Fizikas 63. valsts olimpiādes III posms

Uzdevumi

Teorētiskā kārta
2013. gada 14. martā

9. klase

Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma un soļa numuru! Baltais papīrs paredzēts melnrakstam — to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks — 180 minūtes.

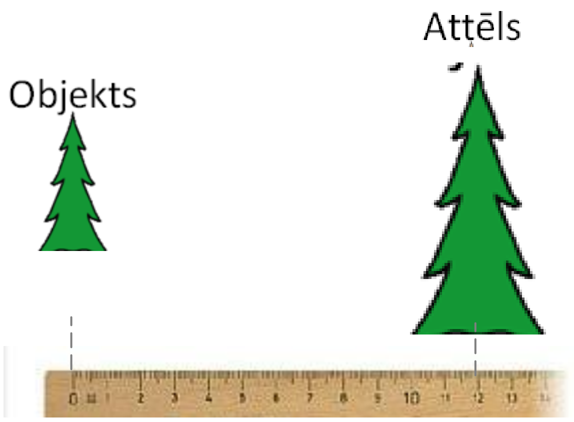
1. uzdevums. LNB krājumos atrasta 19. gadsimta grāmata „Aizraujošā fizika”. Lielākā grāmatas daļa ir neglābjami sabojāta, taču dažas lapas vēl ir daļēji salasāmas. Tavs uzdevums ir atjaunot sabojāto attēlu un daļēji saglabājušās rindkopas tekstu vienā no grāmatas lapām.

Tālāk seko teksts no grāmatas, Tev jāaizpilda pasvītrotās vietas:

„Šajā attēlā apskatīta attēla konstruēšana _______________ lēcā. Šī lēca, kuras fokusa attālums ir ____ cm, novietota _________ cm pa _______ no objekta. Tā kā objekta attēls ir ______ reizes lielāks par pašu objektu, tas ir __________________ attēls. No tā, ka objekts un tā attēls atrodas lēcas _____________ pus___, secinām, ka attēls ir __________________. Bez tam attēls ir tiešs (neapgriezts), jo attēls un objekts abi ir vērsti virzienā – augšup.”

Zemāk redzams attēls no grāmatas. Uzzīmē atbilstošā vietā lēcu, ievērojot atbilstošās lēcas pieņemtos apzīmējumus, uzzīmē staru gaitu lēcā, kas ļauj konstruēt attēlu. (Grāmatas attēlu drīkst pārzīmēt).

Pamato, kā ieguvi tekstā ierakstītās skaitliskās vērtības!



Uzdevumi turpinās nākamajā lappusē

2. uzdevums. Lai nokļūtu līdz slēpošanas trasei ir jāpaceļas kalnā ar t-veida pacēlāju. Pacēlāja t-veida enkuri ir izvietoti uz pacēlāja ik pēc 20 metriem. Ar vienu enkuru kalnā var vienlaicīgi uzbraukt divi slēpotāji. Pacēlāja ātrums ir 2.5 m/s un, lai tiktu līdz kalna virsotnei, ar pacēlāju ir jānobrauc 1000 metru. Kalna virsotnē līdz trases sākumam ir jānoslēpo 30 metri, ko vairums slēpotāju veic ar ātrumu 18 km/h. Trases garums arī ir 1000 metru. Novērots, ka slēpotāji, pieslēpojot pie trases sākuma, apstājas, tad pirmos 50 metrus, kuros trases slīpums ir 30 grādi, brauc bez berzes vienmērīgi paātrināti, līdz sasniedz tiem tīkamo ātrumu, bet atlikušos 950 metrus brauc ar nemainīgu ātrumu. Slēpotāji no kalna var braukt vienlaicīgi. Trases beigās pie pacēlāja slēpotāji strauji nobremzē.

A Pieņemot, ka pirmajos 50 metros slēpotājs slīd lejā no kalna, neizmantojot nūju palīdzību, aprēķini, cik liels būs slēpotāja ātrums šī posma beigās. Berzes spēkus šajā posmā neievēro.

B Aprēķini laiku, kurā slēpotājs nobrauc šos pirmos 50 metrus pa nogāzi lejup no kalna.

C Aprēķini laiku, kurā slēpotājs nobrauc atlikušos 950 metrus.

D Aprēķini, cik ilgs laiks nepieciešams, lai slēpotājs veiktu pilnu apli (uzbrauktu kalnā, aizbrauktu līdz trasei, nobrauktu lejā līdz pacēlājam).

E Ja pacēlājs ir pilnībā noslogots, aprēķini, cik cilvēki nokāpj no pacēlājā kalna virsotnē divās minūtēs?

F Aprēķini, cik liels ir maksimālais kopējais cilvēku skaits uz kalna, pie kura neveidojas rinda pie pacēlāja (Kopējais cilvēku skaits uz kalna ir cilvēku skaits – uz pacēlāja, kalna virsotnē, uz nogāzes un rindā.)

G Aprēķini, cik ilgi būs jāgaida pie pacēlāja, ja uz kalna kopā būs 140 cilvēki?

3. uzdevums. Aukstā pavasara dienā 9. klases skolnieks, lai sasildītos, nopirka lielu krūzi kakao dzēriena. Nespējot pretoties kārdinājumam, viņš palūdza pievienot dzērienam vaniļas saldējumu. Krūze bija liela, un, lēnām dzerot, skolnieks mēģināja novērtēt kakao temperatūru un tās izmaiņu. Palīdzi viņam!

