

# Latvijas 44. astronomijas atklātās olimpiādes neklātienes kāрта 2016. gada 5. aprīlī



## 1. TESTS

---

*Izvēlies tikai vienu atbildi!*

1. Kurš no šiem zvaigznājiem Latvijā nekad nenoriet? (1 p)

- Dvīņi
- Cefejs
- Auns
- Lauva

2. Cikos 2016. gada 5. aprīlī Rīgā kulminē Saule? (1 p)

- 12:00
- 12:25
- 13:00
- 13:26

3. Cik lielu daļu Mēness virsmas ir iespējams novērot no Zemes? (1 p)

- 48 %
- 50 %
- 54 %
- 59 %

4. Kuri no šiem Saules sistēmas ķermeņiem pieder pie pundurplanētām? (1 p)

- Cerera, Plutons, Vesta
- Plutons, Makemake, Cerera
- Hiron, Plutons, Cerera
- Plutons, Faetons, Vesta

5. Cik liels ir Saules absolūtais spožums? (1 p)

- - 26<sup>m</sup>,78
- - 12<sup>m</sup>,67
- + 0<sup>m</sup>,42
- + 4<sup>m</sup>,79

6. Kas ir reliktais starojums? (1 p)

- tālu zvaigžņu gaisma
- kosmiskais mikroviļņu fons
- starojums, kas rodas, kolapsējot melnajiem caurumiem
- Zemes radioaktīvais starojums

7. Kā sauc konfigurāciju, kurā planētas un Saules ekliptisko garumu starpība ir  $0^\circ$ ? (1 p)

- opozīcija
- elongācija
- kvadrātūra
- konjunkcija

8. Kā sauc procesu, kurā zvaigzne vai cits debess ķermenis uzkrāj vielu no apkārtējās vides? (1 p)

- akrēcija
- ekstinkcija
- nutācija
- precesija

9. Formalhauta (Dienvidu Zivs  $\alpha$ ) deklinācija ir  $-29.6^\circ$ . Cik liels ir šīs zvaigznes maksimālais leņķiskais augstums Rīgā? (1 p)

- $3.4^\circ$
- $8.3^\circ$
- $12.6^\circ$
- $27.4^\circ$

10. Kurā Hercšprunga-Rasela diagrammas apgabalā atrodas Saule? (1 p)

- uz galvenās secības
- pie milzu zvaigznēm
- Oriona atzarā
- balto punduru apgabalā

## 2. PLANĒTU KUSTĪBA SAULES SISTĒMĀ

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.

### MERKURA PĀRIEŠANA

1. 2016. gada 9. maijā, raugoties no Zemes, Merkurs šķērso Saules disku. Merkura diametrs ir 4879 km. Pieņemsim, ka šajā laikā Marss atrodas opozīcijā (faktiski Marsa opozīcija iestājas 22. maijā). Uzskatīt, ka visu trīs planētu orbītas ir riņķveida un atrodas vienā plaknē. Planētu orbītu lielās pusis atbilstoši attālumam no Saules ir 0.387, 1.000 un 1.524 astronomiskās vienības (AU). 1 AU = 149 597 871 kilometri. Zemes gada garums ir 365,24 diennaktis.

A Aprēķini Marsa un Merkura savstarpējo attālumu! (1 p)

Atbilde:  AU (noapaļo līdz 3 decimālajām zīmēm aiz komata!)

Marsa attālums no Saules ir 1.524 AU, Merkura attālums no Saules ir 0.387 AU, līdz ar to planētu savstarpējais attālums  $1.524 \text{ AU} - 0.387 \text{ AU} = \mathbf{1.137 \text{ AU}}$

B Aprēķini, cik ilgā laikā Merkurs apriņķo Sauli! (1 p)

Atbilde:  gadi (noapaļo līdz 3 decimālajām zīmēm aiz komata!)

Saskaņā ar 3. Keplera likumu, ja  $T_z = 1$  gads un  $a_z = 1$  AU, tad planētas apriņķošanas periods  $T = \sqrt{a^3}$   
Skaitliski  $T = \sqrt{0.387^3} = \mathbf{0.241}$  gadi.

