



Fizikas Komandu Olimpiāde

2021/2022

Uzdevumu komplekts **12.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

Aizcērt nu šīs vecās durvis**14 punkti**

Durvis ar masu $m = 35$ kg ir iekārtas divās eņģēs, kas piestiprinātas pie sienas durvju augšā un apakšā, un ideālā gadījumā tās knapi nepieskaras grīdai. Diemžēl laika gaitā augšējā eņģe vairs nestrādā ideāli, un tagad eņģes skrūves spēj noturēt durvju augšējo stūri tikai ar spēku $F = 50$ N sienas virzienā - perpendikulāri sienai, kas nozīmē, ka viens no durvju stūriem pieskarās grīdai. Durvju augstums ir $h = 2$ m un platums $l = 1$ m. Durvis ir atvērtas $\alpha = 60^\circ$ leņķī no aizvērtā stāvokļa un berzes koeficients starp durvju stūri, kas pieskarās pie grīdas, un grīdu $\mu = 0.5$. Plānu durvju inerces moments $I = \frac{1}{3}ml^2$.

A Durvis cērt ciet ar spēku $F = 50$ N punktā $r = 0.8$ m no eņģu puses, un šo spēku turpina piešķirt $t = 0.3$ s, pēc tam ļauj durvīm pašām kustēties. Eņģes ir vienpusējas, kas nozīmē, ka durvis apstājas, kad leņķis $\alpha = 0^\circ$.

A1 Ar kādu spēku durvju stūris, kas pieskarās pie grīdas, spiež uz grīdu? *1.5 punkti*

A2 Par kādu leņķi θ durvis būs pagriezušās laikā t ? *3 punkti*

A3 Vai durvis aizcirtīsies? Ja jā, ar kādu ātrumu tās ietrieksies sienā? Ja nē, kādā leņķī no aizvērtas pozīcijas tās apstāsies? *2 punkti*

B Tā kā šīs durvis bija pārāk skaļas un labi noskanēja, kad tās aizcirta, pie durvju stenderes piestiprināja atsperi ar stinguma koeficientu $k = 10.5$ kN/m un garumu $x_0 = 0.1$ m. Pieņem, ka durvīm ietriecoties atsperē, tā nesaliekas un kompresējas it kā viņai stumtu virsū ar perpendikulāru spēku (aproximācija maziem leņķiem α). Atsperes siltumietilpība $c = 450$ J/kg·K un masa $m_A = 20$ g.

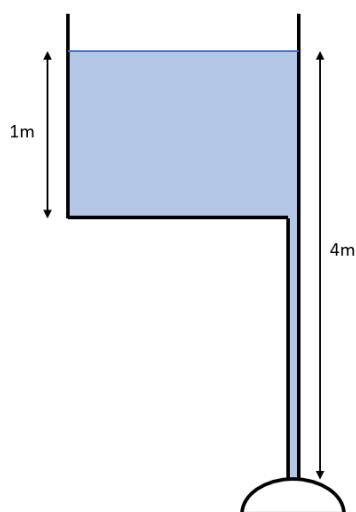
B1 Ar kādu ātrumu druvīm jāietriecas atsperē, lai tā pilnībā kompresētos? Berzi ņemt vērā. *2 punkti*

B2 Durvis atsperē ietriecas ar leņķisko ātrumu $\omega_0 = 2$ rad/s. Saspiešanās laikā zūd 20% no enerģijas siltumā, uzsildot atsperi. Par cik grādiem uzsils atsperē? Pieņem, ka siltums ieiet tikai atsperes uzsildīšanā. Berzi ņemt vērā. *2 punkti*

B3 Kādā leņķī β durvis apstāsies pēc atsperes saspiešanās un izstiepšanās (ņemot vērā enerģijas zaudējumus)? *3.5 punkti*

Bernulli ideja

7.5 punkti



Dota vienkāršota duša, kur uz mājas jumta ir ūdens rezervuārs, kurā ūdens līmenis ir nemainīgs - 1 m augsts. No rezervuāra apakšas vertikāli uz leju iznāk 3 m gara caurule uz dušas klausuli. Dušas klausulei ir 25 vienādi 1 mm \varnothing izvadi. Ūdens blīvums $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, brīvās krišanas paātrinājums $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A1 Cik liels ir trubas diametrs, ja ūdens ātrums trubā tādā pašā augstumā ir 4 reizes mazāks nekā tas iznāk no dušas klausules? *1.5 punkti*

A2 Kāds būs ūdens izejas ātrums no dušas klausules neņemot vērā berzi? *1.5 punkti*

Taču reālās situācijās ir jāņem vērā berze.

