



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 67. olimpiāde
Otrā posma uzdevumi 12. klasei**

12 – 1 Optiskie instrumenti

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

Lai izprastu optisko instrumentu (tādu kā mikroskops un teleskops) darbību, apskatīsim vienkāršāko ierīci objekta attēla palielināšanai: savācējlēcu, ko mēdz saukt arī par palielināmo stiklu. Visā šajā uzdevumā uzskatīt, ka lēca ir plāna savācējlēca.



1. Lai lēca darbotos kā palielināmais stikls, priekšmets jānovieto starp lēcu un tās fokusu. Ja lēcas fokusa attālums ir $F = 30$ cm un priekšmets atrodas attālumā $d = 10$ cm no lēcas centra, tad veidojas

Atbilde 1: [0.2 p]

- reāls
- šķietams

Atbilde 2: [0.2 p]

- palielināts
- samazināts

Atbilde 3: [0.2 p]

- tiešs
- apgriezts

attēls attālumā

$f =$ cm **[0.4 p]** no lēcas.

2. Palielināmajiem stikliem parasti optiskā stipruma un fokusa attāluma vietā tiek norādīts palielinājums. To rēķina, pieņemot, ka attēls veidojas cilvēkam labākās redzes attālumā $f = 30$ cm no lēcas. Cik lielā attālumā no lēcas šādā gadījumā atrodas priekšmets, ja lēcas fokusa attālums ir $F = 30$ cm?

Atbilde: [1 p]

$d =$ cm

3. Apskatīsim citu lēcu, kurai, lai attēls atrastos attālumā $f = 30$ cm no lēcas, priekšmets jānovieto attālumā $d = 10$ cm no lēcas (šī vērtība var atšķirties no iepriekš izrēķinātās vērtības). Cik liels ir lēcas palielinājums (attēla izmēra attiecība pret objekta izmēru)?

Atbilde: [1 p]

4. Apskatīsim citu lēcas pielietojumu. Lai apskatītu attēlu, nepieciešams to projicēt uz ekrāna. To, piemēram, dara acs lēca, projicējot attēlu uz tīklenes; digitālajā mikroskopā ar lēcas palīdzību attēls tiek projicēts uz CCD matricas. Acs gadījumā ass attēls tiek iegūts mainot lēcas optisko stiprumu, bet digitālajā mikroskopā ass attēls tiek iegūts pārvietojot lēcu.

Cik liels ir mazākais attālums no ekrāna (CCD matricas) kādā jānovieto lēca ar fokusa attālumu $F = 2$ cm, lai uz ekrāna projicētu asu priekšmeta attēlu, ja priekšmets atrodas attālumā $\ell = 9$ cm no ekrāna?

