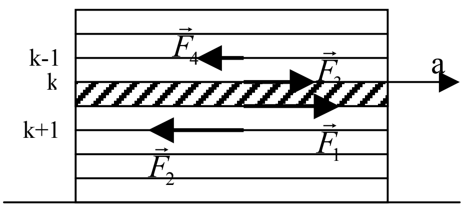
34-OJI JAUNŲJŲ FIZIKŲ OLIMPIADA

X klasė

II ratas

1. **. Iš krūvos ant stalo sudėtų vienodų popieriaus lapų vidurio horizontaliu pagreičiu a traukiamas vienas lapas. Kaip judės kiti popieriaus lapai, jei tarp jų ir tarp apatinio lapo ir stalo trinties koeficientas μ?**

<u>Sprendimas</u>



Tegul traukiame k – ąjį nuo viršaus lapą. Panagrinėkime jėgas, veikiančias (k+1) – ąjį lapą. Jį stengsis išjudinti trinties jėga F_1, veikianti tarp k – ojo ir (k+1) – ojo lapų. Jos dydį aprašo formulė

$$F_1 = k\mu mg, \qquad (1)$$

kur m – vieno lapo masė. Iš kitos pusės, judėjimą stabdys trinties jėga tarp (k+1) – ojo ir (k+2) – ojo lapų. Jos maksimali vertė

$$F_2 = (k+1)\mu mg. \qquad (2)$$

Palyginę (1) ir (2), matome, kad visuomet $F_2>F_1$. Taigi (k+1) – asis ir visi kiti apatiniai lapai liks vietoje.

Analogiškai panagrinėkime jėgas, veikiančias (k-1) – ąjį lapą. Jėga, kuri stengsis suteikti šiam lapui pagreitį:

$$F_3 = (k-1)\mu mg. \qquad (3)$$

Maksimali jėga, stabdanti judėjimą

$$F_4 = (k-2)\mu mg. \qquad (4)$$

Pasinaudoję antruoju Niutono dėsniu, (k-1) –ajam lapui užrašome

$$ma_1 = F_3 - F_4 = \mu mg, \qquad (5)$$

kur a_1 – pagreitis, kuriuo judės nagrinėjamas lapas. Iš (5) turime

$$a_1 = \mu g. \qquad (6)$$

Bet judėjimas tokiu pagreičiu bus galimas tik tuomet, kai a>μg. Jeigu $a \le \mu g$, praslydimo tarp k – ojo ir (k-1) – ojo lapų nebus, ir (k-1) – asis lapas judės kartu su k – uoju.

Atsakymą galima suformuluoti taip. Iš vienodų lapų krūvos vidurio horizontalia kryptimi pagreičiu a traukiant lapą apatiniai lapai liks vietoje. Viršutinių lapų judesys priklausys nuo a dydžio. Jeigu a>μg, viršuje esantys lapai judės pagreičiu $a_1 = \mu g.$ Jeigu $a \le \mu g,$ tai viršutiniai lapai kartu su traukiamuoju lapu judės pagreičiu a.

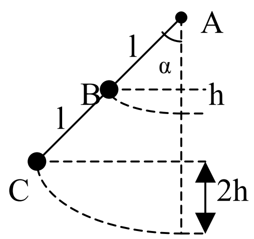
2. **Nesvaraus strypo viduryje ir viename gale yra pritvirtinti nedideli vienodos masės kūnai. Sistema gali suktis apie horizontalią ašį, einančią per kitą strypo galą. Sistema atlenkiama 60^0 kampu ir paleidžiama. Koks įtempimo jėgų atskirose strypo dalyse santykis, kai sistema pereina pusiausvyrąją būseną?**

<u>Sprendimas</u>

Tegul sistema atlenkiama kampu α nuo pusiausvyros padėties (1 pav.). Kūnų masę pažymėkime m, o strypo ilgį – 2l. Tuomet aukštis h, į kurį pakilo kūnas B, išreiškiamas taip:

$$h = l(1-\cos\alpha) = 2l\sin^2\frac{\alpha}{2}. \qquad (1)$$

Atlenkiant kūnas C pakeliamas į aukštį 2h. Sutinkamai su energijos tvermės dėsniu, sistemai einant per pusiausvyros būseną, galioja lygybė