A3 Pieņemsim, ka berzes dēļ ūdens ātrums, kas šaujas ārā no klausules, ir par 15 % mazāks nekā situācijā bez berzes (Var neatbilst citos punktos iegūtajam). Ja mēs zinām ūdens ātrumu, kas šaujas ārā no dušas klausules, kāds ir paredzamais ūdens līmeņa augstums virs dušas klausules situācijā bez berzes? *1.5 punkti*

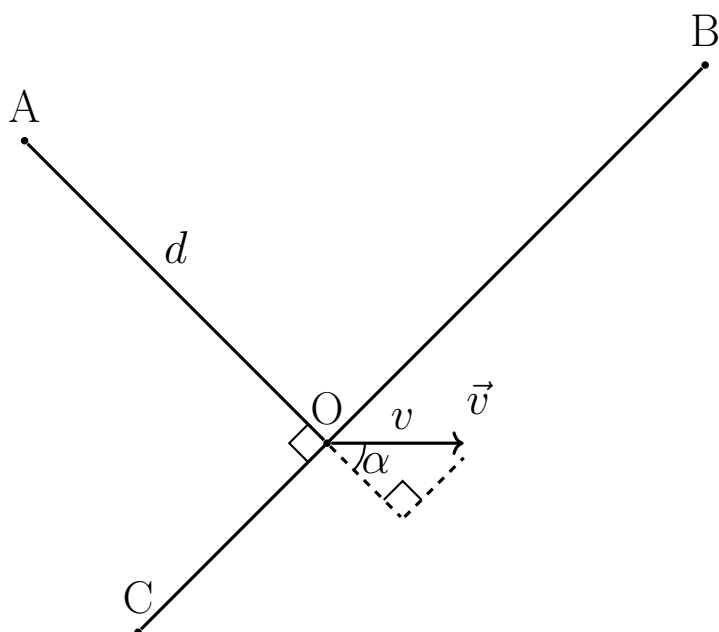
B Lamināras plūsmas gadījumā spiediena zudums plūsmas dēļ $\Delta p = \frac{32\mu v L}{D^2}$, kur ūdens viskozitāte $\mu = 10^{-3}$, v ir plūsmas ātrums, L ir caurules garums, D - diametrs.

B1 Kāds būs ūdens izejas ātrums no dušas klausules ņemot vērā spiediena zudumu plūsmas dēļ (ņemot vērā A3 punktā aprēķināto)? *1.5 punkti*

B2 Kādam jābūt caurules diametram, lai ūdens, kas šaujas ārā no klausules, ātrums būtu 20 m/s? *1.5 punkti*

