



## LATVIJAS 46. ASTRONOMIJAS ATKLĀTĀ OLIMPIĀDE

2018. GADA 17. APRĪLĪ

### 1. TESTS

1. Gaisma no Saules līdz Zemei atnāk 8 minūtēs 19 sekundēs. Līdz kuram no šiem Saules sistēmas debes ķermeņiem Saules gaisma iet piecāpus stundas? (1 p.)

- Mēness
- Saturns
- Urāns
- **Plutons**

2. Kurš būs visspožākais objekts Latvijas debesīs 18. aprīļa naktī plkst. 00:30? (1 p.)

- Venēra
- Sīriuss
- **Jupiters**
- Starptautiskā kosmiskā stacija

3. Kā sauc attēlā redzamo astronomisko instrumentu? (1 p.)

- sekstants
- teodolīts
- **astrolābija**
- universālais instruments



4. Cik ilgā laikā Starptautiskā kosmiskā stacija apriņķo Zemi? (1 p.)

- 24 h
- **1,5 h**
- 12 h
- 6 h

5. 2008. gadā ar Habla teleskopu tika uzņemts pirmās eksoplanētas foto redzamās gaismas diapazonā. Kā sauc šo eksoplanētu? (1 p.)

- HD 108874 c
- Tatioine
- 51 Pegasi b
- **Fomalhaut b**

6. Ar cik lielu ātrumu Perseīdu meteoroīdi sasniedz Zemes atmosfēru? (1 p.)

- **59 km/s**
- 100 m/s
- 6,4 km/s
- ar gaismas ātrumu

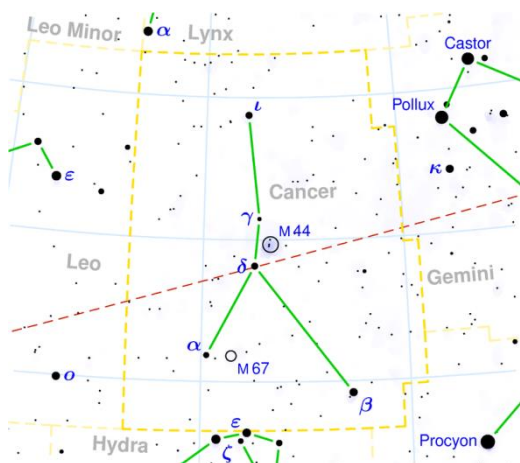
7. Kura no šīm galaktikām Latvijā ir novērojama ar neapbruņotu aci? (1 p.)

- Lielais Magelāna mākonis
- **Andromedas galaktika**
- Sombrero galaktika
- Atvara galaktika

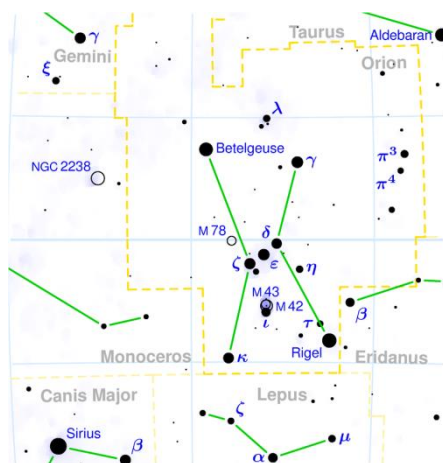
8. Franču astronoms Šarls Mesjē (Charles Messier) 1774. gadā publicēja miglāju un zvaigžņu kopu katalogu, kurā pirmais numurs tika piešķirts miglājam, kas mūsdienās pazīstams kā supernovas paliekas. Pētījumos tika noskaidrots, ka šī supernova uzliesmošanas brīdī bija tik spoža, ka to varēja novērot pat dienas laikā. Kurā gadā bija novērojama šī supernova? (1 p.)

- Mūsu ēras pirmajā gadā.
- 653. gadā
- **1054. gadā**
- 1750. gadā.

