



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

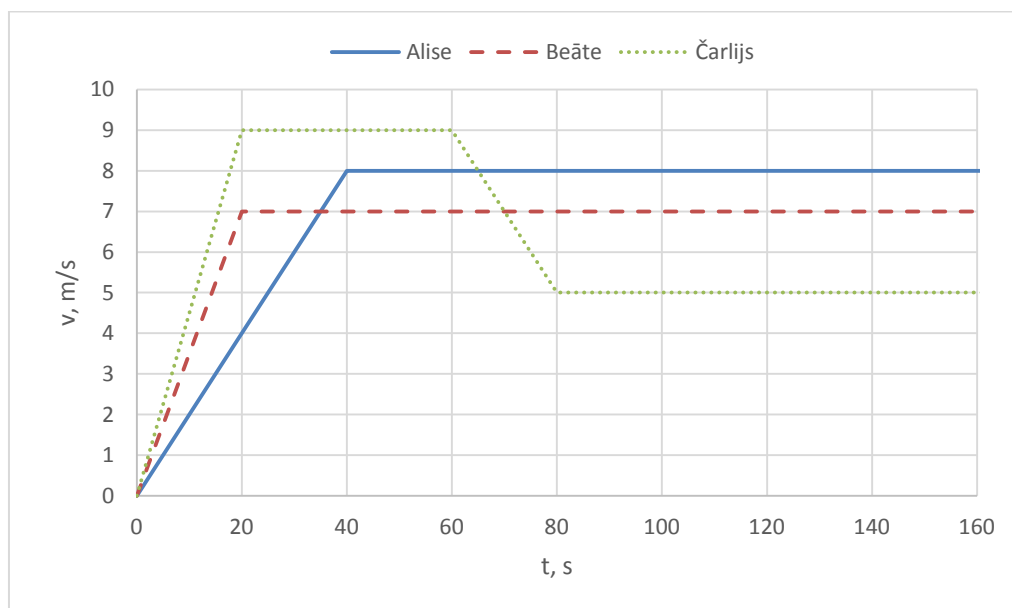
## Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

### Fizikas valsts 68. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 10. klasei

#### 10 – 1 Velobraukšanas sacensības

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Trīs velobraucēji – Alise, Beāte un Čārlijs – uzsāka braucienu vienlaicīgi. Grafikā attēlota viņu ātruma izmaiņa laikā. Kad bija pagājušas 60 s Čārlijam sāka sāpēt kāja, tāpēc viņš pakāpeniski samazināja ātrumu.



Dotais grafiks jāizmanto, risinot visus sekojošos uzdevuma jautājumus.

1. Kuram sacensību dalībniekam vai dalībniekiem ir

**A** vislielākais paātrinājums laikā  $t = 10$  s kopš kustības sākuma? [0,5 p]

- Alisei
- Beātei
- Čārlijam
- Alisei un Beātei
- Beātei un Čārlijam
- Alisei un Čārlijam
- Visiem dalībniekiem ir vienāds paātrinājums

**B** vislielākais ātrums laikā  $t = 40$  s kopš kustības sākuma? [0,5 p]

- Alisei
- Beātei
- Čārlijam
- Alisei un Beātei
- Beātei un Čārlijam
- Alisei un Čārlijam
- Visiem dalībniekiem ir vienāds ātrums

**C** vismazākais paātrinājums laikā  $t = 30$  s kopš kustības sākuma? [0,5 p]

- Alisei
- Beātei
- Čārlijam
- Alisei un Beātei
- Beātei un Čārlijam
- Alisei un Čārlijam
- Visiem dalībniekiem ir vienāds paātrinājums

**D** vismazākais ātrums laikā  $t = 70$  s kopš kustības sākuma? [0,5 p]

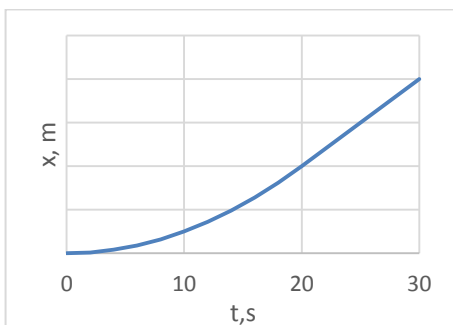
- Alisei
- Beātei
- Čārlijam
- Alisei un Beātei
- Beātei un Čārlijam
- Alisei un Čārlijam
- Visiem dalībniekiem ir vienāds ātrums