Audiālā triangulācija

16 punkti

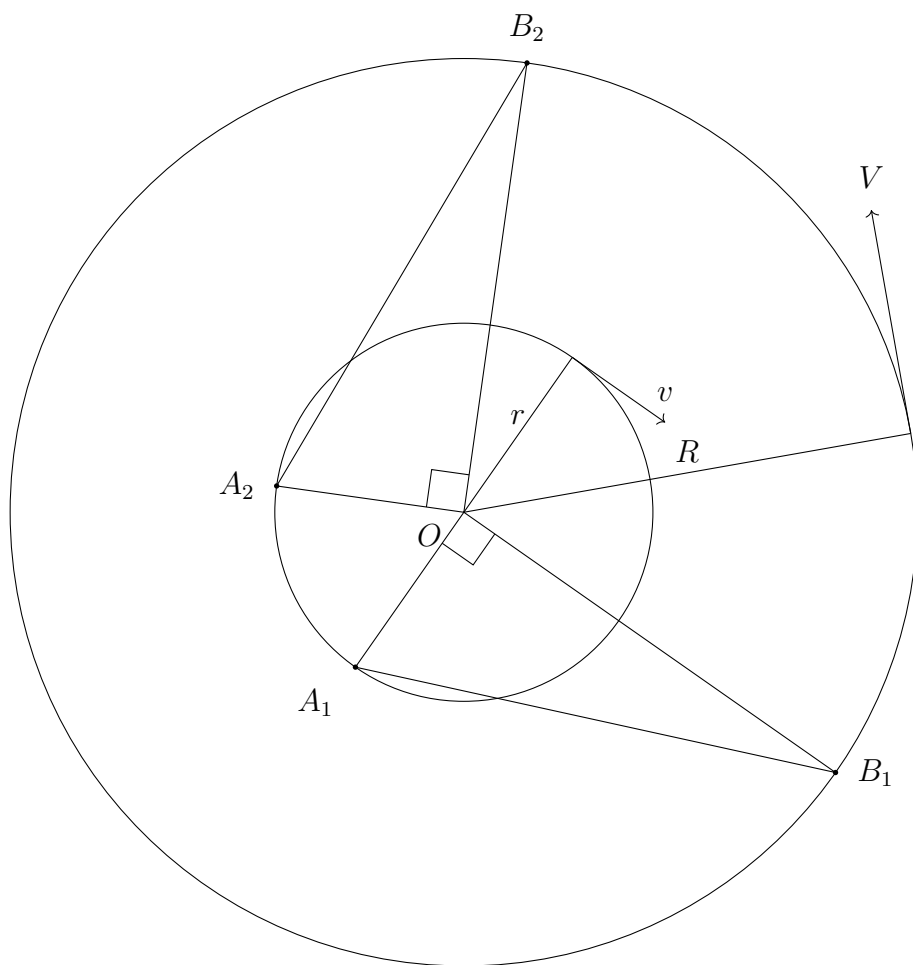


A Armijas bāzes γ gaisa telpā ielidojis ļoti skaļš eksperimentāls armijas helikopters. Tas atrodas punktā O un kustās ar ātrumu \vec{v} , kas izsakāms polārajās koordinātās. To izteiksim ar garumu v un leņķi α pret nogriežņa AO veidoto taisni. Tornos A, B, C var sadzirdēt helikoptera rotoru skaņu. Tornis A atrodas $d = 1$ km attālumā no O

A1 Kādā ātrumā un leņķī lido helikopters, ja tornis A uztver 32 Hz, tornis B uztver 30 Hz, tornis C uztver 50 Hz frekvenci? *3 punkti*

A2 Kādu frekvenci uztvertu tornis A pēc $t = 30$ s, ja helikopters pārvietojas ar ātruma vektoru \vec{v} ? *3 punkti*

A3 Kādu frekvenci uztvertu tornis A, ja helikopters lidotu ar \vec{v} , bet kristu ar ātrumu 20 m/s? *3 punkti*



B Netālu esošās bāzes τ gaisa telpā ielidojis liels, nezināmas izcelsmes bezpilota lidaparāts (drons), kas sācis pulksteņrādītājvirzienā riņķot ap galveno ēku O . Ap galveno ēku uzstādītas aplveida sliedes pa kurām pretpulksteņrādītājvirzienā ar ātrumu $V = 5$ m/s riņķo novērošanas ierīce, kas aprīkota ar dažādiem sensoriem.

Bāzes rasējumiem vajadzīgs augsts pieejas līmenis, tāpēc nav pieejami pilnīgi dati par sliedēm un novērošanas ierīci, taču pēc satelītattēliem ir zināms, ka sliežu rādiuss R ir 1.429 reizes lielāks nekā bezpilota lidaparāta riņķošanas rādiuss r .

Kad drons atradās A_1 , mērierīce punktā B_1 uztvēra $f_1 = 46.28$ Hz frekvenci, un, kad pēc kāda laika drons atradās A_2 , mērierīces izmērītā rotoru frekvence bija $f_2 = 54.3$ Hz, kad to uztvēra punktā B_2 .