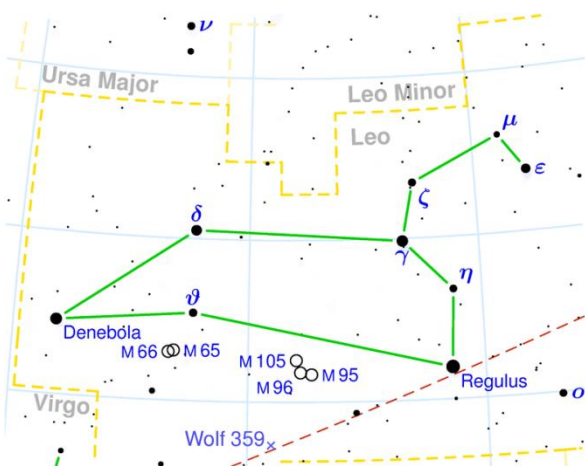
9. Kurā no attēlos redzamajiem zvaigznājiem atrodama zvaigzne, kuras viens no nosaukumiem no arābu valodas ir *Amazones zvaigzne*, bet tulkojumā no latīņu valodas – *sieviete karotāja*? Tā tika izmantota kā viena no četrām navigācijas zvaigznēm šajā zvaigznājā. Zvaigznes vārdu vienai no varonēm deva arī britu rakstniece Džoanna Ketlīna Roulinga grāmatu sērijā par Hariju Poteru. (1 p.)



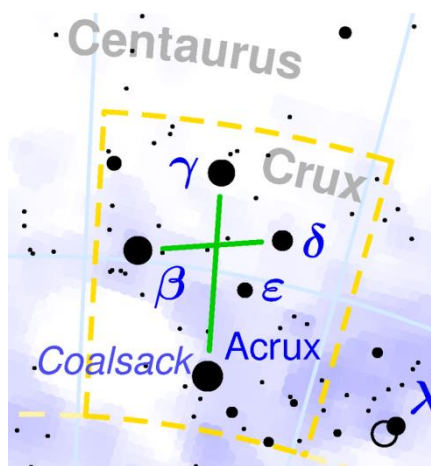
A



B



C



D

**Oriona zvaigznāja zvaigzne Bellatriksa**

10. Ar šo kosmisko aparātu tika veikti detalizēti komētas virsmas pētījumi, bet pa ceļam uz savas misijas galveno objektu kosmiskais aparāts palidoja garām diviem asteroīdiem un ieguva šo asteroīdu attēlus. Viens no šiem asteroīdiem ir nosaukts ievērojama latviešu astronoma vārdā. Kā sauca kosmisko aparātu? (1 p.)

- Giotto
- Stardust
- Cassini
- **Rosetta**

## 2. ASTRONAUTS UZ MARSA

levēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem. Ja kādā uzdevuma apakšpunktā nepieciešams izmantot iepriekš iegūtu skaitlisko vērtību, izmanto to skaitli, ko ierakstīji atbildes lodziņā.

Astronauts, kas atradās uz Marsa, novēroja divas planētas – Zemi un Jupiteru.

Planēta	Apriņķošanas periods, d	Orbītas lielā pusass, au	Orbītas ekscentricitāte
Zeme	365	1,000	0,017
Mars	687	1,524	0,093
Jupiter	4332	5,204	0,049

1. Astronauts novēroja Zemi augšējā konjunktijā un Jupiteru opozīcijā.

A Vai, raugoties no Marsa, Zeme ir – iekšējā vai ārējā planēta? (1 p.)

Atbilde: **iekšējā planēta**/Ārējā planēta

B Pēc cik Zemes diennaktīm Zeme atkal atradīsies augšējā konjunktijā? (1 p.)

Atbilde: **238 diennaktis** (noapaļo līdz veselai diennaktij)

C Pēc cik Zemes diennaktīm Jupiteris atkal atradīsies opozīcijā? (1 p.)