C Pēc cik ilga laika saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem notiks nākamā Merkura pāriešana pāri Saules diskam? (1 p)

Atbilde:  diennaktis (noapaļo līdz veselam skaitlim!)

Merkura pāriešana atkārtosies ar Merkura sinodisko periodu S.

$1/S = 1/T - 1/T_z$ . Tā kā  $T_z = 1$  gads, sakarība vienkāršojas:  $1/S = 1/T - 1$ . Skaitliski  $S = 1/[(1/0.241) - 1] = 1/3.149377 = 0.317523$  gadi jeb  $\mathbf{116}$  diennaktis.

D Cik liels 9. maijā būs Merkura leņķiskais diametrs, raugoties no Zemes? (1 p)

Atbilde:  loka sekundes (noapaļo līdz veselam skaitlim!)

Merkura leņķiskais diametrs ir  $\alpha = \arctg(D/L)$ , kur D ir Merkura lineārais diametrs un L ir attālums no Zemes līdz Merkuram.  $L = 1 - 0.387 = 0.613$  AU. Pārejām uz kilometriem  $0.613 \text{ AU} \times 149\,597\,871 \text{ km} = 91\,703\,495 \text{ km}$ . Skaitliski  $\alpha = \arctg(4879/91703495) = 0.003$  loka grādi jeb  $0.003 \times 3600 = \mathbf{11}$  loka sekundes.

E Kura planēta 9. maijā būs spožāka, raugoties no Zemes? (1 p)

Atbilde:

- Marss
- Merkurs

Marss neapšaubāmi ir spožāks, jo ir pilnīgi Saules apspīdēts, savukārt, Merkurs ir pagriezis pret Zemi neapgaismoto pusi. Turklāt Marss ir lielāks un atrodas Zemei tuvāk nekā Merkurs.

## MARSS

2. Marss ir viens no objektiem, kuru novēros topošais Džeimsa Veba kosmiskais teleskops. Teleskopa leņķiskā izšķirtspēja ir 0.1 loka sekunde. Marsa orbītas ekscentricitāte ir 0.093, Zemes orbītas ekscentricitāte ir 0.017. Marsa orbītas lielā pusass ir 1.524 astronomiskās vienības (AU). Zemes orbītas lielā pusass ir 1.000 AU. 1 AU = 149 597 871 kilometri. Pieņemt, ka abu planētu orbītas atrodas vienā plaknē. Zemes gada garums ir 365.24 diennaktis.

**A** Aprēķini, cik liels ir vismazākais iespējamais attālums starp Zemi un Marsu. (1 p)

**Atbilde:**  miljoni km (noapaļo līdz vienai decimālajai zīmei aiz komata!)

Vistuvāk planētas atrodas, kad Zeme ir afēlijā un Marss perihēlijā. Zemes attālums no Saules afēlijā  $r_z = a(1 + e)$ , savukārt, Marsa attālums perihēlijā ir  $r_m = a(1 - e)$ , kur  $a$  un  $e$  ir attiecīgo planētu orbītu lielā pusass un ekscentricitāte. Skaitliski minimālais attālums  $r_m - r_z = 1.524 \times (1 - 0.093) - 1 \times (1 + 0.017) = 0.365268$  AU. Pārejam uz kilometriem:  $0.365268 \times 149\,597\,871 = 54\,643\,315$  km = **54.6** miljoni km.

**B** Kā sauc šādu stāvokli, kad Marss atrodas ļoti tuvu Zemei? (1 p)

**Atbilde:**

- Minimālā elongācija
- Lielā opozīcija
- Kritiskā kvadrātūra

Šāda situācija, kad Zeme ir tuvu afēlijam un Marss ir tuvu perihēlijam, atkārtojas ik pēc 15 - 17 gadiem un to sauc par **Lielo opozīciju**.

