

**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 OSNOVNIH ŠOL

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. Kolikokrat se Luna zavrti okoli svoje osi med dvema zaporednima ščipoma?

- (A) Natanko enkrat. (B) Malo manj kot enkrat.
(C) Malo več kot enkrat. (D) V tem času naredi 1/12 obrata.

A2. Najsvetlejša zvezda na našem nebu, ki ni Sonce, se imenuje

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

A3. Skozi katero od naštetih ozvezdij ne gre ekliptika?

- (A) Oven. (B) Kačenosec. (C) Vodnar. (D) Vodna kača.

A4. Kaj je navidezna magnituda?

- (A) Merilo za barvo zvezd na nebu.
(B) Merilo za relativno velikost zvezd na nebu.
(C) Merilo za to, koliko ozračje oslabi sij zvezd, ki jih vidimo na nebu.
(D) Merilo za navidezni sij zvezd na nebu.

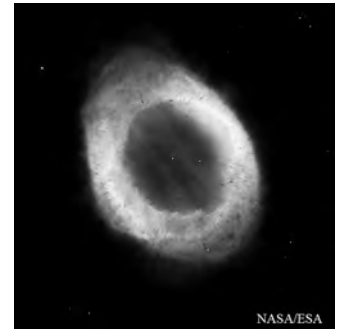
A5. Od Sonca najbolj oddaljeno območje Osončja predstavlja Oortov oblak – množica manjših ledenih teles, ki so na zelo veliki oddaljenosti okoli Sonca razporejena v okrogel oblak. Kako vemo za obstoj teles v Oortovem oblaku?

- (A) Iz Oortovega oblaka izvirajo nekateri kometi, kar astronomi ugotovijo iz njihovih orbit.
(B) Astronomi jih neposredno vidijo z velikimi teleskopi.

- (C) Do teles sta že prispeli sondi Voyager in jih zaznali.
(D) Telesa v Oortovem oblaku so odkrili z vesoljskim teleskopom Hubble.

A6. Kakšne vrste vesoljsko telo je na sliki?

- (A) Eksoplanet s kolobarjem. (B) Eliptična galaksija.
(C) Planetarna meglica. (D) Kroglasta kopica.



A7. Kateri od naštetih planetov ima najmanjšo povprečno gostoto?

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

A8. Koliko časa potuje svetloba od Sonca do nas?

- (A) Približno 5 sekund. (B) Približno 50 sekund.
(C) Približno 500 sekund. (D) Približno 5 minut.

A9. Na koliko ocenjujejo temperaturo v središču Sonca?

- (A) 6000°C . (B) 600000°C . (C) 1500000°C . (D) 15000000°C .

A10. Kakšne vrste je naša Galaksija?

- (A) Spiralna s prečko. (B) Eliptična.
(C) Spiralna brez prečke. (D) Nepravilna.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja.

A Kolikšna je v naših krajih največja višina zvezde Kapela nad obzorjem? (2 točki)
.....

B Koliko časa je 1. februarja Sonce nad obzorjem? (2 točki)
.....

C S kolikšnim časovnim zamikom gresta zvezdi Rigel in Betelgeza čez nebesni poldnevnik? Rezultat izrazi v minutah. (4 točke)
.....

D Kolikšna je za opazovalca na severnem polu Zemlje približna zenitna oddaljenost zvezde Arktur? (4 točke)
.....

B2. Zvezdana hoče določiti premer Lune. Z okroglim kamenčkom premera 5 mm natanko pokrije vso ploskvico Lune, če kamenček drži v iztegnjeni roki in gleda proti polni Luni. Razdalja med očesom in kamenčkom v iztegnjeni roki je 60 cm. Izračunaj premer Lune v kilometrih, če veš, da je Luna od Zvezdane oddaljena 400000 km. (10 točk)

B3. Izmeri kotno velikost polja neba (dolžino stranic fotografije v kotnih stopinjah), ki ga pokriva fotografija.

..... stopinj x stopinj (2 točki)

Na fotografiji poišči Andromedino galaksijo in jo označi z M31. (2 točki)

Na fotografij izmeri večji premer Andromedine galaksije in ga izrazi v kotnih minutah.

..... (4 točke)

Izmeri kotno razdaljo med središčem Andromedine galaksije in središčem galaksije v Trikotniku v kotnih stopinjah.

..... (4 točke)

Na fotografiji poišči dvojno kopico v Perzeju, jo obkroži in označi s črko P. (2 točki)



B4. Sonce skupaj s planeti v 220 milijonih let enkrat obkroži središče Galaksije. Recimo temu galaktično leto. Izračunaj, koliko galaktičnih let je staro Sonce, če je nastalo pred 4,6 milijarde zemeljskih let? (6 točk)

Kolikšno pot je od nastanka do danes Sonce prepotovalo, če je od središča Galaksije oddaljeno 26500 svetlobnih let in se okoli njega giblje po krožnici?

Rezultat izrazi v svetlobnih letih. Obseg kroga $ob = 2\pi r$, kjer je r polmer kroga, π pa približno 3,14. (6 točk)

B5. Izračunaj, koliko časa traja zahod Sonca (čas od stika spodnjega roba Sončeve ploskvice z obzorjem do trenutka, ko vsa ploskvice izgine za obzorjem) v opazovališču na Marsovem ekvatorju na dan lokalnega enakonočja.

Na Marsu je navidezni premer Sončeve ploskvice na nebu $0,34$ stopinje. Sončev dan na Marsu traja 24 h 40 min. (12 točk)

NALOGE ZA 8. RAZRED OSNOVNIH ŠOL

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. Kolikokrat se Luna zavrti okoli svoje osi med dvema zaporednima ščipoma?

- (A) Natanko enkrat. (B) Malo manj kot enkrat.
(C) Malo več kot enkrat. (D) V tem času naredi 1/12 obrata.

A2. Skozi katero od naštetih ozvezdij ne gre ekliptika?

- (A) Oven. (B) Kačenosec. (C) Vodnar. (D) Vodna kača.

A3. Zamisli si, da jasno nočno nebo opazuješ v popolni temi in v času, ko na nebu ni Lune. Največ koliko zvezd lahko v nekem trenutku razločiš/vidiš na nebu brez teleskopa?

- (A) Ne več kot 200. (B) Približno 4500. (C) 6000 do 10000. (D) Več kot 10000.

A4. Kaj je navidezna magnituda?

- (A) Merilo za barvo zvezd na nebu.
(B) Merilo za relativno velikost zvezd na nebu.
(C) Merilo za to, koliko ozračje oslabi sij zvezd, ki jih vidimo na nebu.
(D) Merilo za navidezni sij zvezd na nebu.

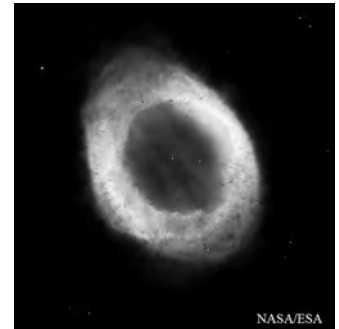
A5. Od Sonca najbolj oddaljeno območje Osončja predstavlja Oortov oblak – množica manjših ledenih teles, ki so na zelo veliki oddaljenosti okoli Sonca razporejena v okrogel oblak. Kako vemo za obstoj teles v Oortovem oblaku?

- (A) Iz Oortovega oblaka izvirajo nekateri kometi, kar astronomi ugotovijo iz njihovih orbit.
(B) Astronomi jih neposredno vidijo z velikimi teleskopi.

- (C) Do teles sta že prispeli sondi Voyager in jih zaznali.
 (D) Telesa v Oortovem oblaku so odkrili z vesoljskim teleskopom Hubble.

A6. Kakšne vrste vesoljsko telo je na sliki?

- (A) Eksoplanet s kolobarjem. (B) Eliptična galaksija.
 (C) Planetarna meglica. (D) Kroglasta kopica.



A7. Kateri od naštetih planetov na nebu doseže največji sij?

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

A8. Na kateri višini se tipično »prižgejo« utrinki?

- (A) 1 km. (B) 10 km. (C) 100 km. (D) 1000 km.

A9. Na koliko ocenjujejo temperaturo v središču Sonca?

- (A) 6000° C. (B) 600000° C. (C) 1500000° C. (D) 15000000° C.

A10. Kakšne vrste je naša Galaksija?

- (A) Spiralna s prečko. (B) Eliptična.
 (C) Spiralna brez prečke. (D) Nepravilna.

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja.

A Kolikšna je v naših krajih največja višina zvezde Kapela nad obzorjem? (2 točki)

.....

B Koliko časa je 1. februarja Sonce nad obzorjem? (2 točki)

.....

C S kolikšnim časovnim zamikom gresta zvezdi Rigel in Betelgeza čez nebesni poldnevnik? Rezultat izrazi v minutah. (4 točke)

.....

D Kolikšna je za opazovalca na severnem polu Zemlje približna zenitna oddaljenost zvezde Arktur? (4 točke)

.....

B2. Zapiši imena zvezd, ki tvorijo asterizem Zimski šesterokotnik. (6 točk)

Od katere do katere ure so na današnji dan (12. 1. 2019) v naših krajih vse zvezde Zimskega šesterokotnika nad obzorjem? (4 točke)

B3. Izmeri kotno velikost polja neba (dolžino stranic fotografije v kotnih stopinjah), ki ga pokriva fotografija.

..... stopinj x stopinj (2 točki)

Na fotografiji poišči Andromedino galaksijo in jo označi z M31. (2 točki)

Na fotografij izmeri večji premer Andromedine galaksije in ga izrazi v kotnih minutah.

..... (4 točke)

Izmeri kotno razdaljo med središčem Andromedine galaksije in središčem galaksije v Trikotniku v kotnih stopinjah.

..... (4 točke)

Na fotografiji poišči dvojno kopico v Perzeju, jo obkroži in označi s črko P. (2 točki)



B4. Izračunaj, koliko časa traja zahod Sonca (čas od stika spodnjega roba Sončeve ploskvice z obzorjem do trenutka, ko vsa ploskvica izgine za obzorjem) v opazovališču na Marsovem ekvatorju na dan lokalnega enakonočja. Na Marsu je navidezni premer Sončeve ploskvice na nebu 33 % manjši kot na Zemlji. Sončev dan na Marsu traja 24 h 40 min. (12 točk)

- B5.** Izračunaj hitrost geostacionarnega satelita, ki kroži nad ekvatorjem Zemlje. Satelit se nahaja 35800 km nad površjem Zemlje. Polmer Zemlje je 6400 km. Geostacionarni satelit je tak satelit, ki je ves čas nad isto točko nad površjem Zemlje in ima krožno orbito. Obseg kroga $ob = 2\pi r$, kjer je r polmer kroga, π pa približno 3,14. (12 točk)

NALOGE ZA 9. RAZRED OSNOVNIH ŠOL

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. Kolikokrat se Luna zavrti okoli svoje osi med dvema zaporednima ščipoma?