**E** vislielākais paātrinājums laikā  $t = 100$  s kopš kustības sākuma? [0,5 p]

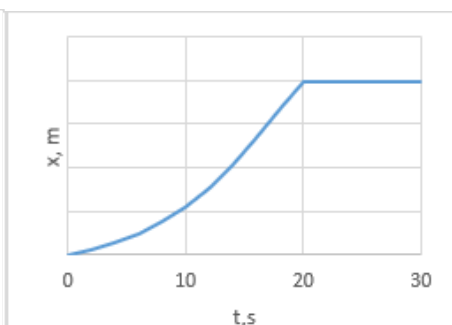
- Alisei
- Beātei
- Čārlijam
- Alisei un Beātei
- Beātei un Čārlijam
- Alisei un Čārlijam
- Visiem dalībniekiem ir vienāds paātrinājums

2. Kustības pirmajās 20 sekundēs Alise nobrauca  m, Beāte nobrauca  m un Čārlijs nobrauca  m. [0,5 + 0,5 + 0,5 p]

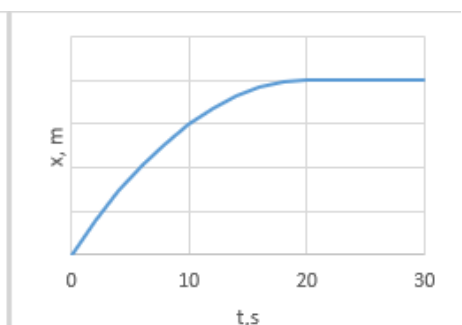
3. Kurš no grafikiem apraksta Beātes koordinātas  $x$  maiņu laikā? [1 p]



