

Fizikas 64. olimpiādes III posms

Uzdevumi

**Teorētiskā kārta
2014. gada 10. aprīlī**

9. klase

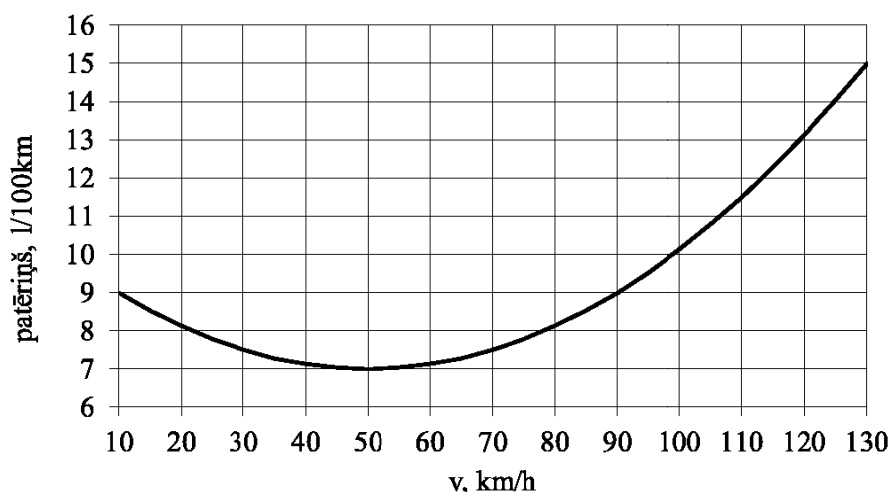
Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma un soļa numuru! Baltais papīrs paredzēts melnrakstam — to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks —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

1. uzdevums

A Automašīna 15 minūšu laikā nobrauca 20 km. Aprēķiniet tās vidējo ātrumu (km/h).

B Automašīna nobrauca 10 km ar ātrumu 50 km/h un tad 10 km ar ātrumu 100 km/h. Aprēķiniet laiku, kas tika iztērēts visu 20 km veikšanai, un aprēķiniet automašīnas vidējo ātrumu.

C Grafikā ir attēlots aptuvens automašīnas benzīna patēriņš atkarībā no braukšanas ātruma (litros uz 100 km).



Aprēķiniet un salīdziniet patērēto degvielas daudzumu, nobraucot 100 kilometrus divos dažādos veidos:

- 1) Braucot pirmos 50 km ar ātrumu 50 km/h un atlikušos 50 km – ar 100 km/h.
- 2) Braucot visus 100 km ar 80 km/h.

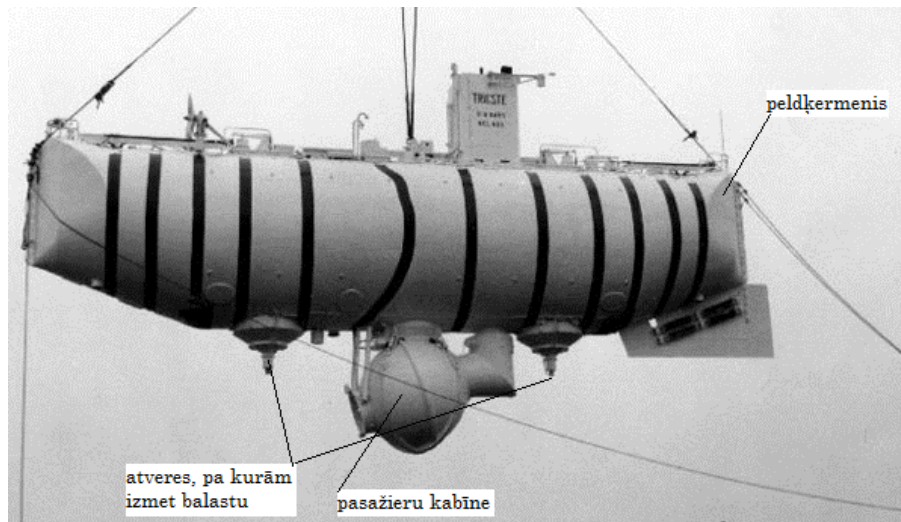
D Jānim un Pēterim jānobrauc vienāds attālums – 50 km. Jānis to nobrauca ar vidējo ātrumu 90 km/h, bet Pēteris pārkāpa noteikumus un brauca ar ātrumu 120 km/h. Atrodiet braukšanai patērētā laika starpību – par cik minūtēm Pēteris nobrauca ātrāk. Pieņemot, ka viens benzīna litrs maksā 1,5 eiro, cik maksā katra minūte, ko "ietaupa" Pēteris, salīdzinot ar Jāni? Izmantojiet C jautājumā doto grafiku.

E Pēteris strādā par kurjeru, tāpēc viņam jānobrauc 100 km 50 minūtēs, un par katru nokavēto minūti darba devējs sods viņu ar 0,3 eiro. Pieņemiet, ka degvielas patēriņa grafika formu (grafiks dots jautājumā C) var matemātiski aprakstīt ar parabolu $y = (v - 50)^2/800 + 7$, kur y ir benzīna patēriņš (l/100 km) un v ir ātrums (km/h).

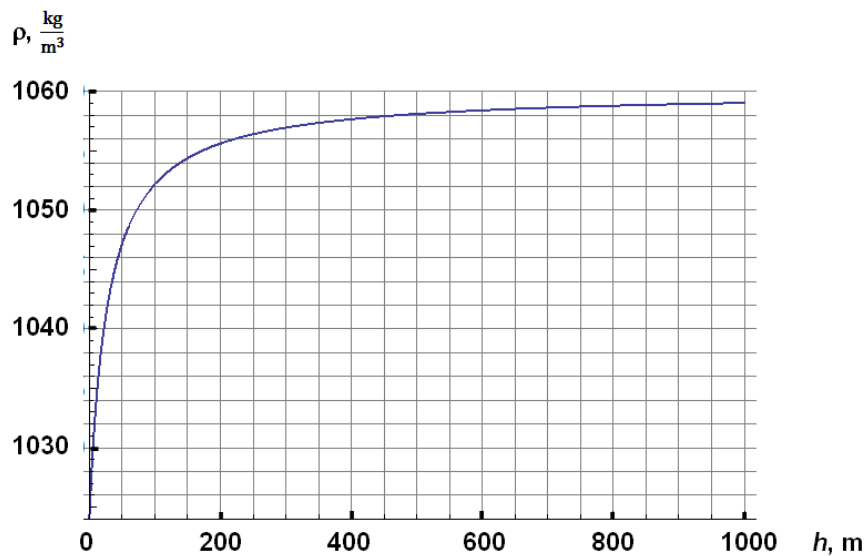
- 1) Sastādiet vienādojumus kas apraksta Pētera zaudējumus (eiro) atkarībā no braukšanas ātruma (km/h), kur ievērots sods un iztērētā benzīna cena.
- 2) Attēlojiet iegūto sakarību grafiski, ātruma intervālā no 60 līdz 120 km/h. Izmantojiet ne mazāk par 4 datu punktiem.
- 3) Aptuveni novērtējiet ātrumu, ar kuru jābrauc Pēterim, lai kopējās izmaksas būtu minimālas. Pieņemiet, ka Pēteris visu ceļu brauc ar nemainīgu ātrumu.