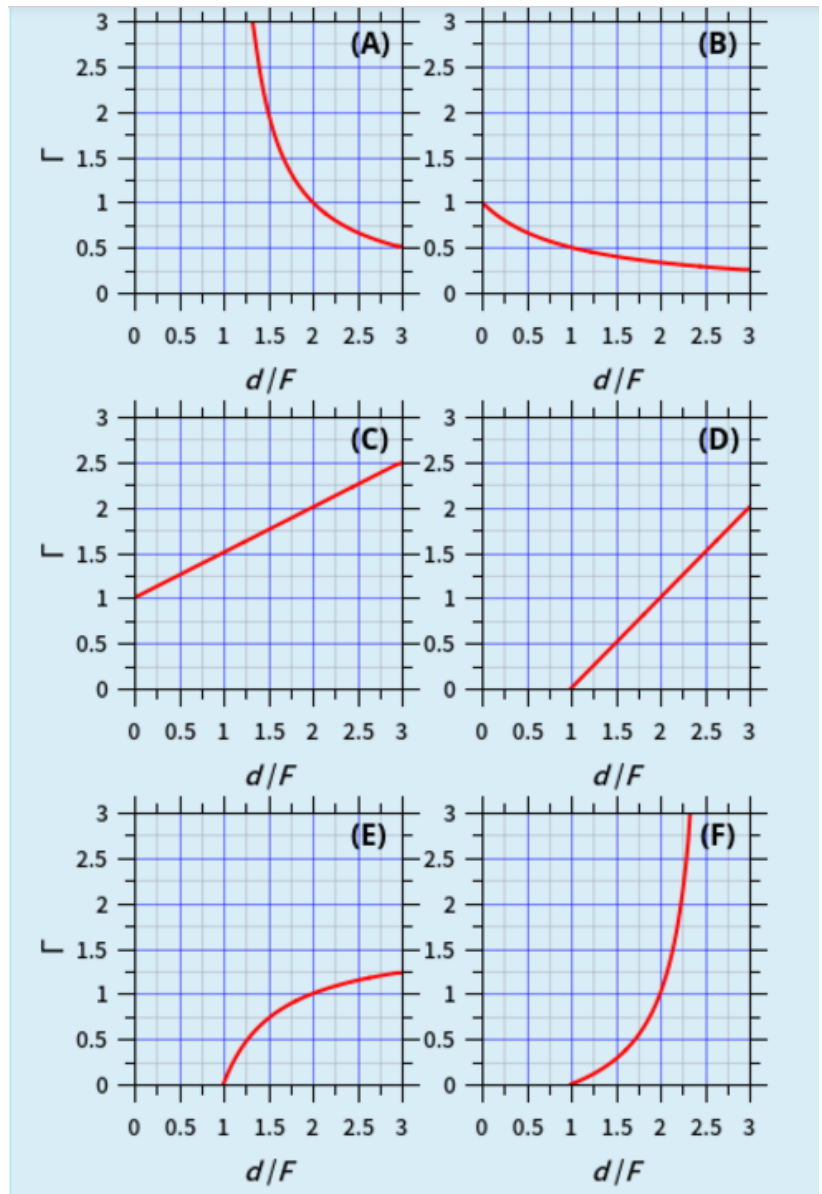
Atbilde: [1 p]

$f =$ cm

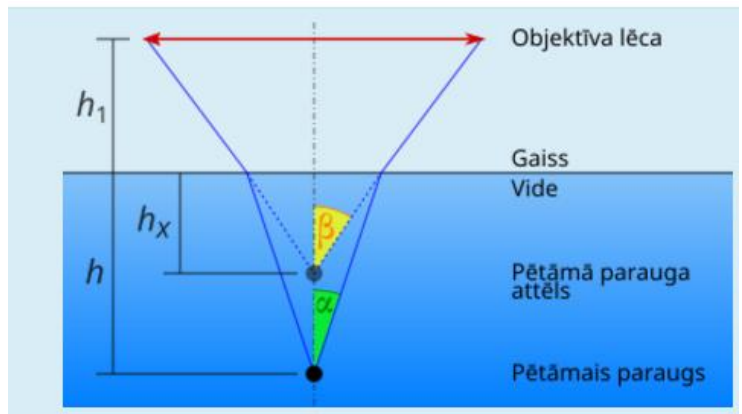
5. Kā 4. punktā apskatītajā gadījumā mainās palielinājums? Kurā no grafikiem ir pareizi attēlots palielinājums Γ atkarībā no objekta attāluma d līdz savācējlēcai? Pieņemt, ka ekrāna attālums f līdz lēcai katru reizi tiek pielāgots tā, lai iegūtu asu attēlu.

Atbilde: [1 p]

- A
- B
- C
- D
- E
- F



6. Optiskajā mikroskopijā bez palielinājuma ļoti svarīgs ir arī gaismas daudzums, kurš tiek savākts no parauga. Lai varētu izrēķināt gaismas daudzumu, kurš no parauga nonāk mikroskopā, ir nepieciešams aprēķināt, kā gaisma no parauga nonāk līdz objektīva lēcai (lēca mikroskopā, kas atrodas vistuvāk paraugam). Lai to izdarītu, izmantosim attēlu.



Objektīva lēcas diametrs ir 50 mm, un tā atrodas attālumā $h_1 = 20$ mm no vides, kurā atrodas pētāmais paraugs, virsmas. Aprēķināt leņķi α starp normāli un gaismas virzienu pie pētāmā parauga, kurā gaisma vēl nonāk uz objektīva lēcas (mikroskopā). Vides laušanas koeficients ir $n = 1,44$. Šajā uzdevumā pieņemt, ka pētāmais paraugs atrodas pret lēcas centru tuvu pie vides virsmas ($h \ll h_1$). Atbildi dot grādos.