- (A) Natanko enkrat. (B) Malo manj kot enkrat.
(C) Malo več kot enkrat. (D) V tem času naredi 1/12 obrata.

A2. Skozi katero od naštetih ozvezdij ne gre ekliptika?

- (A) Oven. (B) Kačenosec. (C) Vodnar. (D) Vodna kača.

A3. Zamisli si, da jasno nočno nebo opazuješ v popolni temi in v času, ko na nebu ni Lune. Največ koliko zvezd lahko v nekem trenutku razločiš/vidiš na nebu brez teleskopa?

- (A) Ne več kot 200. (B) Približno 4500. (C) 6000 do 10000. (D) Več kot 10000.

A4. Kaj je navidezna magnituda?

- (A) Merilo za barvo zvezd na nebu.
(B) Merilo za relativno velikost zvezd na nebu.
(C) Merilo za to, koliko ozračje oslabi sij zvezd, ki jih vidimo na nebu.
(D) Merilo za navidezni sij zvezd na nebu.

A5. Od Sonca najbolj oddaljeno območje Osončja predstavlja Oortov oblak – množica manjših ledenih teles, ki so na zelo veliki oddaljenosti okoli Sonca razporejene v okrogel oblak. Kako vemo za obstoj teles v Oortovem oblaku?

- (A) Iz Oortovega oblaka izvirajo nekateri kometi, kar astronomi ugotovijo iz njihovih orbit.
(B) Astronomi jih neposredno vidijo z velikimi teleskopi.

- (C) Do teles sta že prispeli sondi Voyager in jih zaznali.
(D) Telesa v Oortovem oblaku so odkrili z vesoljskim teleskopom Hubble.

A6. Na kateri višini se tipično »prižgejo« utrinki?

- (A) 1 km. (B) 10 km. (C) 100 km. (D) 1000 km.

A7. Kako pravimo območju Sončeve atmosfere, ki oddaja največ svetlobe?

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

A8. Na koliko ocenjujejo temperaturo v središču Sonca?

- (A) 6000° C. (B) 600000° C. (C) 1500000° C. (D) 15000000° C.

A9. Katero od naštetih vesoljskih teles ima največjo povprečno gostoto?

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

A10. Teleskop B ima 3-krat večji premer objektiva kot teleskop A. Kolikokrat več svetlobe zbere teleskop B od teleskopa A?

- (A) Enako. (B) 3-krat več. (C) 9-krat več. (D) 27-krat več.
-

B1. Z vrtljivo zvezdno karto odgovori na vprašanja.

A Kolikšna je v naših krajih največja višina zvezde Kapela nad obzorjem? (2 točki)

.....

B Koliko časa je 1. februarja Sonce nad obzorjem? (2 točki)

.....

C S kolikšnim časovnim zamikom gresta zvezdi Rigel in Betelgeza čez nebesni poldnevnik? Rezultat izrazi v minutah. (4 točke)

.....

D Kolikšna je za opazovalca na severnem polu Zemlje približna zenitna oddaljenost zvezde Arktur? (4 točke)

.....

B2. 21. januarja 2019 bo popolni Lunin mrk. Sredina mrka: 6.12 po srednjeevropskem času.

a) Na karto s + vriši lego Lune (središče njene ploskvice), ko je sredina mrka. (4 točke)

b) Zapiši deklinacijo in rektascenzijo središča ploskvice Lune, ko je sredina mrka. (4 točke)

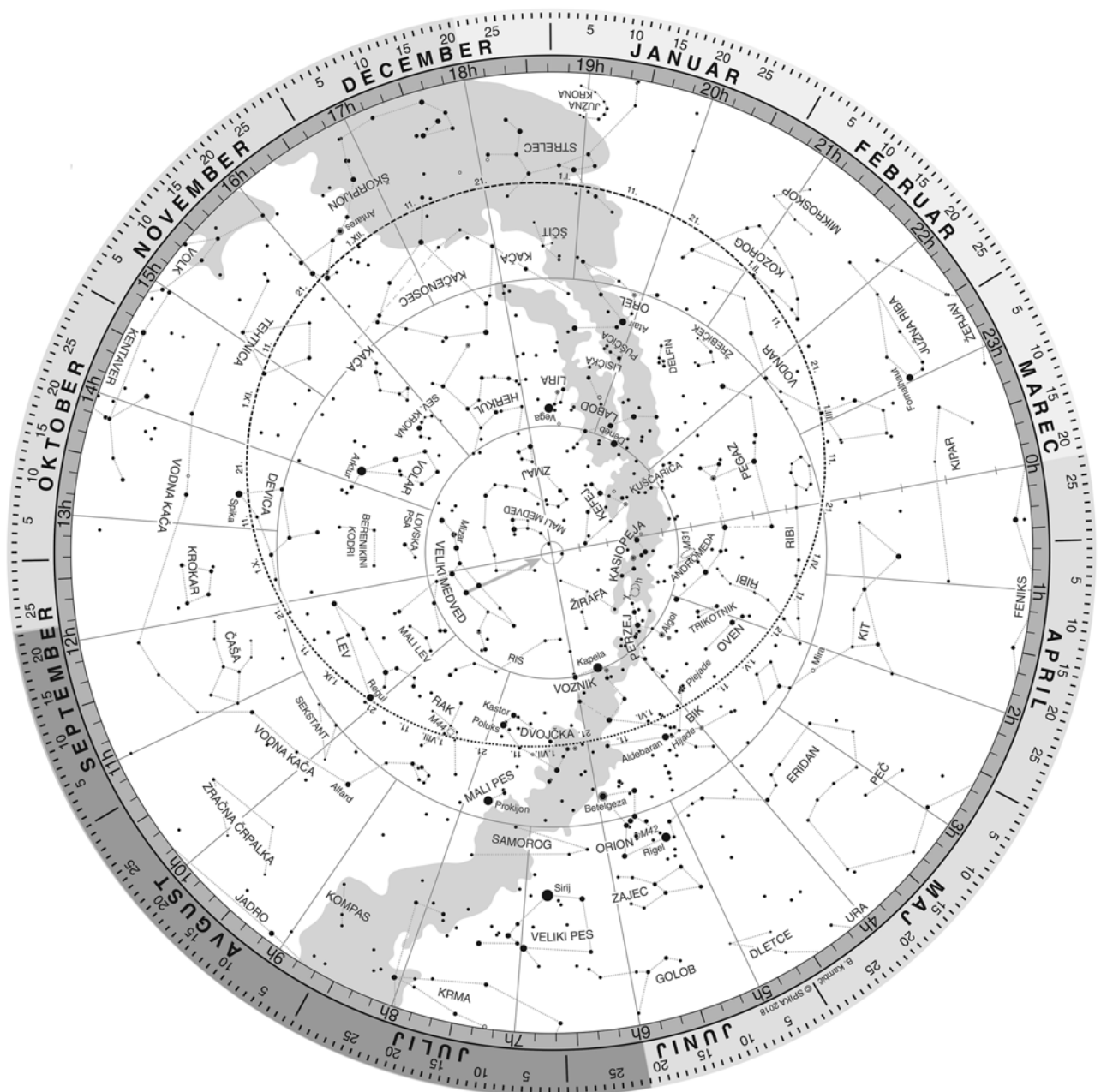
Deklinacija:..... Rektascenzija:.....

c) Kdaj 21. 1. 2019 Luna zaide? (2 točki)

.....

d) Kdaj 21. 1. 2019 vzide Sonce? (2 točki)

.....



B3. Izračunaj hitrost geostacionarnega satelita, ki kroži nad ekvatorjem Zemlje. Satelit se nahaja 35800 km nad površjem Zemlje. Polmer Zemlje je 6400 km. (10 točk)

B4. Zvezdana v kraju z zemljepisno širino 46 stopinj severno meri deklinacijo Sonca. To dela tako, da v vodoravna tla navpično zapiči palico in meri dolžino sence palice ob lokalnem poldnevu. Nekega dne izmeri, da je opoldanska dolžina sence natanko enaka višini palice. Iz njene meritve izračunaj deklinacijo Sonca na ta dan. (12 točk)

B5. Venera je bila 17. avgusta 2018 v največji vzhodni elongaciji od Sonca. Kdaj bo naslednjič v največji vzhodni elongaciji? Obhodni čas Venere okoli Sonca je 224,7 dneva. Rezultat zapiši v obliki datuma naslednje največje vzhodne elongacije Venere. (14 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 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

A1. Skozi katero od naštetih ozvezdij ne gre ekliptika?

- (A) Oven. (B) Vodna kača. (C) Vodnar. (D) Kačenosec.

A2. Venera je bila 17. avgusta 2018 v največji vzhodni elongaciji od Sonca. Kdaj bo naslednjič v največji vzhodni elongaciji? Obhodni čas Venere okoli Sonca je 224,7 dneva.

- (A) 6. 1. 2019 (B) 27. 8. 2019 (C) 3. 8. 2020 (D) 24. 3. 2020

A3. Kolikokrat se Luna zavrti okoli svoje osi med dvema zaporednima ščipoma?

- (A) Natanko enkrat. (B) Malo manj kot enkrat.
(C) Malo več kot enkrat. (D) V tem času naredi 1/12 obrata.

A4. Kateri Messierjev objekt je na sliki?

- (A) M 1 (B) M 2 (C) M 3 (D) M 4

A5. Kaj je značilno za orbite kratkoperiodičnih kometov?

- (A) Da je njihov afelij v območju Oortovega oblaka.
(B) Da ležijo približno v ravnini ekliptike.
(C) Da so parabolične oblike.
(D) Da so hiperbolične oblike.



A6. Kako pravimo območju Sončeve atmosfere, ki oddaja največ svetlobe?

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

A7. Kaj se bo zgodilo v naslednjem koraku življenja Betelgeze?