2. uzdevums

1960.g. janvārī Žaks Pikārs un Dons Volšs ar batiskafu „Trieste” pirmo reizi cilvēces vēsturē nolaidās Zemes dziļākajā punktā - Čelendžera dzelmē. Batiskafs sastāv no sfēriskas tērauda kabīnes, kur atrodas pasažieri un zinātniskās iekārtas, un cilindriska peldķermeņa, kas pildīts ar benzīnu. Kā balastu izmanto dzelzs lodes, ko notur elektromagnēts.



Batiskafa vertikālo kustību zem ūdens var regulēt divos veidos: var izlaist no peldķermeņa noteiktu tilpumu benzīna, kā rezultātā tur ieplūst tāds pats tilpums okeāna ūdens, un var nomest daļu no balasta. Kabīnes un peldķermeņa kopējā masa (ieskaitot pasažierus un visas iekārtas, bet neieskaitot benzīnu un balastu) $55,0\text{ t}$. Balasta masa $18,0\text{ t}$. Balasta tilpumu neievērot. Peldķermeņa ietilpība $85,0\text{ m}^3$. Benzīna blīvums normālos apstākļos $726,0\text{ kg/m}^3$. Pieņem, ka benzīna blīvums ir nemainīgs. Okeāna ūdens blīvuma ρ atkarība no dziļuma h (ņemta vērā gan temperatūras, gan spiediena ietekme) redzama dotajā grafikā. Brīvās krišanas paātrinājums $g = 10,0\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



A Kuri no apgalvojumiem par batiskafu „Trieste” ir pareizi? (Iespējami vairāki pareizi apgalvojumi).

- 1) Batiskafa vidējais blīvums ir tuvs $0\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
- 2) Ja iegremdēta batiskafa peldķermenī būtu iepildīts gaiss, nevis benzīns, tad uz batiskafu darbotos lielāks Arhimēda spēks.
- 3) Ja batiskafa peldķermenī būtu iepildīts gaiss, nevis benzīns, tad batiskafa vidējais blīvums būtu mazāks.

- 4) Ja batiskafs ir daļēji iegrimis ūdenī, uz to darbojas Arhimēda spēks.
- 5) Ja batiskafa vidējais blīvums būs mazāks par ūdens blīvumu, batiskafs vienmēr kustēsies uz augšu.

B Zinot, ka, izmetot 4,3 t balasta, batiskafs ir spējīgs noturēties līdzsvara stāvoklī pilnīgi iegrimis nedaudz zem ūdens virsmas, aprēķiniet tā tilpumu! Batiskafa peldķermenis ir pilns ar benzīnu. Ūdens blīvums pie virsmas $\rho_{\text{ūd}} = 1024 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

C Batiskafu palaiž jūrā ar pilnu balastu un pilnu peldķermeni ar benzīnu un ļauj tam grimt. Kādā dziļumā h_1 batiskafs atradīsies spēku līdzsvarā?

D Batiskafam lēni ienirstot, kapteinis to ir nostādījis līdzsvara stāvoklī dziļumā $h_2 = 200$ m. Tehniskas kļūmes dēļ ventilis no peldķermeņa izlaiž $V_1 = 100$ l benzīna un tajā ieplūst tāds pats tilpums ūdens. Cik daudz balasta jānomet, lai saglabātu līdzsvaru?

E Batiskafam lēni ienirstot, kapteinis to ir nostādījis līdzsvara stāvoklī dziļumā h_1 (skat. C. jautājumu). Cik daudz benzīna jāizlaiž, lai batiskafa vidējais blīvums kļūtu $\rho_2 = 1060 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, un tas varētu turpināt ceļu lejup?

3. uzdevums

Pagalmā atrodas čuguna ūdenssildāmais katls un malka. Lai ūdenssildāmajā katlā sasildītu 200 litrus ūdens no 10°C līdz 60°C temperatūrai, Artūrs sadedzināja 6 kg sausas malkas.

Sausas malkas īpatnējais sadegšanas siltums ir vienāds ar $10,2$ MJ/kg. Ūdens īpatnējā siltumietilpība ir vienāda ar $c_{\text{ūdens}} = 4200$ J/(kg·K), čuguna īpatnējā siltumietilpība ir vienāda ar $c_{\text{čug}} = 540$ J/(kg·K).

A Aprēķināt, cik liels siltuma daudzums izdalījās, sadedzinot malku.

B Aprēķināt, cik liels siltuma daudzums nepieciešams 200 litru ūdens uzsildīšanai no 10°C līdz 60°C .

C Aprēķināt, cik liels siltuma daudzums nepieciešams 80 kg smaga čuguna katla uzsildīšanai no 10°C līdz 60°C .

D Aprēķināt, cik liels bija ūdens sildīšanas lietderības koeficients, sadedzinot malku, ūdenssildāmajā katlā.

E Naktī lija lietus, malka kļuva mitra, un, lai uzsildītu 200 litrus ūdens no 10°C līdz 60°C temperatūrai tajā pašā ūdenssildāmajā katlā – sadedzināja 7 kg slapjas malkas.

Aprēķināt ūdens masu, kuru uzņēma sevī malka (uzskatīt, ka sadegšanas siltuma samazināšanās notiek tāpēc, ka ūdens daļai, kuru uzņēma malka, jāuzsilst un jāiztvaiko, savukārt siltuma zudumi ūdens sasildīšanai ūdenssildāmajā katlā ir tie paši, kas iepriekšējā dienā). Ūdens īpatnējais iztvaikošanas siltums ir vienāds ar $L = 2,3 \cdot 10^6$ MJ/kg.