Atbilde: [1 p]

 °

7. Palielinot objektīva lēcu un samazinot attālumu no vides, ir iespējams palielināt leņķa α vērtību. Tomēr eksistē maksimālā leņķa α vērtība, par kuru lielāku mēs nevaram iegūt, jo gaisma pie lielāka leņķa α vērtības vairs neizklūst no vides. Aprēķināt maksimālo leņķa α vērtību, atbildi dodot grādos.

Atbilde: [1 p]

 °

8. Lai palielinātu gaismas daudzumu, kas no parauga nonāk mikroskopā, gaisma spraugu starp parauga vidi un lēcu aizpilda ar ūdeni vai speciālu eļļu. Centīsimies saprast, kā mainās lēcas īpašības, ja to ievieto kādā citā vidē, kas nav gaiss.

Kā mainīsies savācējlēcas optiskais stiprums un fokusa attālums, ja lēcu ievietos ūdenī (ūdens atrodas abās pusēs savācējlēcai)? Zināms, ka lēca veidota no stikla ar laušanas koeficientu $n_s = 1,44$, bet ūdens laušanas koeficients ir $n_{\bar{u}} = 1,33$.

Atbilde: [1 p]

Izvēlieties vienu vai vairākas:

- savācējlēca kļūs par izkliedētājlēcu
- fokusa attālums samazināsies
- optiskais stiprums palielināsies
- fokusa attālums palielināsies
- fokusa attālums nemainīsies
- optiskais stiprums nemainīsies
- savācējlēca kļūs neredzama
- optiskais stiprums samazināsies

9. Kā mainīsies savācējlēcas optiskais stiprums un fokusa attālums, ja lēcu ievietos eļļā (eļļa atrodas abās pusēs savācējlēcai)? Zināms, ka lēca veidota no stikla ar laušanas koeficientu $n_s = 1,44$, bet eļļas laušanas koeficients ir $n_e = 1,52$.

Atbilde: [1 p]

Izvēlieties vienu vai vairākas:

- optiskais stiprums nemainīsies
- savācējlēca kļūs neredzama
- fokusa attālums nemainīsies
- savācējlēca kļūs par izkliedētājlēcu
- fokusa attālums palielināsies
- fokusa attālums samazināsies
- optiskais stiprums samazināsies
- optiskais stiprums palielināsies

10. Vēl viena problēma, ar ko saskaras mikroskopijā – ir hromatiskā aberācija jeb laušanas koeficienta atkarība no viļņa garuma.

Izmantosim savācējlēcu ar rādiusu $R = 20$ mm, kurai fokusa attālums pie violetās gaismas ir $F_v = 45$ mm, bet pie sarkanās gaismas ir $F_s = 46$ mm. Ja violets punktveida objekts tiek fokusēts uz ekrāna, kas atrodas attālumā $f = 90$ mm, tad tiek iegūts ass punktveida attēls. Neizmainot attālumus, violetā objekta vietā tiek ievietots sarkans, kā rezultātā uz ekrāna iegūst sarkanu apli ar rādiusu r . Lai iegūtu asu sarkanu punktu, ekrāns bija jāpārvieto uz vietu, kas ir attālumā $f_x = 94$ mm no lēcas. Aprēķināt r .

Atbilde: [1 p]

$$r = \boxed{} \text{ mm}$$

12 – 2 POKEMON GO

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

Šajā vasarā ļoti populāra kļuva papildinātās realitātes spēle, kuru bija iespējams spēlēt ar viedtālruniem. Spēles ietvaros cilvēki ķēra virtuālas radības (pokemonus), kas dažādos laika posmos tika virtuāli dislocēti noteiktos punktos dabā. Līdz ar spēles nepārtraukto darbību telefonos plaši parādījās pirmās tehniskās problēmas, kas liedza spēlēt šo spēli ilgstoši. Viens no galvenajiem iemesliem bija bateriju ierobežotā kapacitāte un aplikācijas lielais elektroenerģijas patēriņš, kas ievērojami sāīsināja spēles laiku. Tāpat nereti cilvēki sūdzējās par telefonu sakaršanu. Šajā uzdevumā apskatīsim dažādās tehniskās problēmas, to cēloņus un ierobežošanu.