B1 Kāds ir drona ātrums?

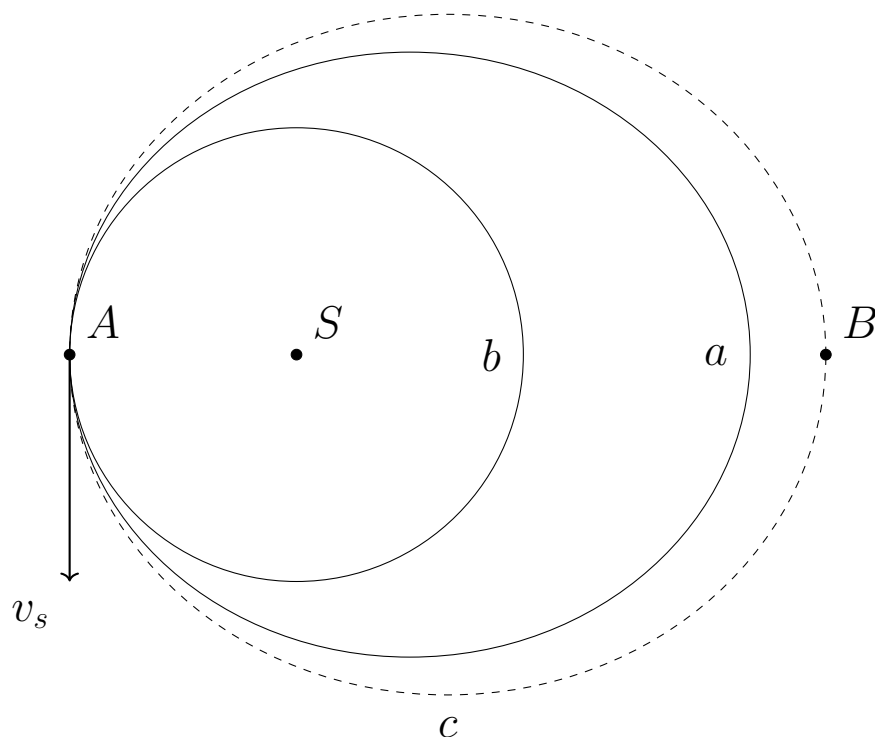
3 punkti

B2 Kāds ir drona un mērierīces rādiuss un leņķiskais ātrums?

4 punkti

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

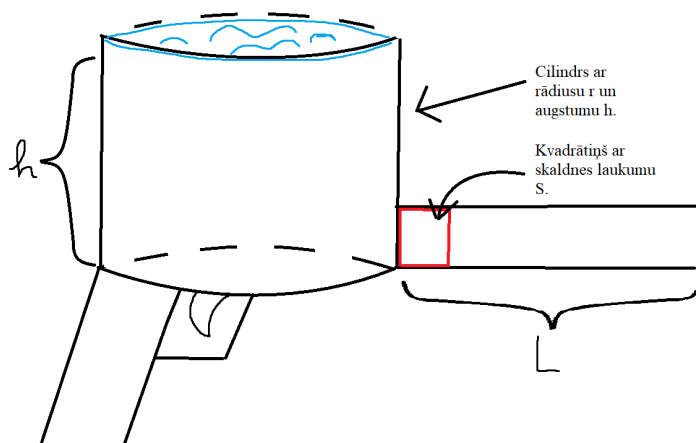
A3 Kāds ir dzinēja orbītas periods, ja tā ātrums apsīdā B ir 5789 m/s? 3 punkti

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

”Ūdens” pistole

9 punkti



A Juris no Jelgavas tika uzlūgts uz ūdens pistoļu ballīti. Būdams fizmats, viņš uzbūvēja jaudīgāku ūdenspistoli nekā parasti. Šī pistole šauj kvadrāta formas gabaliņus (ar vērā neņemamu biezumu), kuru masa ir $m = 16$ g un laukums, kas saskaras ar ūdeni, ir $S = 3$ cm². Cilindrs ir ar atvērtu galu augšā, tā augstums $h_0 = 16.5$ cm un pamata rādiuss $r = 10$ cm.