F Aprēķināt, cik liels stāvas stiprums ķēdē ar barošanas spriegumu 220 V ir nepieciešams, lai elektriskais boilers 4 stundās sasildītu 200 litrus ūdens no 10°C līdz 60°C temperatūrai, ja boileru lietderības koeficients ir vienāds ar 80%.



10. klase

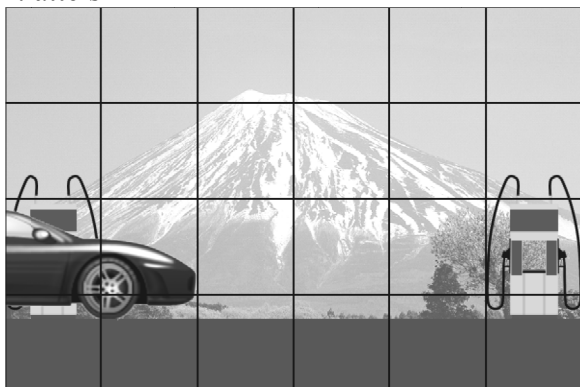
Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma un soļa numuru! Baltais papīrs paredzēts melnrakstam — to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks —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

1. uzdevums

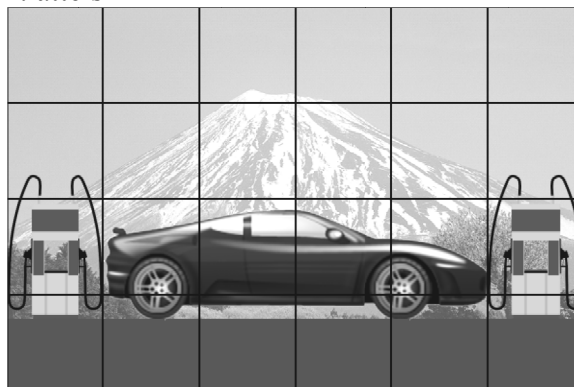
Risinot šo uzdevumu, paātrinātu automašīnas kustību tuvināti uzskatīsim par vienmērīgi paātrinātu.

A Automašīna izbrauc no degvielas uzpildes stacijas, pamazām uzņemot ātrumu. Degvielas uzpildes stacijā atrodas videokamera, kas uzņem attēlu ik pēc 1 sekundes. Kamera fiksē, kā automašīna pabrauc garām diviem degvielas pumpjiem, attālums starp pumpjiem ir 5 m.

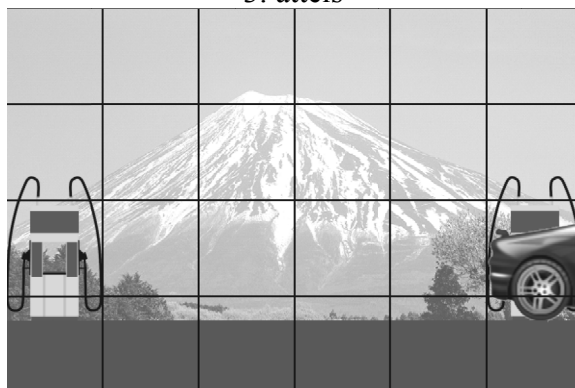
1. attēls



2. attēls



3. attēls



No kameras secīgi uzņemtajiem attēliem iegūt nepieciešamo informāciju, lai uzzīmētu grafiku, kā automašīnas ātrums v mainās laikā t . Pieņem, ka pirmajā attēlā $t = 0$. Grafikā laiku t atlikt sekundēs, bet ātrumu v – km/h.

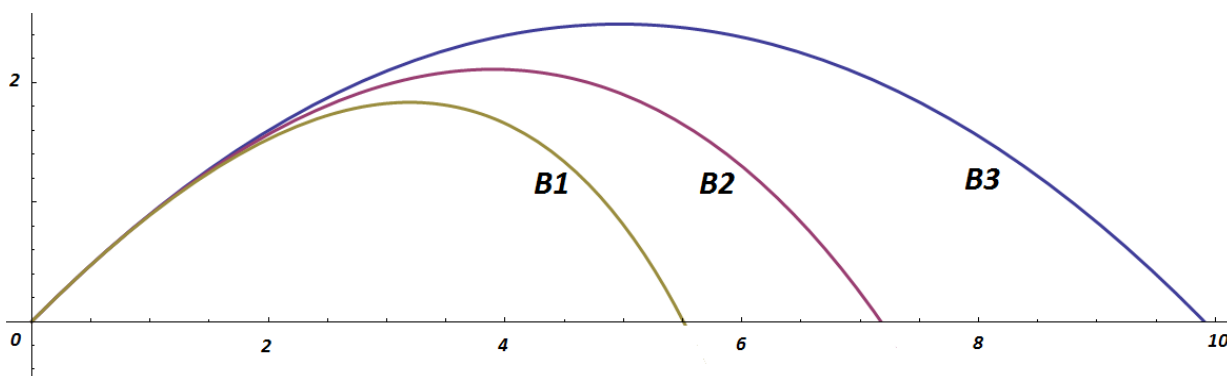
B Automašīna izbrauc no degvielas uzpildes stacijas uz ceļa ar ātrumu 20 km/h. 25 m attālumā atrodas luksofors, kurš šajā brīdī pārslēdzas no zaļā uz dzelteni signālu. Zinot, ka

- minimālais laiks, kādā vidēja automašīna attīsta ātrumu no 0 līdz 100 km/h, ir aptuveni 6 sekundes, un to nosaka tikai dzinēja jauda,
- autovadītājs nedrīkst pārkāpt atļauto braukšanas ātrumu, kas pilsētā ir 50 km/h stundā,

- autovadītāja reakcijas laiks ir 1 sekunde, t.i., vadītāja reakcijas laika dēļ auto 1 sekundi vēl brauc ar iepriekšējo ātrumu, pirms stājas spēkā izmaiņas automašīnas ātrumā,
- 1) noteikt, vai vadītājs var pārbraukt krustojumu (pabraukt garām luksoforam), kamēr luksoforā nav iededzies sarkanais signāls – dzeltenais signāls šajā krustojumā ilgst 3 sekundes.
 - 2) aprēķināt minimālo apstāšanās ceļa garumu šajā situācijā, ja vadītājs pieņems lēmumu bremsēt un stāties. Berzes koeficients riepām pret asfaltu $\mu = 0,7$.