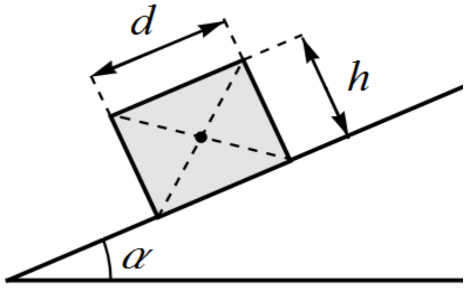
A Skolnieks pasūtīja 0.3 l kakao dzēriena. Viņš novērtēja, ka kakao dzērienā ir ielikti aptuveni 50 cm^3 saldējuma, kura temperatūra ir -15^o C. Pieņemot, ka kakao blīvums ir līdzīgs ūdens blīvumam (1000 kg/m^3), bet saldējuma blīvums varētu būt ap 600 kg/m^3, aprēķini šķidruma masu krūzē, pēc saldējuma pilnīgas izkušanas.

B Skolnieks novērtēja, ka kakao temperatūra pirms ieliešanas krūzē ir 70^o C. Vēl viņš pieņēma, ka lai sasildītu saldējuma par vienu grādu vajadzīgs divreiz mazāks siltuma daudzums nekā, lai sasildītu tādas pašas masas ūdens (kakao dzēriena ar vai bez izkusušā saldējuma) daudzumu. Savukārt, lai izkausētu saldējumu, vajadzīgs 200 reizes lielāks siltuma daudzums nekā, lai sasildītu tādas pašas masas ūdens daudzumu par 1^o C. Novērtē, cik liela ir kakao temperatūra, kad viss saldējums ir izkusis, un ir vienā temperatūrā ar kakao dzērienu. Pieņem, ka krūze ir labs siltuma izolators, un tās temperatūra šajā laikā neizmainās.

C Cik lielas masas metāla karote ir jāieliek dzērienā, lai tad, kad tai būs vienāda temperatūra ar kakao dzērienu, kakao dzēriena temperatūra būtu 35^o C. Sākotnējā karotes temperatūra ir 20^o C. Pieņem, ka, lai sasildītu metāla karoti par vienu grādu, ir nepieciešams 5 reizes mazāks siltuma daudzums nekā, lai sasildītu tādas pašas masas kakao dzērienu par vienu grādu.

10. klase

Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma un soļa numuru! Baltais papīrs paredzēts melnrakstam — to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks — 180 minūtes.



1. uzdevums. Taisnstūrveida dārglietu lāde, kuras augstums h, garums d un masa m, miera stāvoklī atrodas uz slīpas plaknes, kura ar horizontu veido leņķi α. Varam pieņemt, ka lādes blīvums ir konstants un tās masas centrs atrodas lādes diagonāļu krustpunktā. Berzes koeficients lādei attiecībā pret slīpo virsmu ir μ.

A. Shematiski attēlo spēkus, kuri darbojas uz lādi un izsaki spēku atkarību no leņķa α, ja tāda ir.

B. Berzes koeficients μ ir 0.75. Cik liels ir maksimālais leņķis α, pie kura dārglietu lāde varētu atrasties uz virsmas pa to neslīdot (neapskatām iespēju, ka lāde varētu apgāzties)?

C. Lādes augstums h = 1.5 m, bet tās garums d = 1.0 m.

a) Cik liels ir maksimālais leņķis α, pie kura dārgumu lāde, atrodoties uz slīpās virsmas, neapgāztos (neapskatām lādes slīdēšanu)?

b) Kas notiks ar dārgumu lādi, ja to bez sākuma ātruma novietotu uz virsmas, kurai

1) $\alpha = 30^o$ 2) $\alpha = 35^o$

D. Slīpās virsmas leņķis $\alpha = 20^o$, lādes masa m = 200 kg, bet brīvās krišanas paātrinājums $g = 9.8$ m/s^2.

a) Dārgumu lādes labās sānu skaldnes vidū pieliekam spēku F_v, kas paralēls slīpajai plaknei, velkot lādi uz augšu. Cik lielai būtu jābūt šī spēka vērtībai, lai dārgumu lādi varētu vienmērīgi vilkt augšup (neapskatot iespēju, lādei apgāzties)?

b) Cik liela ir maksimālā spēka F_v vērtība, kuru var pielikt lādei tajā pašā punktā, lai tā neapgāztos un dārgumi neizbirtu (neapskatot lādes slīdēšanu)?

c) Kādus secinājumus var izdarīt no iepriekšējos divos punktos iegūtajiem rezultātiem?

2. uzdevums. Lai nokļūtu līdz slēpošanas trasei ir jāpaceļas kalnā ar t-veida pacēlāju. Pacēlāja t-veida enkuri ir izvietoti uz pacēlāja ik pēc 20 metriem. Ar vienu enkuru kalnā var vienlaicīgi uzbraukt divi slēpotāji. Pacēlāja ātrums ir 2.5 m/s un, lai tiktu līdz kalna virsotnei, ar pacēlāju ir jānobrauc 1000 metru. Kalna virsotnē līdz trases sākumam ir jānoslēpo 30 metri, ko vairums slēpotāju veic ar ātrumu 18 km/h. Trases garums arī ir 1000 metru. Novērots, ka slēpotāji, pieslēpojot pie trases sākuma, apstājas, tad pirmos 50 metrus, kuros trases slīpums ir 30 grādi, brauc bez berzes vienmērīgi paātrināti, līdz sasniedz tiem tīkamo ātrumu, bet atlikušos 950 metrus brauc ar nemainīgu ātrumu. Slēpotāji no kalna var braukt vienlaicīgi. Trases beigās pie pacēlāja slēpotāji strauji nobremzē.