1. Telefonu baterijām bieži vien uzrāda tās kopējo lādiņu, kad tās ir pilnībā uzlādētas, un visbiežāk tās norāda miliampērstundās (mAh), kas nozīmē, ka iespējams stundas garumā patērēt norādīto elektriskās strāvas apjomu. Cik lielam lādiņam SI vienībās atbilst baterijas kapacitāte $M = 3000$ mAh?

Atbilde: [1 p]

$$q = \boxed{} \text{ C}$$

2. Cik liela ir vidējā elektriskā jauda telefonam, ja zināms, ka baterijas kapacitāte ir $M = 2150$ mAh, spriegums $U = 4,5$ V un, ka lietotājs pusotras stundas laikā $\tau = 1,5$ h iztērēja $k = 18\%$ elektroenerģijas no baterijas kopējā apjoma?

Atbilde: [1 p]

$$P = \boxed{} \text{ W}$$

3. Cik liela ir telefona vidējā pretestība R_v spēles laikā, ja spriegums ir $U = 4,5 \text{ V}$, bet spēli lietotājs varēja spēlēt $t = 3,5 \text{ h}$, pirms baterija izlādējās. Telefona baterijas kapacitāte $M = 2150 \text{ mAh}$?

Atbilde: [1 p]

$R = \boxed{} \Omega$

4. Cik liela ir kopējā enerģija, kas tikusi patērēta, spēlējot spēli līdz baterija pilnībā izlādējās, ja baterijas kapacitāte ir $M = 2150 \text{ mAh}$, bet spriegums $U = 4,5 \text{ V}$.

Atbilde: [1 p]

$E = \boxed{} \text{ J}$

5. Ja aizvietotu bateriju ar kondensatoru, cik lielai būtu jābūt kapacitātei C , lai kondensators, uzlādēts līdz baterijas spriegumam $U = 4,5 \text{ V}$, saturētu tikpat daudz enerģijas, cik baterija ar kapacitāti $M = 2150 \text{ mAh}$?

Atbilde: [1 p]

$C = \boxed{} \text{ F}$

6. Kāds izskatītos kondensatora izlādēšanās grafiks, ja kondensators sākotnēji tiktu uzlādēts līdz spriegumam $U = 4,5 \text{ V}$ un tā spaiļes būtu pieslēgtas pie nemainīgas pretestības?

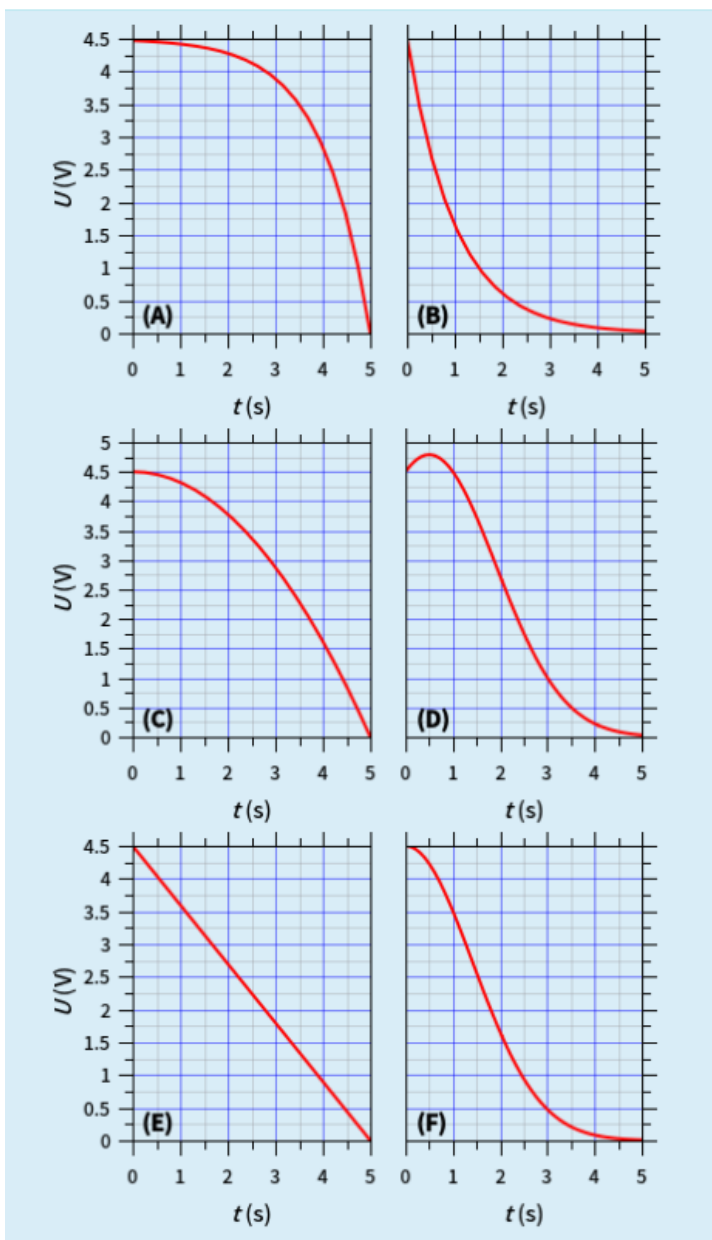
Atbilde: [1 p]