**C** Cik sīkas detaļas Džeimsa Veba teleskops spēs saskatīt uz Marsa virsmas no Zemes, kad Marss atrodas vistuvāk Zemei? (1 p)

**Atbilde:**  km (noapaļo līdz veselam skaitlim!)

Sīkākās detaļas lineārais garums  $D = L \times \text{tg}(\alpha)$ , kur  $\alpha$  ir Džeimsa Veba teleskopa leņķiskā izšķirtspēja un  $L$  ir attālums no Zemes līdz Marsam. Skaitliski  $D = 54\,600\,000 \times \text{tg}(0.1/3600) = \mathbf{26}$  km.

**D** Uz Marsa, tāpat kā uz Zemes, nomainās 4 gadalaiki. Aprēķini, cik diennaktis ilgst viens Marsa gadalaiks, ja pieņem, ka visu gadalaiku ilgums ir vienāds. (1 p)

**Atbilde:**  diennaktis (noapaļo līdz veselam skaitlim!)

Aprēķinam Marsa apriņķošanas periodu pēc 3. Keplera likuma. Ja  $T_z = 1$  gads un  $a_z = 1$  AU, tad planētas apriņķošanas periods  $T = \sqrt{a^3}$ . Skaitliski  $T = \sqrt{1.524^3} = 1.881384$  gadi. Pārejam uz diennaktīm:  $1.881384 \times 365.24$  diennaktis = 687.16 diennaktis. Viena gadalaika ilgums ir  $687.16/4 = \mathbf{172}$  diennaktis.

**E** 2016. gada 9. maijā Saule atrodas Auna zvaigznājā. Kurā zvaigznājā atrodas Marss? (1 p)

**Atbilde:**

- Jaunava
- Mežāzis
- Skorpions

No uzdevuma nosacījumiem zināms, ka Marss ir opozīcijā vai tuvu tai, tas nozīmē, ka planēta atrodas pretējā pusē Saulei. Aplūkojot zvaigžņu karti, secinām, ka pretējā pusē Saulei atrodas **Skorpiona** zvaigznājs. Jaunava un Mežāzis neder, jo neatrodas tieši pretī.

### 3. PIEDZĪVOJUMI UZ ASTEROĪDA

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.

1. Astronauts ieraudzīja kādu pilnīgi apaļu, nerotējošu un homogēnu asteroīdu bez atmosfēras. Viņš nolēma izkāpt uz tā virsmas, lai paēstu brokastis. Izēdis konservu bundžu, viņš to aizsvieda horizontāli projām gar asteroīda virsmu ar ātrumu 3 m/s un apgūlās nosnausties. Liels bija astronauta pārsteigums, kad pēc 1 stundas, 44 minūtēm un 43 sekundēm konservu bundža atlidoja no otras puses un trāpīja viņam. Viņš nolēma notikušo izmantot asteroīda izpētei. To vari izdarīt arī tu!

Gravitācijas konstante  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \times \text{s}^2)$ .

**A** Aprēķini asteroīda rādiusu, pieņemot, ka bundža kustējās ar minimālo iespējamo ātrumu! (1 p)

**Atbilde:**  $R = \boxed{\phantom{000000}} \text{ m}$  (noapaļo līdz veseram skaitlim!)

Bundža kustējās pa aplveida orbītu ar pirmo kosmisko ātrumu  $v = 3 \text{ m/s}$ . Kustības ilgums  $t = 6283 \text{ s}$ . Orbits garums  $l = 2\pi R$ , pārvietojums vienmērīgā kustībā  $l = vt$ , no kurienes asteroīda rādiuss  $r = vt/2\pi$ .

Skaitliski  $r = 3 \times 6283 / (2 \times 3,142) = 2999,9 \text{ m} \approx \mathbf{3000 \text{ m}}$ .

**B** Aprēķini asteroīda masu! (1 p)

**Atbilde:**  $m = \boxed{\phantom{000000}} \times 10^{14} \text{ kg}$  (skaitli pirms pakāpes rādītāja noapaļo līdz veseram skaitlim!)