- (A) Napihnila se bo v rdečo orjakinjo. (B) Skrčila se bo v belo pritlikavko.
(C) Eksplodirala bo kot supernova. (D) Postala bo podobna Soncu.

A8. Zaradi migetanja ozračja ne nebu ne moremo razločiti manjših podrobnosti od 1 kotne sekunde. Tako teoretično ločljivost ima teleskop s premerom objektiva približno

- (A) 13 cm; (B) 26 cm; (C) 40 cm; (D) 100 cm.

A9. Kaj sta Mali in Veliki Magellanov oblak?

- (A) Medzvezdna oblaka prahu in plina. (B) Satelitski galaksiji Andromedine galaksije.
(C) Veliki eliptični galaksiji. (D) Satelitski galaksiji naše Galaksije.

A10. Kako temna snov vpliva na širjenje vesolja?

- (A) Zaviralno.
(B) Pospeševalno.
(C) Ne vpliva.
(D) V mladem vesolju zaviralno, kasneje pospeševalno.

B1. Zvezdana v kraju z zemljepisno širino 46 stopinj severno meri deklinacijo Sonca. To dela tako, da v vodoravna tla navpično zapiči 1 meter dolgo palico in meri dolžino sence palice ob lokalnem poldnevu. Nekega dne izmeri, da je opoldanska dolžina sence 1,8 metra. Iz njene meritve izračunaj deklinacijo Sonca na ta dan. (12 točk)

B2. Zvezda Sirij ima navidezno magnitudo $m_S = -1,46$ in letno paralakso $\pi_S = 0,380''$. Zvezda β Vodnarja pa ima navidezno magnitudo $m_\beta = +2,87$ in letno paralakso $\pi_\beta = 0,006''$. Izračunaj razmerje izsevov teh dveh zvezd.

Pogsonov zakon za razmerje svetlobnih tokov j_2 in j_1 z dveh zvezd: $j_2/j_1 = 10^{0,4(m_1 - m_2)}$, kjer sta m_1 in m_2 pripadajoči navidezni magnitudi zvezd. (16 točk)

B3. 21. januarja 2019 bo popolni Lunin mrk. Sredina mrka: 6.12 po srednjeevropskem času.

a) Na karto s + vriši lego Lune (središče njene ploskvice), ko je sredina mrka. (4 točke)

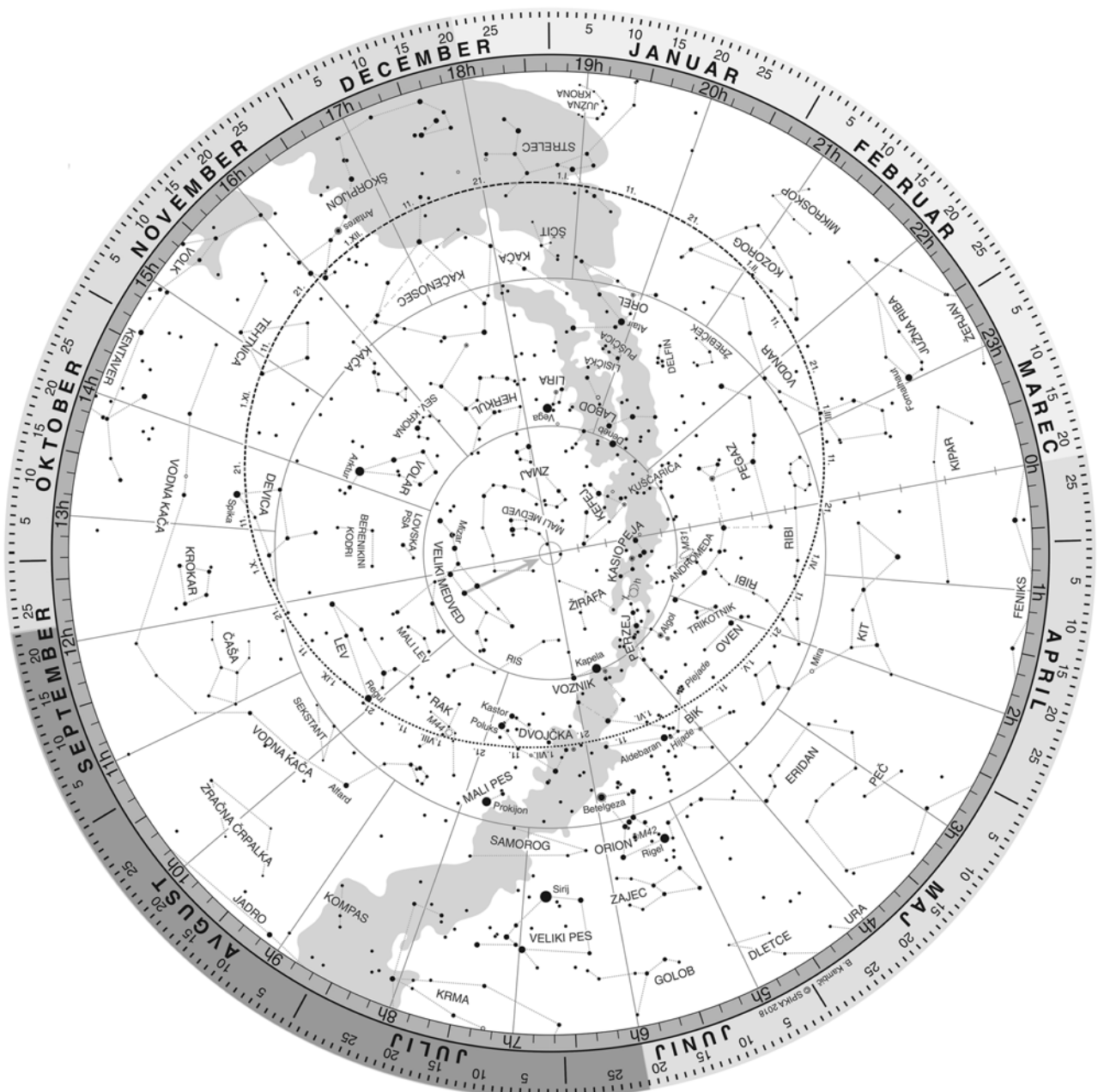
b) Zapiši deklinacijo in rektascenzijo središča ploskvice Lune, ko je sredina mrka. (4 točke)

Deklinacija:..... Rektascenzija:.....

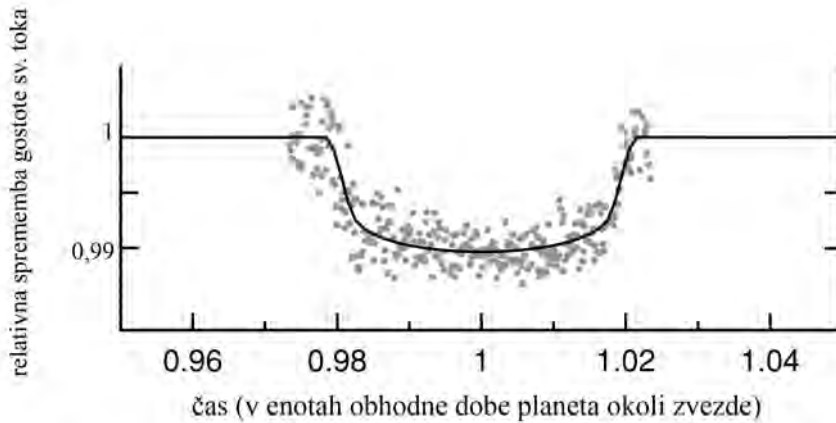
c) Kolikšna bo v naših krajih ob sredini mrka višina središča Lunine ploskvice nad obzorjem? (4 točke)

d) Kdaj 21. 1. 2019 Luna zaide? (2 točki)

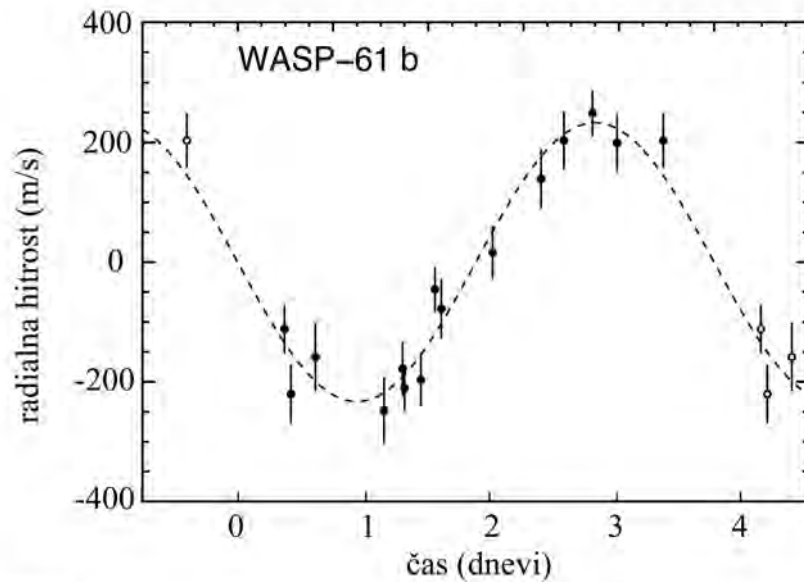
e) Kdaj 21. 1. 2019 vzide Sonce? (2 točki)



- B4.** Eksoplanet WASP-61 b so astronomi odkrili ob prehodu planeta pred materinsko zvezdo, katere masa je 1,22 mase Sonca, njen polmer pa 1,36 Sončevega. Slika 1 prikazuje svetlobno krivuljo prehoda eksoplaneta pred zvezdo. Kasneje so planet zaznali z metodo merjenja radialne hitrosti. Na sliki 2 so meritve radialne hitrosti zvezde. Iz meritev oceni/izračunaj: obhodni čas planeta, oddaljenost planeta od materinske zvezde, maso planeta, njegov premer in povprečno gostoto. Oceni napako izračunanih vrednosti. Predpostavi, da je prehod planeta pred materinsko zvezdo za opazovalca na Zemlji centralen in da se okoli nje giblje po krožni orbiti. WASP-61 b je edini planet v sistemu. Gravitacijska konstanta $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$. (26 točk)



Slika 1



Slika 2

8. tekmovanje v znanju astronomije 7. razred OŠ

Državno tekmovanje, 12. januar 2019

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	C	A	D	D	A	C	B	C	D	A

A1. (C) Luna se v eni lunaciji zavrti okoli svoje osi malo več kot enkrat, saj vrtilna doba Lune enaka enemu navideznemu obhodu Lune okoli Zemlje, kar je zaradi gibanja Zemlje okoli Sonca približno 2 dni manj od lunacije (čas med zaporednima enakima menama).