- A
- B
- C
- D
- E
- F

7. Spēlētāja telefona specifikācijā bija minēts, ka baterijas spriegumam jābūt robežās no $U_1 = 4,4 \text{ V}$ līdz $U_2 = 4,5 \text{ V}$. Pieņemsim, ka telefona darbināšanai izmanto kondensatoru ar kapacitāti $C = 4000 \text{ F}$ (atšķiras no iepriekš iegūtās vērtības), kas uzlādēts līdz baterijas maksimālajam spriegumam U_2 . Cik minūtes lietotājs varētu spēlēt spēli, ja zināms, ka aplikācija patērē jaudu $P = 1,3 \text{ W}$ (atšķiras no iepriekš iegūtās vērtības)?

Atbilde: [1 p]

$t = \boxed{} \text{ min}$



8. Cik daudz siltuma izdalās telefonā spēles gaitā? Telefona temperatūras T atkarība no laika t parādīta grafikā.

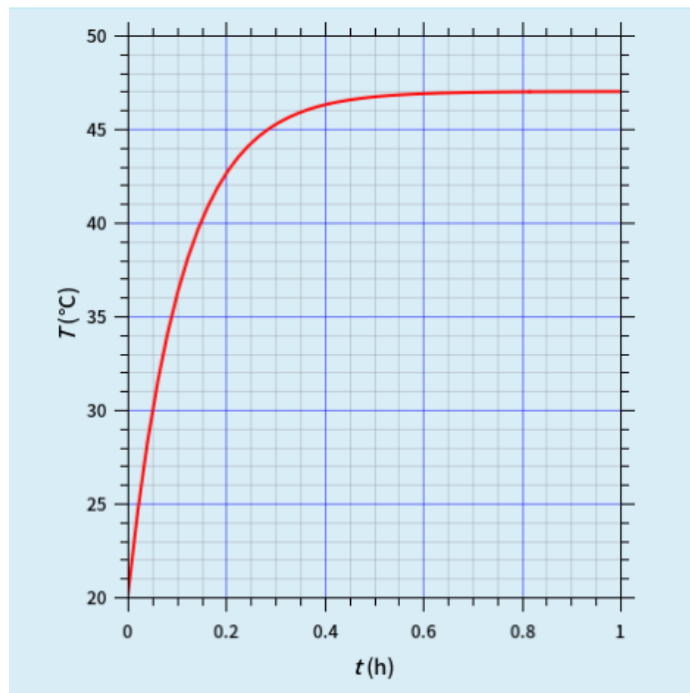
Zināms, ka siltums, kas aizplūst no telefona laika vienībā ir

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = c(T - T_V)$$

kur konstante $c = 0,11 \text{ W/}^\circ\text{C}$ un vides temperatūra $T_V = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Spēle tika spēlēta trīs stundas. Pieņem, ka telefons visu spēles laiku patērē nemainīgu elektrisko jaudu.

