



Fizikas Komandu Olimpiāde

2021/2022

Uzdevumu komplekts **10.klasei**

Olimpiādes galvenais atbalstītājs:

Tu redzēsi

Olimpiādes atbalstītāji:

 **Latvenergo**
nākotnes enerģijai

 **mammadaba**
Dāva Latvijas valsts mēdus

 **LATVIJAS VALSTS MEŽI**

LETERA. Latvijas Elektrotehnikas
un elektronikas
rūpniecības asociācija

LEMONA
electronics

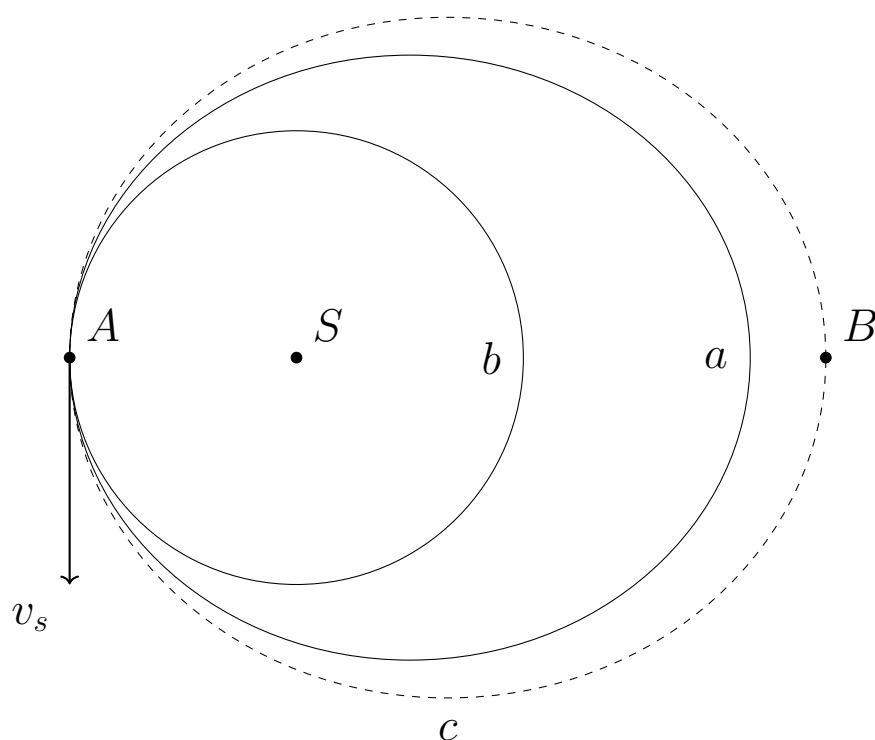
atba|sts
izci|ībai



LATVIJAS UNIVERSITĀTES
CIETVIELU FIZIKAS INSTITŪTS
INSTITUTE OF SOLID STATE PHYSICS
UNIVERSITY OF LATVIA

Laiks atteikties no dzinēja!

12 punkti



Raķete, kura sastāv no personāla moduļa un dzinēja, atrodas orbītu a, c periapsīdā A . Raķete sver $3t$ un pa orbītu a pārvietojas ar ātrumu $v_s = 8000$ m/s. Raķete sadalās, un 2500 kg smagais dzinējs tiek izšauts raķetes pārvietošanās virzienā. Dzinēja ātrums pēc atdalīšanās ir 8100 m/s. Pēc atdalīšanās dzinējs ieņem orbītu c , bet personāla modulis ieņem aplveida orbītu b .

A Objekta masa, ap kuru orbitē raķete, ir $1.34 \cdot 10^{24}$ kg, tā masas centrs ir punktā S .