A2. (A) Sirij.

A3. (D) Vodna kača.

A4. (D) Navidezna magnituda je merilo za navidezni sij zvezd na nebu.

A5. (A) Iz Oortovega oblaka izvirajo nekateri kometi, kar astronomi ugotovijo iz njihovih orbit.

A6. (C) Na sliki je planetarna meglica.

A7. (B) Saturn.

A8. (C) Svetloba od Sonca do nas potuje približno 500 sekund.

A9. (D) Ocenjena temperatura v središču Sonca je 15 milijonov stopinj Celzija.

A10. (A) Naša Galaksija je galaksija s prečko.

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. 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 Največja višina Kapele v naših krajih je 90° . Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med 88° in 90° . Velja tudi odgovor - v zenitu. (2 točki)

B Sonce 1. februarja vzide pa ob 7.25 in zaide ob 16.55. Čas, ko je na ta dan Sonce pod obzorjem $t = 16 \text{ h } 55 \text{ min} - 7 \text{ h } 25 \text{ min} = 9 \text{ h } 30 \text{ min}$.

Sonce je 1. februarja 9 h 30 min nad obzorjem. Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **9 h 10 min** in **9 h 50 min**. (2 točki)

C

Na vrtljivi zvezdni karti nebesni poldnevnik poravnamo z zvezdo Betelgezo in za določen dan odčitamo čas prehoda, npr. za 1. julij: $t_B = 11.20$.

Nato nebesni poldnevnik poravnamo z zvezdo Rigel in za isti datum odčitamo čas prehoda: $t_R = 10.40$.

Časovni zamik Δt prehoda Betelgeze in Rigla čez nebesni poldnevnik je razlika teh časov:

$\Delta t = t_B - t_R = 40 \text{ minut}$. (4 točke)

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **35 minut** in **45 minut**.

D

Na severnem polu je zenitna oddaljeost zvezde vedno enaka: $z = 90^\circ - \delta$, kjer je δ deklinacija zvezde. Na vrtljivi karti odčitamo deklinacijo zvezde Arktur: $\delta = 20^\circ \pm 1^\circ$.

Sledi: $z = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$. (4 točke)

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **68°** in **72°**.

B2.

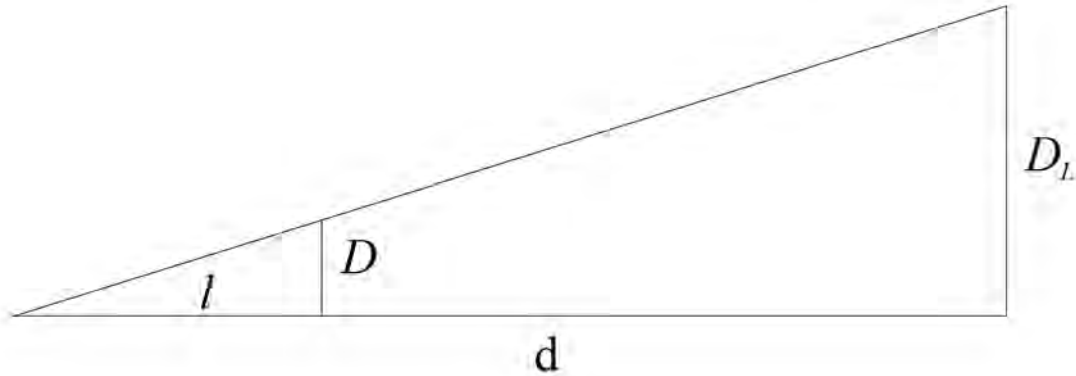
Premer kamenčka $D = 5 \text{ mm}$.

Razdalja med očesom in kamenčkom $l = 60 \text{ cm} = 600 \text{ mm}$.

Oddaljenost Lune $d = 400000 \text{ km}$.

Iščemo premer Lune $D_L = ?$.

Narišimo trikotnika, ki ju tvorijo roka, kamenček in Luna.



Vidimo, da sta to podobna trikotnika, za katera velja:

$$D/l = D_L/d.$$

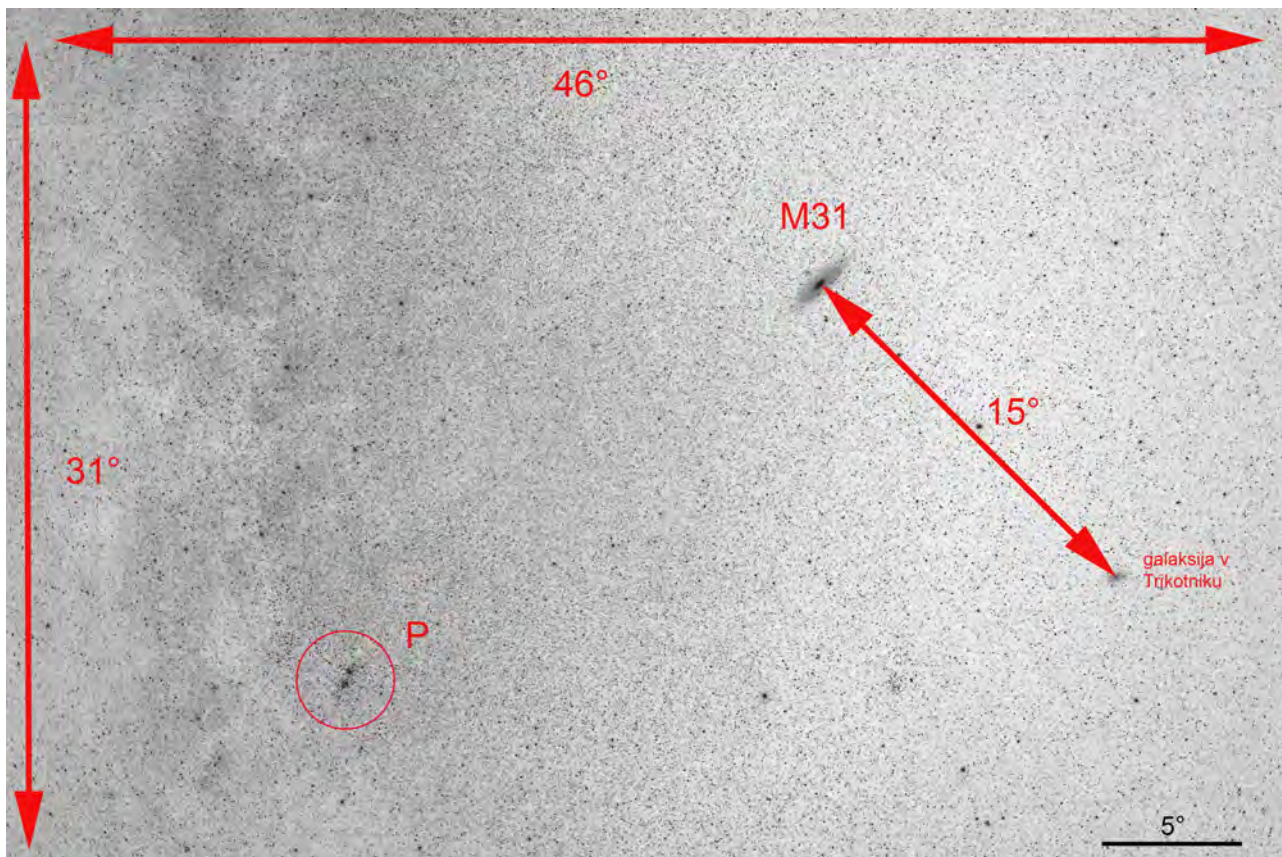
Za premer Lune tako dobimo:

$$D_L = d D/l = 400000 \text{ km} (5 \text{ mm})/600 \text{ mm} = 3333 \text{ km}.$$

**Iz Zvezdanine meritve sledi, da je premer Lune 3333 km.
Pravilni rezultat šteje 10 točk.**

B3.

Na sliki so podane približne vrednosti kotnih velikosti in razdalj ter označbe objektov.



Izmeri kotno velikost polja neba (dolžino stranic fotografije v kotnih stopinjah), ki ga pokriva fotografija.

46 stopinj x 31 stopinj (2 točki)

Na fotografiji poišči Andromedino galaksijo in jo označi z M31. (2 točki)

Na fotografij izmeri večji premer Andromedine galaksije in ga izrazi v kotnih minutah.

Premer Andromedine galaksije: $2,2^\circ = 132'$. (4 točke)

Izmeri kotno razdaljo med središčem Andromedine galaksije in središčem galaksije v Trikotniku v kotnih stopinjah.

Kotna razdalja med središčema galaksij: 15° . (4 točke)

Na fotografiji poišči dvojno kopico v Perzeju, jo obkroži in označi s črko P. (2 točki)

B4.

Obhodni čas Sonca okoli središča Galaksije $t_0 = 220$ milijonov let.

Starost Sonca v letih $t = 4,6$ milijarde let = 4600 milijonov let.

Oddaleženost Sonca od središča Galaksije $r = 26500$ svetlobnih let.

Starost Sonca v galaktičnih letih: $t_G = 4600/220$ galaktičnih let = 20,9 galaktičnih let.

Kot pravilni rezultat šteje tudi 20 galaktičnih let.

Pravilni rezultat šteje 6 točk.

Pot s , ki ga je Sonce naredilo od nastanka, je število obhodov okoli središča Galaksije krat dolžina enega obhoda, ki je enaka obsegu kroga s polmerom r :

$s = 20,9 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = 20,9 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 26500$ svetlobnih let = 3 479 700 svetlobnih let.

Pravilni rezultat šteje 6 točk.

B5.

Dolžina dneva na Marsu $t_0 = 24 \text{ h } 40 \text{ min} = 1480 \text{ min}$.

Kotni premer Sončeve ploskvice na Marsovem nebu $\varphi = 0,34^\circ$.

Ker je Sonce na nebesnem ekvatorju Marsa, Sonce prepotuje 360° po nebu v 24 h 40 minutah. Zahod Sonca t traja toliko časa, kolikor se Sonce na nebu premakne za premer svoje ploskvice $0,34^\circ$. Nalogo lahko rešimo s sklepnim računom:

$360^\circ \dots 1480 \text{ min}$

$0,34^\circ \dots t \text{ min}$

$$t = (1480 \text{ min}) \cdot 0,34^\circ / 360^\circ = 1,40 \text{ min} = 1 \text{ min } 24 \text{ s}.$$

Zahod Sonca na Marsu ob lokalnem enakonočju traja 1 min 24 s.

