mathrm{k} = 41\,^\circ\mathrm{C}$.

Analitično bi nalogo rešili na podoben način. Iščemo y iz enačbe

$$(T_0 - T_\mathrm{z})\,\eta^y = T_\mathrm{k} - T_\mathrm{z}$$

oziroma

$$\eta^y = \frac{T_\mathrm{k} - T_\mathrm{z}}{T_0 - T_\mathrm{z}},$$

od koder dobimo

$$y = \frac{\ln\left(\frac{T_\mathrm{k}-T_\mathrm{z}}{T_0-T_\mathrm{z}}\right)}{\ln(\eta)} = 5{,}006$$

in končno iskani čas $t_\mathrm{B} = yt_0 = 100{,}1\,\mathrm{s} \approx 100$ s.

c) Kalorimetrija nam da

$$m_1c_1(T_0 - T_1) = m_2c_2(T_1 - T_\mathrm{s})$$

oziroma

$$T_1 = \frac{m_1c_1T_0 + m_2c_2T_\mathrm{s}}{m_1c_1 + m_2c_2} = \frac{c_1T_0 + c_2T_\mathrm{s}}{c_1 + c_2} = 68{,}46\,^\circ\mathrm{C}.$$

Izraz lahko zapišemo tudi malo drugače, kar nam bo prišlo prav v nadaljevanju naloge

$$T_1 - T_\mathrm{s} = (T_0 - T_\mathrm{s})\frac{m_1c_1}{m_1c_1 + m_2c_2} = (T_0 - T_\mathrm{s})\frac{c_1}{c_1 + c_2}.$$

d) Število prelivanj, potrebnih za primerno ohladitev čaja, ponovno izračunamo numerično v nekaj zaporednih korakih.

Uporabimo zadnjo relacijo pri vprašanju c), od koder za temperaturo T_i po i-tem prelivanju dobimo

$$T_i = T_\mathrm{s} + (T_0 - T_\mathrm{s})\left(\frac{c_1}{c_1 + c_2}\right)^i.$$

Kolikokrat mora Jernej preliti čaj, numerično ugotovimo z izračunom temperature čaja po i zaporednih prelivanjih.

i	0	1	2	3	4	5	6
T_i [°C]	80,00	68,46	59,14	51,61	45,53	40,62	36,66

Po petih prelivanjih ima čaj temperaturo 40,62 °C, ki je nižja od T_k, torej zadošča, da Jernej čaj prelije petkrat.

Analitično bi postopali podobno kot pri vprašanju b). Iščemo potenco i, da velja

$$T_\mathrm{k} - T_\mathrm{s} = (T_0 - T_\mathrm{s})\left(\frac{c_1}{c_1 + c_2}\right)^i.$$

Od tu dobimo

$$i = \frac{\ln\left(\frac{T_\mathrm{k}-T_\mathrm{s}}{T_0-T_\mathrm{s}}\right)}{\ln\left(\frac{c_1}{c_1+c_2}\right)} = 4{,}92.$$

Ker mora biti i celo število, in ker sme imeti čaj temperaturo največ T_k mora Jernej čaj preliti petkrat, saj je 5 prvo celo število, večje od 4,92.

e) Ker mora 5 prelivanj trajati manj kot $t_\mathrm{B} = 100$ s, mora posamezno prelivanje in ohlajanje čaja trajati $t_\mathrm{p} = t_\mathrm{B}/5 \leq 20$ s.

Rešitve skupine III

1. $V_0 = 1$ m^3, $2r = 5$ cm, $p_0 = 100$ kPa, $m_u = 10$ g, $t_0 = 10$ s.

   a) Ko položimo utež na bat, se tlak v posodi poveča na $p = p + F/S$, $S = \pi r^2$, $F = m_u g$, prostornina pa zmanjša na $V = V_0 - Sx$, če je x premik bata. Sprememba je izotermna in velja

$$pV = \left(p_0 + \frac{F}{S}\right)(V_0 - Sx) = p_0V_0\,, \qquad \text{ali} \qquad \frac{F}{S}\,V_0 - p_0Sx - Fx = 0\,.$$

Ker je teža uteži zelo majhna, lahko tretji člen zanemarimo. Sledi:

$$x = \frac{FV_0}{p_0 S^2} = \frac{m_u g V_0}{p_0\, \pi^2\, r^4} = 25 \text{ cm}\,.$$

b) Zrak v posodi deluje kot vzmet s prožnostnim koeficientom

$$k = \frac{F}{x} = \frac{p_0 S^2}{V_0} = \frac{p_0\, \pi^2\, r^4}{V_0} = 0{,}39 \text{ N/m}\,.$$

Nihajni čas uteži z maso m_b na vzmeti je

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_b}{k}}\,.$$

Od tod sledi

$$m_b = \frac{t_0^2\, k}{4\pi^2} = 0,98 \text{ kg} \approx 1{,}0 \text{ kg}\,.$$

2. $m_1 = 10$ kg, $m_2 = 15$ kg, $k_t = 0{,}1$, $k = 40$ N/m.

a) Pri enakomernem gibanju je vsota sil, ki delujejo na sani enaka nič, torej je vlečna sila nasprotno enaka sili trenja:

$$F_0 = k_t m_1 g + k_t m_2 g = 24{,}5 \text{ N}\,.$$

b) Druge sani se premaknejo, ko sila vrvi preseže silo lepenja. Če označimo raztezek v mejnem primeru s s, velja

$$ks = k_t m_2 g\,, \qquad s = \frac{k_t m_2 g}{k} = 37 \text{ cm}\,.$$

c) Delo, ki ga opravi vlečna sila F_0 na poti s, se porabi za povečanje prožnostne energije vrvi, kinetične energije prvih sani in za izgube zaradi trenja:

$$F_0 s = \tfrac{1}{2} k s^2 + \tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 + k_t m_1 g s\,.$$