2. uzdevums

Jānis novēroja trajektorijas trim bumbiņām, kas 45° leņķī pret horizontu izmestas ar vienādu sākuma ātrumu $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



A Bumbiņu diametri bija ļoti tuvi. Ar ko šīs bumbiņas – B1, B2 un B3 atšķiras?

B Izlasījis grāmatā, ka uz bumbiņu kustībā darbojas pretestības spēks, kas ir proporcionāls kustības ātrumam, Jānis nolēma veikt eksperimentu. Lai tam sagatavotos, viņš izanalizēja spēkus, kas darbojas uz bumbiņu.

Uzzīmējiet dotajā zīmējumā spēku vektorus, kas darbojas uz bumbiņu B1, sekojošās trīs situācijās:

- 1) laika momentā uzreiz pēc kustības uzsākšanas;
- 2) trajektorijas augstākajā punktā;
- 3) īsu brīdi pirms sadursmes ar zemi.

C Jānis paņēma bumbiņas B2, B3 un bezvēja apstākļos palaida brīvā kritienā no 10 metru augstuma, filmējot kritienu ar videokameru. Atlasot kadrus, kas atbilst noteiktiem laika momentiem, Jānis aizpildīja tabulu, bet aizmirsa pierakstīt, kura bumbiņa atbilst kurai kolonnai.

Tabula 1

Laiks, s	Augstums, bumbiņa X1, m	Augstums, bumbiņa X2, m
0,0	10,00	10,00
0,2	9,80	9,81
0,4	9,20	9,24
0,6	8,20	8,34
0,8	6,80	7,12
1,0	5,00	5,61

- 1) Novērtēt bumbiņu ātruma atkarību no laika pirmajā sekundē.
- 2) Vai no šiem datiem var noteikt pretestības spēku uz bumbiņas masas vienību (spēku, dalītu ar konkrētās bumbiņas masu), kas darbojas uz katru bumbiņu tās kritiena pirmās sekundes laikā? Atbildi pamatot ar aprēķiniem.

D Sava zinātniski pētnieciskā darba ietvaros Jānis nolēma, ka bumbiņas X1 un X2 nometīs no Televīzijas torņa 300 metru augstuma. Jānim izdevās nofilmēt bumbiņu lidojuma pēdējo posmu tuvu zemei, apstrādātie dati redzami Tabulā 2, kur laiks ir atskaitīts pret pirmo kadru katrai bumbiņai atsevišķi (un nevis pret kustības sākumu).

Tabula 2

Laiks, s	Augstums, bumbiņa X1, m	Augstums, bumbiņa X2, m
0,0	76,05	27,21
0,2	62,50	22,23
0,4	48,55	17,25
0,6	34,20	12,27
0,8	19,45	7,29
1,0	4,31	2,30

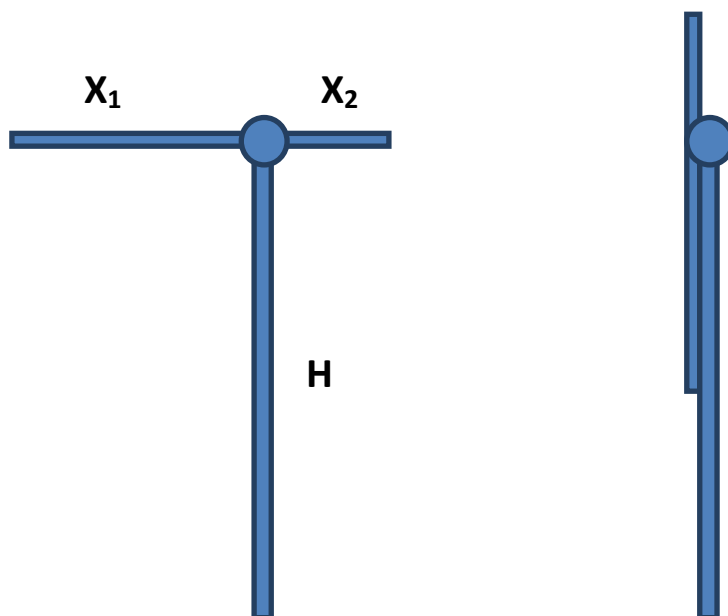
- 1) Novērtēt bumbiņu ātruma atkarību no laika kustības beigās.
- 2) Noteikt koeficientu α pretestības spēka formulā $F_b = \alpha v m$ katrai bumbiņai, ja tas ir iespējams no dotajiem datiem.

Uzdevumu risinot, pieņemt ka $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

3. uzdevums

Zane, ejot gar būvlaukumu, ievēroja, ka uz zemes tiek montētas torņa ceļamkrāna atsevišķās sekcijas. Zane pa ceļam uz mājām pārdomāja, kā ceļamkrānu uzstādīt darba pozīcijā un izdomāja sekojošu uzdevumu.

1. attēlā redzama torņa ceļamkrāna skice – uzstādītā stāvoklī un saliktā stāvoklī.



1. att. Torņa ceļamkrāna skice.

a) uzstādītā stāvoklī;

b) saliktā stāvoklī.

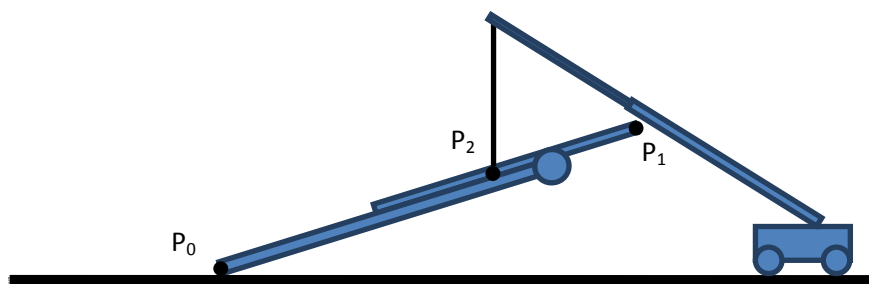
Torņa celtni (turpmāk tekstā TC) veido vertikālais posms ar augstumu $H = 50$ m un strēle, kuru savienojuma vieta sadala divās daļās $X_1 = 30$ m un $X_2 = 10$ m. Vertikālās daļas masa $m_1 = 20$ tonnas, strēles masa $m_2 = 8$ tonnas. Uzskatīsim, ka masa katrai sastāvdaļai vienmērīgi sadalās pa tās garumu,

citu detaļu masas ir neievērojami mazas. Uz torņa uzstādīšanas laiku, tā strēli novieto vertikāli un cieši sastiprina ar vertikālo posmu. Šādā stāvoklī var uzskatīt, ka visa TC masa izvietota pa vienu līniju.