Pravilni rezultat šteje 12 točk.

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	C	D	B	D	A	C	B	C	D	A

A1. (C) Luna se v eni lunaciji zavrti okoli svoje osi malo več kot enkrat, saj vrtilna doba Lune enaka enemu navideznemu obhodu Lune okoli Zemlje, kar je zaradi gibanja Zemlje okoli Sonca približno 2 dni manj od lunacije (čas med zaporednima enakima menama).

A2. (D) Vodna kača.

A3. (B) 4500 zvezd. Človeško oko lahko zazna zvezde do približno 6,5 magnitudo. Na vsem nebu je približno 9000 zvezd z magnitudo 6,5 ali svetlejših, kar pomeni, da je naenkrat nad opazovališčem 4500 takih zvezd.

A4. (D) Navidezna magnituda je merilo ua navidezni sij zvezd na nebu.

A5. (A) Iz Oortovega oblaka izvirajo nekateri kometi, kar astronomi ugotovijo iz njihovih orbit.

A6. (C) Na sliki je planetarna meglica.

A7. (B) Venera.

A8. (C) Utrinki se "prižgejo"na višini približno 100 km.

A9. (D) Ocenjena temperatura v središču Sonca je 15 milijonov stopinj Celzija.

A10. (A) Naša Galaksija je galaksija s prečko.

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. 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 Največja višina Kapele v naših krajih je 90° . Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med 88° in 90° . Velja tudi odgovor - v zenitu. (2 točki)

B Sonce 1. februarja vzide pa ob 7.25 in zaide ob 16.55. Čas, ko je na ta dan Sonce pod obzorjem $t = 16 \text{ h } 55 \text{ min} - 7 \text{ h } 25 \text{ min} = 9 \text{ h } 30 \text{ min}$.

Sonce je 1. februarja 9 h 30 min nad obzorjem. Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **9 h 10 min** in **9 h 50 min**. (2 točki)

C

Na vrtljivi zvezdni karti nebesni poldnevnik poravnamo z zvezdo Betelgezo in za določen dan odčitamo čas prehoda, npr. za 1. julij: $t_B = 11.20$.

Nato nebesni poldnevnik poravnamo z zvezdo Rigel in za isti datum odčitamo čas prehoda: $t_R = 10.40$.

Časovni zamik Δt prehoda Betelgeze in Rigla čez nebesni poldnevnik je razlika teh časov:

$\Delta t = t_B - t_R = 40 \text{ minut}$. (4 točke)

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **35 minut** in **45 minut**.

D

Na severnem polu je zenitna oddaljeost zvezde vedno enaka: $z = 90^\circ - \delta$, kjer je δ deklinacija zvezde. Na vrtljivi karti odčitamo deklinacijo zvezde Arktur: $\delta = 20^\circ \pm 1^\circ$.

Sledi: $z = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$. (4 točke)

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **68°** in **72°**.

B2.

Zvezde, ki tvorijo asterizem Zimski šesterokotnik:

Kapela, Poluks, Prokijon, Sirij, Rigel, Aldebaran.

(6 točk)

Vsaka pravilna zvezda šteje 1 točko.

V primeru, da sta zapisana tako Poluks kot Kastor:

(5 točk).

Prva zvezda Zimskega šesterokotnika, ki zaide, je Rigel. Na vrtljivi zvezdni karti odčitamo čas zaida Rigla 12. 1.: **3.20.**

(1 točka)

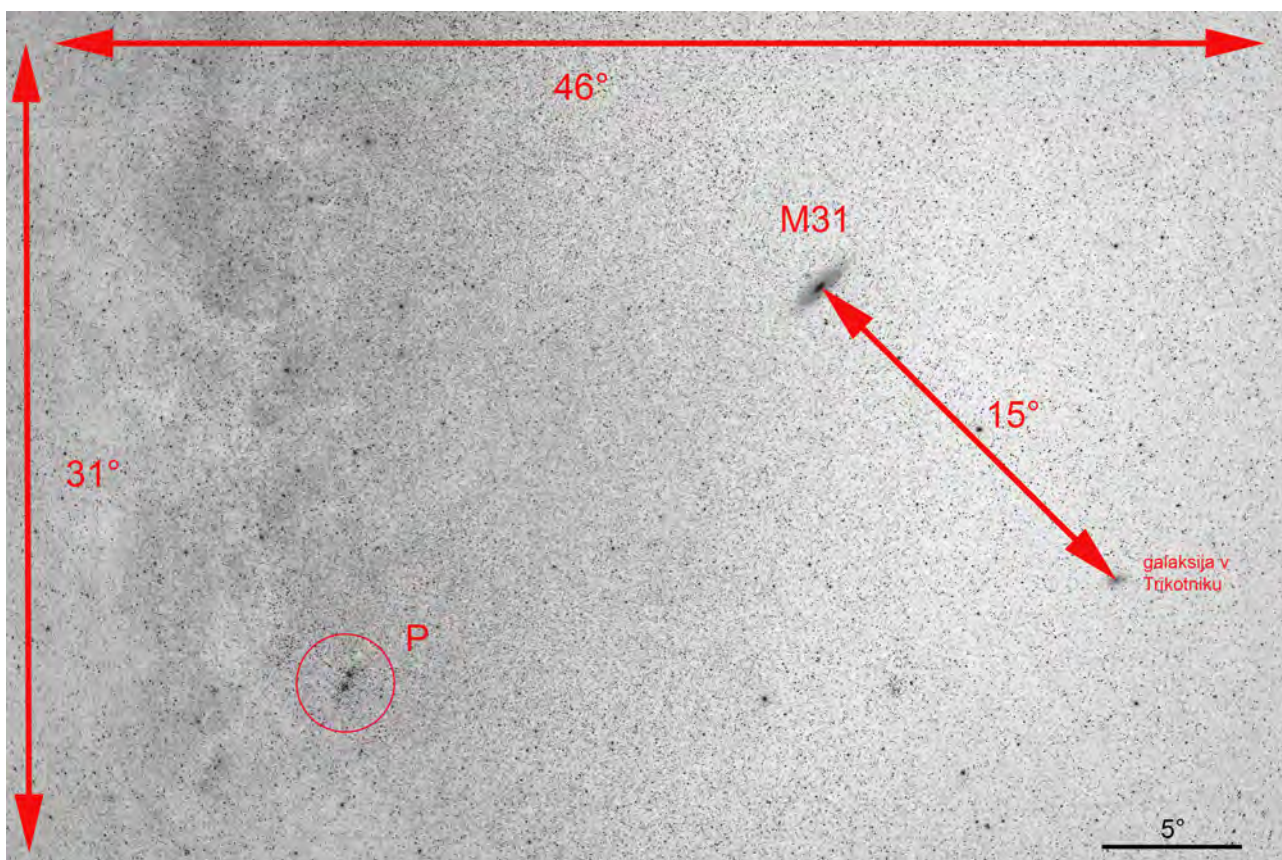
Zadnja zvezda Zimskega šesterokotnika, ki vzide, je tudi Sirij. Na vrtljivi zvezdni karti odčitamo čas vzida Sirija 12. 1.: **18.30.**

(1 točka)

Zimski šesterokotnik je 12. 1. nad obzorjem od polnoči do 3.20 in od 18.30 do polnoči. Pravilni rezultat (± 20 minut) šteje 4 točke.

B3.

Na sliki so podane približne vrednosti kotnih velikosti in razdalj ter označbe objektov.



Izmeri kotno velikost polja neba (dolžino stranic fotografije v kotnih stopinjah), ki ga pokriva fotografija.

46 stopinj x 31 stopinj (2 točki)

Na fotografiji poišči Andromedino galaksijo in jo označi z M31. (2 točki)

Na fotografij izmeri večji premer Andromedine galaksije in ga izrazi v kotnih minutah.

Premer Andromedine galaksije: $2,2^\circ = 132'$. (4 točke)

Izmeri kotno razdaljo med središčem Andromedine galaksije in središčem galaksije v Trikotniku v kotnih stopinjah.

Kotna razdalja med središčema galaksij: 15° . (4 točke)

Na fotografiji poišči dvojno kopico v Perzeju, jo obkroži in označi s črko P. (2 točki)

B4.

Dolžina dneva na Marsu $t_0 = 24 \text{ h } 40 \text{ min} = 1480 \text{ min}$.

Kotni premer Sončeve ploskvice na Marsovem nebu $\varphi = (1 - 0,33) \cdot 0,5^\circ = 0,335^\circ \approx 0,34^\circ$.

Tekmovalec mora kotni premer Sončeve ploskvice na našem nebu, ki znaša približno $0,5^\circ$, poznati.

Ker je Sonce na nebesnem ekvatorju Marsa, Sonce prepotuje 360° po nebu v 24 h 40 minutah. Zahod Sonca t traja toliko časa, kolikor se Sonce na nebu premakne za premer svoje ploskvice $0,335^\circ$. Nalogo lahko rešimo s sklepnim računom:

$360^\circ \dots 1480 \text{ min}$

$0,335^\circ \dots t \text{ min}$

$$t = (1480 \text{ min}) \cdot 0,335^\circ / 360^\circ = 1,38 \text{ min} = 1 \text{ min } 23 \text{ s.}$$

Zahod Sonca na Marsu ob lokalnem enakonočju traja 1 min 23 s.

Pravilni rezultat šteje 12 točk.

B5.

Višina satelita $h = 35800$ km.

Polmer Zemlje $R = 6400$ km.

Obhodni čas t_0 geostacionarnega satelita okoli Zemlje je enak vrtilni dobi Zemlje okoli svoje osi, torej 4 minute manj kot 24 ur. ZA našo natančnost lahko privzamemo:

$$t_0 = 24 \text{ h.}$$

Ker se satelit giblje po krožnici, je njegova pot pri enem obhodu okoli Zemlje enaka obsegu kroga:

$$s = 2\pi r.$$

Ker pa se Satelit giblje okoli središča Zemlje, je polmer r njegove orbite:

$$r = h + R.$$

Po definiciji hitrosti:

$$v = s/t = 2\pi(h + R)/t_0 = 2\pi(35800 \text{ km} + 6400 \text{ km})/24 \text{ h} = 11050 \text{ km/h} = 3070 \text{ m/s.}$$

Geostacionarni satelit se giblje s hitrostjo 11050 km/h oz. 3070 m/s.