Uzdevumi turpinās nākamajā lappusē

A   Pieņemot, ka pirmajos 50 metros slēpotājs slīd lejā no kalna, neizmantojot nūju palīdzību, aprēķini, cik liels būs slēpotāja ātrums šī posma beigās. Berzes spēkus šajā posmā neievēro.

B   Aprēķini laiku, kurā slēpotājs nobrauc šos pirmos 50 metrus pa nogāzi lejup no kalna.

C   Aprēķini laiku, kurā slēpotājs nobrauc atlikušos 950 metrus.

D   Aprēķini, cik ilgs laiks nepieciešams, lai slēpotājs veiktu pilnu apli (uzbrauktu kalnā, aizbrauktu līdz trasei, nobrauktu lejā līdz pacēlājam).

E   Ja pacēlājs ir pilnībā noslogots, aprēķini, cik cilvēki nokāpj no pacēlājā kalna virsotnē divās minūtēs?

F   Aprēķini, cik liels ir maksimālais kopējais cilvēku skaits uz kalna, pie kura neveidojas rinda pie pacēlāja (Kopējais cilvēku skaits uz kalna ir cilvēku skaits – uz pacēlāja, kalna virsotnē, uz nogāzes un rindā.)

G   Aprēķini, cik ilgi būs jāgaida pie pacēlāja, ja uz kalna kopā būs 140 cilvēki?

3. uzdevums. Šajā uzdevumā mēs apskatīsim veidu kā var slēpot pret lēzenu kalnu, neizmantojot nūjas, bet izmantojot tikai berzes spēkus starp slēpēm un sniegu, slēpēm paliekot paralēli slēpošanas virzienam (sportistiem šis veids ir pazīstams kā klasiskais stils).

Aplūkosim tuvinātu slēpošanas procesa modeli. Slēpojot, sportists atsperas ar kreiso kāju, pēc tam slīd uz abām kājām, tad atsperas ar labo kāju, pēc tam atkal slīd uz abām kājām utt. Atspēriena sākumā sportista masas centra ātrums slēpošanas virzienā ir v_0 = 3 m/s.

Slēpju izliekums: sarkanā – atspēriena zona, melnā – slīdamības zona.

Atspēriena laikā viss sportista svars darbojas tikai uz vienu slēpi (otra slēpe ir nedaudz pacelta), kā rezultātā slēpes vidējā daļa (ko sauc par atspēriena zonu, skatīt zīmējumu) tiek piespiesta pie sniega. Ar piespiestu atspēriena zonu slēpes statiskās berzes koeficients pret sniegu ir ļoti liels, μ_o = 0,58. Labi trenēts sportists prot, izmantojot kājas muskuļu spēku, maksimāli paātrināt sava ķermeņa masas centru slēpošanas kustības virzienā, tomēr tā, lai atspēriena laikā piespiestā slēpe neizslīdētu. Šo paātrinājumu var uzskatīt par nemainīgu visa atspēriena laikā, kurā slēpotāja ķermeņa masas centrs veic attālumu L_a = 0.72 m, ko var saukt par sportista atspēriena soļa garumu.

Beidzoties atspērienam, sportists ātri pārliek svaru uz abām slēpēm, kā rezultātā pie sniega piespiestas paliek tikai slēpju slīdamības zonas. Šo zonu slīdes berzes koeficients ir ievērojami zemāks, μ_s = 0.05, tādēļ sportists kādu laiku slīd uz abām slēpēm pēc inerces. Tiklīdz sportista masas centra ātrums nokrīt līdz v_0, sportists uzsāk jaunu atspērienu un viss cikls atkārtojas. Sportista masa ir m = 60 kg, savukārt, slēpes ir ļoti vieglas un var uzskatīt, ka tās var momentāni mainīt ātrumu, praktiski bez spēka pielikšanas.

Sportists slēpo lēzenā kalnā, kura kāpums ir 5 metri uz katriem distances 100 metriem. Aprēķini:

1) Cik liels ir sportista ātrums atspēriena beigās?

2) Cik liels ir slīdēšanas attālums starp diviem atspērieniem?

3) Cik liels ir slēpotāja vidējais ātrums?

4) Cik liela vidējā jauda jāattīsta sportistam?

µazā fizikas universitāte

Fizikas 63. valsts olimpiādes III posms 2013. gada 14. martā

VISC VALSTS IZGLĪTĪBAS SATURA CENTRS

11. klase

Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma un soļa numuru! Baltais papīrs paredzēts melnrakstam — to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks — 180 minūtes.

1. uzdevums. Ar hēlija balonu kosmosā.

2012. gada 14. oktobrī austriešu sportists Felix Baumgartner, izmantojot ar hēliju pildītu balonu un zem tā piestiprinātu gondolu, pacēlās 39 km augstumā, izlēca no gondolas un pēc zināma laika brīvā kritienā ar izpletni nolaidās uz zemes. Interesanti ir tas, ka kamēr balons ir Zemes virsmas tuvumā (normālā atmosfēras spiedienā), tajā esošā gāze aizņem daudz mazāku tilpumu nekā balonam esot lielā augstumā.