TC uzstādīšanai ir pieejams autoceltnis (turpmāk tekstā AC), kas smagumus var pacelt augstumā līdz $h_{AC} = 15$ metri, autoceltna celtspēja $m_{CS} = 25$ tonnas. AC ekspluatācijas noteikumi pieļauj smagumu celšanu tikai vertikāli uz augšu. Vēl ir pieejama vinča (iekārta, kas spēj uz spoles uztīt trosi) ar trosi, kuras pilnais garums ir $L = 300$ metri. Lai nesabojātu konstrukcijas, visas kustības notiek ļoti lēni.

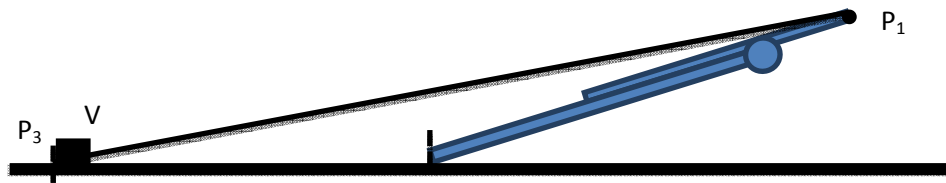
TC uzstādīšana notiek 3 posmos:

- 1) Vispirms ar autoceltni TC konstrukciju ceļ uz augšu, autoceltna āķi piestiprinot pie TC punktā P_2 , bet ievērojot to, lai TC „pēda” (TC konstrukcijas punkts P_0) neceltos uz augšu (2. att.).



2. att. Autoceltna darbība (vinčas trosē nav parādīta).

- 2) Kad TC gals P_1 pacelts, tad vinču nostiprina pie zemē iedzīta stieņa punktā P_3 , izmantojot pilnu vinčas troses garumu. Otrs gals vinčas trosēi jau pirms TC pacelšanas tika piestiprināts TC punktā P_1 (3. att.). Punktu P_0 atbalsta zemes līmenī, lai TC neizslīdētu horizontālā virzienā, turklāt tādā veidā, kas novērš TC sagāšanos uz sāniem līdz pilnīgai pacelšanai. Zemes virsmu būvlaukumā var uzskatīt par horizontālu. Vinču darbinot, tā lēnām uztin trosi uz spoles, saīsinot troses posma garumu starp punktiem P_1 un P_3 .



3. att. Vinčas darbība.

- 3) Brīdī, kad TC ir pacelts vertikāli, tā „pēdu” nostiprina darba stāvoklī un veic tālāko TC sagatavošanu darbam. Šo posmu uzdevumā neaplūko.

Brīvās krišanas paātrinājums $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

A Kurā vietā pie TC jāpiestiprina autoceltna āķis (kur jāizvēlas punkts P_2), lai TC galapunkts P_1 pirmā posma beigās tiktu pacelts pēc iespējas augstāk? Pamatot ar formulām un aprēķiniem.

B Cik liels ir lielākais (maksimālais) spēks, kas darbojas uz vinču otrā posma gaitā?

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

Šajā uzdevumā apskatīsim automašīnas riepas pumpēšanu. Riepā, kas ir izlaidusi gaisu, spiediens ir vienāds ar atmosfēras spiedienu $p_0=1,0$ bar. Apkārtējā gaisa temperatūra ir $t_0=27^\circ\text{C}$, normāls gaisa spiediens riepā pie šīs temperatūras ir $p=3,0$ bar. Gaisa tilpums riepā ir $V=0,10$ m³; šajā uzdevumā to var uzskatīt par konstantu (mašīna ir pacelta ar domkratu). Gaisu uzskatīt par ideālu divatomu gāzi ar molmasu $M=29$ g/mol. $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

A Aprēķināt gaisa daudzumu n_0 riepā, kas ir izlaidusi gaisu.

B Aprēķināt gaisa daudzumu n uzpumpētajā riepā (spiediens p pie temperatūras t_0). Cik liels gaisa daudzums Δn ir nepieciešams, lai piepumpētu riepu, kas ir izlaidusi gaisu?

Apskatīsim riepas ātru piepūšanu ar kompresoru. Var uzskatīt, ka kompresors uzglabā gāzi lielā tvertnē pie spiediena $p_k=10,0$ bar un temperatūras t_0 un ka procesa laikā p_k ir nemainīgs. Tvertne ir pievienota riepai ar ventili, kas laiž gaisu tikai vienā virzienā – no tvertnes uz riepu. Gaisa no tvertnes var ieplūst riepā tik ilgi, kamēr spiediens p_k ir lielāks par spiedienu riepā. Gaisa padevi pārtrauc, kad riepā iepumpēts gaisa daudzums Δn .

C Aprēķināt Δn gaisa molu tilpumu ΔV tvertnē spiedienā p_k un temperatūrā t_0 .

D Aprēķināt kompresora veikto darbu A_k gaisa tilpuma ΔV iesūkņēšanai riepā konstantā spiedienā p_k .

Pumpēšanas procesu vienkāršotā apskatā var sadalīt divos posmos:

1. Spiediena p_k iedarbībā no tvertnes gaisa strauji ieplūst riepā un notiek straujš visa gaisa, kas atrodas riepā, temperatūras un spiediena pieaugums līdz t_{\max} un p_{\max} , attiecīgi. Šis posms norit ātri, tāpēc siltuma apmaiņu ar apkārtējo vidi var neņemt vērā.
2. Kad gaisa padeve ir pārtraukta, iepumpētais gaisa lēnām atdziest līdz apkārtējās vides temperatūrai t_0 .

E Aprēķināt t_{\max} un p_{\max} .

F Līdz cik lielam beigu spiedienam var ātri uzpumpēt riepu, lietojot aprakstīto kompresoru?