Pravilni rezultat šteje 10 točk.

Naslednja največja vzhodna elongacija Venere bo 24. marca 2020.

Kot pravilni štejejo datumi v intervalu 22. 3. 2020 in 26. 3. 2020.

Pravilni rezultat šteje 14 točk.

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	C	D	B	D	A	C	B	D	A	C

A1. (C) Luna se v eni lunaciji zavrti okoli svoje osi malo več kot enkrat, saj vrtilna doba Lune enaka enemu navideznemu obhodu Lune okoli Zemlje, kar je zaradi gibanja Zemlje okoli Sonca približno 2 dni manj od lunacije (čas med zaporednima enakima menama).

A2. (D) Vodna kača.

A3. (B) 4500 zvezd. Človeško oko lahko zazna zvezde do približno 6,5 magnitudo. Na vsem nebu je približno 9000 zvezd z magnitudo 6,5 ali svetlejših, kar pomeni, da je naenkrat nad opazovališčem 4500 takih zvezd.

A4. (D) Navidezna magnituda je merilo za navidezni sij zvezd na nebu.

A5. (A) Iz Oortovega oblaka izvirajo nekateri kometi, kar astronomi ugotovijo iz njihovih orbit.

A6. (C) Utrinki se "prižgejo" na višini približno 100 km.

A7. (B) Fotosfera je tanka plast Sončeve atmosfere, iz katere prihaja največ vidne svetlobe. Vidimo jo kot svetlo ploskvico Sonca.

A8. (D) Ocenjena temperatura v središču Sonca je 15 milijonov stopinj Celzija.

A9. (A) Nevtronske zvezde imajo največjo povprečno gostoto.

A10. (C) Količina svetlobnega toka, ki ga zbere objektiv teleskopa, je sorazmerno z njegovo plosčino, torej s kvadratom polmera.

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. 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 Največja višina Kapele v naših krajih je 90° . Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med 88° in 90° . Velja tudi odgovor - v zenitu. (2 točki)

B Sonce 1. februarja vzide pa ob 7.25 in zaide ob 16.55. Čas, ko je na ta dan Sonce pod obzorjem $t = 16 \text{ h } 55 \text{ min} - 7 \text{ h } 25 \text{ min} = 9 \text{ h } 30 \text{ min}$.

Sonce je 1. februarja 9 h 30 min nad obzorjem. Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **9 h 10 min** in **9 h 50 min**. (2 točki)

C

Na vrtljivi zvezdni karti nebesni poldnevnik poravnamo z zvezdo Betelgezo in za določen dan odčitamo čas prehoda, npr. za 1. julij: $t_B = 11.20$.

Nato nebesni poldnevnik poravnamo z zvezdo Rigel in za isti datum odčitamo čas prehoda: $t_R = 10.40$.

Časovni zamik Δt prehoda Betelgeze in Rigla čez nebesni poldnevnik je razlika teh časov:

$\Delta t = t_B - t_R = 40 \text{ minut}$. (4 točke)

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **35 minut** in **45 minut**.

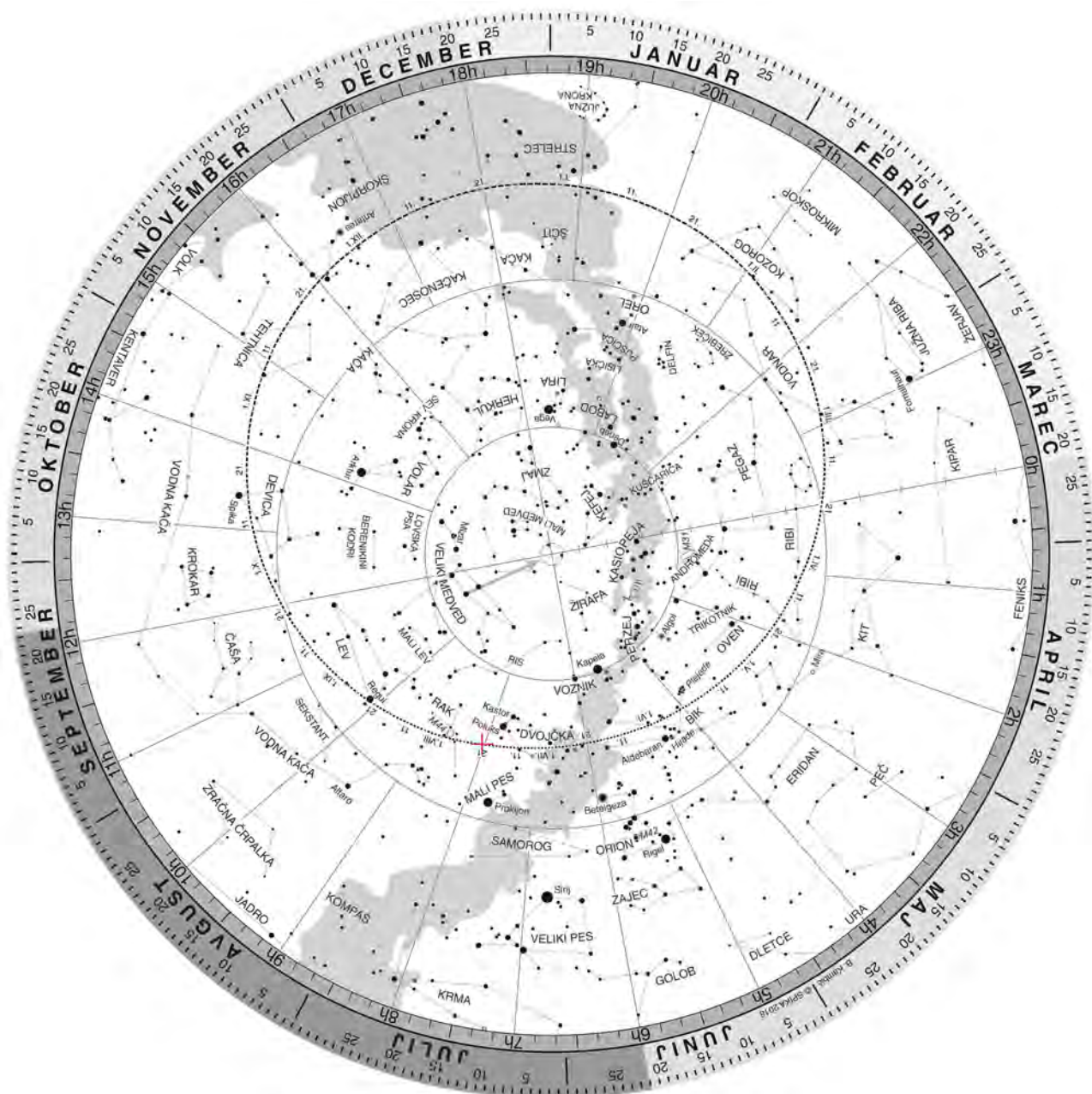
D

Na severnem polu je zenitna oddaljeost zvezde vedno enaka: $z = 90^\circ - \delta$, kjer je δ deklinacija zvezde. Na vrtljivi karti odčitamo deklinacijo zvezde Arktur: $\delta = 20^\circ \pm 1^\circ$.

Sledi: $z = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$. (4 točke)

Kot pravilni veljajo odgovori v intervalu med **68°** in **72°**.

B2.



a) Položaj Lune v času sredine mrka je vrisan na sliki. Sonce pa je na ekliptiki na oznaki 21. I. Ob Luninem mrku mora biti tudi Luna na ekliptiki, saj je Zemljina senca vedno na ekliptiki - nasproti Soncu. Med smerjo proti Soncu in smerjo proti Luni je 180° . Za določitev tega kota izkoristimo delitev ekliptike po dnevih. Polovica leta je približno 183 dni. Na ekliptiki poiščemo datum, ki je 183 dni po 21. I. - 21. VII. Tam se na ekliptiki nahaja Luna. Kot pravilna šteje tudi kako drugačena lega, katere središče pa mora biti na ekliptiki. (4 točke)

b) Deklinacijo in rektascenzijo središča Lune ocenimo z vrtljivo karto.
 Deklinacija = $20^\circ \pm 2^\circ$. (2 točki)
 Rektascenzija = $8 \text{ h} \pm 20 \text{ min}$. (2 točki)

c) 21. 1. 2019 Luna zaide ob 7.40 ± 20 minut. (2 točki)

d) 21. 1. 2019 Sonce vziđe ob 7.40 ± 20 minut. (2 točki)

B3.

Višina satelita $h = 35800$ km.

Polmer Zemlje $R = 6400$ km.

Obhodni čas t_0 geostacionarnega satelita okoli Zemlje je enak vrtilni dobi Zemlje okoli svoje osi, torej 4 minute manj kot 24 ur. ZA našo natančnost lahko privzamemo:

$t_0 = 24$ h. (3 točke)

Ker se satelit giblje po krožnici, je njegova pot pri enem obhodu okoli Zemlje enaka obsegu kroga:

$s = 2\pi r$. (2 točki)

Ker pa se Satelit giblje okoli središča Zemlje, je polmer r njegove orbite:

$r = h + R$. (2 točki)

Po definiciji hitrosti:

$v = s/t = 2\pi(h + R)/t_0 = 2\pi(35800 \text{ km} + 6400 \text{ km})/24 \text{ h} = 11050 \text{ km/h} = 3070 \text{ m/s}$.

Geostacionarni satelit se giblje s hitrostjo 11050 km/h oz. 3070 m/s.

Pravilni rezultat šteje 10 točk.

B4.

Zemljepisna širina $\varphi = 46^\circ$.

Ker je dolžina sence enaka višini palice, je kot med vodoravnico in smerjo proti Soncu 45 stopinj. Opoldanska višina Sonca h je torej tudi 45 stopinj:

$$h = 45^\circ.$$

Ker je višina severnega nebesnega pola enaka zemljepisni širini opazovališča, velja:

$$180^\circ = \varphi + 90^\circ - \delta + h.$$

Sledi, da je deklinacija Sonca:

$$\delta = 90^\circ - \varphi - h = -90^\circ + 46^\circ + 45^\circ = 1^\circ.$$

Deklinacija Sonca je 1° .

Pravilni rezultat šteje 12 točk.