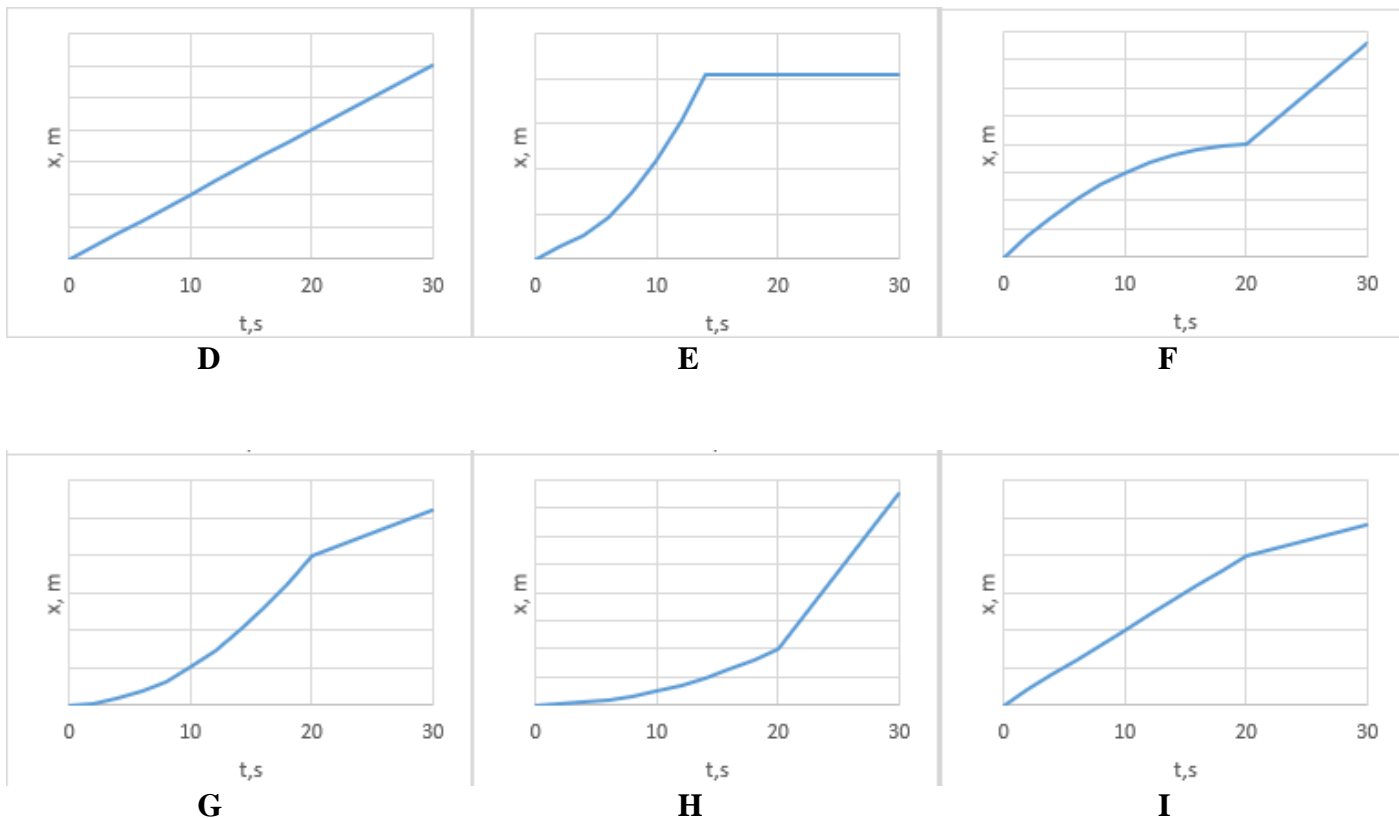
**A**



**B**



**C**



4. Sacensību distances garums ir 1 km.

**A** Cik ilgā laikā kopš kustības sākuma Alise nobrauca 1 km? [1 p]

$$t_A = \boxed{\phantom{000}} \text{ s}$$

**B** Kurš no velobraucējiem uzvarēja sacensībās? [1 p]

- Alise
- Beāte
- Čārlijs

**C** Kurš no velobraucējiem uzvarētu, ja distances garums būtu 600 m? [1 p]

- Alise
- Beāte
- Čārlijs

5. Alisei ir suns, kurš sacensību sākumā atrodas 200 m attālumā pirms starta. Kad sākas sacensības, suns sāk skriet Alises virzienā ar ātrumu 15 m/s, bet Alise brauc virzienā prom no suņa ar mainīgu ātrumu, kas attēlots uzdevumā dotajā grafikā.

**A** Cik liels būs Alises kustības paātrinājums brīdī, kad suns viņu panāks? [1 p]

$$a = \boxed{\phantom{000}} \text{ m/s}^2$$

**B** Pēc cik ilga laika kopš kustības sākuma suns panāks Alisi? [1 p]

$$t = \boxed{\phantom{000}} \text{ s}$$

## 10 – 2 Virpināmais

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Pagājušā gadā lielu popularitāti ieguva grozāmgrābšlis jeb virpināmais (angliski: *fidget spinner*). Tas sastāv no centra daļas kas ir nekustīga un simetriski izvietotām 3 “kājām”, kas var brīvi, gandrīz bez berzes, griezties ap centrālo daļu.

Visā uzdevumā pieņemt, ka virpināmais atrodas uz horizontāla galda un mēs uz to skatāmies no augšas.



1. Virpināmais veic 300 apgriezienus minūtē. Cik liela ir tā rotācijas frekvence hercos? [1 p]

Atbilde:  $f = \boxed{\phantom{000}} \text{ Hz}$

2. Uz vienas no kājām, attālumā  $R = 10 \text{ cm}$  no rotācijas centra, tiek novietota monēta (kā redzams attēlā) ar masu  $m = 2.30 \text{ g}$ . Ja lēnām palielina virpināmā ātrumu, tad vienā brīdī monēta izslīd un nokrīt no virpināmā, un kādu laiku turpina slīdēt pa galdu.

Monēta izslīd, kad virpināmā rotācijas frekvence ir  $f = 2 \text{ Hz}$ . Cik liels ir monētas lineārais ātrums izslīdēšanas brīdī? [1 p]

Atbilde:  $v = \boxed{\phantom{000}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

3. Ja uz virpināmā ir novietotas divas monētas (katra uz citas kājas), un virpināmā rotācijas ātrums tiek lēnām palielināts, tad pirmā izslīdēs ( $m$  - monētas masa,  $r$  - monētas attālums līdz rotācijas asij) (abām monētām ir viens un tas pats berzes koeficients): [1 p]