1 pav.

$$mgh + 2mgh = \frac{mv_B^2}{2} + \frac{mv_C^2}{2}, \qquad (2)$$

kur v_B ir v_C – atitinkamų kūnų linijiniai greičiai. Akivaizdu, kad galioja sąryšis

$$v_C = 2v_B. \qquad (3)$$

Pasinaudoję (1) ir (3), iš (2) randame

$$v_B = 2\sqrt{\frac{3}{5}gl}\sin\frac{\alpha}{2}, \qquad (4)$$

$$v_C = 4\sqrt{\frac{3}{5}gl}\sin\frac{\alpha}{2}. \qquad (5)$$

Strypo įtempimas atkarpoje BC (2 pav.) turi kompensuoti kūno C sunkio jėgą bei suteikti šiam kūnui įcentrinį pagreitį. Taigi

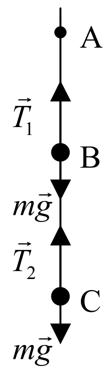
$$T_2 = mg + \frac{mv_C^2}{2l},$$

iš kur, pasinaudoję (5), randame

$$T_2 = mg\left[1 + \frac{24}{5}\sin^2\frac{\alpha}{2}\right].(6)$$

Atkarpoje AB strypas bus stipriau įtemptas, nes jam papildomai dar teks kompensuoti kūno B sunkio jėgą ir suteikti jam įcentrinį pagreitį

$$T_1 = T_2 + mg + \frac{mv_B^2}{l}.$$



2 pav.

Pasinaudoję (4) ir (6), gauname

$$T_1 = mg\left[2 + \frac{36}{5}\sin^2\frac{\alpha}{2}\right].$$

Taigi ieškomasis santykis

$$\eta = \frac{T_1}{T_2} = \frac{2 + \frac{36}{5}\sin^2\frac{\alpha}{2}}{1 + \frac{24}{5}\sin^2\frac{\alpha}{2}} = \frac{10 + 36\sin^2\frac{\alpha}{2}}{5 + 24\sin^2\frac{\alpha}{2}}.$$

Įstatę sąlygoje duotą α vertę, gauname

$$\eta = \frac{19}{11}.$$

3. Raskite maksimalią idealiųjų dujų temperatūrą procesui $p = p_0 - \alpha V$, kur p_0 ir α – konstantos, V – vieno molio tūris.

Sprendimas

Iš Mendelejevo – Klapeirono lygties idealiųjų dujų vienam moliui turime

$$pV = RT. \qquad (1)$$

Iš čia

$$T = \frac{pV}{R}. \qquad (2)$$

Sąlygoje duota, kad nagrinėjamam procesui galioja sąryšis

$$p = p_0 - \alpha V. \qquad (3)$$

Pasinaudoję juo, iš (2) gauname

$$T = \frac{(p_0 - \alpha V)V}{R}. \qquad (4)$$

Nesunku įsitikinti, kad ši priklausomybė turi maksimumą. Jam nustatyti, randame T išvestinę pagal V ir prilyginame ją nuliui:

$$\frac{dT}{dV} = \frac{p_0 - 2\alpha V}{R} = 0.$$

Iš čia tūris V_m, kuriam esant temperatūra yra maksimali

$$T_m = \frac{p_0}{4\alpha R}.$$

4. Į indą, kuriame yra 40g vandens, įdedama dugnu aukštyn plonų sienelių cilindro formos stiklinė, kurios aukštis 10cm, diametras 6cm. Iki kokios mažiausios temperatūros turi būti įkaitinta stiklinė, kad jai ataušus iki aplinkos temperatūros 24^{0}C į ją būtų įtrauktas visas vanduo? Garavimo, paviršiaus ir stiklinės plėtimosi nepaisyti. Atmosferos slėgis 10^{5}Pa, vandens tankis 1000kg/m^3, laisvojo kritimo pagreitis 10m/s^2.