Atbilde: [1 p]

$$E = \boxed{} \text{ J}$$



9. Pienākot ziemai, spēlētājs devās ārā, kad

temperatūra $T_{v,zie} = -4 \text{ }^\circ\text{C}$, un turpināja spēlēt iemīļoto spēli. Par cik grādiem mainījās maksimālā baterijas temperatūra, salīdzinot ar vasaru, kad ārā bija temperatūra $T_{v,vas} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, ja zināms, ka spēlētājs vienlīdz ilgi spēlēja telefonu ziemā un vasarā.

Atbilde: [1 p]

$$\Delta T = \boxed{} \text{ }^\circ\text{C}$$

10. Patiesībā gandrīz viss siltums telefonā rodas Džoula–Lenca silšanas rezultātā elektroniem plūstot caur mikrovadiem, kuriem ir noteikta pretestība. Pašu operāciju izpildīšanas rezultātā izdalās ļoti maz siltuma. Zināms, ka teorētiski zemākā robeža, kāds enerģijas daudzums izdalās siltuma veidā pret vienu bināru operāciju istabas temperatūrā (nomainīšanu atmiņā no nulles līdz vieniniekam vai pretēji) ir

$E = 2,75 \times 10^{-21} \text{ J}$. Zināms, ka telefons darbojās ar takts frekvenci $f = 1,4 \text{ GHz}$. Takts frekvence ir veikto bināro operāciju skaits vienā sekundē. Cik liela ir mazākā iespējamā jauda P , ko var patērēt telefons?

Atbilde: [1 p]

$$P = \boxed{} \text{ W}$$

12 – 3 SATELĪTI

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

Kopš pirmā mākslīgā Zemes pavadoņa palaišanas kosmosa telpu ap Zemi piepilda arvien vairāk pavadoņu. Daudz pavadoņu atrodas zemajās Zemes orbītās, jo to palaišanai nepieciešams vismazāk enerģijas, un augstākā ģeostacionārajā orbītā. Lielais pavadoņu daudzums raisa bažas, ka nefunkcionējošs pavadoņi varētu saskrieties ar kādu citu, veidojot daudz atlūzu, kuras apdraudēs pārējos pavadoņus. Tāpēc pavadoņus to mūža beigās mēdz ievadīt atpakaļ atmosfērā, kur tie sadeg, vai arī mainīt to kursu, ievadot tos t. s. kapsētas orbītās.

Piezīme. Ķermenim ar masu m , atrodoties attālumā R no planētas ar masu M , potenciālā enerģija gravitācijas laukā ir vienāda ar

$$E_p = -G \frac{mM}{R}$$

kur $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$ ir gravitācijas konstante. Zemes masa $M = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$.

1. Par ģeostacionāro orbītu sauc tādu riņķveida orbītu, kurā pavadoņa apriņķošanas periods ir viena diennakts un kura atrodas virs Zemes ekvatora, turklāt pavadoņi riņķo Zemes rotācijas virzienā. Kurš no apgalvojumiem **nav** pareizs?

Atbilde: [1 p]

Izvēlieties vienu:

- Ja pavadoņi atrodas ģeostacionārajā orbītā, tad nekustīgam novērotājam, kas pavadoņi redz no Zemes, izskatās, ka pavadoņi nekustas attiecībā pret Zemes virsmu.
- Ģeostacionārajā orbītā pavadoņiem ir mazāks brīvās krišanas paātrinājums nekā uz Zemes virsmas.
- Ķermenis ģeostacionārajā orbītā atrodas bezsvara stāvoklī.
- Ja pavadoņi atrodas ģeostacionārajā orbītā, tad tā paātrinājuma vektors ir vērsts orbītas pieskares virzienā.
- Ja pavadoņi atrodas ģeostacionārajā orbītā, tad novērotājs, kas pavadoņi redz no Zemes, pēc vienas diennakts atkal ieraudzīs pavadoņi tajā pašā vietā debesīs.

2. Par ģeosinhrono orbītu sauc tādu orbītu, kurā pavadoņa apriņķošanas periods ir viena diennakts. Kurš no apgalvojumiem **nav** pareizs?

