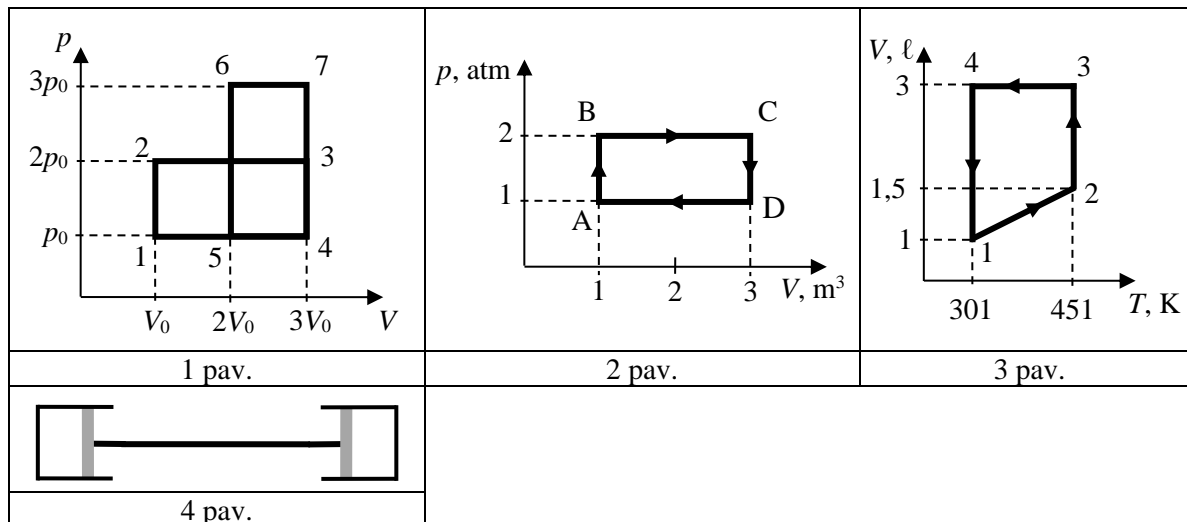


FIZIKOS OLIMPAS  
2023-2024 MOKSLO METŲ II-OJO KETVIRČIO MOLEKULINĖS FIZIKOS NAMŲ DARBAI  
II-OJO KURSO MOKSLEIVIAMS

1. Esant  $p = 152$  kPa slėgiui ir  $T = 300$  K temperatūrai, helio ir argono mišinio tankis  $\rho = 2$  kg/m<sup>3</sup>. Kiek helio atomų yra viename dujų mišinio kubiniame milimetre?
2. Skrendančio lėktuvo kabinoje barometras rodo vienodą  $p = 79$  kPa slėgį. Dėl to lakūnas laiko skridimo aukštį  $h_1$  pastoviu. Tačiau oro temperatūra už lėktuvo korpuso pasikeitė nuo  $t_1 = 5$  °C iki  $t_2 = 1$  °C. Slėgis prie žemės paviršiaus  $p_0 = 101,3$  kPa. Apskaičiuokite absoliutinę ir santykinę paklaidą, kurią, nustatydamas aukštį, padarė lakūnas. Paaiškinkite gautą rezultatą.
3. Suskaičiuokite dviejų ciklinių procesų idealiosiose dujose naudingumo koeficientų santykį  $\eta_1/\eta_2$ . Abu procesai pavaizduoti 1 pav. Pirmasis procesas yra 1-2-3-4-1, o antrasis procesas – 5-6-7-4-5.
4. Turime statmeną stiklinį kapiliarą, kurio apatinis galas yra užlydytas, o viršutinis – atviras. Į vamzdelį yra prileista deguonies dujų, o virš deguonies yra  $h = 10$  cm ilgio gyvsidabrio stulpelis. Vamzdelį apvertus ir pašildžius iki  $T_2 = 40$  °C, gyvsidabrio stulpelis pasislinko per  $\Delta x = 8$  cm. Koks pradinis deguonies stulpelio aukštis  $x$ , jei atmosferos slėgis yra  $p_0 = 10^5$  Pa, o aplinkos temperatūra yra  $T_1 = 20$  °C?
5. 2 pav. pavaizduotas dujų, kurių medžiagos kiekis yra  $\nu = 120,3$  mol, ciklinis procesas pV diagramoje. Pavaizduokite šiuos procesus pT bei VT diagramose.
6. Vykstant tam tikram procesui, idealiųjų dujų šiluminė talpa kinta pagal dėsnį:  $C = \psi/T$ , čia  $\psi$  yra proporcingumo konstanta. Apskaičiuokite darbą, kurį atlieką  $\nu$  kiekis dujų, kai dujų temperatūra pakinta nuo  $T$  iki  $2T$ . Ar toks procesas yra (gali būti) politropinis? Kodėl?
7. Šiluminės mašinos ciklą sudaro dvi izotermos ( $T_1 > T_2$ ) ir dvi izochoros ( $V_2 > V_1$ ). Pavaizduokite šiuos procesus pV, pT bei VT diagramose. Apskaičiuokite ciklo naudingumo koeficientą.
8. Cilindre po stūmokliu yra  $\nu = 10$  mol vandenilio dujų, kurių pradinė temperatūra  $T_1 = 300$  K. Vandenilis pradėjo adiatiškai plėstis, ir jo tūris padidėjo  $b = 5$  kartus. Paskui jis buvo izotermiškai suslėgtas, o tūris sumažėjo  $b$  kartų.
  - a. Grafiškai pavaizduokite dujų būsenos kitimo procesus pV diagramoje.
  - b. Apskaičiuokite dujų atliktą darbą  $A$ .
  - c. Apskaičiuokite temperatūrą  $T_2$  izoterminio proceso pabaigoje.
9. Oro baliono su krepšiu ir pilotu bendra masė yra  $m = 300$  kg, baliono tūris  $V = 3000$  m<sup>3</sup>. Atmosferos slėgis  $p_0 = 101$  kPa, aplinkos temperatūra  $t_0 = 15$  °C. Iki kokios temperatūros  $t_1$  reikia pašildyti balione esantį orą, kad balionas atsiplėštų nuo žemės ir pradėtų kilti?
10. Apskaičiuokite 3 pav. pavaizduoto ciklo naudingumo koeficientą. Mažiausias slėgis ciklo metu  $p_{\min} = 1$  bar. Proceso dujos – oras.