A1 Kāds ir personāla moduļa ātrums? 2 punkti

A2 Kāds ir personāla moduļa orbītas periods? 2 punkti

A3 Kāds ir dzinēja orbītas periods, ja tā ātrums apsīdā B ir 5789 m/s? 3 punkti

B Daļa no misijas otrā posma ir cita personāla moduļa uzpildīšana Zemes orbītā (tā ir aplveida orbīta 1200 km no Zemes virsmas), lai stabilizētu sakarus ar pirmā posma moduli un nodrošinātu personālu ar ēdienu nākamajiem 4 mēnešiem. Lai veiktu uzpildi, no Zemes izlidoja bezpilota raķete, kura ieņēma identisku orbītu personāla moduļim. Mazas aizkavēšanās dēļ, uzpildes raķete orbītā atrodas 100 km aiz personāla moduļa. Lai raķeti savienotu ar personāla moduli, misijas kontrole vēlas aizsūtīt rīkojumu manevram, lai raķete izmainītu savu ātrumu, un tad to izmainītu pretēji pēc vienas pilnas orbītas. Pēc manevra modulis ar raķeti spēj savienoties, un to orbītas atkal ir vienādas.

B1 Cik liela ir ātruma izmaiņa (Δv), kas vajadzīga, lai pirmo reizi mainītu orbītu? Tangenciālā ātruma aprēķināšanai var izmantot formulu $v^2 = GM\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)$, kur v -tangenciālais ātrums orbītā, G -gravitācijas konstante, r -āttālums no Zemes, a -orbītas lielās pusass garums. 5 punkti

Ieskrienies un lec!**12 punkti**

A Gumijlēcējs ar masu $m = 80$ kg uz tilta ar platumu $l_T = 9$ m ieskrienas ar paātrinājumu $a = 2$ m/s² no tilta kreisās puses līdz lēkšanas punktam. Lēkšanas brīdi cilvēks vienkārši noskrien no tilta, tam nepiemīt ātrums, kas vērsts uz augšu. Gumija, kas piestiprināta pie gumijlēcēja, piestiprināta arī lēkšanas punktā, tai garums $l = 40$ m, stinguma koeficients ir k , un tās masa ir neievērojama.

A1 Kādu ātrumu lēcējs būs ieguvis momentā, kad viņš lec no tilta? *1 punkts*

A2 Cik ilgi cilvēks kritīs brīvajā kritienā? *1.5 punkti*

A3 Kāds ātrums piemītīs cilvēkam momentā, kad gumija sāks izstiepties? *1.5 punkti*

A4 Gumijas pilnīga izstiepšanās notiek laikā $t = 0.5$ s, un šajā laikā cilvēks zaudē visu savu ātrumu *gumijas izstiepšanās virzienā* (otra ātruma komponente, perpendikulāra gumijai, paliek konstanta). Kādu paātrinājumu izjutīs cilvēks? Izsaki formā cg , kur g - brīvās krišanas paātrinājums. *2 punkti*

A5 Kāds ir šīs gumijas elastības koeficients k ? *2 punkti*

A6 Pieņemot, ka svārstības gumijas ietvaros, ko mēs aplūkojam iepriekšējos piemēros, pēc nostabilizēšanās neietekmē cilvēka un gumijas veidotā svārsta periodu un amplitūdu (svārsts balstīts lēkšanas punktā un savienots ar cilvēku), kāds būs tuvākais attālums no cilvēka līdz tiltam šo svārstību laikā? *4 punkti*