Atbilde: [1 p]

Izvēlieties vienu:

- Ķermenis ģeosinhronajā orbītā atrodas bezsvara stāvoklī.
- Visām eliptiskajām ģeosinhronajām orbītām ir vienāds lielās pusass garums.
- Ir iespējamas tikai eliptiskas vai riņķveida ģeosinhronās orbītas.
- Ja pavadoņi atrodas ģeosinhronajā orbītā, tad novērotājs, kas pavadoņi redz no Zemes, pēc vienas diennakts atkal ieraudzīs pavadoņi tajā pašā vietā debesīs.
- Potenciālā enerģija pavadoņiem ģeostacionārajā orbītā var būt gan mazāka, gan lielāka par enerģiju pavadoņiem ģeosinhronajā orbītā.
- Ja pavadoņi atrodas ģeosinhronajā orbītā, tad nekustīgam novērotājam, kas pavadoņi redz no Zemes, izskatās, ka pavadoņi nekustas attiecībā pret Zemes virsmu.

3. Aplūkosim pavadoņi ar masu $m = 100 \text{ kg}$ riņķveida orbītā ap Zemi. Orbītas rādiuss ir $R = 7000 \text{ km}$. Ar cik lielu ātrumu lido pavadoņi?

Atbilde: [1 p]

$$v = \boxed{} \text{ m/s}$$

4. Pieņemsim, ka pavadoņa ātrums ir $v = 5000 \text{ m/s}$ (var nesakrist ar iepriekšējā punktā aprēķināto). Cik liels ir pavadoņa apriņķošanas periods? Orbītas rādiuss ir $R = 7000 \text{ km}$.

Atbilde: [1 p]

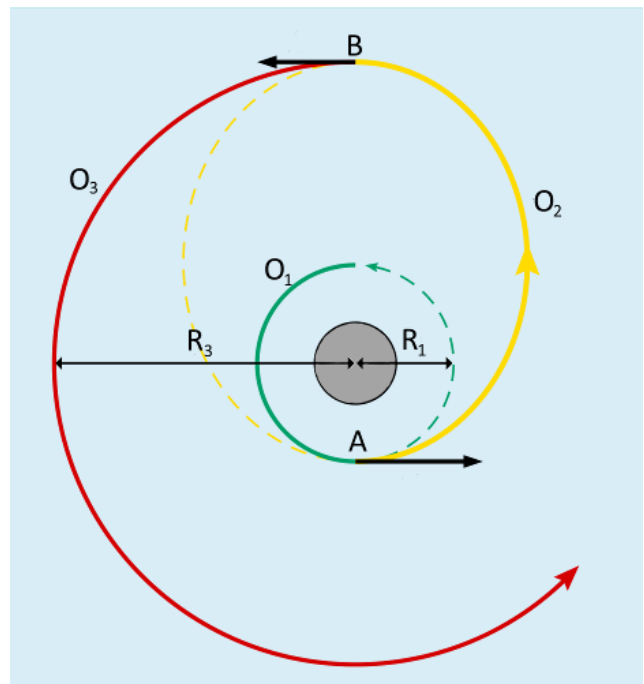
$$T = \boxed{} \text{ s}$$

5. Aplūkosim pavadoni ģeostacionārajā orbītā. Cik liels ir šīs orbītas rādiuss?

Atbilde: [1 p]