11. Rutulio formos,  $d = 1$  mm skersmens gyvsidabrio lašiukas suspaudžiamas tarp dviejų stiklo plokštelių iki  $h = 0,1$  mm. Kuo tiksliau suskaičiuokite, kokį darbą  $A$  reikia atlikti suspaudžiant?
12. Dujų balionas yra pripildytas vandenilio ir deguonies dujų mišinio, kurio temperatūra yra  $T = 293$  K. Dujų slėgis yra  $p_0 = 1000$  Pa, o jų tankis –  $\rho = 3,28$  g/m<sup>3</sup>. Eksperimento metu mišinys uždegamas, susidaro vandens garai ir lieka vienu dujų likučių.
  - a. Koks slėgis bus inde, kai nusistovės pradinė dujų temperatūra?
  - b. Kokia balione esančių dujų mišinio masės procentinė sudėtis pasibaigus eksperimentui?
13. Dviejų vienodų cilindrių stūmokliai sujungti vienas su kitu kieta jungtimi taip, kad tūriai po stūmokliais yra vienodi ir lygūs  $V_0$  (4 pav.). Po stūmokliais yra vienodas kiekis  $T_0$  temperatūros dujų. Koks bus slėgis cilindruose, jei vienas jų yra įkaitinamas iki temperatūros  $T_1$ , o kitas – atšaldomas iki temperatūros  $T_2$ ? Kam lygus santykinis dujų tūrio pokytis kiekviename cilindre? Stūmokliai ir jungtis yra lengvi, trintis – maža, stūmokliai – sandarūs. Atmosferos slėgis  $p_0$ .
14. Tam tikras kiekis azoto dujų yra kaitinamos esant pastoviam tūriui, o tada leidžiama joms išsiplesti esant pastoviam slėgiui. Vėliau dujos yra atšaldomos esant pastoviam tūriui ir, galiausiai, suspaustos esant pastoviam slėgiui, grįžta į pradinę būseną. Pradinė dujų temperatūra yra  $T_0$ , o didžiausia temperatūra ciklo metu –  $4T_0$ . Apskaičiuokite didžiausią įmanomą tokio ciklo naudingumo koeficientą.
15. Šilumai nelaidžiam cilindre su stūmokliu yra  $V_0 = 1$  m<sup>3</sup> idealiųjų dujų, kurių slėgis  $p_0 = 10^5$  Pa. Cilindro skerspjūvio plotas  $S = 0,1$  m<sup>2</sup>. Stūmoklis pradėdamas traukti iš cilindro pastoviu greičiu  $v = 1$  cm/s. Tuo pačiu metu dujos pradėdamos šildyti cilindre esančiu kaitinimo elementu. Kokia turi būti kaitinimo elemento galios priklausomybė nuo laiko  $P(t)$ , kad cilindre esančių dujų temperatūra nesikeistų? Kokia bus kaitinimo elemento galia  $P_0$ ,  $P_1$  ir  $P_2$  atitinkamais laiko momentais  $t_0 = 0$  s,  $t_1 = 1$  min ir  $t_2 = 1$  h?
16. Du vienodi kūnai, kurių pradinės temperatūros yra  $T_1$  ir  $T_2 < T_1$ , suglaudžiami tarp jų sudarant šiluminį kontaktą. Laikydami, kad šilumos mainai vyksta tik tarp šių dviejų kūnų, apskaičiuokite suminį entropijos pokytį  $\Delta S$  temperatūrai susivienodinus. Patikrinkite, ar  $\Delta S > 0$ ?
17. Pradinis idealiųjų dujų tūris yra  $V_1$ , o slėgis –  $p_1$ . Pirmuoju atveju dujos iš pradžių buvo šildomos izochoriškai, o po to – izobariškai. Antruoju atveju iš pradžių šildomos izobariškai, o po to – izochoriškai. Abiem atvejais galutinis tūris ir slėgis atitinkamai lygūs  $V_2$  ir  $p_2$ . Kiek skiriasi sistemos gautas šilumos kiekis ir entropijos pokytis, dujų būsenai keičiantis vienu ar kitu būdu? Nubraižykite procesus pV diagramose ir paaiškinkite gautą rezultatą.