Atbilde: **593 diennaktis** (noapaļo līdz veselai diennaktij)

D Vai Zeme un Jupiteris bija redzami vienlaikus? (1 p.)

Atbilde: **Nē/Jā**

### Risinājumi

A Raugoties no Marsa, Zeme ir iekšējā planēta.

B un C

Planēta atradīsies tādā pašā pozīcijā pēc viena sinodiskā perioda S.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}, \text{ ja } T_1 < T_2$$

$$\text{B } \frac{1}{S_Z} = \frac{1}{365} - \frac{1}{687} = \frac{1}{238}$$

$$S_Z = 238 \text{ diennaktis}$$

$$\text{C } \frac{1}{S_J} = \frac{1}{687} - \frac{1}{4332} = \frac{1}{593}$$

$$S_J = 593 \text{ diennaktis}$$

D Zeme atradās tieši pie Saules, bet Jupiteris pretējā pusē Saulei. Kad Zeme riet, Jupiteris lec. vienlaikus tie nebija redzami.

2. Novērojumu laikā Zeme atradās afēlijā, bet Jupiters – perihēlijā. Marsa attālums no Saules bija vidējs.

A Cik tālu no Marsa atradās Zeme? (1 p.)

Atbilde: 2,541 au (noapaļo līdz trešai zīmei aiz komata)

B Cik tālu no Marsa atradās Jupiters? (1 p.)

Atbilde: 3,425 au (noapaļo līdz trešai zīmei aiz komata)

C Kurā gadījumā Marss atrastos vēl tuvāk Jupiteram? (1 p.)

Atbilde: Ja Marss atrastos afēlijā/Ja Marss atrastos perihēlijā

### Risinājumi

Zemes attālums no Saules afēlijā ir  $r_z = 1(1+0,017) = 1,017$  au.

Jupitera attālums no Saules perihēlijā ir  $r_j = 5,204(1 - 0,049) = 4,949$  au.

Marsa attālums no Saules ir vienāds ar orbītas lielo pusasi  $r_m = 1,524$  au.

A

Zemes attālums no Marsa afēlijā un augšējā konjunktijā ir  $d_m = 1,524 + 1,017 = 2,541$  au.

B

Jupitera attālums no Marsa perihēlijā un opozīcijā ir  $d_j = 4,949 - 1,524 = 3,425$  au.

C

Ja Marss atrastos afēlijā.

3. Novērojumu laikā Zemes absolūtais zvaigžņlielums bija  $28^m,5$  un Jupitera absolūtais zvaigžņlielums bija  $26^m,3$ . Vienā parsekā ir 206265 astronomiskās vienības.

A Cik spoži pie Marsa debesīm spīdēja Zeme? (1 p.)

Atbilde: - 1. zvaigžņlielums. (Atbildi noapaļo līdz veseram skaitlim).

B Cik spoži pie Marsa debesīm spīdēja Jupiters? (1 p.)

Atbilde: - 3. zvaigžņlielums. (Atbildi noapaļo līdz veseram skaitlim).

C Kurš debess spīdekļis, neskaitot Sauli, pie Marsa debesīm ir visspožākais? (1 p.)

Atbilde: Foboss/Jupiters/Zeme/Venēra

### Risinājumi

Redzamo zvaigžņlielumu aprēķina:  $m = M - 5\lg d$ , kur M ir absolūtais zvaigžņlielums un d ir attālums parsekos.

A

$m_z = 28,5 - 5 + 5\lg(2,541/206265) = 28,5 - 5 - 24,5 = -1$  zvaigžņlielums

B

$m_j = 26,3 - 5 + 5\lg(3,425/206265) = 26,3 - 5 - 23,9 = -3$  zvaigžņlielums

C

Literatūrā iespējams atrast, ka Fobosa spožums sasniedz -9. zvaigžņlielumu. Nākamais pēc spožuma ir Deimoss (-5. zvaigžņlielums).