Bundžas centrīes spēks  $mv^2/r$  ir vienāds ar asteroīda gravitācijas spēku  $GmM/r^2$ , ar kādu tas pievelk bundžu.  $M$  ir asteroīda masa,  $m$  ir bundžas masa, gravitācijas konstante  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \times \text{s}^2)$ .

$$mv^2/r = GmM/r^2$$

Pārveidojot iegūst, ka  $M = v^2r/G$ . Skaitliski  $M = (3^2 \times 3000) / 6,67 \times 10^{-11} = 4,048 \times 10^{14} \text{ kg} \approx \mathbf{4 \times 10^{14} \text{ kg}}$ .

**C** Aprēķini brīvās krišanas paātrinājumu uz asteroīda virsmas! (1 p)

**Atbilde:**  $g = \boxed{\phantom{000000}} \text{ m/s}^2$  (noapaļo līdz trešajai zīmei aiz komata!)

Brīvās krišanas paātrinājumu uz debess ķermeņa virsmas aprēķina pēc formulas  $g = GM/r^2$ .

Skaitliski  $g = 6,67 \times 10^{-11} \times 4 \times 10^{14} / (3000)^2 = 0,00296 \text{ m/s}^2 \approx \mathbf{0,003 \text{ m/s}^2}$ .

2. Astronauts secināja, ka asteroīds, acīmredzot, ir izgatavots mākslīgi, jo sastāv no kāda cieta minerāla.

**A** Aprēķini asteroīda blīvumu! (1 p)

**Atbilde:**  $\rho = \boxed{\phantom{000000}} \text{ kg/m}^3$  (noapaļo līdz veseliem simtiem!)

Homogēna asteroīda blīvumu aprēķina  $\rho = M/V$ . Lodveida asteroīda tilpums  $V = 4\pi r^3/3$ .

Skaitliski  $\rho = 3M/(4\pi r^3) = (3 \times 4 \times 10^{14}) / (4 \times 3,142 \times (3000)^3) = 3537 \text{ kg/m}^3 \approx \mathbf{3500 \text{ kg/m}^3}$ .

**B** Kas tas ir par minerālu? (1 p)

**Atbilde:**

- Silīcijs
- Berilijs
- Dimants
- Rodijs

Izmantojot tabulas vai internetu nosaka, ka no dotajiem variantiem pēc blīvuma un cietības atbilst tikai **dimants**.

3. Kāpjot raķetē, 5 m augstumā astronautam no skafandra kabatas bez sākuma ātruma izkrita ļoti elastīga gumijas bumbiņa. Astronauts pagaidīja, līdz tā atlēks no asteroīda, un ielika bumbiņu atpakaļ kabatā.

**A** Cik ilgi astronautam bija jāgaida, lai notvertu atlēkušo bumbiņu? (1 p)

**Atbilde:**  $t = \boxed{\phantom{000}}$  s (noapaļo līdz veseram skaitlim!)

No mehānikas zināms, ka bumbiņas kritiena laiks  $t = \sqrt{2h/g}$ , kur  $h$  ir bumbiņas sākuma augstums.

Skaitliski  $t = \sqrt{(2 \times 5)/0,003} = 57,7$  s. Laiks līdz bumbiņas satveršanai ir nedaudz vairāk kā 2 reizes lielāks, jo bumbiņa ir ļoti elastīga, atlēciena brīdī tā zaudē nelielu daļu ātruma un atlec gandrīz līdz sākotnējam augstumam.  $2 \times 57,7 = 115,4$  s  $\approx$  **115** s.

**B** Bumbiņas izkrišanas brīdī astronauts pa radio nosūtīja tvītera ziņu par neparastā asteroīda atklāšanu. Vai līdz bumbiņas notveršanas brīdim ziņa paspēja sasniegt Zemi, kas atradās 30 miljonu kilometru attālumā? Gaismas ātrums ir 300 000 km/s. (1 p)

**Atbilde:**

- Jā
- Nē

Jā, jo radiovilnis ceļu līdz Zemei veic  $30\,000\,000/300\,000 = 100$  s. Šis laiks ir īsāks par bumbiņas lidojuma laiku 115 s.

4. Tā kā raķetē bija maz degvielas, astronauts nolēma lidot ar minimālo ātrumu, kas nepieciešams, lai aizlidotu pavisam prom no asteroīda.