Lai paceltos ļoti lielā augstumā (gandrīz kosmosā), tiek izmantoti baloni, kuru sienu veido ļoti viegls (masu neievērot), plāns, gāzi necaurlaidīgs un ļoti viegli salokāms, bet neizstiepjams audums. Balonam, tad, kad tā virsma būtu pilnīgi iztaisnojusies, būtu tilpums V_0 = 10 000 m$^{3.}$ Balonā ir iepildīta hēlija gāze ar masu m_{He} = 160 kg. Hēlija molmasa ir M_{He} = 0.004 kg/mol, par gaisa molmasu pieņemam vērtību M_g = 0.029 kg/mol. Universālā gāzu konstante ir 8.31 J/(mol·K). Uzskatām, ka visā atmosfērā neatkarīgi no augstuma ir temperatūra 300 K un ka pie Zemes virsmas ir atmosfēras spiediens $p_0 = 10^5$ Pa.

A Pie dotā hēlija daudzuma balonā, balona siena pie Zemes virsmas nebija iztaisnojusies, proti, balona tilpums bija mazāks par V_0. Cik liels bija hēlija spiediens balonā?

B Cik lielu tilpumu aizņēma balons pie Zemes virsmas?

C Cik liela būtu gaisa masa, ja gaiss šādu tilpumu aizņemtu pie Zemes virsmas?

D Cik lielu masu šāds balons, esot pie Zemes virsmas, var pacelt?

E Balonam bija pievienota kapsula ar sportistu, kuru kopējā masa bija mazāka par masu, ko spēja pacelt balons pie Zemes virsmas. Tāpēc balons kopā ar kapsulu sāka celties augšup. Tā kā apkārtējā gaisa spiediens, ceļoties uz augšu, samazinās un balona audums ir ļoti mīksts, balona sakrokotais audums sāka iztaisnoties un hēlija tilpums pieauga. Kāda bija masa, ko balons varēja celt uz augšu, tam ceļoties augšup, kamēr tā tilpums vēl bija mazāks par tilpumu V_0 = 10 000 m^3?

F Sasniedzot noteiktu augstumu, balona sienas audums tika pilnīgi iztaisnots un hēlija tilpums bija V_0. Pie cik liela apkārtējā gaisa spiediena tas notika?

G Balons turpināja celties augšup arī pēc pilnīgas tā sienas auduma iztaisnošanās. Balonam pievienotās kapsulas ar sportistu kopējā masa bija 500 kg. Pie cik liela apkārtējā gaisa spiediena balons pārstāja celties augšup?

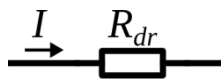
H Ir zināms, ka tuvināti gaisa spiediens atmosfērā samazinās, palielinoties augstumam, pēc sekojošas formulas $p = p_0 exp\left[-\frac{gM_gh}{RT}\right]$, kur h ir balona augstums virs Zemes virsmas un g ir brīvās krišanas paātrinājums 9.81 m/s^2 (uzskatīt, ka šajā uzdevumā g nav atkarīgs no h). Atrast, cik lielā augstumā balona celšanās apstājās?

2. uzdevums. Drošinātāja kušana.

Aplūkosim kūstošo drošinātāju, kura kūstošais ieliktnis ir izveidota no vara. Kūstošais ieliktnis ir cilindrs, kura diametrs d = 1 mm, garums L = 10 mm.

Vara īpatnējā pretestība $\rho = 1.69 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \mathrm{m}$, kušanas temperatūra T_k = 1358 K. Siltuma pārneses koeficients $h = 20\ \mathrm{W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}}$.

A Drošinātājs ir ieslēgts ķēdē, un cauri tam plūst strāva I = 10 A, kas nepārsniedz drošinātāja nominālo strāvu (t.i., drošinātājs nepārdeg). Vadītāju pretestības atkarību no temperatūras neņem vērā.



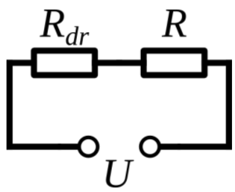
a) Cik liela ir drošinātāja elektriskā pretestība R_{dr}?

b) Cik liela siltuma jauda Q_{dr} izdalās drošinātājā?

c) Tuvināti var pieņemt, ka apkārtējai videi atdotā siltuma jauda no drošinātāja virsmas ir $Q_a = hS_{sānu}(T_{dr} - T_g)$, kur h ir siltuma pārneses koeficients, $S_{sānu}$ ir kūstošā ieliktņa sānu virsmas laukums, T_{dr} ir ieliktņa temperatūra, bet T_g ir apkārtējās vides temperatūra. Aprēķini Q_a, ja $T_{dr} - T_g$ = 50 K. Kvalitatīvi paskaidro, kā apskatītajā situācijā T_{dr} mainīsies laikā.

d) Kad drošinātāja temperatūra laikā vairs nemainās, visa tajā izdalītā siltuma jauda tiek atdota apkārtējai videi. Aprēķini $T_{dr} - T_g$ šajā gadījumā.

B Drošinātāju ieslēdz virknē ar patērētāju R = 10 Ω. Izveidotai ķēdei pieliek spriegumu U = 150 V. Vadītāju pretestības atkarību no temperatūras neņem vērā.

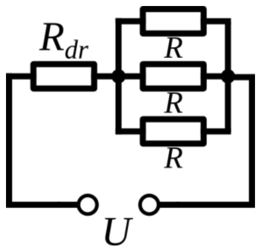


a) Aprēķini ķēdē plūstošo strāvu.