Sprendimas

Pažymėkime stiklinės aukštį H, diametrą d, aplinkos temperatūrą T_0, atmosferos slėgį p_0, vandens tankį ρ, vandens masę m.

Dujoms stiklinėje galioja dujų būvio lygtis

$$\frac{p_0 V_0}{T} = \frac{pV}{T_0}, \qquad (1)$$

kur p – dujų slėgis, įtraukus vandenį, T – ieškomoji temperatūra.

$$V_0 = \frac{1}{4}\pi d^2 H, \qquad (2)$$

$$V = V_0 - \frac{m}{\rho}. \qquad (3)$$

Čia V_0 – stiklinės tūris, V – dujų tūris, joms ataušus. Kai visas vanduo yra įtraukiamas į stiklinę, dujų slėgis stiklinėje sumažėja dydžiu, lygiu įtraukto vandens stulpelio svoriui:

$$p = p_0 - \frac{4mg}{\pi d^2}. \qquad (4)$$

Įstatę (2), (3) ir (4) į (1), randame

$$T = T_0 \frac{1}{\left(1 - \frac{4mg}{\pi d^2 p_0}\right)\left(1 - \frac{4m}{\pi d^2 \rho H}\right)}.$$

Iš čia, pasinaudoję sąlygoje duotais duomenimis, apskaičiuojame

$$T = 350K = 87^0 C.$$

5. Į vieną termosą įpilta 1 litras karšto raudonai nudažyto vandens, kurio temperatūra t_1=85^{0}C, o į kitą termosą – 1 litras vėsaus mėlynai nudažyto vandens, kurio temperatūra t_2=21^{0}C. Kaip, nenaudojant pašalinių energijos šaltinių, sušildyti litrą mėlynai nudažyto vandens iki temperatūros, aukštesnės už 58^{0}C, turint galimybę naudotis tuščiu plonasieniu mėgintuvėliu ir trečiu tuščiu termosu. Laikyti, kad indų šiluminės talpos labai menkos, kad raudonai ir mėlynai dažyto vandens šiluminės talpos vienodos ir nepriklauso nuo temperatūros.

Sprendimas

Į mėgintuvėlį įpilame n – tąją dalį raudonojo vandens (t_r=85^{0}C) ir jį įleidžiame į termosą su mėlynuoju vandeniu (t_m=21^{0}C). Nusistovėjus termodinaminei pusiausvyrai, mėlynojo vandens temperatūra bus t_1 ir jos reikšmę galime rasti iš šilumos balanso lygties

$$mc(t_1 - t_m) = \frac{m}{n} c(t_r - t_1). \qquad (1)$$

Pertvarkę (1), turime

$$t_1 = \frac{n}{n+1} t_m + \frac{1}{n+1} t_r. \qquad (2)$$

Atvėsusį raudonąjį vandenį išpilame į trečiąjį termosą, į mėgintuvėlį įpilame antrąją n – tąją dalį raudono vandens ir vėl mėgintuvėlį įmerkiame į mėlynąjį skystį. Šilumos balanso lygtis šiuo atveju tokia

$$mc(t_2 - t_1) = \frac{m}{n} c(t_r - t_2),$$

iš kur

$$t_2 - t_1 = \frac{t_r}{n} - \frac{t_2}{n}.$$

Įstatę t_1 iš (1), randame

$$t_2 \left(\frac{n}{n+1} \right)^2 t_m + \left[\frac{n}{(n+1)^2} + \frac{1}{n+1} \right] t_r.$$

Nesunku įsitikinti, kad po trečiojo analogiško veiksmo mėlynojo vandens temperatūra t_3 bus:

$$t_3 = \left(\frac{n}{n+1} \right)^3 t_m + \left[\frac{n^2}{(n+1)^3} + \frac{n}{(n+1)^2} + \frac{1}{n+1} \right] t_r.$$