Iz enačbe pri a) lahko zapišemo $F_0 s - k_t m_1 g s = k_t m_2 g s$, iz enačbe pri b) pa $\frac{1}{2}\, k s^2 = \frac{1}{2}\, k_t m_2 g s$. Sledi

$$\tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 = \tfrac{1}{2}\, k_t m_2 g s = \frac{k_t^2 m_2^2 g^2}{2k}\,, \qquad v_1 = \frac{k_t m_2 g}{\sqrt{m_1 k}}\,.$$

Od tod (ali direktno iz prve enačbe v tem podvprašanju) izračunamo

$$v_1 = 0{,}735 \text{ m/s} \approx 0{,}73 \text{ m/s} \;\; (\text{ali } 0{,}74 \text{ m/s})\,.$$

d) V trenutku, ko se pričnejo gibati druge sani, je vsota zunanjih sil na sistem sani enaka nič; zato se ohranja skupna gibalna količina. (Pred tem je sila lepenja na druge sani manjša od mejne in ravnovesje sil pri a) ni izpolnjeno.) Če končno hitrost obeh sani označimo z v^*, velja

$$(m_1 + m_2) v^* = m_1 v_1\,, \qquad v^* = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = 0{,}29 \text{ m/s} \;\; (\text{ali } 0{,}30 \text{ m/s})^1\,.$$

e) Če je vrv med sanmi toga, je vlečna sila uravnovešena z največjo silo lepenja, ki deluje na *oboje* sani, zato se sistem ne premakne. To vidimo tudi iz enačbe, ki povezuje v_1 s koefientom k; pri togi vrvi gre k preko vseh meja, v_1 in posledično v^* pa proti nič.

3. $f = 20$ cm, $a = 30$ cm, $\varphi = 60°$, $l = 12$ cm.

a) Pravokotno na optično os postavljena palica se preslika za lečo na razdaljo b od leče

$$b = \frac{af}{a - f} = 60{,}0\,\text{cm}.$$

Povečava preslikave nam da za dolžino l' slike palice

$$l' = \frac{b}{a} l = \frac{f}{a - f} l = 24\,\text{cm}.$$

b) Zgornje krajišče palice je za $h = \frac{1}{2} l \sin\varphi = l\frac{\sqrt{3}}{4} = 5{,}20$ cm nad optično osjo in za $x = \frac{1}{2} l \cos\varphi = l/4 = 3{,}00$ cm bliže leči kot sredina palice. Analogno je spodnje krajišče za $h = l\frac{\sqrt{3}}{4} = 5{,}20$ cm pod optično osjo in za $x = l/4 = 3{,}00$ cm dlje od leče kot sredina palice. Označimo zgornje krajišče palice kot točko P_1 in spodnje krajišče palice kot točko P_2. Ustrezni sliki sta v točkah S_1 in S_2 s koordinatama $S_1 = (b_1, y_1)$ in $S_2 = (b_2, y_2)$. Koordinatni sistem smo postavili v središče leče, os x kaže vzdolž optične osi na desno, os y pa navzgor (glede na skico v nalogi). Oddaljenost P_1 od leče je $a_1 = a - x = 27{,}0$ cm, oddaljenost P_2 od leče je $a_2 = a + x = 33{,}0$ cm. Od tu izračunamo, kam se preslikata obe krajišči palice.

$$b_1 = \frac{a_1 f}{a_1 - f} = \frac{\left(a - \frac{l}{2}\cos\varphi\right) f}{\left(a - \frac{l}{2}\cos\varphi\right) - f} = 77{,}14\,\text{cm}.$$

Podobni trikotniki oziroma pravilo o povečavi pri preslikavi skozi lečo vodijo do tega, kako daleč (y) od optične osi se preslika krajišče palice

$$y_1 = -\frac{b_1}{a_1} h = -\frac{f}{\left(a - \frac{l}{2}\cos\varphi\right) - f} h = -14{,}85,\text{cm}.$$

Analogno za P_2 dobimo

$$b_2 = \frac{a_2 f}{a_2 - f} = \frac{\left(a + \frac{l}{2}\cos\varphi\right) f}{\left(a + \frac{l}{2}\cos\varphi\right) - f} = 50{,}77\,\text{cm}.$$

in

$$y_2 = \frac{b_2}{a_2} h = \frac{f}{\left(a + \frac{l}{2}\cos\varphi\right) - f} h = 7{,}99\,\text{cm}.$$

c) Dolžino slike palice in kot ϑ med sliko palice in optično osjo izračunamo iz podatkov za vektor $\vec{s}$

$$\vec{s} = \overrightarrow{S_2 S_1} = (b_1 - b_2, y_1 - y_2) = (26{,}37\,\text{cm}, -22{,}84\,\text{cm}).$$

Dolžina vektorja $\vec{s}$ je $s = \sqrt{(b_1 - b_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = 34{,}89\,\text{cm} \approx 34{,}9\,\text{cm} \approx 35\,\text{cm}$.
Kot ϑ je

$$\tan\vartheta = -\frac{y_1 - y_2}{b_1 - b_2} = \frac{22{,}84}{26{,}37} = 0{,}866 \qquad \Longrightarrow \qquad \vartheta = 40{,}9^\circ \approx 41^\circ\,.$$