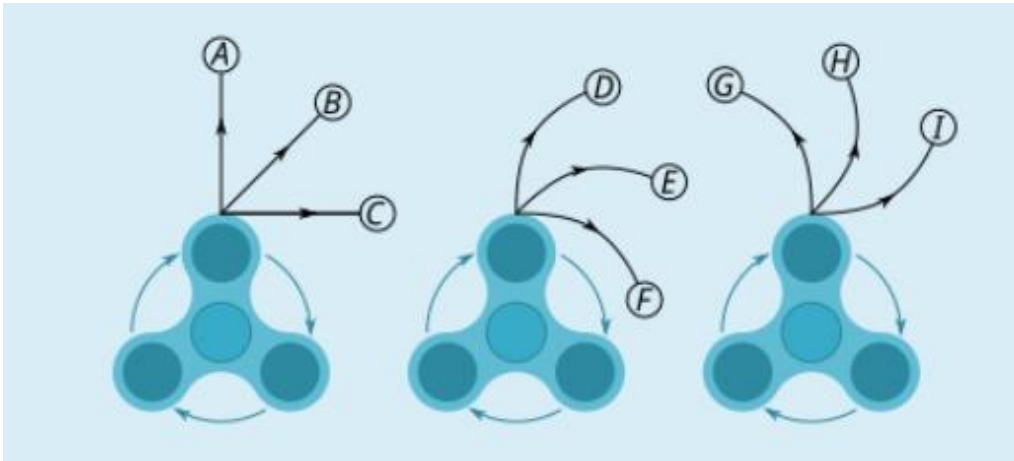
Atbilde:

- Vieglākā monēta
- Smagākā monēta
- Monēta, kura atrodas tuvāk virpināmā rotācijas asij
- Monēta, kura atrodas tālāk no virpināmā rotācijas ass
- Abas vienlaicīgi
- Monēta, kurai ir lielāks  $m \cdot r$
- Monēta, kurai ir mazāks  $m \cdot r$
- Monēta, kurai ir lielāks  $\frac{m}{r}$
- Monēta, kurai ir mazāks  $\frac{m}{r}$

4. Monēta novietota attālumā  $R = 10 \text{ cm}$  no rotācijas centra un berzes koeficients starp virpināmo un monētu ir  $\mu = 0.3$ . Monētas masa ir  $m = 2.30 \text{ g}$ . Lēnām palielina virpināmā rotācijas ātrumu. Cik liela būs virpināmā minimālā rotācijas frekvence, pie kuras monēta izslīdēs? Brīvās krišanas paātrinājums  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ . Monētas izmērus neņemsim vērā un modelēsīm monētu kā punktu, kas atrodas attālumā  $R$  no rotācijas centra. [1 p]

Atbilde:  $f = \boxed{\phantom{000}} \text{ Hz}$

5. Kura no trajektorijām vislabāk apraksta monētas slīdēšanu pa galdu pēc nokrišanas no virpināmā? [1 p]

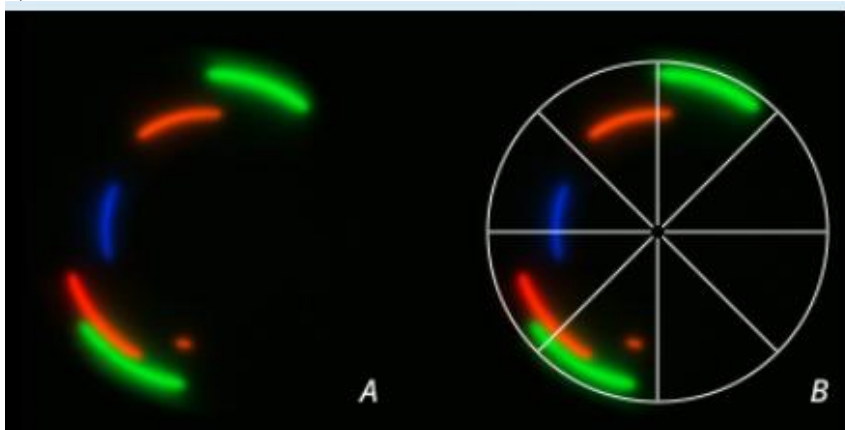


Atbilde: A/B/C/D/E/F/G/H/I

6. Monētai, slīdot pa galdu, berzes spēks ir nemainīgs un vienāds ar  $F_b = 0.01 \text{ N}$  un tas ir vērsts pretēji kustības virzienam. Monētas masa ir  $m = 2.30 \text{ g}$ . Monētas ātrums pēc nokrišanas uz galda horizontālā virzienā ir  $v_0 = 2 \text{ m/s}$ . Cik garu ceļu pēc nokrišanas uz galda monēta veic līdz tā apstājas? [1 p]

Atbilde:  $s = \text{[input box]} \text{ cm}$

7. Uz vienas no virpināmā kājām atrodas trīs dažādu krāsu LED lampiņas, kuras ieslēdzot mirgo - zilā, zaļā un sarkanā krāsā. Zināms, ka katrā laika momentā spīd vismaz viena lampiņa. Ja virpināmo iegriež un nofotografē, tad iegūst attēlu A. Lai būtu vieglāk mērīt un atbildēt uz jautājumiem, fotogrāfijai virsū ir uzlikts režģis (attēls B).