**A** Cik liels ir šis ātrums? (1 p)

**Atbilde:**  $v = \boxed{\phantom{000}}$  m/s (noapaļo līdz desmitdaļai!)

Lai pavisam aizlidotu prom no asteroīda, nepieciešams vismaz otrais kosmiskais ātrums  $v_2 = \sqrt{2} \times v$ .

Skaitliski  $v_2 = 1,4142 \times 3 = 4,2426$  m/s  $\approx$  **4,2** m/s.

**B** Kā sauc šo ātrumu? (1 p)

**Atbilde:**

- pirmais kosmiskais ātrums
- otrais kosmiskais ātrums
- trešais kosmiskais ātrums

Otrais kosmiskais ātrums, skat. iepriekšējo punktu.

C Jau mājupceļā astronauts saņēma ziņu, ka par neparastā „bundžas pavadoņa” palaišanu viņš saņems desmito daļu no *Cube Quest Challenge* balvas sākotnējās vērtības. Cik liela summa piešķirta astronautam? (1 p)

Atbilde:  tūkstoši ASV dolāru

Informāciju meklējam internetā. The Cube Quest competition offers a total of \$5 million to teams that meet the challenge objectives of designing, building and delivering flight-qualified, small satellites capable of advanced operations near and beyond the moon.

Jaunākajos avotos minētā balvas summa ir 5,5 miljoni ASV dolāru, bet sākotnēji izsludinātā summa bija 5 miljoni ASV dolāru.

Desmitā daļa attiecīgi ir 500 vai 550 tūkstoši ASV dolāru.

## 4. GALAKTIKA

*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.*

2016. gadā Habla teleskopa zinātnieku komanda paziņoja par Lielā Lāča zvaigznāja virzienā novērotu galaktiku. Galaktikas koordinātas: rektascensija 12 h 36 m 25,46 s; deklinācija + 62°14'31.4". Galaktika K infrasarkanajā diapazonā novērojama kā 26<sup>m</sup> spīdekļis un tās spektrā tika atrasta Ly- $\alpha$  spektrālās līnijas robeža.

A Modelējot spektru, tika iegūts, ka Ly- $\alpha$  1215.67 Å. Rezultātā tika iegūta objekta sarkanā nobīde

Atbilde:  $z =$   (2 p). (noapaļo līdz simtdaļām!)

$$z = [\lambda_{\text{nov}}/\lambda_{\text{izst}}] - 1 = [14697.45/1215.67] - 1 = 11.09$$

B Sarkanās nobīdes primārā mērvienība ir .... (1 p)

Atbilde:

- bezdimensionāla
- Mpc/[km/s]
- Å/m

Tas ir bezdimensionāls lielums.

C Šis rezultāts liecina, ka novērotā galaktika izrādījās šobrīd ... (1 p)

Atbilde:

- trešais zināmais tālākais objekts no Zemes
- vistālākais zināmais objekts no Zemes
- otrais zināmais tālākais objekts no Saules

Tā ir šobrīd tālākā zināmā galaktika.

D Minētā galaktika ir radusies aptuveni 400 miljonus gadu pēc Lielā Sprādziena, kad Visuma vecums bija apmēram  procenti no tagadējā vecuma (2 p). (noapaļo līdz desmitdaļām!)

Zinot, ka Visuma vecums ir  $13.813 \pm 0.038$  miljardi gadu, iegūstam, ka starojums tika izstarots, kad Visuma vecums bija  $400/14000 = 2.9\%$  no tagadējā vecuma.

**E** Visums kopš tā laika ir izpleties apmēram ... (1 p)

**Atbilde:**

- 10 reizes
- 11 reizes
- 12 reizes

Visums kopš tā laika ir izpleties apmēram  $a = z - 1 = 11 - 1 = 10$  reizes.

**F** Minētās galaktikas kosmoloģiskais attālināšanās ātrums, izteikts gaismas ātruma vienībās  $c$  ir  (1 p). (noapaļo līdz četrām decimālajām zīmēm aiz komata!)