18. Idealiųjų dujų proceso metu buvo nustatytas toks dujų slėgio ir tūrio sąryšis:  $p/V = \psi$ , čia  $\psi$  yra proporcingumo konstanta. Nubrėškite procesą VT diagramoje ir apskaičiuokite dujų atliktą darbą joms išsiplečiant nuo  $V_1$  iki  $V_2$ .
19. Horizontalų cilindrinį  $V_0 = 1 \text{ l}$  indą su  $m_d = 1 \text{ g}$  vandenilio pusiau dalija  $m_s = 5 \text{ g}$  masės  $d = 6 \text{ mm}$  storio aliuminio stūmoklis. Pastumtas į šalį ir paleistas jis pradeda svyruoti. Nubrėškite stūmoklio mažų svyravimų periodo priklausomybę nuo temperatūros.
20. Krušos metu į ežerą, kurio temperatūra  $t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ , krinta  $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  ir  $R_0 = 1 \text{ cm}$  spindulio ledo rutuliukai. Suskaičiuokite, per kiek laiko ledo rutuliukas visiškai ištirps, jei šiluminiai mainai vyksta tik dėl šilumos laidumo. Vandens šiluminio laidumo koeficientas  $K = 0,6 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ , ledo savitoji lydymosi šiluma  $\lambda = 334 \text{ kJ/kg}$ , tankis  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ . Laikykite, kad vandens kiekis yra be galo didelis lyginant su ledo rutuliuko tūriu.



Svarbu!

- Sprendžiant kai kuriuos uždavinius gali būti naudinga tokia apytikslė išraiška:  $(1 \pm x)^{-1} \approx 1 \mp x$ , kai  $x \ll 1$ .
- Brėžiniai ir grafikai yra braižomi, o ne piešiami. Braižydami grafikus naudokite languotą popierių (geriausia – milimetrinį), pieštuką, liniuotę, skriestuvą. Grafikai, nubraižyti kompiuteriu, nebus vertinami.
- Sprendimus pateikite šioje Google formoje: <https://forms.gle/jYb6B739XJVf2K2a7>.
- Sprendimus prašau atsiųsti nurodytais terminais: **1-10 uždavinius** ne vėliau kaip iki **2023 m. gruodžio 3 dienos**, o **11-20 uždavinius** ne vėliau kaip iki **2023 m. gruodžio 22 dienos**.
- Jei kyla neaiškumų dėl uždavinių sąlygų, rašykite ir klauskite manęs: [povilasjakstas@yahoo.co.uk](mailto:povilasjakstas@yahoo.co.uk).

Sėkmės sprendžiant uždavinius!

Po to linkiu linksmi sutikti šventes.

Vytautas Jakštas