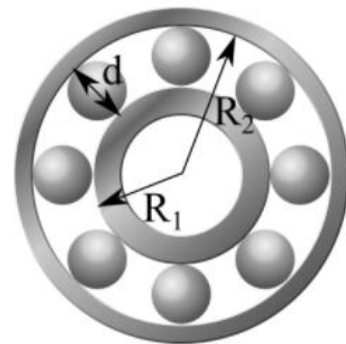
A Izmantojot attēlu B, novērtē, cik ilgi spīd zilā gaismiņa, ja bildes eksponēcijas laiks (laiks, cik ilgi tiek uzņemta bilde) ir  $t = 0.077 \text{ s}$ ! Var pieņemt, ka virpināmais griežas vienmērīgi. [1 p]

Atbilde:  $t = \text{[input box]} \text{ s}$

B Izmantojot attēlu B, novērtēt virpināmā rotācijas periodu, ja fotogrāfijas eksponēcijas laiks ir  $t = 1/13 \text{ s}$ . [1 p]

Atbilde:  $T = \text{[input box]} \text{ s}$

8. Virpināmā galvenā sastāvdaļa ir gultnis, kas sastāv no lodītēm, kuras novietotas starp diviem gredzeniem (skatīt attēlu). Gultņa lodītes visu laiku atrodas kontaktā ar abiem gredzeniem un var bez berzes ripot. Iekšējā gredzena ārējais rādiuss ir  $R_1 = 3.76$  mm, ārējā gredzena iekšējais rādiuss ir  $R_2 = 5.76$  mm, gultņa lodītes diametrs ir  $d = 2.00$  mm.



A Ja vienlaicīgi griež gan iekšējo gredzenu, gan ārējo gredzenu uz pretējām pusēm, var panākt, ka gultņa lodīte apgriežas ap savu asi vienu pilnu apgriezību, bet paliek tajā pašā vietā. Par cik lielu leņķi attiecībā pret sākotnējo stāvokli pagriežas **iekšējais** gredzens, ja gultņa lodīte paliek uz vietas vienlaicīgi veicot vienu pilnu apgriezību ap savu asi? [0.5 p]

Atbilde:  $\varphi_1 = \boxed{\phantom{000}}^\circ$

B Par cik lielu leņķi attiecībā pret sākotnējo stāvokli pagriežas **ārējais** gredzens, ja gultņa lodīte apgriežas ap savu asi vienu pilnu apgriezību, bet paliek tajā pašā vietā? [0.5 p]

Atbilde:  $\varphi_2 = \boxed{\phantom{000}}^\circ$

9. Cik daudz apgriezienus ap savu asi veic gultņa lodīte, ja iekšējais gredzens tiek turēts nekustīgs un ārējais gredzens veic vienu pilnu apgriezību? Par gultņa lodītes vienu pilnu apgriezību uzskatīsim gadījumu, kad viens un tas pats lodītes punkts pieskaras iekšējam gredzenam. [1 p]

Atbilde:  $N = \boxed{\phantom{000}}$  apgriezieni. (Atbildi noapaļot līdz desmitdaļām).

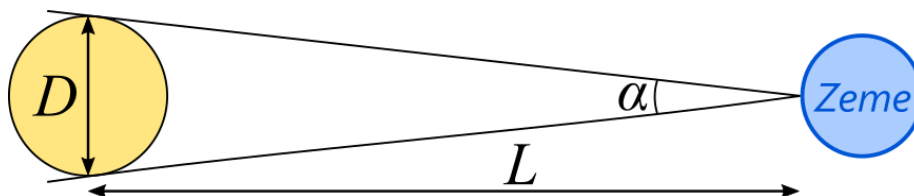
### 10 – 3 Saules aptumsums

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Saules aptumsums notiek, kad Mēness pilnībā vai daļēji aizklāj Sauli. Iepriekšējais pilnais Saules aptumsums uz Zemes notika 2017. gada 21. augustā. Aptumsumi notiek neregulāri, jo Mēness orbīta veido 5 grādu leņķi ar Zemes orbītu. Šajā uzdevumā Saules aptumsumu aplūkosim vienkāršotā veidā, pieņemot, ka Zemes un Mēness orbītas atrodas vienā plaknē un to rotācijas asis ir šai plaknei perpendikulāras.