### 3. ASTEROĪDS

levēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem. Ja kādā uzdevuma apakšpunktā nepieciešams izmantot iepriekš iegūtu skaitlisko vērtību, izmanto to skaitli, ko ierakstīji atbildes lodziņā.

Zemes atmosfērā ar 20 km/s lielu ātrumu ielidoja asteroīds. Tam uzsprāgstot izdalījās 15 kilotonnu TNT ekvivalents enerģijas daudzums t.i.,  $6,3 \times 10^{13}$  J – tikpat liels kā Hirosimas atomsprādzienā. Tika izmērīts uz Zemes nokritušā meteorīta blīvums  $4 \text{ g/cm}^3$ . Pieņemsim, ka sprādziena enerģijā pārvērtās 50% no objekta kinētiskās enerģijas.

A Cik liela ir asteroīda masa? (1 p.)

Atbilde:  $630 \pm 31,5$  tonnas

B Cik liels ir asteroīda tilpums? (1 p.)

Atbilde:  $157 \pm 7,85 \text{ m}^3$

C Novērtējiet asteroīda sākotnējo diametru. (1 p.)

Atbilde:  $6,7 \pm 0,34 \text{ m}$

D Asteroīds ir blīvāks par tipiskiem Zemes iežiem. Kura ķīmiskā elementa piedeva palielina asteroīda blīvumu? (1 p.)

- hēlija
- sēra
- dzelzs
- svina

E Cik liels bija šis asteroīds salīdzinājumā ar Čeljabinskas meteorītu, kas nokrita 2013. gada 15. februārī? (1 p.)

- lielāks
- apmēram tikpat liels
- mazāks

#### Risinājumi

A

$$E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{sprādzienā} = k \cdot E_{kin} = k \cdot \frac{mv^2}{2}$$

$$m = \frac{2E_{kin}}{kv^2} = \frac{2 \cdot 6,3 \cdot 10^{13}}{0,5 \cdot (20 \cdot 10^3)^2} = 630 \text{ tonnas}$$

B

$$m = \rho \cdot V$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{630000}{4000} = 157,5 \text{ m}^3$$

C

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3V\pi}{4}}$$

$$D = 2R$$

$$D = 2 \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 2 \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 157,5}{4 \cdot 3,14}} = 6,7 \text{ m}$$

D Dzelzs

E Mazāks

## 4. SAULE

levēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem. Ja kādā uzdevuma apakšpunktā nepieciešams izmantot iepriekš iegūtu skaitlisko vērtību, izmanto to skaitli, ko ierakstīji atbildes lodziņā.

Saules enerģijas avots ir kodoltermiskās reakcijas, kurās vieglākie kodoli savienojas smagākos, kā rezultātā enerģijas starpība izdalās siltuma veidā. Vairāk kā 99% enerģijas, kas rodas četru protonu savienošanās rezultātā, izdalās siltuma veidā.

Saules jauda  $P = 3,828 \times 10^{26}$  W, Saules masa  $M = 1,99 \times 10^{30}$  kg.

1. Saules masa samazinās laikā atbilstoši Einšteina masas- enerģijas ekvivalences formulai  $E = mc^2$ .

A Nosaki, cik lielu masu Saule zaudē (t.i. izstaro) ik sekundi šī efekta dēļ. (1 p)

Atbilde:  $4,25 \cdot 10^9 \pm 0,21 \cdot 10^9$  kg/s

B Novērtē procentuāli, cik liela Saules masas daļa tika izstarota Saules līdzšinējās pastāvēšanas laikā (4,5 miljardi gadu). Pieņemsim, ka Saules jauda nemainījās. (2 p)

Atbilde:  $0,03 \pm 0,0015$  %

C Nosaki kopējo enerģiju, kuru Saule izdalījusi līdz šim? (1 p)

Atbilde:  $5,44 \cdot 10^{43} \pm 0,27 \cdot 10^{43}$  J

### Risinājumi

A

$$m = \frac{E}{c^2}$$

Masas zudumi ik sekundi:

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{E}{\Delta t c^2} = \frac{P}{c^2} = \frac{3,828 \cdot 10^{26}}{(3 \cdot 10^8)^2} = 4,25 \cdot 10^9 \frac{kg}{s}$$

B

$$\frac{\Delta m}{M} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \frac{T}{M} = \frac{4,25 \cdot 10^9 \cdot 4,5 \cdot 10^9 [gadi] \cdot 3,156 \cdot 10^7 [sekundes/gadā]}{1,99 \cdot 10^{30}} = 30,33 \cdot 10^{-5} = 30,33 \cdot 10^{-3} \% = 0,03 \%$$

C

$$E = Pt = 3,828 \cdot 10^{26} \cdot 4,5 \cdot 10^9 [gadi] \cdot 3,156 \cdot 10^7 [sekundes/gadā] = 5,44 \cdot 10^{43} \text{ J}$$

2. Saules evolūcijas sākumā 75% no tās masas veidoja ūdeņradis, viena ūdeņraža atoma masa ir  $1,673 \cdot 10^{-27}$  kg. Saules masu šajā aprēķinā pieņemt  $M = 2 \cdot 10^{30}$  kg.

A Cik daudz ūdeņraža atomu bija Saulē evolūcijas sākumā? (1 p.)

Atbilde:  $8,96 \cdot 10^{56} \pm 0,45 \cdot 10^{56}$  kodoli

B Kad četri ūdeņraža kodoli pārvēršas vienā hēlija kodolā, izdalās  $\epsilon = 26,73$  MeV enerģijas, kur  $1 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13}$  J. Cik protoni pārvēršas vienā hēlija kodolā ik sekundi? (2 p.)

Atbilde:  $3,57 \cdot 10^{38} \pm 0,18 \cdot 10^{38}$  protoni/sekundē

C Cik liela kopējā enerģija izdalītos, ja viss Saulē esošais ūdeņradis pārvērstos hēlijā? (1 p.)

Atbilde:  $9,59 \cdot 10^{44} \pm 0,48 \cdot 10^{44}$  J

D Cik ilgi Saule spīdētu, līdz viss tās ūdeņradis būtu iztērēts? Pieņemsim, ka Saules jauda ir konstanta un vienāda ar  $P = 3,828 \cdot 10^{26}$  W. (1 p.)

Atbilde:  $79,4 \pm 3,97$  miljardi gadu

E Cik liela ūdeņraža daļa tika iztērēta līdz šim (t.i., 4,5 miljardu gadu laikā)? (1 p.)

Atbilde:  $5,6 \pm 0,28 \%$

### Risinājumi

A

$$N = \frac{0,75M}{m_{\text{cd}}} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{1,673 \cdot 10^{-27}} = 8,96 \cdot 10^{56} \text{ kodoli}$$

B

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{4P}{\epsilon} = \frac{4 \cdot 3,828 \cdot 10^{26}}{26,73 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13}} = 3,57 \cdot 10^{38} \frac{\text{kodoli}}{\text{sekundē}}$$

C

$$E = \frac{N}{4} \cdot \epsilon = \frac{8,96 \cdot 10^{56}}{4} \cdot 26,73 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13} = 9,58 \cdot 10^{44} \text{ J}$$

D

$$T_{\text{max}} = \frac{E}{P} = \frac{9,58 \cdot 10^{44}}{3,828 \cdot 10^{26}} = 2,50 \cdot 10^{18} \text{ sekundes} = \frac{2,50 \cdot 10^{18}}{3,156 \cdot 10^7} = 79,2 \text{ miljardi gadu}$$

E

$$p = \frac{4,5}{79,2} = 5,68 \%$$

## 5. STARMAN

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem. Ja kādā uzdevuma apakšpunktā nepieciešams izmantot iepriekš iegūtu skaitlisko vērtību, izmanto to skaitli, ko ierakstīji atbildes lodziņā.