Rezultat $\delta = 1^\circ$.

šteje 8 točk.

Delne rešitve Pravilno narisana skica nebesne krogle, šteje 2 točki.

Če je samo pravilno izračunana višina Sonca, štejemo 2 točki.

B5.

Datum zadnje največje vzhodne elongacije Venere $t_1 = 17. 8. 2018.$
Obhodni čas Venere okoli Sonca $t_V = 224,7$ dneva.

Obhodni čas Zemlje okoli Sonca moramo vedeti: $t_Z = 365,25$ dneva.

Planeta sta v naslednjič v enaki legi glede na Sonce po času t :

$$1/t = 1/t_V - 1/t_Z.$$

(4 točke)

Iz enačbe izrazimo t :

$$t = \frac{t_Z t_V}{t_Z - t_V} = \frac{365,25 \cdot 224,7}{365,25 - 224,7} \text{ dni} = 584 \text{ dni.}$$

(2 točki)

Med zaporednima največjima vzhodima elongacijama mine 584 dni.

V naslednjem koraku moramo ugotoviti, na kateri datum bo naslednja največja vzhodna elongacija. Začetnemu datumu moramo prišteti 584 dni in dan za tem nastopi največja vzhodna elongacija: 24. 3. 2020.

Naslednja največja vzhodna elongacija Venere bo 24. marca 2020.

Kot pravilni štejejo datumi v intervalu 22. 3. 2020 in 26. 3. 2020.

Pravilni rezultat šteje 14 točk.

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	C	A	B	B	C	A	D	A

A1. (B) Vodna kača.

A2. (D) Naslednja največja vzhodna elongacija bo 24. 3. 2020. Rešitev dobimo s krajšim računom. Zemlja in Venera prideta v enako lego po času t : $1/t = 1/t_v - 1/t_z$, kjer je t_z obhodni čas Zemlje, t_v pa obhodni čas venere: $1/t = 1/(224,7 \text{ dneva}) - 1/(365,25 \text{ dneva})$.

Sledi: $t = 584$ dni. To pomeni, da je naslednja največja vzhodna elongacija Venere vidna 584 dni po 17. avgustu 2018 - 24. 3. 2020.

A3. (C) Luna se v eni lunaciji zavrti okoli svoje osi malo več kot enkrat, saj vrtilna doba Lune enaka enemu navideznemu obhodu Lune okoli Zemlje, kar je zaradi gibanja Zemlje okoli Sonca približno 2 dni manj od lunacije.

A4. (A) Na slki je meglica Rakovica oz M1.

A5. (B) Orbite kratkoperiodičnih kometov ležijo približno v ravnini ekliptike.

A6. (B) Fotosfera oddaja približno 99 odstotkov svetlobe Sonca.

A7. (C) Betelgeza je rdeča nadorjakinja, ki bo v relativno kratkem času eksplodirala kot supernova.

A8. (A) Teoretična ločljivost $\varphi = 1,2\lambda/D$, kjer je λ valovna dolžina svetlobe, D pa premer objektivna teleskopa. V vidni svetlobi je pri $D = 13$ cm ločljivost teleskopa približno 1".

A9. (D) Mali in Veliki Magellanov sta satelitski galaksiji naše Galaksije.

A10. (A) Temna snov učinkuje le s svojo gravitacijsko silo, gravitacijska sila pa zavira širjenje vesolja.

SKLOP B

V sklopu B je število točk za pravilno rešitev/rešitve izpisano pri nalogah. Polovičnih točk ne podeljujemo. 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.

Zemljepisna širina $\varphi = 46^\circ$.

Dolžina palice $l = 1$ m.

Dolžina sence $d = 1,8$ m.

Iz dolžine sence izračunamo opoldansko višino Sonca:

$$\arctan h = l/d = 29^\circ.$$

Ker je višina severnega nebesnega pola enaka zemljepisni širini opazovališča, velja:

$$180^\circ = \varphi + 90^\circ - \delta + h.$$

Sledi, da je deklinacija Sonca:

$$\delta = 90^\circ - \varphi - h = -90^\circ + 46^\circ + 29^\circ = -15^\circ.$$

Deklinacija Sonca je -15° .

Pravilni rezultat šteje 12 točk.

Delne rešitve **Pravilno narisana skica nebesne krogle, šteje 2 točki.**

Če je samo pravilno izračunana višina Sonca, štejemo 4 točke.

B2.

Navidezna magnituda Sirija $m_S = -1,46$.

Navidezna magnituda β Vodnarja $m_\beta = +2,87$.

Letna paralaksa Sirija $\pi_S = 0,380''$.

Letna paralaksa β Vodnarja $\pi_\beta = 0,006''$.

Iz Pogsonovega zakona izračunamo razmerje svetlobnih tokov teh zvezd na Zemlji:

$$j_\beta/j_S = 10^{0,4(m_S - m_\beta)} = 10^{0,4(-1,46 - 2,87)} = 1,85 \cdot 10^{-2}.$$

Lahko izračunamo tudi obratno razmerje:

$$j_S/j_\beta = 54. \quad (2 \text{ točki})$$

Oddaljenost zvezd izrazimo z njuno paralakso v parsekih:

$$d_S = 1/\pi_S,$$

$$d_\beta = 1/\pi_\beta. \quad (4 \text{ točke})$$

Gostota svetlobnega toka pada s kvadratom razdalje, zato velja:

$$j_S = L_S/(4\pi d_S^2),$$

$$j_\beta = L_\beta/(4\pi d_\beta^2),$$

kjer sta L_S in L_β izseva zvezd.

$$(4 \text{ točke})$$

Za razmerje njunih gostot svetlobnih tokov dobimo:

$$j_\beta/j_S = L_\beta d_S^2/(L_S d_\beta^2).$$

$$(2 \text{ točki})$$

Izrazimo razmerje njunih izsevov in oddaljenost s paralakso:

$$L_\beta/L_S = j_\beta \pi_S^2/(j_S \pi_\beta^2) = 1,85 \cdot 10^{-2} \cdot 0,380^2/0,006^2 = 74,2.$$

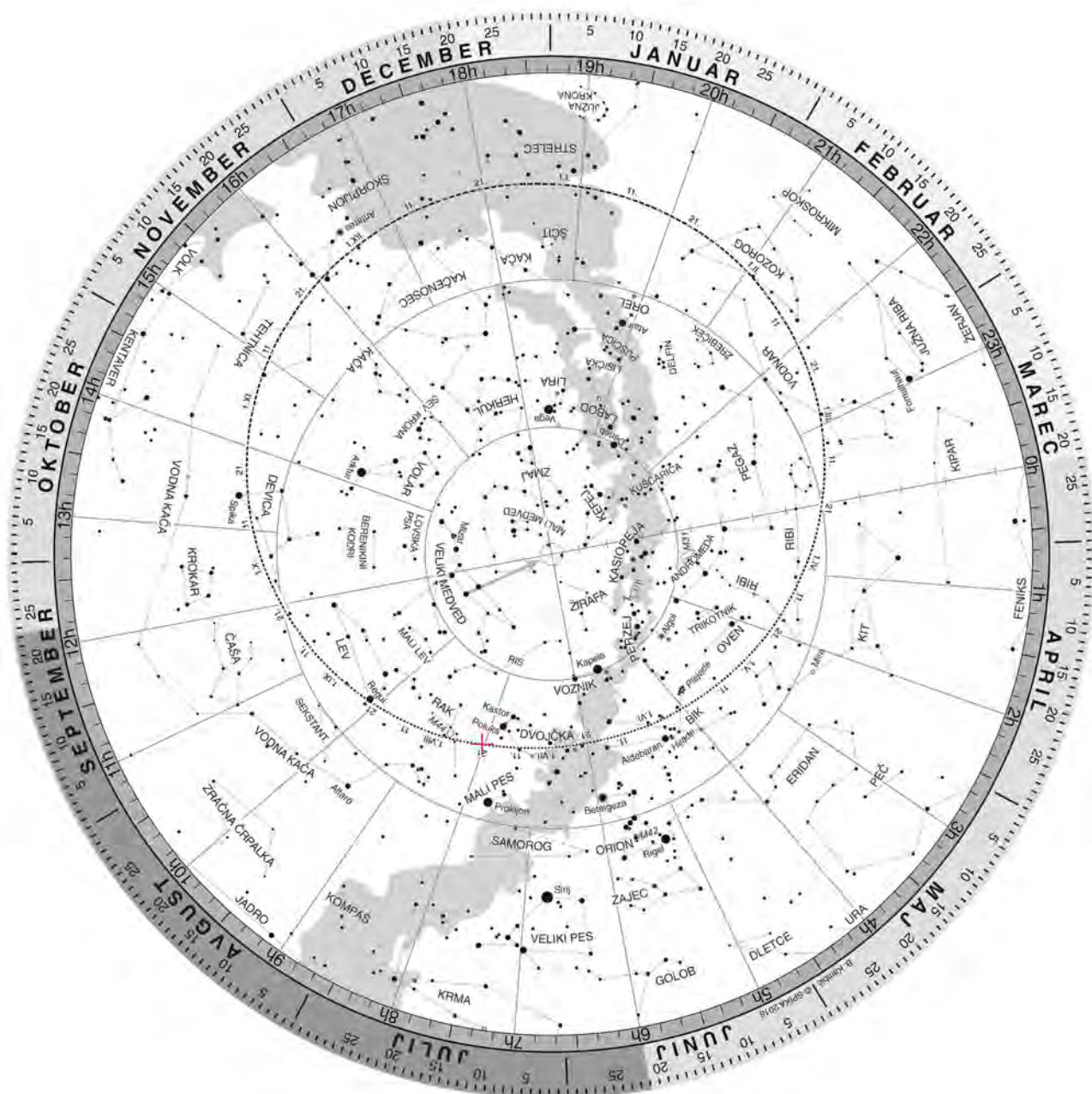
$$(4 \text{ točke})$$

Razmerje izsevov $L_\beta/L_S = 74,2$ oz. $L_S/L_\beta = 1,35 \cdot 10^{-2}$.

Izsev zvezde β Vodnarja je 74,2-krat večji od izseva Sirija.

Pravilni rezultat šteje 16 točk.