2. uzdevums

Kopš 20. gs. sešdesmitajiem gadiem arvien lielāka nozīme Formula-1 (F-1) sporta mašīnās ir t.s. antispārniem – konstrukcijas elementiem, kas darbojas līdzīgi kā lidmašīnu spārni, tikai šajā gadījumā nodrošina mašīnas piespiešanu pie zemes, nevis cēlējspēku. Šajā uzdevumā aplūkosim, kāda nozīme antispārniem ir F-1 sacensībās, kad mašīnām ir nepieciešams pēc iespējas ātrāk veikt asus līkumus.

A Zināms, ka, F-1 mašīnai braucot ar ātrumu vismaz 130 km/h, piespiedējspēks ir pietiekams, lai mašīna varētu braukt „kājām gaisā” pa taisna tuneļa griestiem.

- 1) Uzzīmējiet spēkus, kas darbojas uz F-1 mašīnu šādā ekstremālā situācijā.
- 2) Cik lielu piespiedējspēku nodrošina F-1 mašīnas antispārns, mašīnai braucot ar ātrumu $v_0 = 130$ km/h? Pēc F-1 sacensību reglamenta, mašīnas kopējai masai jābūt 642 kg.
- 3) Cik liels ir maksimālais piespiedējspēks, kas var darboties uz F-1 mašīnu, ja tās maksimālais ātrums ir ap $v_{\max} = 300$ km/h un piespiedējspēks ir proporcionāls ātruma kvadrātam?

B Suzukas trases Japānā posms 130R ir līkums ar liekuma rādiusu $R = 130$ m.

- 1) Uzzīmējiet spēkus, kas darbojas šajā līkumā uz parastu automašīnu bez antispārna un uz F-1 tipa mašīnu ar antispārnu. Vienkāršības labad šajā punktā pieņemsim, ka abu mašīnas abas riteņu asis ir vienmērīgi noslogotas un F-1 mašīnas antispārns atrodas mašīnas vidū.
- 2) Ar cik lielu maksimālo ātrumu F-1 automašīna, kas aprīkota ar antispārnu, var neizslīdot izbraukt šo līkumu un ar kādu maksimālo ātrumu neizslīdot to var veikt jaudas un masas ziņā līdzvērtīga sporta mašīna bez antispārna? Vienkāršības labad šajā punktā pieņemsim, ka abu mašīnas abas riteņu asis ir vienmērīgi noslogotas un F-1 mašīnas antispārns atrodas mašīnas vidū. Abām mašīnām slīdes berzes koeficients riepām pret virsmu ir $\mu = 0.6$.

C Tagad aplūkosim precīzāku, bet sarežģītāku situāciju: antispārns atrodas F-1 mašīnas priekšgalā (pie priekšējiem riteņiem). Mašīnas smaguma centrs atrodas mašīnas vidū.

- 1) Uzzīmējiet spēkus, kas darbojas uz F-1 automašīnu, tai ie braucot 130R līkumā!
- 2) Cik liels tagad ir maksimālais ātrums, ar kādu mašīna var izbraukt līkumu ar rādiusu R ?
- 3) Konstruējiet savu F-1 mašīnu! Atrodiet, kur ir jāizvieto mašīnas smaguma centrs, lai varētu veikt līkumu ar liekuma rādiusu $R = 130$ m ar pēc iespējas lielāku ātrumu! Aprēķiniet arī šī ātruma vērtību!

D Palielinot antispārna izmēru, iespējams panākt vēl lielākas piespiedējspēka vērtības. Izskaidrojiet, kādu fizikālu iemeslu dēļ tas tomēr netiek darīts!

3. uzdevums

Jānis nolēma eksperimentāli pārbaudīt sālsūdens elektriskās pretestības vērtību. Sākumā viņš pagatavoja 0.1 M (t.i., ar molāro koncentrāciju 0.1 mol/l) nātrija hlorīda šķīdumu, ko pēc tam pārlēja taisnstūrveida plastmasas traukā ar garumu un platumu 10 cm, kura galos viņš kā elektrodus nostiprināja taisnstūrveida metāliskas plāksnītes ar platumu 10 cm. Par sprieguma avotu Jānis izvēlējās bateriju ar EDS 1.5 V un neievērojami mazu iekšējo pretestību, un iecerēja veikt strāvas stipruma mērījumus, izmantojot ķēdē ieslegtu ampērmetru. Pirmais jautājums, ko nācās atrisināt, bija

A Cik liela sāls masa ir jānosver, ja ir jāpagatavo 1 litrs sālsūdens šķīduma? Nātrija molmasa ir 23 g/mol, hlora molmasa ir 35.5 g/mol.

B Tabulās Jānis atrada, ka ir zināma sālsūdens molārā vadītspēja: parametrs Λ , kas raksturo šķīduma ar molāro koncentrāciju C vadītspēju σ : $\Lambda = \sigma/C$. Sālsūdenim $\Lambda = 100 \text{ cm}^2/(\Omega \text{ mol})$ (vadītspēja σ ir apgriezts lielums īpatnējai pretestībai ρ : $\sigma = 1/\rho$).

- 1) Cik liela pilnā elektriskā pretestība, saskaņā ar tabulās atrodamajiem datiem, piemīt 1 litram pagatavotā sālsūdens šķīduma, ielietam Jāņa sagatavotajā traukā?
- 2) Cik stipra strāva plūdis caur elektrodiem, ja tos pieslēgs pie baterijas?

C Par lādiņnesēju kustīgumu u sauc lielumu, kas raksturo elektriskajā laukā ievietoto lādiņu vidējo ātrumu uz vienu elektriskā lauka intensitātes vienību: $u = v/E$. Novērtējiet kustīgumu nātrija un hlora joniem, pieņemot, ka abiem jonu veidiem tas ir aptuveni vienāds!

D Taču, kad Jānis ķērās pie mērījumiem, sev par pārsteigumu viņš konstatēja, ka ķēdē plūstošā strāva ir daudz mazāka nekā sagaidāmā vērtība! Pēc ilga pārdomu brīža, Jānis iedomājās, ka atšķirība varētu rasties tādēļ, ka pozitīvie nātrija katjoni un negatīvie hlora anjoni "aplīp" ap attiecīgi negatīvo katodu un pozitīvo anodu un vājina baterijas radīto elektrisko lauku. Šo procesu sauc par elektrodu polarizāciju.