Uzdevumu Mikslis

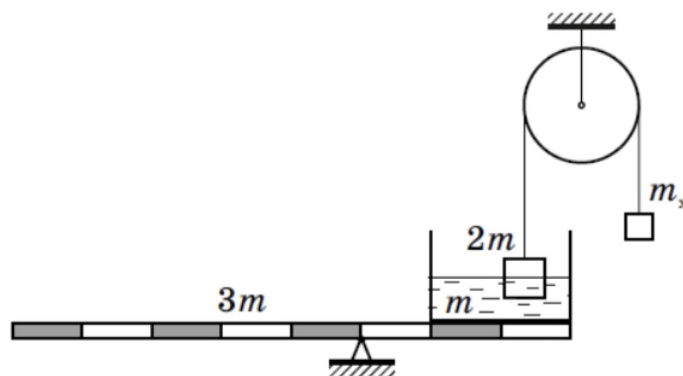
21 punkti

A1 Mazajam Jānītim palika garlaicīgi virtuvē. Izmantojot sildītāju, viņš uzsildīja tēju, kas atradās biežā **aluminīja krūzē**, no temperatūras $T_1 = 20^\circ\text{C}$ līdz $T_2 = 40^\circ\text{C}$ laikā $\tau_1 = 120$ s. Šis sildīšanas ātrums viņam likās lēns, tāpēc pusi no ūdens viņš izlēja no krūzes. Atlikušo ūdeni viņš sasildīja no temperatūras T_2 līdz temperatūrai $T_3 = 55^\circ$ laikā $\tau_2 = 60$ s. Šis rezultāts viņu atkal neapmierināja, tāpēc viņš samazināja sildītāja jaudu 2 reizes un izlēja pusi no atlikušā ūdens. Pēc cik ilga laika τ_3 atlikušais ūdens uzsils līdz temperatūrai $T_4 = 100^\circ\text{C}$

Piezīme: Alumīnijs ir labs siltuma vadītājs. Siltuma zudumus apkārtējai videi var neņemt vērā. 4 punkti

B1 Apskatīsim ielas lukturi, kuru var modulēt kā kubveida kasti, kuras malas garums ir $a = 20$ cm un kuras centrā atrodas punktveida lampiņa, kuras jauda ir $P = 100$ W. Pēc sniegputeņa uz luktura augšējās skaldnes parādījās sniega kārtā, kuras augstums ir $h = 20$ cm. Apkārtējā gaisa temperatūra ir $T = 0^\circ\text{C}$. Pēc laika $\tau = 10$ h daļa sniega bija izkususi un kārtas augstums bija samazinājies 2 reizes. Zināms, ka sniegs absorbē $\alpha = 10$ procentus no visas spuldzes gaismas. Aprēķiniet sniega porainību - attiecība starp gaisa tilpumu tajā un tā pilno tilpumu. Pieņemiet, ka sniega blīvums ir $\rho = 900$ kg/m³ un tā īpatnējais kušanas siltums $\lambda = 335$ kJ/kg. 5 punkti

C1 Taisntūrveida trauks ar ūdeni, kuru kopēja masa ir m , ir novietots uz sviras, kura masa ir $3m$ (skatīt attēlu). Šķidrumā daļēji ir iegremdēts ķermenis, kura masa ir $2m$. Tas ar neizstiepjamu diegu ir savienots ar neizstiepjamu diegu, kas ir pārmests pāri trīsim, kā parādīts attēlā. Ar m_x apzīmēsim nezināmā atsvara masu. Noteikt attiecību $\frac{m_x}{m}$, ja sistēma atrodas līdzsvarā. Vajadzīgos attālumus var nolasīt no zīmējuma. 5 punkti



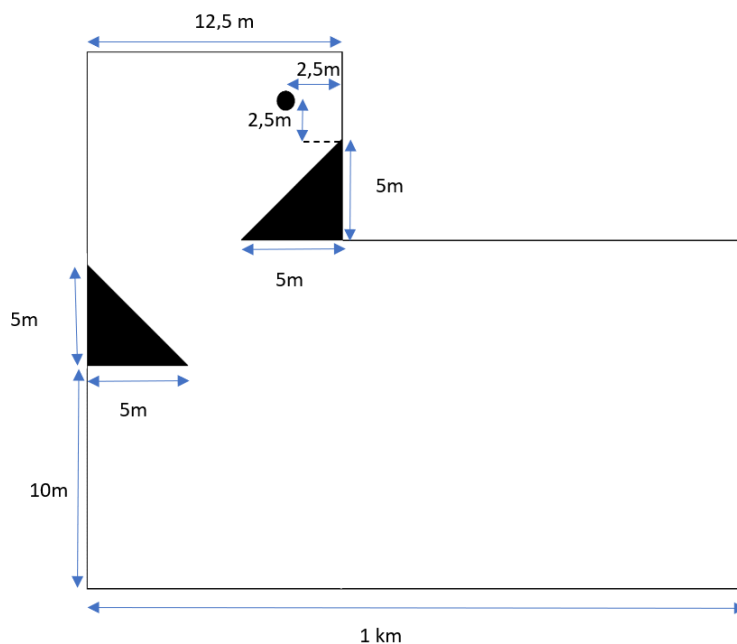
D1 Automobilis veica trešdaļu no visa ceļa ar ātrumu $v = 46$ km/h. Pēc tam ceturtdaļu no laika viņš brauca ar ātrumu, kas 1.5 reizes lielāks nekā tā vidējais ātrums visa ceļa laikā. Pēdējo ceļa posmu automobilis veica ar ātrumu $2v$. Noteikt maksimālo automobiļa ātruma vērtību visa ceļa laikā. 3 punkti