Risinot uzdevumu, pieņem, ka Saules rādiuss  $R_S = 695\,700$  km, Zemes rādiuss  $R_Z = 6\,370$  km, Mēness rādiuss  $R_M = 1\,737$  km. Uzdevumā dotie attālumi starp debess ķermeņiem tiek mērīti starp to centriem.

1. Vidējais attālums starp Zemi un Sauli  $d_{ZS} = 1,496 \cdot 10^8$  km, savukārt vidējais attālums starp Zemi un Mēnesi  $d_{ZM} = 3,85 \cdot 10^5$  km. Leņķiskā izmēra  $\alpha$  definīcija ir parādīta attēlā 1, kur  $D$  ir objekta diametrs,  $L$  - attālums līdz novērotājam un divi stari ir pieskares spīdekļa virsmai.



1. attēls

**A** Cik liels ir Saules vidējais leņķiskais izmērs, skatoties no Zemes punkta, kas ir vistuvāk Saulei? (Atbilde jāieraksta ar precizitāti līdz tūkstošdaļai).

**Atbilde:**

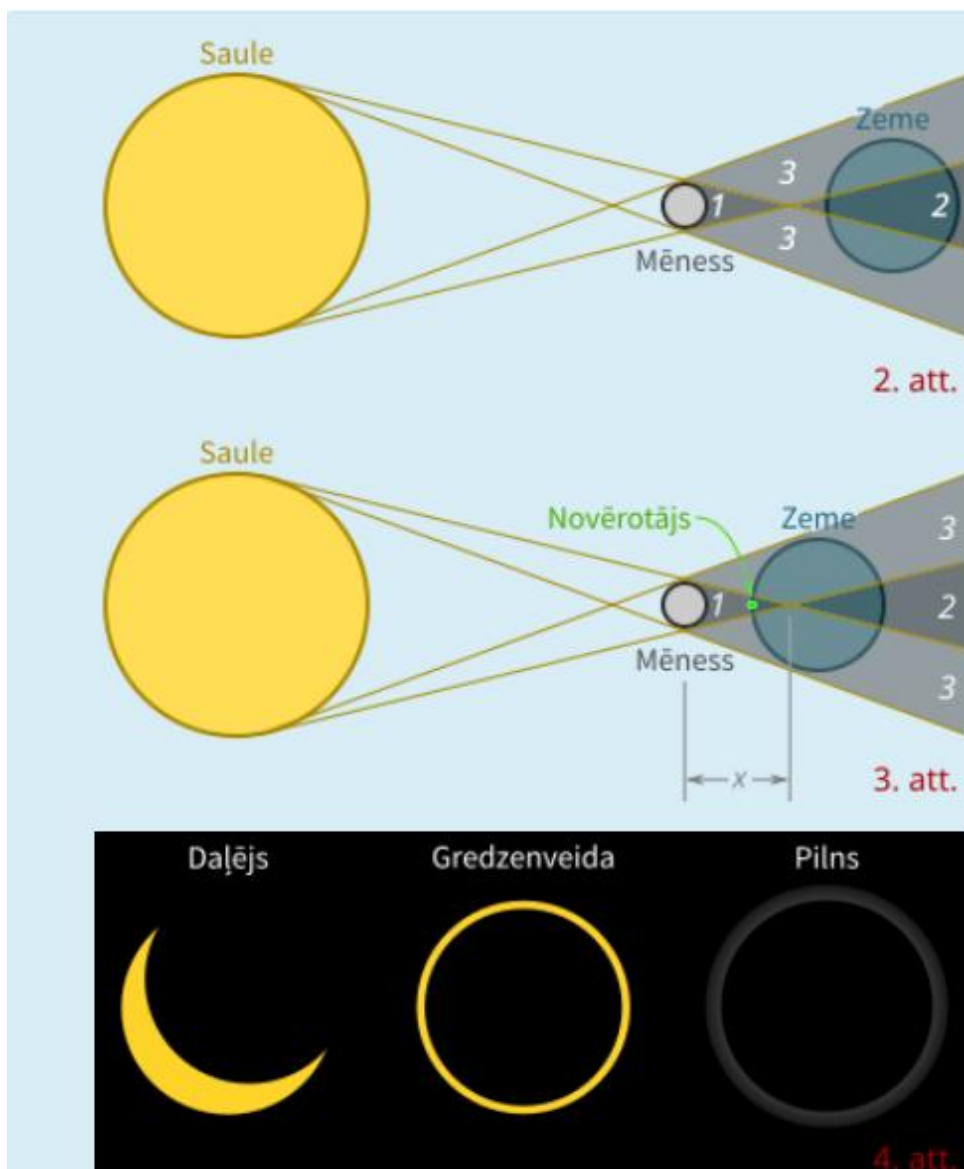
$$\alpha_S = \boxed{\phantom{000}}^0. [0.5 \text{ p}]$$