$$R = \boxed{} \text{ km}$$

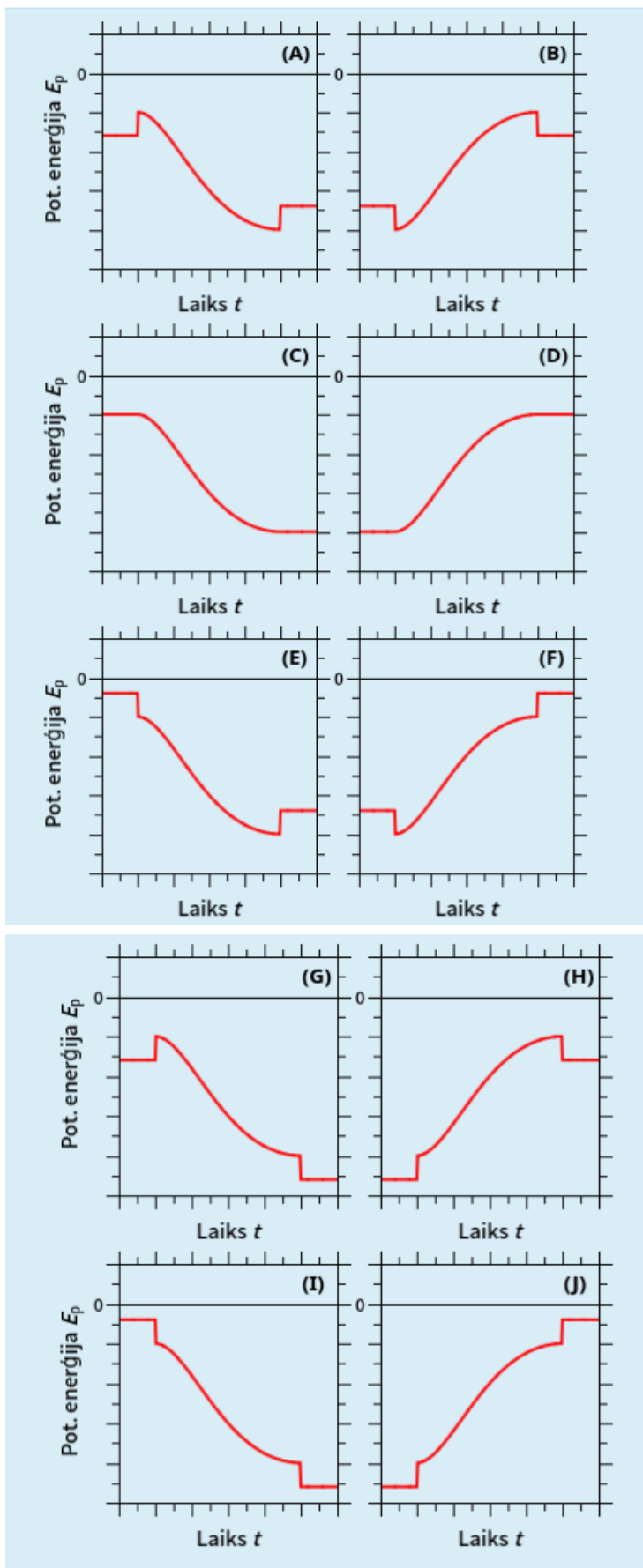
Aplūkosim pavadoni ar masu $m = 100 \text{ kg}$ riņķveida orbītā O_1 ar rādiusu $R_1 = 30\,000 \text{ km}$. Pavadoni nepieciešams novirzīt uz kapsētas orbītu O_3 , kas ir riņķveida orbīta ar rādiusu $R_3 = 35\,000 \text{ km}$. Lai to izdarītu, pavadoni vispirms ievada eliptiskā pārejas orbītā O_2 , punktā A uz īsu brīdi ieslēdzot dzinēju un piešķirot paātrinājumu attēlā norādītajā virzienā. Līdzīgi, lai pārietu no orbītas O_2 uz O_3 , pēc orbītas O_2 pusperioda punktā B arī uz īsu brīdi ieslēdz dzinēju, piešķirot paātrinājumu attēlā norādītajā virzienā.



6. Kurš no grafikiem pareizi apraksta pavadona potenciālo enerģiju atkarībā no laika, sākot īsi pirms orbītas nomaiņas manevra?

Atbilde: [1 p]

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H
- I
- J



7. Kurš no grafikiem pareizi apraksta pavadoņa kinētisko enerģiju atkarībā no laika, sākot īsi pirms orbītas nomaiņas manevra?

Atbilde: [1 p]

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H
- I
- J

8. Cik liela ir pavadoņa kopējā (kinētiskā un potenciālā) enerģija orbītā O_1 ?

Atbilde: [1 p]

$E =$ MJ

9. Cik liels ir orbītas O_2 lielās pusass garums?

Atbilde: [1 p]

$a =$ km

10. Pieņemsim, ka orbītas O_2 lielās pusass garums $a = 40\,000$ km (var nesakrist ar iepriekšējā punktā aprēķināto) un pavadoņa aprīņošanas periods uz orbītas O_1 ir 20 h. Cik ilgā laikā pavadonis pāries no ģeostacionārās orbītas O_1 uz kapsētas orbītu O_3 ?

Atbilde: [1 p]

$t =$ h