Taigi, pakartojus aprašytą veiksmą visus n kartų, mėlynojo vandens temperatūrai t_n turėsime

$$t_n = \left(\frac{n}{n+1} \right)^n t_m + t_r \sum_{j=1}^{n} \frac{n^{j-1}}{(n+1)^j}. \qquad (3)$$

Šioje lygybėje po sumos ženklu turime geometrinę progresiją S_n:

$$S_n = 1 - \left(\frac{n}{n+1} \right)^n.$$

Įstatę tai į (3), gausime

$$t_n = \left(\frac{n}{n+1} \right)^n (t_m - t_r) + t_r. \qquad (4)$$

Pabandykime surasti, koks turi būti n, kad t_n būtų lygi 58^0C. Tam į (4) lygybę įrašome sąlygoje duotas t_m ir t_r vertes:

$$58 = \left(\frac{n}{n+1} \right)^n (21 - 85) + 85.$$

Iš čia

$$\left(\frac{n}{n+1} \right)^n = \frac{27}{64}.$$

Matome, kad ši lygybė galioja, kai n=3. Tai reiškia, kad, norint gauti mėlynojo vandens temperatūrą, didesnę už 58^0C, turime imti n>3.
Galima įsitikinti, kad analogišką rezultatą gautume, jei dalintume mėlynąjį vandenį į n dalių, tas dalis šildytume raudonajame vandenyje ir po to išpylinėtume į trečiąjį termosą.

III turas

6. Akmuo, kurio masė M=300kg, guli horizontalioje plokštumoje atstumu L=20m nuo bedugnės krašto. Prie akmens pritvirtinta virvė, permesta per lygų iškyšulį. Virve lipa beždžionė. Kokiu pastoviu (Žemės atžvilgiu) pagreičiu turi lipti beždžionė, kad suspėtų pakilti ankščiau, negu nukris akmuo? Pradinis atstumas nuo beždžionės iki iškyšulio H=50m, o jos masė m=30kg. Trinties koeficientas tarp akmens ir plokštumos μ=0,2.

Sprendimas

Pažymėkime akmens pagreitį a_2, o beždžionės – a_1. Laikus t_1 ir t_2, per kuriuos beždžionė ir akmuo pasieks bedugnės kraštą, galėsime rasti iš lygybių

$$H = \frac{a_1 t_1^2}{2}, \quad L = \frac{a_2 t_2^2}{2}. \qquad (1)$$

Iš šių lygybių apskaičiavę t_1 ir t_2, gauname

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{H}{L}\frac{a_2}{a_1}}. \qquad (2)$$

Pažymėję virvės įtempimo jėgą T, akmens ir beždžionės judesį galima aprašyti lygtimis

$$Ma_2 = T - \mu Mg, \qquad (3)$$

$$ma_1 = T - mg. \qquad (4)$$

Iš (4) išsireiškę T, įstatę T išraišką į (3) ir padalinę gautą lygybę iš Ma_1, turime

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{m}{M} + \left(\frac{m}{M} - \mu\right)\frac{g}{a_1}. \qquad (5)$$

Iš sąlygoje duotų duomenų seka, kad nagrinėjamu atveju skliaustuose esantis dydis yra neigiamas. Taigi, esant bet kokiai a_1 vertei (a_1 ir a_2, kaip seka iš (1), negali turėti neigiamų verčių), galioja nelygybė

$$\frac{a_2}{a_1} < \frac{m}{M}.$$

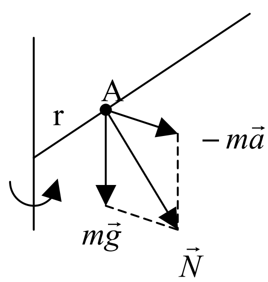
Pasinaudoję ja, vietoje (2) galime užrašyti

$$\frac{t_1}{t_2} < \sqrt{\frac{H}{L}\frac{m}{M}}. \qquad (6)$$

Įstatę į (6) išraišką sąlygoje duotus dydžius, turime $\frac{t_1}{t_2} < 0{,}5$ arba $t_2 > t_1$. Taigi, nepriklausomai nuo to, kokiu pagreičiu lips beždžionė, bedugnės kraštą ji pasieks anksčiau, negu akmuo.