**B** Cik liels ir Mēness vidējais leņķiskais izmērs, skatoties no Zemes punkta, kas ir vistuvāk Mēnesim? (Atbilde jāieraksta ar precizitāti līdz tūkstošdaļai).

**Atbilde:**

$$\alpha_M = \boxed{\phantom{000}}^0. [0.5 \text{ p}]$$

2. Saules aptumsuma veids ir atkarīgs no Saules, Zemes un Mēness savstarpējā novietojuma (skat. 2. un 3. att., mērogs nav ievērots). Apgabalā 1 novēro pilnu Saules aptumsumu (3. att.), apgalbā 2 - gredzenveida Saules aptumsumu (2. att.), savukārt apgalbā 3 - daļēju Saules aptumsumu. Visi aptumsuma veidi ir ilustrēti 4. attēlā.



Kuri no apgalvojumiem ir pareizi, Saules aptumsumu novērojot no Zemes?

Atbilde: [1 p]

Izvēlieties vienu vai vairākas:

- Pilna Saules aptumsuma laikā Saules, Zemes un Mēness centri vienmēr atrodas uz vienas taisnes.
- Daļēja Saules aptumsuma laikā vienmēr ir spēkā nevienādība  $\alpha_S > \alpha_M$ .
- Īsi pirms pilna Saules aptumsuma vienmēr var novērot daļēju Saules aptumsumu.
- Īsi pirms pilna Saules aptumsuma vienmēr var novērot gredzenveida Saules aptumsumu.
- Gredzenveida Saules aptumsuma laikā vienmēr ir spēkā nevienādība  $\alpha_S > \alpha_M$ .
- Pilna Saules aptumsuma laikā vienmēr ir spēkā nevienādība  $\alpha_S > \alpha_M$ .
- Gredzenveida Saules aptumsuma laikā Saules, Zemes un Mēness centri vienmēr atrodas uz vienas taisnes.

Turpmāk uzdevumā pieņemt, ka novērotājs atrodas uz ekvatora, Saulei vistuvākajā punktā uz Zemes (zaļš punkts 3. attēlā).

3. Zemes un Mēness orbītas nav pilnībā riņķveida: attālums starp Zemi un Sauli  $d_{ZS}$  mainās robežās no  $1,471 \cdot 10^8$  km līdz  $1,521 \cdot 10^8$  km, savukārt attālums starp Zemi un Mēnesi  $d_{ZM}$  - no  $3,564 \cdot 10^5$  km līdz  $4,067 \cdot 10^5$  km. Kādos gadījumos iespējams novērot pilnu Saules aptumsumu?

Atbilde: [1 p]

Izvēlieties vienu vai vairākas:

- $d_{ZS}$  un  $d_{ZM}$  ir minimāli
- $d_{ZS}$  un  $d_{ZM}$  ir maksimāli
- $d_{ZS}$  ir minimāls, bet  $d_{ZM}$  - maksimāls
- $d_{ZS}$  ir maksimāls, bet  $d_{ZM}$  - minimāls

4. Cik liels ir vidējais Mēness kustības ātrums, tam rotējot ap Zemi? Vidējais attālums starp Zemi un Mēnesi  $d_{ZM} = 3,85 \cdot 10^5$  km, Mēness apriņķošanas periods  $T_M = 27.3$  diennaktis.