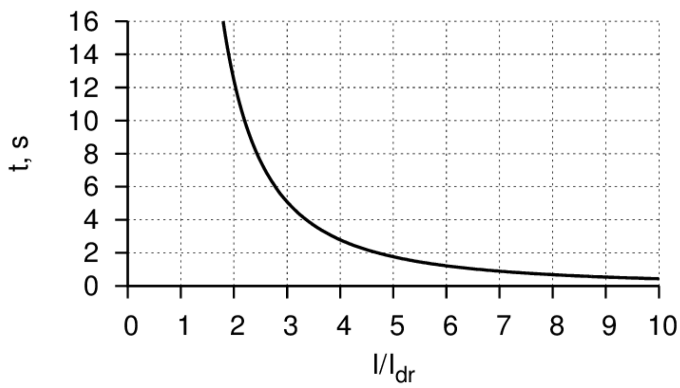
b) Aprēķini drošinātāja pārkarsumu $T_{dr} - T_g$.

c) Aprēķini, par cik grādiem pārkarsa savienojošais vara vads $T_v - T_g$, ja tā diametrs ir d_v = 3 mm.

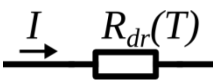
C Drošinātāju ieslēdz virknē ar trim paralēli saslēgtiem patērētājiem, katra no kuriem pretestība R = 10 Ω. Izveidotai ķēdei pieliek spriegumu U = 150 V. Vadītāju pretestības atkarību no temperatūras neņem vērā.



Izmantojot kūstošā drošinātāja ieliktņa raksturlīkni (tā parāda laiku t no strāvas $I > I_{dr}$ iestāšanās līdz drošinātāja pārdegšanas brīdim), nosaki, cik ātri drošinātājs pārdegs. Drošinātāja ieliktņa nominālā strāva I_{dr} = 15 A.



D Drošinātājs ir ieslēgts ķēdē, un cauri tam plūst strāva I. Kūstošā drošinātāja ieliktņa pretestības atkarību no temperatūras izsaka sakarība $R_{dr}(T) = \kappa T$, kur κ = 1.0 μΩ·K^{-1} un temperatūra T ir kelvinos. Pieņem, ka T_g = 300 K.



a) Aprēķini drošinātāja temperatūru, ja I = 10 A.

b) Aprēķini minimālo strāvu, pie kuras drošinātājs pārdegs.

3. uzdevums. Boulings.

Boulinga bumba, kuras masa M un rādiuss R, tiek mesta pa līdzenu virsmu tā, ka sākotnēji (laika momentā t = 0), tā slīd ar lineāro ātrumu v_0, bet nerotē. Slīdot bumba sāk griezties, līdz laika momentā t tā sāk rotēt pilnīgi bez slīdēšanas. Bumbas inerces moments attiecībā pret tās centru ir

$$I = \frac{2}{5} MR^2$$

bet slīdes berzes koeficients starp bumbu un virsmu ir μ.

A Ar dotajiem lielumiem izsaki laika momentu t, kurā bumba sāk rotēt bez slīdēšanas!

B Cik lielu attālumu bumba veic, pirms sāk ripot bez slīdēšanas?

C Cik liela daļa no bumbas sākotnējās kinētiskās enerģijas pārvēršas siltumā?

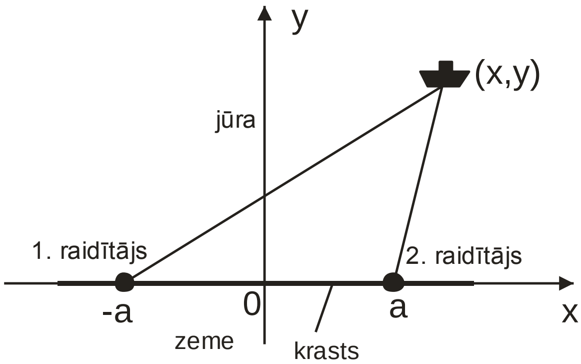
Fizikas 63. valsts olimpiādes
III posms 2013. gada 14. martā

12. klase

Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma un soļa numuru! Baltais papīrs paredzēts melnrakstam — to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks — 180 minūtes.

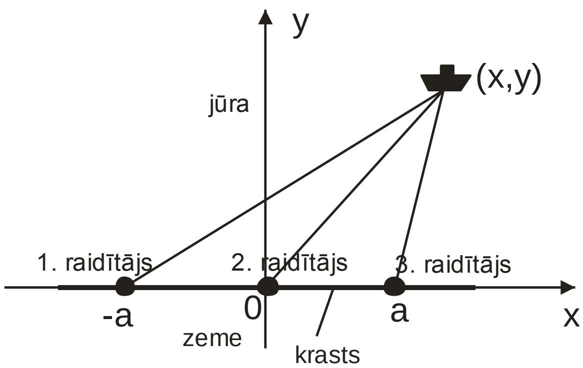
1. uzdevums. Kuģa pozīcijas noteikšana jūrā, izmantojot radiosignālus.

Gandrīz katrs zina, kas ir Globālās Pozicionēšanas Sistēma (GPS). Vairāki desmiti satelītu riņķo ap Zemi un sūta noteiktos laika momentos radiosignālus uz Zemi, kas satur informāciju par izsūtīšanas laiku un satelīta numuru. GPS uztvērējs uztver signālu no vairākiem satelītiem, nosaka signālu ceļošanas laikus no satelītiem līdz uztvērējam un no tiem aprēķina GPS uztvērēja koordinātes.