7. Strypelis gali suktis horizontalioje plokštumoje apie vertikalią ašį, einančią per strypelio galą. Atstumu r nuo ašies ant strypelio yra užmautas žiedas. Trinties koeficientas tarp strypelio ir žiedo μ. Strypelis pradedamas sukti pastoviai greitėjančiai. Žiedo tangentinis pagreitis yra a. Raskite, kokiam kampiniams greičiui esant žiedas pradės slysti.

Sprendimas



Tegul žiedas, kurio masė m, pakabintas strypelio taške A. Įcentrinį pagreitį žiedui suteikia rimties trinties jėga

$$F_t = \mu N, \qquad (1)$$

kur N – žiedo slėgio į strypą jėga. Ji susideda iš žiedo sunkio jėgos mg ir jėgos –ma, kuri yra jėgos, suteikiančios žiedui tangentinį pagreitį, atoveiksmio jėga. Kadangi šios jėgos statmenos, turime

$$N = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2} = m\sqrt{a^2 + g^2}. \qquad (2)$$

Kampinį greitį, kuriam esant žiedas pradės slysti, rasime sulyginę įcentrinę jėgą su ramybės trinties jėga

$$ma_{ic} = m\omega_0^2 r = \mu N = \mu m\sqrt{g^2 + a^2}.$$

Iš čia

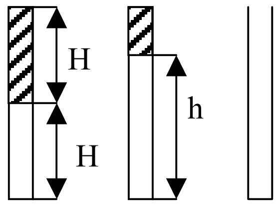
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\mu\sqrt{g^2 + a^2}}{r}}.$$

Sukantis didesniu kampiniu greičiu, negu ω_0, žiedas pradės slysti ir nulėks nuo strypo.

8. Vertikalaus 2H ilgio stiklinio vamzdelio apatinis galas užlydytas, o viršutinis atviras. Apatinėje vamzdelio dalyje H yra idealiosios dujos, o viršutinę pusę užima gyvsidabris. Kokį šilumos kiekį reikia suteikti dujoms, kad jos išstumtų visą gyvsidabrį? Išorinis slėgis, išreikštas gyvsidabrio stulpelio aukščiu, lygus H, vamzdelio skerspjūvio plotas S, gyvsidabrio tankis ρ. Šilumos perdavimo vamzdeliui bei gyvsidabriui nepaisykite.

Sprendimas

Užrašome dujų būvio lygtį dujoms proceso pradžiai ir pabaigai (1 pav.):



1 pav.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}. \qquad (1)$$

Pažymėję išorinį slėgį p_0, iš uždavinio sąlygos turime

$$p_1 = p_0 + \rho g H = 2p_0,$$

$$p_3 = p_0,$$

$$V_1 = SH,$$

$$V_3 = 2SH.$$

Įstatę visus šiuos dydžius į (1) lygybę, gauname

$$T_1 = T_3. \qquad (2)$$

Iš I termodinamikos dėsnio turime

$$Q = \Delta U + A, \qquad (3)$$

kur Q – dujoms suteiktas šilumos kiekis, ΔU – dujų vidinės energijos pokytis, A – dujų atliktas darbas. (2) sąlyga rodo, kad proceso metu dujų vidinė energija nepakito, t.y., ΔU=0. Taigi iš (3) seka

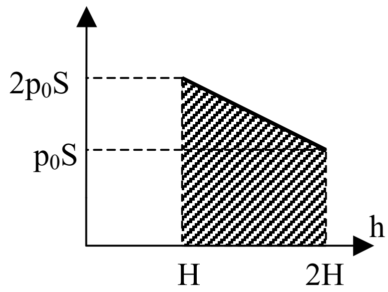
$$Q = A. \qquad (4)$$

Dujų slėgis nuo dujų stulpelio aukščio h (1 pav.) priklauso taip

$$p = p_0 + \rho g(2H - h).$$

Iš čia seka, kad jėga, kuria dujos slegia gyvsidabrį, nuo h priklauso tiesiškai:

$$F = pS = [p_0 + \rho g(2H - h)]S.$$



2 pav.