E1 Apskatīsim virvi, kurai ir galīgs garums. Tā ir sadalīta trijās daļās. Pirmās daļas garums ir $\frac{1}{4}$ no visas virves garuma un lineārais blīvums $\lambda_1 = 300$ g/m. Savukārt otrās daļa masa ir $\frac{1}{3}$ no visas virves masas. Turpretī trešā virves daļas masa ir abu iepriekšējo daļu summu. Noteikt virves lineāro blīvumu λ . 2 punkti

E2 Noteikt virves mazāko iespējamo otrās daļas lineāro blīvumu. 2 punkti

Melnie trijstūri baltā istabā

11.5 punkti



A Dota perfekti elastīga punktveida bumba, kas atsperas ar tādu pašu ātrumu, kā piezemējas. Tā atrodas attēlā parādītajā telpā. Abi melnie trijstūri ir taisnleņķa, bumba atrodas $h = 26.26$ m virs zemes, brīvās krišanas paātrinājums $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A1** Cik ilgs laiks būs pagājis, līdz bumba pieskarsies pirmajam trijstūrim? 1 punkts
- A2** Kāds būs bumbas ātrums brīdī, kad tā atsperšies no augšējā melnā trijstūra? 2 punkti
- A3** Cik ilgs laiks būs pagājis, līdz bumba pirmo reizi pieskarsies zemei? 2 punkti
- A4** Cik ilgs laiks būs pagājis, līdz bumba otro reizi pieskarsies zemei? 1.5 punkti
- A5** Cik tālu no kreisās sienas būs bumba, kad tā piezemēsies uz zemes 21. reizi? 3 punkti
- A6** Cik ilgs laiks būs pagājis, līdz bumba pieskarsies labajai sienai, kas ir 1 km attālumā? 2 punkti

Ieliec robā**19 punkti**

Kad Druvvaldis 3 gadu vecumā pirmo reizi pieredzēja auto ralliju, viņu ļoti ieinteresēja mašīnas un to uzbūve. Šodien viņš ir nolēmis praktiski izprast, kā strādā automašīnas ātrumkārbā, tādēļ vecāki viņam ir nopirkuši vairākus zobratu, ar ko modelēt situāciju.

A Druvvaldim ir 2 zobrati (kas nostiprināti uz pārvietojamām asīm) ar dažādiem rādiusiem, bet vienādu zobu lielumu, kā arī neliels elektrisks motorīšs, ko var piestiprināt pie viena no zobratiem, lai tas grieztos. Visā uzdevumā pieņemt, ka motorīšs griežas ar konstantu ātrumu, neatkarīgi no zobratu izmēra izmaiņām. Pirmajam zobratam ir $N_1 = 15$ zobi, bet otrajam $N_2 = 90$ zobi. Druvvaldis motorīņu piestiprina pirmajam zobratam, saliek abus zobratu kopā ar zobiem un ieslēdz motorīņu.