A Šajā uzdevumā aplūkosim vienkāršāku pozicionēšanas sistēmu plaknē, ko var lietot kuģu pozīcijas noteikšanai jūrā (Zemes liekumu šeit neievērojam). Pieņemsim, ka jūras krasts ir taisna līnija, kas sakrīt ar x asi. Noteiktā krasta vietā ir koordinātu sistēmas sākumpunkts (0; 0), un y ass ir vērsta jūrā. Krastā punktā ar koordinātēm (-a; 0) ir novietots pirmais radioviļņu raidītājs un punktā (a; 0) ir novietots otrais raidītājs. Abu raidītāju pulksteņi ir sinhronizēti (rāda vienu un to pašu laiku), un abi raidītāji vienlaicīgi ik pēc noteikta laika perioda pārraida īsu signālu, kas satur sevī nosūtīšanas laiku un arī raidītāja numuru. Kuģa datorizētā uztvērēja pulkstenis ir sinhronizēts ar raidītāju pulksteņiem. Tāpēc, uztverot, piemēram, pirmā raidītāja signālu laika momentā $t_{1,b}$ un no signāla nolasot, ka tas ir izsūtīts laika momentā $t_{1,a}$, kuģa dators var noteikt pirmā raidītāja signāla ceļošanas laiku $t_1 = t_{1,b} - t_{1,a}$. Tāpat dators nosaka arī otrā signāla ceļošanas laiku
$t_2 = t_{2,b} - t_{2,a}$, pie kam $t_{1,a} = t_{2,a}$, jo abi raidītāji signālu noraidīja vienlaicīgi.

Pieņemsim, ka abi raidītāji noraidīja signālu laika momentā $t_{1,a} = t_{2,a} = 0$ s. Pirmā raidītāja signālu kuģis uztvēra laika momentā $t_{1,b} = 0.0011$ s. Otrā raidītāja signālu kuģis uztvēra laika momentā $t_{2,b} = 0.0010$ s. Attālums $a = 50$ km un tas ir datorā ievadīts. Radioviļņu izplatīšanās ātrums ir $v = 3\cdot10^8$ m/s. Izmantojot kuģa datoru, tika aprēķinātas kuģa koordinātes (x; y), kādas tās bija?



B Iepriekš aplūkotajā raidītāju sistēmā $t_{1,a} = t_{2,a} = 0$ s un $t_{1,b} = 0.0011$ s, un kuģis var atrasties jebkur jūrā ($y > 0$). Kāda teorētiski ir iespējamā mazākā $t_{2,b}$ vērtība un kur tad kuģis atrodas?

C Pieņemsim, ka jūras krastā, kas veido taisnu līniju, atrodas trīs raidītāji. Raidītāju pulksteņi ir sinhronizēti (rāda vienu un to pašu laiku). Visi raidītāji vienlaicīgi ik pēc noteikta laika perioda pārraida īsu signālu, kas satur sevī nosūtīšanas laiku un arī raidītāja numuru. Noteiktā krasta vietā ir koordinātu sistēmas sākumpunkts (0; 0), un y ass ir vērsta jūrā. Krastā punktā ar koordinātēm (-a; 0) ir novietots pirmais raidītājs, punktā ar koordinātēm (0; 0) ir novietots otrais raidītājs, un punktā (a; 0) ir novietots trešais raidītājs.

Uzdevumi turpinās nākamajā lappusē

Kuģa datora pulkstenis NAV sinhronizēts ar raidītāju pulksteņiem (kuģa pulkstenis laiku gan skaita tik pat ātri kā raidītāju pulksteņi, bet starp kuģa pulksteņa un raidītāju pulksteņu rādījumiem ir nezināma nobīde). Tāpēc ar datora palīdzību nevar noteikt, cikos pēc kuģa pulksteņa tika signāli noraidīti, proti programmatūrā nav definēts, ko nozīmē signālā noraidītās vērtības $t_{1,a} = t_{2,a} = t_{3,a}$ un tādejādi nevar aprēķināt signālu ceļošanas laiku tieši, piemēram, pirmajam raidītājam pēc formulas $t_1 = t_{1,b} - t_{1,a}$. Kuģa dators atpazīst tikai laika momentus $t_{1,b}$, $t_{2,b}$, $t_{3,b}$ pēc kuģa pulksteņa, kad kārtējo reizi tika uztverti vienlaicīgi (pēc raidītāju pulksteņiem) noraidītie raidītāju signāli.

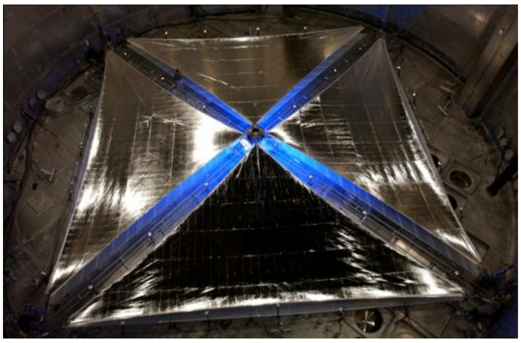
Pieņemsim, ka kārtējo reizi visi trīs raidītāji vienlaicīgi noraidīja signālus. Pirmā raidītāja signālu kuģis pēc kuģa pulksteņa uztvēra laika momentā $t_{1,b}$ = 0.0011 s. Otrā raidītāja signālu kuģis uztvēra laika momentā $t_{2,b}$ = 0.0010 s. Trešā raidītāja signālu kuģis uztvēra laika momentā $t_{3,b}$ = 0.00095 s. Attālums a = 50 km un tas datorā ir ievadīts. Radioviļņu izplatīšanās ātrums ir $v = 3\cdot10^8$ m/s. Ar datora palīdzību tika aprēķinātas kuģa koordinātes (x; y), kādas tās bija?