Ši priklausomybė parodyta 2 pav. Darbas, kurį atliks besiplėsdamos dujos, lygus brėžinyje užštrichuotam plotui:

$$A = \frac{2p_0 S + p_0 S}{2} H = \frac{3}{2} p_0 HS. \qquad (5)$$

Kadangi sąlygoje duota, kad $p_0 = \rho g H$, iš (4) bei (5) turime

$$Q = A = \frac{3}{2} \rho g H^2 S.$$

9. Dviejų skirtingų laidininkų masės ir varžos vienodos. Kiek kartų skiriasi jų ilgiai?

Sprendimas

Medžiagų, iš kurių padaryti laidai, tankius pažymėsime d_1 ir d_2, savitąsias varžas – ρ_1 ir ρ_2, ilgius – l_1 ir l_2 ir skerspjūvio plotus – S_1 ir S_2. Sutinkamai su sąlyga, tarp šių dydžių galios lygybės

$$d_1 S_1 l_1 = d_2 S_2 l_2, \qquad (1)$$

$$\rho_1 \frac{l_1}{S_1} = \rho_2 \frac{l_2}{S_2}. \qquad (2)$$

Sudauginę (1) ir (2) lygybes ir gautą išraišką pertvarkę, randame

$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{\rho_2 d_2}{\rho_1 d_1}}.$$

10. Esant nominaliai tinklo įtampai, lygintuvas su termoreguliatoriumi periodiškai įsijungia vienai minutei, palaikydamas beveik pastovią temperatūrą. Tinklo įtampai sumažėjus 10%, šis laikas padidėja iki 2min. Kokia turėtų būti tinklo įtampa, kad termoreguliatorius dar sugebėtų palaikyti šią temperatūrą?

Sprendimas

Tegul, esant tinklo nominalinei įtampai U_0, reguliatorius įsijungia laikui t_0, o sumažėjus tinklo įtampai iki vertės U_1 – laikui t_1. Šilumos kiekis, kurį išskirs elektros srovė lygintuve vieno įjungimo metu, šiais dviem atvejais bus

$$\left.\begin{aligned} Q_0 &= \frac{U_0^2 t_0}{R}, \\ Q_1 &= \frac{U_1^2 t_1}{R}. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Čia R – lygintuvo spiralės varža. Šitas šilumos kiekis bus sunaudojamas lygintuvo temperatūrai pakelti dydžiu ΔT, kuris būtinas, kad įsijungusi rėlė vėl išsijungtų, bei bus išspinduliuotas į aplinką. Laikysime, kad lygintuvo per laiko vienetą atiduodamas šilumos kiekis lygus q. Tuomet pasinaudojus (1) lygybėmis, nagrinėjamiems dviem atvejams šilumos balansą galima bus užrašyti taip:

$$\frac{U_0^2 t_0}{R} = mc\Delta T + qt_0, \qquad (2)$$

$$\frac{U_1^2 t_1}{R} = mc\Delta T + qt_1, \qquad (3)$$

kur c – lygintuvo savitoji šiluma, m – jo masė. Iš (3) atėmę (2) ir gautą išraišką pertvarkę, gauname

$$q = \frac{U_1^2 t_1 - U_0^2 t_0}{R(t_1 - t_0)}. \qquad (4)$$

Aišku, kad, mažinant įtampą, įjungimo laikas vis didės. Ribiniu atveju su pirmuoju nariu šilumos balanso lygtyje (3), kuris nepriklauso nuo įjungimo laiko, galima bus nesiskaityti. Taigi pažymėję ribinę įtampą U_{min}, turėsime

$$\frac{U_{\min}^2 t_3}{R} = qt_3.$$

Iš čia, pasinaudoję (4), gausime

$$U_{\min} = U_0 \sqrt{\frac{\left(\dfrac{U_1}{U_0}\right)^2 \dfrac{t_1}{t_0} - 1}{\dfrac{t_1}{t_0} - 1}}.$$