A1 Ja pirmais zobrats veic 18 apgriezienus minūtē, cik apgriezienus minūtē veic otrais zobrats? *1 punkti*

A2 Izrādījās, ka pirmais zobrats bija bojāts un tam pēkšņi izlūza sektors, kurš ir tieši trešdaļa no zobrata. Tomēr zobrats turpināja griezties ar tādu pašu ātrumu, kā pirms tam. Cik apgriezienus minūtē tagad veic otrais zobrats? *2 punkti*

A3 Par cik lielu leņķi (grādos) vienā sekundē pagriežas otrais zobrats A2 aprakstītajā situācijā? *1 punkti*

A4 Druvvaldis izslēdza motorīņu un nomainīja salūzušo zobratu pret identisku, bet veselu (kā sākumā). Viņš nolēma atzīmēt ar sarkanu marķieri divus zobus (vienu no katra zobrata), kas sākuma stāvoklī saskaras. Pēc tam viņš atkal ieslēdza motorīņu un novēroja sarkano zobu kustību. Druvvaldis ievēroja, ka ik pēc noteikta laika šie zobi atkal uz īsu brīdi saskaras. Cik sekunžu paiet starp divām secīgām sarkano zobu saskaršanās reizēm? *3 punkti*

B Tālāk Druvvaldis kārtīgi nostiprināja otro zobratu uz tā rotējošās ass un uz tās pašas ass pievienoja vēl vienu zobratu. Zināms, ka šī zobrata zobiem ir tāds pats lielums kā pārējiem zobratiem, taču tam ir nezināms rādiuss. Druvvaldis izlasīja, ka uz otrā zobrata (kuram $N_2 = 90$ zobi) norādīts rādiuss 13,5 cm. Druvvaldis ar hronometra palīdzību salīdzināja, cik ātri griežas otrā zobrata ass, ja pirmo zobratu pieliek klāt vai nu otrajam zobratam, vai arī nezināmajam zobratam. Viņš noteica, ka, pieliekot pirmo zobratu klāt nezināmajam zobratam, ass griežas 3 reizes ātrāk nekā tad, ja pirmo zobratu pieliek otrajam.

B1 Cik liels ir nezināmā zobrata rādiuss centimetros? *2 punkti*

B2 Ja Druvvaldis gribētu panākt pretējo efektu un nezināmo zobratu aizstāt ar tādu, kurš liek asij griezties 3 reizes lēnāk, cik reižu lielākam būtu jābūt šī zobrata apaļās daļas laukumam salīdzinājumā ar otro zobratu (pieņemot, ka pašu zobu laukums ir neievērojami mazs)? *2 punkti*

B3 Uz mirkli Druvvaldim apnīka domāt, tādēļ viņš nolēma ar zobratiem paspēlēt piramīdas salikšanas spēli. Viņš salika piramīdu no 10 zobratiem, kur apakšā atrodas vislielākais zobrats, bet augšā attiecīgi vismazākais. Zināms, ka mazākā zobrata apaļā šķērsriezuma laukums ir 12 kvadrācentimetri un ka nākamā piramīdas zobrata apaļā šķērsriezuma laukums ir 2 reizes lielāks par iepriekšējo (attiecīgi otrā mazākā zobrata apaļā šķērsriezuma laukums ir $2 \cdot 12 = 24$ kvadrācentimetri). Kāds ir visu 10 zobratu kopējais apaļo šķērsriezumu laukums kvadrādecimetros? *2 punkti*

C Tālāk jau aplūkosim vienkāršotu auto darbības shēmu. Pieņemsim, ka auto uz velkošās (priekšējās) ass atrodas 5 zobratī ar dažādiem rādiusiem un attiecīgi zobu skaitu $N_1 = 190$, $N_2 = 130$, $N_3 = 80$, $N_4 = 60$, $N_5 = 45$ zobi. Kā arī uz velkošās ass katrā galā atrodas ritenis ar rādiusu $R = 20$ cm.

Uzdevumā pieņemsim, ka motors strādā ar noteiktu apgriezienu skaitu $K = 1800$ apgr./min un tiešā veidā šos apgriezienus nodod zobratam ar $N_0 = 20$ zobi. Zobrats N_0 atkarībā no ātrumkārbas izvēlētā ātruma tiek pielikts kādam no 5 zobratiem uz velkošās ass, tā liekot auto kustēties uz priekšu.