D Pieņemsim, ka līdzīgā sistēmā, kur a = 30 km, kārtējo reizi visi trīs raidītāji vienlaicīgi noraidīja signālus. Pirmā raidītāja signālu kuģis pēc kuģa pulksteņa uztvēra laika momentā $t_{1,b}$ = 0.0011 s. Otrā raidītāja signālu kuģis uztvēra laika momentā $t_{2,b}$ = 0.0010 s. Trešā raidītāja signālu kuģis uztvēra laika momentā $t_{3,b}$ = 0.0009 s. Radioviļņu izplatīšanās ātrums ir $v = 3\cdot10^8$ m/s. Ar kuģa datora palīdzību nevarēja aprēķināt noteiktas kuģa koordinātes (x;y). Ko mēs varam pateikt par iespējamo kuģa atrašanās vietu?

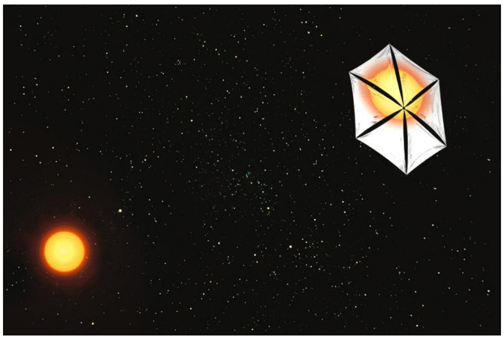
2. uzdevums. Kosmiskā bura.

Attālumā R no Saulei līdzīgas zvaigznes, kuras masa $M = 2\cdot10^{30}$ kg un izstarotā jauda $L = 4\cdot10^{26}$ W, atrodas kosmiskā bura — plāna gaismu pilnīgi absorbējoša materiāla plāksne, kura ir orientēta perpendikulāri gaismas stariem, kas nāk no zvaigznes. Uzdevumā aplūkosim šīs buras kustību tikai radiālā virzienā attiecībā pret zvaigzni. Bura var attālināties no zvaigznes, ja zvaigznes starojuma spiediens ir lielāks par gravitācijas spēku, ar kādu zvaigzne pievelk buru. Buras materiāla blīvums ir $\rho = 500$ kg/m^3, kas atbilst viegla papīra blīvumam.

Starojuma spiediena radīto spēku var rēķināt, izmantojot priekšstatu par gaismu kā daļiņu (fotonu) plūsmu. Viena fotona enerģija ir $E = h\,\nu$ un impulss ir $p = h/\lambda$, kur h ir Planka konstante, bet ν un λ ir atbilstošā viļņa frekvence un garums.



Kosmiskā buras prototips
(lietots atstarojošs materiāls).



Kosmiskā buras darbības principa ilustrācija.

A Ja bura absorbē vienu fotonu, kura enerģija ir E, cik liela būs buras impulsa izmaiņa Δp?

B Ja bura laika intervālā Δt absorbē N punktā A aprakstīto fotonu, cik liels vidējais gaismas spiediena radītais spēks darbojas uz buru?

Uzdevumi turpinās nākamajā lappusē

C   Aprēķini, cik liels ir maksimāli pieļaujamais loksnes biezums *d*, lai bura varētu neierobežoti attālināties no zvaigznes!

D   Kā mainītos atbilde punktā C, ja bura būtu pilnīgi atstarojoša?

E   Tagad aplūkosim kosmisko buru, kas ir izgatavota no grafēna loksnēm. Grafēna loksne ir viens oglekļa (grafīta) atomārais slānis. Šādas loksnes laukuma vienības masa ir 0.77 mg/m^2 un tā aiztur (absorbē) k = 2.3% uz to krītošā starojuma optiskajā spektra daļā (pārējāis starojums iziet cauri). Vai un kādā virzienā sāks kustēties bura, kas sastāv no 100 grafēna loksnēm (saliktas viena aiz otras) un sākotnēji tiek novietota miera stāvoklī attālumā R no zvaigznes? Pieņem, ka viss zvaigznes izstarotais starojums ir optiskajā spektra daļā.

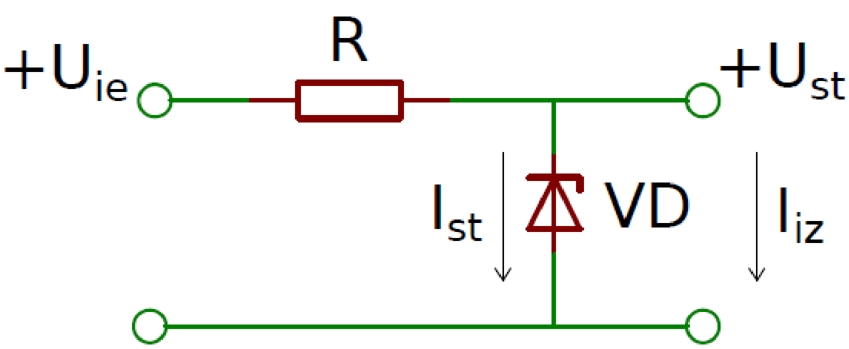
F   Pieņemot, ka bura ir pietiekami plāna, lai nekad neapstātos, izsaki gaismas spiediena spēka pilno pastrādāto darbu A, sākot no brīža, kad bura atradās attālumā R no zvaigznes līdz tās mijiedarbības spēks ar zvaigzni ir kļuvis neievērojami mazs! Šajā punktā atbilde nav jāizsaka skaitliski!