2018. gada 6. februārī rakete *Falcon Heavy* veica izmēģinājuma lidojumu. Lai neriskētu ar zinātniski vērtīgiem instrumentiem, ar šo raketi heliocentriskā orbītā palaida automašīnu *Tesla* ar manekenu *Starman*. Šajā uzdevumā mēs apskatīsim tā orbītu.

1. Pēc NASA JPL aprēķiniem, *Starman* orbītas perihēlija attālums  $r_p = 0,9861$  au, bet afēlija attālums ir  $r_a = 1,6637$  au.

A Cik liela ir *Starman* orbītas lielā pusass? (1 p.)

Atbilde:  $1,3249 \pm 0,0662$  au (atbildi nenoapaļot)

B Cik liela ir šīs orbītas ekscentricitāte? (1 p.)

Atbilde:  $0,2557 \pm 0,0127$  (atbildi nenoapaļot)

C Cik liels ir *Starman* orbitālais periods? (1 p.)

Atbilde:  $T = 1,525$  gadi  $\pm 0,076$  (atbildi nenoapaļot)

## Risinājumi

A

$$a = \frac{(r_p + r_a)}{2} = 1,3249 \text{ au}$$

B

$$e = \frac{r_a - r_p}{2a} = 0,2557$$

C

$$T [\text{gados}] = a^{1,5} [\text{au}] = 1,525 \text{ gadi}$$

2. Veicis divus pilnus apriņņojumus ap Sauli, *Starman* atkal pietuosies Zemei. Noteikt aptuveno datumu, kad tas notiks.

A Kurā gadā tas notiks? (1 p.)

- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023
- 2024
- 2025

B Kurā mēnesī tas notiks? (1 p.)

- janvārī
- februārī
- martā
- aprīlī
- maijā
- jūnijā
- jūlijā
- augustā
- septembrī
- oktobrī
- novembrī
- decembrī

## Risinājumi

Divi orbitālie periodi ir 3.05 gadi (3 gadi un 18.25 dienas). Pieskaitot to 2018. gada 6. februārim, iegūst 2021. gada 24. vai 25. februāri.

3. 2091. gadā *Starman* lidos ļoti tuvu garām Zemei.

A Cik reizes Zeme apriņķos ap Sauli līdz pārlidošanas brīdim? (1 p.)

Atbilde: 73 reizes (atbildi noapaļot līdz veseram skaitlim)

B Cik reizes *Starman* apriņķos ap Sauli līdz pārlidošanas brīdim? (1 p.)

Atbilde: 48 reizes (atbildi noapaļot līdz veseram skaitlim)



## Risinājumi

**A**

$$N_z = 2091 - 2018 = 73$$

**B**

$$N_{st} = 73/1,525 = 48$$

4. Dažas dienas pēc raķetes palaišanas *Starman* tika novērots no Zemes. Novērojuma laikā attālums līdz *Starman* bija aptuveni 0,47 miljoni kilometru un tā zvaigžņlielums bija +15,5<sup>m</sup>.

**A**

Novērtēt *Starman* zvaigžņlielumu tagad, kad tas atrodas aptuveni 15 miljonus km no Zemes. Neievērot *Starman* attāluma no Saules izmaiņu.

Ievēro: Redzamais objekta spožums ir apgriezti proporcionāls tā attāluma kvadrātam (apgriezto kvadrātu likums).

**Atbilde:**

Spožuma attiecība **1018 ± 51** (1 p.)

*Starman* zvaigžņlielums: **23<sup>m</sup> ± 1,2<sup>m</sup>** (1 p.)

**B** Vai to varētu novērot ar neapbruņotu aci? (1 p.)

**nē/jā**

## Risinājumi

**A**

$$\text{Spožumu attiecība: } \frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{15}{0,47}\right)^2 = 1018$$

$$\text{No Pogsona formulas } \textit{Starman} \text{ zvaigžņlielums: } m_2 = m_1 + 2,5 \log \frac{F_1}{F_2} = 15,5 + 7,5 = 23^m$$

**B**

Nē.