C1 Kāds ir maksimālais attālums metros, ko šāds auto var nobraukt minūtes laikā? *3 punkti*

C2 Pieņemsim, ka šim auto ir paredzēts optimāli braukt ar ātrumu 50 km/h. Cik zobiem tad būtu jābūt zobratam uz velkošās ass, lai auto brauktu ar ātrumu, kurš ir maksimāli tuvu 50 km/h? (zobu skaitam jābūt veselam skaitlim) *3 punkti*

Lielais Launags**14 punkti**

Jurim ir cilindriska krūze, kuras rādiuss ir $r = 5$ cm, augstums $h = 15$ cm un sienīņu biezums ir $d = 0.75$ cm. Tajā tiek ieliets ūdens, kura staba augstums ir $l = 12$ cm un blīvums $\rho = 980$ kg/m³.

A1 Aprēķiniet ielietā ūdens masu gramos.

Ūdens blīvums atkarībā no temperatūras mainās pēc sekojošas formulas:

$$\rho_T = 917 + 29,55T - 2,325T^2$$

kur $0 \leq T \leq 10$ temperatūra Celsijos.

1 punkts

A2 Aprēķiniet temperatūru celsijos, kurā ūdens blīvums sasniedz maksimālo vērtību, ja $0 \leq T \leq 10$.

1 punkts

A3 Kāds ir ūdens blīvums šajā temperatūrā?

1 punkts

Priekš tālākiem aprēķiniem pieņemsim, ka ielietā ūdens masa ir $m_1 = 400$ g, īpatnējā siltumietilpība $c_1 = 4200$ J/(kg · K) un sākotnējā temperatūra $T_1 = 370$ K. Krūzē tiek ievietota karote, kuras masa ir $m_2 = 90$ g, bet īpatnējā siltumietilpība $c_1 = 500$ J/(kg · K) un sākotnējā temperatūra $T_2 = 293$ K.

A4 Ignorējot siltuma zudumus apkārtējai videi aprēķiniet, kāda būs karotes temperatūra pēc siltumlīdzsvara iestāšanās.

2 punkti

Modelēsim karoti kā plāksnīti, kurai ir bezgalīgi mazs biezums un platums, bet kuras garums ir $l_0 = 10$ cm. Pieņemsim, ka tērauda termiskās izplešanas koeficients ir $\alpha = 1.1 \cdot 10^{-5} K^{-1}$

A5 Aprēķiniet par cik milimetriem palielinās karotes garums pēc siltumlīdzsvara iestāšanās.

1 punkts

A6 Šajā punktā Jūs varat pieņemt, ka krūzes garums ir pietiekami liels un ūdens masa tajā $m_1 = 400$ g, temperatūra $T_1 = 100^\circ C$. Kāda ir ledus gabala masa, kas tajā ir jāiemet (ledus temperatūra ir $T_2 = 0^\circ C$ un īpatnējais kušanas siltums $\lambda = 335$ kJ/kg), lai ūdens temperatūra samazinātos 2 reizes?

2 punkti

B Vecāki mājās bija vienatnē atstājuši Floriannu, un viņa nolēma paspēlēties ar virtuvē pieejamajām lietām. Viņa lielā katlā aptuveni līdz pusei ielēja ūdeni (blīvums $\rho_u = 1000$ kg/m³) un tad pa virsu biežā kārtā uzlēja eļļu (blīvums $\rho_e = 780$ kg/m³). Florianna no savas istabas līdzī paņēma vairākus plastmasas klucīšus (blīvums $\rho_k = 847$ kg/m³), ko nolēma jautrības dēļ gremdēt traukā ar eļļu un ūdeni. Klucīšu forma ir kubs.

B1 Florianna traukā ielika vienu plastmasas klucīti. Pēc kāda brīža tas traukā atradās miera stāvoklī. Cik procenti no klucīša tilpuma ir iegrimuši eļļā?

3 punkti

B2 Florianna nolēma, ka klucīšu traukā nekad nevar būt par daudz, tādēļ viņa tieši pa virsu pirmajam klucītim uzlika vēl vienu klucīti. Pieņemt, ka klucīši viens no otra neslīd nost un šķidrumā nerotē. Cik procenti no apakšējā klucīša tilpuma tagad ir iegrimuši eļļā?

3 punkti