Lai saprastu šo parādību labāk, Jānis nolēma apskatīt vienkāršotu modeli. Šajā modelī viņš pieņēma, ka šķīdumā esošie joni veido vienmērīgu slāni uz elektroda virsmas, tādējādi jonu slāņa un elektroda veidoto virsmu var uzskatīt par plakanu kondensatoru.

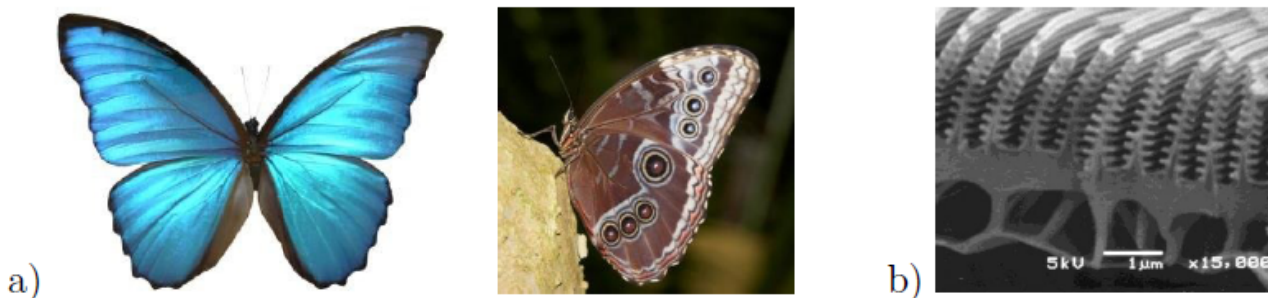
- 1) Cik lielas ir nātrija jonu slāņa/katoda un hlora jonu slāņa/anoda veidoto sistēmu kapacitātes? Nātrija jonu rādiuss ir $116 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ un hlora jonu rādiuss ir $167 \cdot 10^{-12} \text{ m}$.
- 2) Cik liels būs sprieguma kritums uz katra no "kondensatoriem" līdzsvarā?
- 3) Novērtējiet, cik liels būs lādiņš nātrija un hlora slānim!
- 4) Cik liela daļa no visiem nātrija un hlora joniem būs "pielipusi" pie elektrodiem?
- 5) Kāpēc reālajā iekārtā strāva, lai arī ir mazāka nekā gadījumā, kad elektrodu polarizācija nenotiek, tomēr plūst?
- 6) Kā Jānim vajadzētu modificēt savu metodi, lai tomēr ar to varētu veikt šķīduma vadītspējas mērījumus?

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.

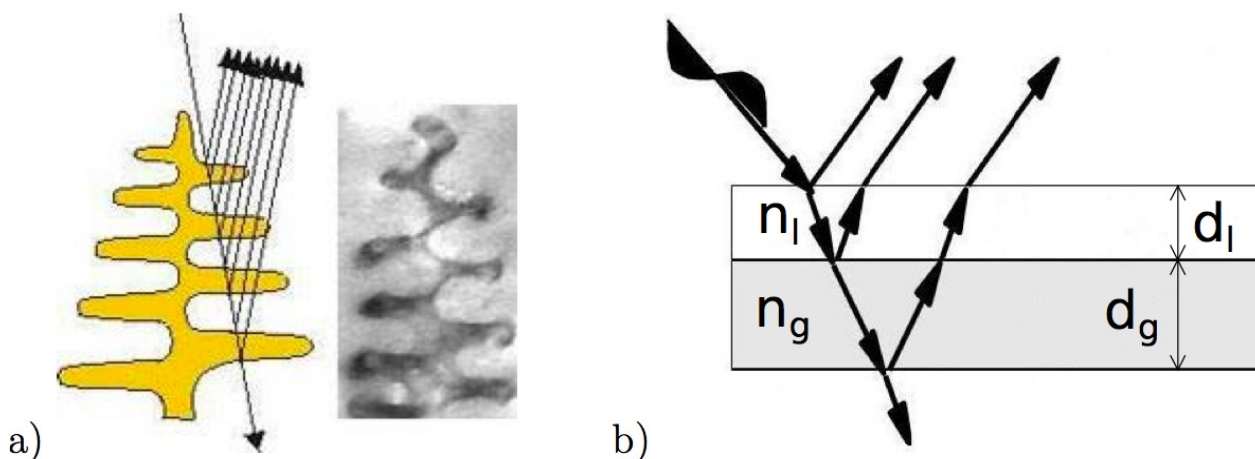
1. uzdevums

Dabā ir sastopami kukaiņi (vaboles), putni (pāvi), čūskas, zivis un citi dzīvi radījumi, kuru krāsu nav iespējams viennozīmīgi noteikt. Vienā brīdī tie izskatās zaļi, citā brīdī zili un arī šie toņi mainās atkarībā no tā, kādā leņķī mēs tos novērojam. Īpaši interesanta ir taureņu suga *Zilie morfīdi*, kurus var novērot LU botāniskajā dārzā Tropicu tauriņu mājā. Šī taureņa spārnā esot kustībā, mēs novērojam zilās krāsas toņu maiņu, līdz tā pilnīgi izzūd, kā tas redzams 1.a) attēlā. Šo krāsas maiņu izraisa spārnu īpašā struktūra, kas redzama 1.b) attēlā.



1. att. Zilais morfīds ar spārniem vaļā un ar spārniem ciet (a). Ar elektronmikroskopa palīdzību uzņemtais spārnu struktūras attēls (b). Attēlu avots: <http://www.cavelab.cs.tsukuba.ac.jp/nsfdtd/morpho/model.html>

Tuvināti Zilā morfīda spārna pamatelementu var apskatīt kā periodisku paralēlu slāņu struktūru (2. attēls).



2. att. Zilā morfīda spārnu struktūras modelis. Attēla avots: <http://emps.exeter.ac.uk/physics-astronomy/research/emag/themes/naturaldisorder/natural-photonics/interferenceinmultilayers/>

Katra slāņa laušanas koeficients un biezums doti tabulā.

Pirmais slānis (lamella)	$n_1 = 1.56$	$d_1 = 80 \text{ nm}$
Otrais slānis (gaiss)	$n_g = 1.00$ Text	$d_g = 115 \text{ nm}$

Tālāk apskatīsim tikai gaismas starus, kuru virziens ir paralēls vai arī ir tikai minimāli novirzīts no normāles virziena.