B3.



a) Položaj Lune v času sredine mrka je vrisan na sliki. Sonce pa je na ekliptiki na oznaki 21. I. Ob Luninem mrku mora biti tudi Luna na ekliptiki, saj je Zemljina senca vedno na ekliptiki - nasproti Soncu. Med smerjo proti Soncu in smerjo proti Luni je 180° . Za določitev tega kota izkoristimo delitev ekliptike po dnevih. Polovica leta je približno 183 dni. Na ekliptiki poiščemo datum, ki je 183 dni po 21. I. - 21. VII. (± 2 dni). Tam se na ekliptiki nahaja Luna. (4 točke)

b) Deklinacijo in rektascenzijo središča Lune ocenimo z vrtljivo karto.
 Deklinacija = $20^\circ \pm 3^\circ$. (2 točki)
 Rektascenzija = $8 \text{ h} \pm 10 \text{ min}$. (2 točki)

c) Višino Lune ob 6.12 ocenimo z vrtljivo zvezdno karto: $h = 15^\circ \pm 3^\circ$. (4 točke)

d) 21. 1. 2019 Luna zaide ob $7.40 \pm 20 \text{ min}$. (2 točki)

e) 21. 1. 2019 Sonce vzide ob $7.40 \pm 20 \text{ min}$. (2 točki)

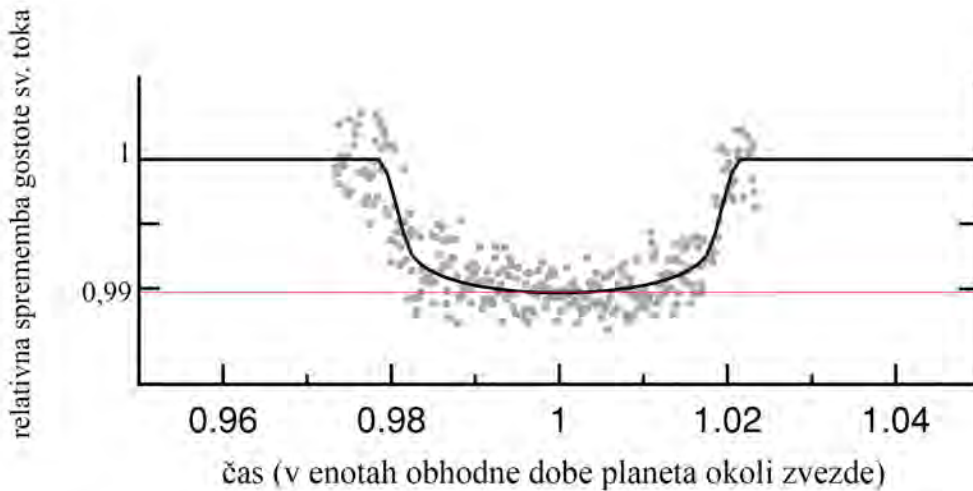
B4.

Masa zvezde $m_Z = 1,22m_\odot$.

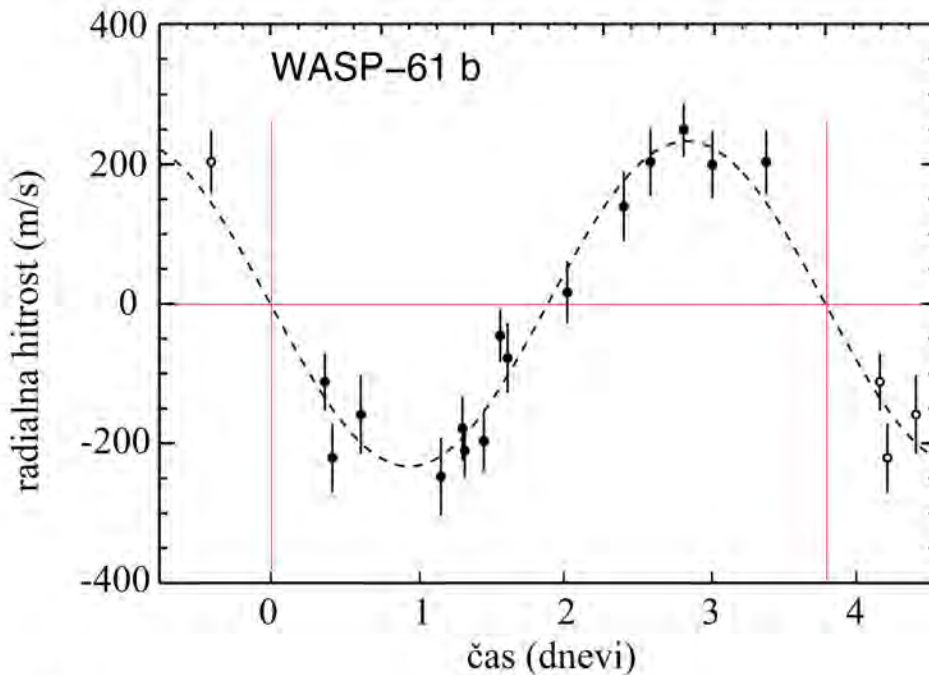
Polmer zvezde $r_Z = 1,36m_\odot$.

Gravitacijska konstanta $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$.

Najprej določimo parametre orbite eksoplaneta WASP-61 b okoli materinske zvezde. Privzeli smo krožno orbito in centralni mrk, kar pomeni, da orbito planeta vidimo natansko s strani in ni potrebno upoštevati njene inklinacije (nagiba glede na opazovalca).



Slika 1



Slika 2

Iz slike 2 odčitamo obhodni čas planeta WASP-61 b, ki je enak periodi spreminjanja radialne hitrosti zvezde: $t_0 = 3,8$ dneva. (4 točke)

Ocenimo napako. Posamezna meritev radialne hitrosti je sicer obremenjena s precejšnje napako (± 50 m/s), a podano imamo krivuljo z obdelanimi meritvami. Lahko privzamemo, da je absolutna napaka odčitka periode $\pm 0,1$ dneva, kar je prevedeno v relativno napako $\pm 3\%$. Kot pravilne upoštevamo rezultate pravilnih(!) izračunov, ki so podani znotraj relativne napake, čeprav napaka pri vsakem računu ni upoštevana.

Iz 3. Keplerjevega zakona izračunamo polmer r orbite eksoplaneta:

$$\frac{r^3}{t_0^2} = \frac{Gm_Z}{4\pi^2},$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{Gm_Z t_0^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,22Gm_\odot t_0^2}{4\pi^2}}. \quad (4 \text{ točke})$$

Maso Sonca m_\odot lahko poznamo: $m_\odot = 2 \cdot 10^{30}$ kg, lahko pa jo izračunamo iz znanih podatkov za orbito Zemlje ($r_{Zemlja} = 1$ a.e.; $t_{Zemlja} = 1$ leto) in 3. Keplerjevega zakona:

$$m_\odot = \frac{4\pi^2 r_{Zemlja}^3}{G t_{Zemlja}^2} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}.$$

Za polmer orbite eksoplaneta sledi:

$$r = 7,6 \cdot 10^9 \text{ m} \quad (1 \pm 2\%) = 0,051 \text{ a.e.} \quad (1 \pm 2\%). \quad (2 \text{ točki})$$

Maso eksoplaneta m dobimo iz amplitude radialne hitrosti zvezde v_Z (hitrost gibanja zvezde okoli skupnega težišča s planetom), ki jo odčitamo na sliki 2, in hitrosti planeta okoli skupnega težišča z zvezdo v .

$$v_Z = 220 \text{ m/s} \pm 25 \text{ m/s} \quad (1 \pm 11\%). \quad (2 \text{ točki})$$

Napako smo ocenili na podlagi odstopanje meritev od izračunanega modela na grafu.

Hitrost planeta v lahko dobimo na dva načina:

1. Ker se planet giblje po krožnici, velja: $v = 2\pi r / t_0 = 145000 \text{ m/s} \quad (1 \pm 2\%)$.

2. Iz 2. Newtonovega zakona za krožeče telo:

$$Gm_z / r^2 = v^2 / r,$$

$$v = \sqrt{Gm_Z / r} = \sqrt{1,22Gm_\odot / r} = 146000 \text{ m/s} \quad (1 \pm 1\%). \quad (2 \text{ točki})$$

Razmerje hitrosti gibanja zvezde in eksoplaneta je obratno sorazmerno z njuno maso:

$$m / m_Z = v_Z / v.$$

Za maso planeta tako dobimo:

$$m = m_Z \frac{v_Z}{v} = 1,22m_\odot \frac{v_Z}{v} = 1,8 \cdot 10^{-3} m_\odot = 3,7 \cdot 10^{27} \text{ kg} \quad (1 \pm 12\%). \quad (4 \text{ točke})$$

Premer planeta dobimo iz slike 1 - prehod planeta pred materinsko zvezdo. Ker sta objekta daleč in je planet verjetno temen, lahko zapišemo, da je svetlobni tok zvezde j_Z ob prehodu zmanjšanj za toliko (Δj), kolikor ploskvica eksoplaneta S_P zastre ploskvico zvezde S_Z :

$$\Delta j / j_Z = S_P / S_Z = R_P^2 / R_Z^2, \quad (2 \text{ točki})$$

kjer R_P polmer planeta, R_Z pa polmer zvezde. Za polmer planeta dobimo:

$$R_P = R_Z \sqrt{\Delta j / j_Z}.$$

Na sliki 1 odčitamo relativno zmanjšanje svetlobnega toka ob prehodu eksoplaneta:

$$\Delta j / j_Z = 0,01 \pm 0,001 = 0,01 \quad (1 \pm 10\%). \quad (2 \text{ točki})$$

in za polmer eksoplaneta dobimo:

$$R_P = R_Z \sqrt{0,01} = 0,1R_Z = 0,136R_\odot \quad (1 \pm 5\%).$$

Za oceno polmera eksoplaneta moramo poznati polmer Sonca. Ta podatek lahko poznamo ali

pa ga izračunamo iz znanih astronomskih podatkov za navidezno velikost Sonca na našem nebu in oddaljenostjo Zemlje od Sonca.

$$R_{\odot} = 1/200 \text{ a.e.} = 7,5 \cdot 10^8 \text{ m.}$$

$$R_P = 10^8 \text{ m oz.}$$

(2 točki)

$$\text{premer planeta } 2R_P = 2 \cdot 10^8 \text{ m } (1 \pm 5 \%).$$

Izračunamo še povprečno gostoto planeta ρ , pri čemer privzamemo, da je planet okrogel:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{4\pi r_P^3/3} = 880 \text{ kg/m}^3 (1 \pm 27 \%).$$

(2 točki)