Nemot vērā relativistisko vienādojumu  $1 + z = \sqrt{[(c + v)/(c - v)]}$ , varam iegūt  $v/c = [(z+1)^2 - 1]/[(z+1)^2 + 1] = [(11+1)^2 - 1]/[(11+1)^2 + 1] = 0.9862$ , tas ir ātrums izteikts gaismas ātruma vienībās.

**G** Attālums līdz galaktikai tika novērtēts kā 119 Gpc, kas nozīmē, ka tās absolūtais spožums  $M$  zvaigžņlielumos ir apmēram  (2 p). (noapaļo līdz veselam skaitlim!)

Zinot attālumu  $L$  līdz objektam, absolūto spožumu varam aprēķināt

$$M = m - 5 \log L + 5 = 26 - 5 \log(119\,000\,000\,000) + 5 = -24^m$$

## 5. GALAKTIKAS UN PĀRNOVAS SPOŽUMS

*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.*

Šajā uzdevumā mēs apskatīsim absolūto un redzamo spožumu, kā arī salīdzināsim punktveida (pārnavas) un difūza objekta (galaktikas) spožumus.

Nelielās neregulārās galaktikas Orhideja 428 absolūtais spožums ir  $-15^m$ , bet redzamais spožums ir  $12^m$ . Uz debess tā aizņem laukumu 8 leņķa kvadrātsekundes, un tai ir aptuveni konstants virsmas spožums.

**A** Nosakiet attālumu līdz Orhidejas 428 galaktikai! Izsakiet atbildi megaparsekos! (2 p)

**Atbilde:**  $d =$   Mpc

$$M = m - 5 \lg d + 5$$

$$-15 = 12 - 5 \lg d + 5$$

$$5 \lg d = 32$$

$$\lg [d, \text{pc}] = 6.4$$

$$\lg [d, \text{Mpc}] = 0.4$$

$$d = 2.5 \text{ Mpc} = \mathbf{3 \text{ Mpc}}$$



**B** Atrodiet Orhidejas 428 redzamo virsmas spožumu! Izsakiet atbildi zvaigžņlielumos uz leņķa kvadrātsekundi! (2 p)

**Atbilde:**  m

Vienas leņķa kvadrātsekundes spožums ir viena astotā daļa no visa spožuma. No Pogsona formulas  $m_2 - m_1 = -2.5 \lg \{I_1/I_2\}$  aprēķināsim tās zvaigžņlielumu kā  $12^m + 2.5 \lg 8 - 12^m + 2^m 26 = \mathbf{14^m 26}$

**C** Galaktikā uzsprāgst pārnova, kas maksimumā sasniedz redzamo spožumu  $14^m$ . Cik reizes visa galaktika ir spožāka par pārnovu? (2 p)

**Atbilde:**  reizes (noapaļo līdz desmitdaļai!)

No Pogsona formulas  $I_1/I_2 = 10^{[(m_2 - m_1)/2.5]} = 6.3$  reizes

**D** Novērtējiet zvaigžņu skaitu galaktikā Orhideja 428, ja zināms, ka vidējais vienas zvaigznes absolūtais spožums ir  $+8^m$ . Atbildi izsakiet miljardos zvaigžņu. (2 p)

**Atbilde:**  miljardi zvaigžņu (noapaļo līdz desmitdaļai!)

Atradīsim no Pogsona formulas  $I_{\text{galaktikas}} / I_{\text{zvaigznes}} = 10^{(0.4 \cdot (m_2 - m_1))}$

$I_{\text{galaktikas}} / I_{\text{zvaigznes}} = 10^{(0.4 \cdot (8+15))} = 10^{9.2} = 1.6$  miljardu zvaigžņu.

**E** Galaktika tika novērota ar teleskopu, kura leņķiskā izšķirtspēja ir  $0.3''$ . Cik reižu izmainījās novērotais spožums pārnovas sprādzienā (salīdziniet spožumu pirms pārnovas sprādziena un pārnovas maksimālā spožuma laikā)? (2 p)

**Atbilde:**  reizes

Viena izšķiršanas elementa spožums bija  $12 + 4.87 = 16.87$ , kas ir 14 reizes vājāk par pārnovu. Bija  $1/14$ , tagad ir  $15/14$ , tātad izmainījās **15** reizes.