3. uzdevums. Stabilitrons.

Elektrotehnikā plaši lieto iekārtas, kuras sauc par sprieguma stabilizatoriem. Stabilizatora uzdevums ir nodrošināt praktiski nemainīgu līdzspriegumu U_{st} tā izejā neatkarīgi no strāvas I_{iz}, ko patērē tam pievienotais patērētājs (patērētājiem var būt dažādas pretestības), kā arī neatkarīgi no stabilitronam ieejā padotā sprieguma U_{ie} izmaiņām samērā plašās robežās. Vienkārša līdzsprieguma stabilizatora shēma ir dota 1. zīmējumā.

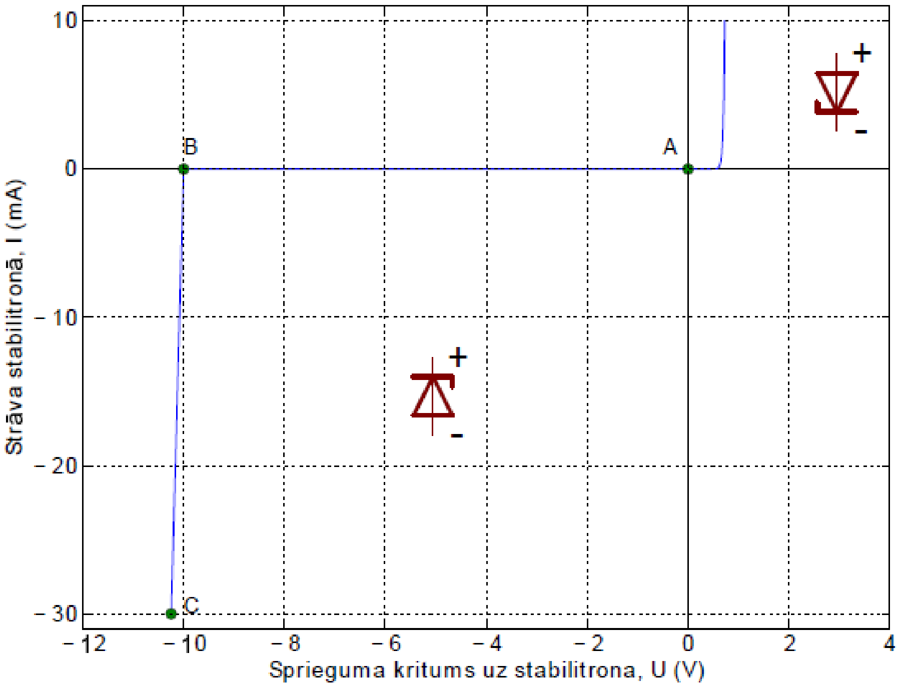
Iekārta sastāv no pretestības R = 330 Ω un stabilitrona VD (sauc arī par Zēnera diodi). Izmantotā stabilitrona vienkāršota voltampēru raksturlīkne (cauri plūstošās strāvas atkarība no pieliktā sprieguma) ir dota 2. zīmējumā.

Stabilitrons ir līdzīgs parastai pusvadītāju diodei, kura vienā virzienā strāvu labi vada, bet otrā virzienā, ko sauc par sprostvirzienu strāvu nevada, ja sprostvirzienā pieliktais spriegums nav pārāk liels (līknes posms AB). Atšķirībā no parastās diodes, ja stabilitronam ir pielikts pietiekoši liels spriegums sprostvirzienā, tas tomēr sāk vadīt strāvu (līknes posms BC), pie kam, tad neliels sprieguma pieaugums izraisa ļoti lielu strāvas absolūtās vērtības pieaugumu. Stabilizatora shēmā stabilitrons strādā sprostvirzienā.



1. zīm. Vienkāršākā līdzsprieguma stabilizatora shēma.

Uzdevumi turpinās nākamajā lappusē



2. zīm. Stabilitrona idealizēta voltampēru raksturlīkne.

A Nosaki no stabilitrona voltampēru raksturlīknes, cik stipra strāva plūst stabilitronā, ja spriegums uz stabilitrona ir 10 V. Nosaki spriegumu uz stabilitrona, ja tajā plūst 30 mA stipra sproststrāva.

B Aprēķini, cik lieli spriegumi jāpieliek līdzsprieguma stabilizatora ieejā, lai strāva stabilitronā un spriegums uz tā atbilstu voltampēru raksturlīnes punktiem A, B un C. Patērētājs stabilizatoram nav pieslēgts, proti, $I_{iz} = 0$.

C Nosaki līdzsprieguma stabilizatora izejas sprieguma atkarību no ieejas sprieguma gadījumam, ja tā izejā kā patērētājs ir pieslēgts rezistors $R_{sl} = 470\ \Omega$.

D Līdzsprieguma stabilizatora ieejai pieslēgts sprieguma avots, kura izejas spriegums būtiski mainās atkarībā no tā dotās strāvas. Sprieguma avota EDS = 18 V un iekšējā pretestība r = 100 Ω. Atrodi līdzsprieguma stabilizatora izejas sprieguma atkarību no strāvas, kas plūst cauri stabilizatoram pieslēgtajam patērētājam.

E Uzskatot punktā D doto stabilizatoru par elektroenerģijas avotu, ko var raksturot ar EDS un iekšējo pretestību, nosaki stabilizatora iekšējo pretestību.