Atbilde:

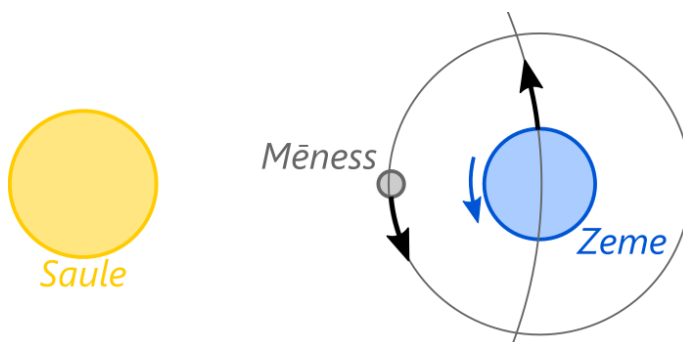
$$v_M = \boxed{\phantom{000}} \text{ km/s. [1 p]}$$

5. Cik liels ir Zemes rotācijas ātrums uz ekvatora? Zemes rotācijas periods ap savu asi  $T = 23$  h 56 min. (Atbilde jāraksta ar precizitāti līdz simtdaļai).

Atbilde:

$$v_{Zrot} = \boxed{\phantom{000}} \text{ km/s. [1 p]}$$

6. Mēness un Zemes kustības virzieni, kā arī Zemes rotācijas virziens, ir parādīti 5. attēlā. Mēness kustības ātrums pa orbītu  $v_M = 1.1$  km/s, Zemes rotācijas ātrums uz ekvatora  $v_{Z,r} = 0.6$  km/s, Zemes kustības ātrums ap Sauli  $v_Z = 29.8$  km/s (šīs vērtības atšķiras no iepriekš aprēķinātām).



Cik liels ir Mēness ēnas kustības ātrums pa Zemes virsmu?

Atbilde:

$$v = \boxed{\phantom{000}} \text{ km/s. [1 p]}$$

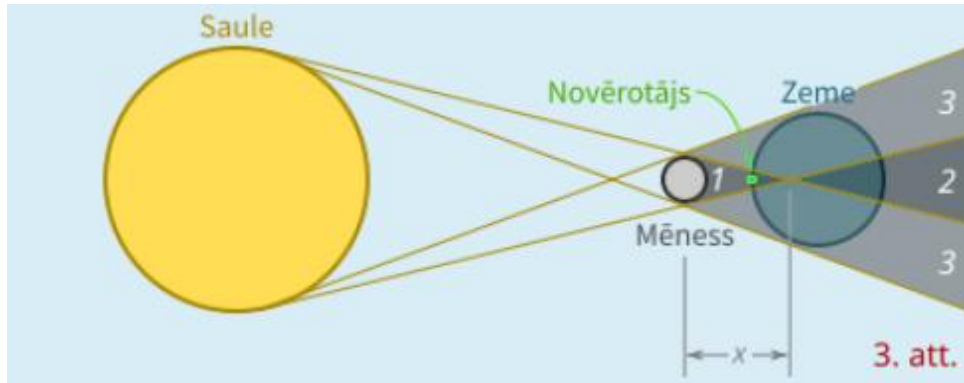


7. 2186. gadā notiks grandiozs pilnais Saules aptumsums, kurā maksimālais Mēness ēnas rādiuss uz Zemes virsmas būs 133 km, bet ēnas kustības ātrums - 0.6 km/s (šī vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās). Cik liela būs pilna Saules aptumsuma maksimālais ilgums?

**Atbilde:**

$t =$   min. [1 p]

8.



Pilna Saules aptumsuma laikā 2017. gada 21. augustā attālumi starp debess ķermeņiem bija  $d_{ZS} = 1,513 \cdot 10^8$  km un  $d_{ZM} = 3,72 \cdot 10^5$  km.

**A** Cik gara ir Mēness ēna, t.i. cik liels attālums ir starp Mēness centru un pilnās ēnas beigām (skat. 3. att.)?

**Atbilde:**

$x =$   km. [1 p]

**B** Cik plata ir pilna aptumsuma josla, t.i., Mēness ēnas diametrs uz Zemes virsmas?

**Atbilde:**

$D =$   km. [1 p]

9. Attālums starp Zemi un Sauli mainās robežās no  $1,471 \cdot 10^8$  km līdz  $1,521 \cdot 10^8$  km, savukārt attālums starp Zemi un Mēnesi - no  $3,564 \cdot 10^5$  km līdz  $4,067 \cdot 10^5$  km. Katru gadu attālums starp Zemi un Mēnesi (gan minimālais, gan maksimālais) palielinās par  $\Delta d = 4$  cm. Pēc cik ilga laika uz Zemes varēs novērot pēdējo pilno Saules aptumsumu?

**Atbilde:**

$t =$   miljoni gadu. [1 p]