A Kādas krāsas gaisma vislabāk atstarojas no viena atsevišķi ņemta lamellas slānīša? Atbildi pamato ar gaismas viļņa garuma aprēķiniem.

B Kāpēc nepieciešami vairāki slāņi?

C Kādas krāsas gaisma vislabāk atstarojas no ļoti liela lamellas-gaisa slānīšu skaita, kas sakārtoti viens virs otra (skat. 2a attēlu)? Atbildi pamato ar gaismas viļņa garuma aprēķiniem.

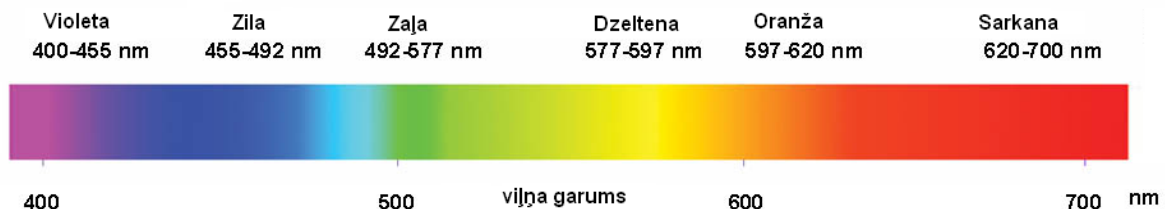
D Ievietojot Zilā morfīda spārnu spirtā, tā krāsa kļūst zaļa (viļņa garums aptuveni 562 nm). Izskaidro, kāpēc.

E Aprēķini, cik reizes atšķiras gaismas izplatīšanās ātrums spirtā un gaismas ātrums gaisā!



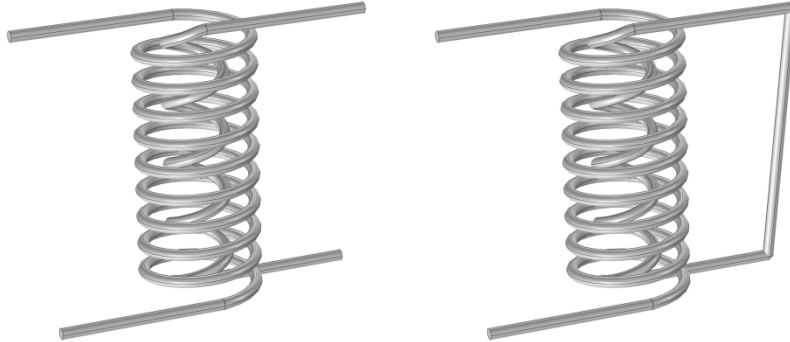
3. att. Zilā morfīda spārns gaisā (1) un spirtā (2).

Dažādu krāsu gaismas viļņu garumu intervāli ir norādīti sekojošā tabulā:



2. uzdevums

Transformatoru veido divas cilindriskas spoles ar vienādu garumu $l = 50$ cm un vienādu tinumu virzienu. Ārējās (primārās) spoles rādiuss ir $r_1 = 10$ cm un vijumu skaits $N_1 = 100$, savukārt iekšējās (sekundārās) spoles rādiuss $r_2 = 5$ cm un vijumu skaits $N_2 = 20$. Primārais tinums ir pieslēgts sinusoidālam maiņspriegumam ar amplitūdu $U_1 = 100$ V un frekvenci $f = 100$ kHz.

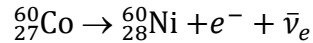


Spoļu aktīvās pretestības nav vērā ņemamas. Cilindriskas spoles magnētisko lauku var uzskatīt par homogēnu spoles iekšpusē un vienādu ar nulli ārpusē; spoles iekšpusē magnētiskā lauka indukcija ir $B = \frac{\mu_0 N I}{l}$, kur I ir strāvas stiprums spolē.

- A Aprēķināt primārā tinuma spoles induktivitāti.
- B Aprēķināt sekundārajā tinumā inducētā EDS amplitūdu. Transformatora sekundārajai spolei slodze nav pieslēgta.
- C Transformatora sekundāro tinumu saslēdz īssavienojumā. Aprēķināt, cik reizes strāvas stiprums sekundārajā tinumā ir lielāks nekā strāvas stiprums primārajā tinumā.
- D Aprēķināt, cik stipra strāva plūst transformatora primārajā tinumā sekundārā tinuma īsslēguma gadījumā.

3. uzdevums

Kobalta izotopa ${}^{60}_{27}\text{Co}$ pussabrukšanas periods ir 5,27 gadi. Tas ir β radioaktīvs un tā sabrukšanas rezultātā rodas stabils niķeļa izotops kā arī tiek emitēts elektrons e^- un antineitrīno $\bar{\nu}_e$:



Kodolreakcijā radies Ni kodols ir enerģētiski ierosinātā stāvoklī. Pēc īsa brīža tas izstaro vienu vai divus gamma kvantus un nonāk pamatstāvoklī.

A Aprēķināt enerģiju, kas izdalās sabrūkot vienam ${}^{60}_{27}\text{Co}$ atomam.

B Primitīvākajā radioterapijas metodē uz audzēju tiek vērsts gamma staru kūlis, ko iegūst no sabrūkošiem ${}^{60}_{27}\text{Co}$ atomiem. Gamma radioterapijas staru kūļa jauda ir 100 W, un iekārta tiek darbināta 1 minūti. Novērtēt nepieciešamo ${}^{60}_{27}\text{Co}$ masu!

C Zināms, ka, gamma stariem izejot cauri 10 cm cilvēka ķermeņa audu, to intensitāte samazinās uz pusi. Aprēķināt, cik lielu starojuma enerģiju audzējs ar izmēriem 5 x 5 x 5 mm saņem procedūras laikā. Gamma staru kūlis ir paralēls un tā jauda uz laukuma vienību ir $P = 12,73 \text{ kW/m}^2$.

$$m_{{}^{60}_{27}\text{Co}} = 9,952244 \cdot 10^{-26} \text{ kg un } m_{{}^{60}_{28}\text{Ni}} = 9,951740 \cdot 10^{-26} \text{ kg.}$$

Elektrona masa $m_e = 9,10938 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, bet antineitrīno masa ir ievērojami mazāka par elektrona masu.

Aprēķinos var izmantot sekojošu tuvinātu izteiksmi:

$$2^x = 1 + 0,6931x + 0,2402x^2 + 0,0555x^3 + \dots, \text{ ja } |x| < 1$$