A1 Kādu masu ūdens m_0 var uzkrāt ”ūdens” pistoles cilindrā? 1 punkts

A2 Cik lielu spēku izjūt kvadrāta masas centrs, kad pistoles cilindrs ir pilns? 1 punkts

A3 Izsaki spēku $F(t)$, ko izjustu kvadrāts, ja līdz galam piepildīta ieroča augstums būtu $h(t) = h_0 + kt$. 2 punkti

A4 Šai pistolei izšaušanas mehānisms strādā šādi: kvadrātu nospiež ar spēku $F = 50$ N no augšas un apakšas ar divām virsmām, kurām berzes koeficients $\mu = 0.7$. Lejot klāt ūdeni stobram vienmērīgā ātrumā, pēc cik ilga laika t bremzes vairs nevarēs noturēt kvadrātam piešķirto spēku $F(t)$? 2.5 punkti

A5 Kad kvadrāts tiek izšauts, tas tiek stumts cauri stobram ar garumu $L = 10$ cm. Pieņemot, ka ūdens spiež ar iepriekš aprēķināto spēku visas kustības laikā, ar cik lielu ātrumu no tā izlidos kvadrāts? 1 punkts

A6 Cik augstu būtu jābūt pistoles cilindrā iepildītā ūdens daudzumam h_1 , lai kvadrāts varētu lidot šaujamieroča lodes ātrumā $v_1 = 200$ m/s? Cik lielu spēku vajadzēs piešķirt, lai noturētu šādu ”ūdens” pistoli? 1.5 punkti

Gaisa kuģis

8.5 punkti

A Molmasa gaisam $M = 29$ g/mol, $P(h) = p_1 e^{-\frac{Mg}{RT}}$. Gaisa kuģis pirms lidošanas izvēdina kabīni, kuras tilpums ir $V_1 = 10000$ l. Gaisa temperatūra jūras līmenī ir $T_1 = 20^\circ\text{C}$.

A1 Gaisa kuģis atgriežas no lidojuma. Kabīnē spiediens ir vienāds ar atmosfēras spiedienu. Gaisa tiek atdzesēts uz T_1 . $\Delta T = 5^\circ\text{C}$. Cik moli gaisa izplūst no kabīnes? *1.5 punkti*

A2 Cik daudz tilpumu aizņems no kabīnes izplūdušais gaisa desmit metru dziļumā, dīķī? *1.5 punkti*

B Gaisa kuģis uzlidoja augstumā $h=5000$ m virs jūras līmeņa. Lidojot gaisa kuģa kabīnes gaisa tika uzsildīts par $\Delta T = 5^\circ\text{C}$. Kabīnē saplīst viens logs, un gaisa kuģa kabīne tika izvēdināta.

B1 Kāds daudzums gaisa n_I izplūda no kabīnes? *1 punkts*

B2 Cik daudz tilpuma aizņems izplūdušais gaisa augstumā h virs jūras līmeņa? *1 punkts*

C1 Gaisa kuģa pasažieris ir pāņēmis līdzī tukšu ūdens pudeli. Zinot, ka šī pudele jūras līmenī nesaplīst, kad to ar pumpi uzpumpē līdz spiedienam $\Delta p=3$ atm, vai pudele saplīsīs, kad atplīsīs stikls? Ja nē, tad kāds ir minimālais augstums, kurā saplīsīs pudele? *1.5 punkti*

D1 Pieņemot, ka cilvēkam ir $V_C = 5$ l asiņu un ka slāpekļa koncentrācija asinīs ir 5 mmol/l, un ka cilvēka asinsspiediens $p_C = 100$ mmHg. Aprēķināt, kādā augstumā būtu jāsaplīst gaisa kuģa logam, lai tā pasažieriem sāktos dekompresijas slimība (Asinīs sāktu vārīties, slāpeklis sāk mainīt fāzi). *2 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*