Įstatę sąlygoje duotus dydžius $U_1/U_0=0{,}9$ ir $t_1/t_0=2$, gauname

$$U_{\min} = U_0\sqrt{0{,}62} \approx 0{,}8U_0.$$

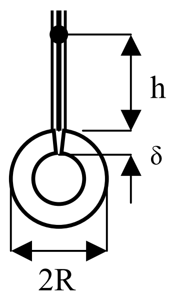
Taigi, tam, kad termoreguliatorius sugebėtų palaikyti reikiamą lygintuvo temperatūrą, tinklo įtampa nuo nominaliosios vertės turi skirtis ne daugiau kaip 20%.

11. <u>Užduotis.</u> Raskite kūnelio savitąją šilumą.

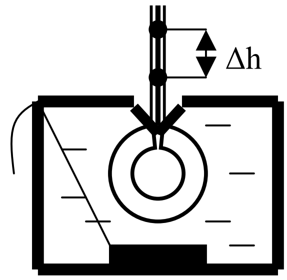
<u>Priemonės.</u> Tiriamasis kūnelis, termiškai izoliuotas indelis su dangteliu, stiklinis kapiliaras su burbuliuku gale (kapiliaro vidinis skersmuo 1,1mm, burbuliuko sienelės storis 0,5mm), tūrio matavimo cilindras, milimetrinio popieriaus juostelė, svirtinės svarstyklės su svarelių komplektu, indas su kambario temperatūros vandeniu, siūlas, indas su tirpstančiu ledu, plastilinas.

Kambario temperatūra žinoma.

<u>Sprendimas</u>.



1 pav.



2 pav.

Pirmiausia iš kapiliaro su burbuliuku pasidarome termometrą. Tuo tikslu paimame į rankas burbuliuką ir truputį pašildome jame esantį orą. Po to, paimame pirštais kapiliarą ir jo galą panardiname į indą su vandeniu. Auštant orui, į kapiliarą bus įtraukta truputis vandens (1 pav.). Kai vėl visiškai nusistovi pusiausvyra, milimetriniu popieriumi išmatuojame aukštį h (1 pav.).Be to, apvynioję milimetrinio popieriaus juostelę apie burbuliuką, nustatome burbuliuko išorinio paviršiaus apskritimo ilgį l. Turint šiuos dydžius, nesunku apskaičiuoti kapiliare ir rutuliuke esančių dujų tūrį

$$V_0 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{l}{2\pi} - \delta\right)^3 + \frac{1}{4}\pi d^2 h, \qquad (1)$$

kur δ – burbuliuko sienelių storis ir d – kapiliaro vidinis diametras. Prie kapiliaro plastilinu prilipdome milimetrinio popieriaus juostelę. Termometras paruoštas.

Toliau eksperimentą tęsiame taip. Į termiškai izoliuotą indelį įpilame kambario temperatūros vandens, tūrio matavimo cilindru išmatuojame šio vandens tūrį V_v. Tai reiškia, kad į indelį įpilto vandens masė

$$m_v = \rho_v V_v, \qquad (2)$$

kur ρ_v – vandens tankis. Pro skylutę indelio dangtelyje prakišame kapiliarą ir su plastilinu jį įtvirtiname. Prie tiriamojo kūnelio pririšame siūlą ir kūnelį panardiname į vandenį su ledu. Kai kūnelis atauš, paėmę už siūlo jį ištraukiame iš šilto vandens, greitai panardiname į vandenį, esantį izoliuotame indelyje, ir indelį uždengiame. Kai indelyje nusistovi pusiausvyra, vandens temperatūra nukris nuo kambario temperatūros T_0 iki T, todėl dujos kapiliare iš 1 padėties nusileis į 2 (2 pav.). Milimetrinio popieriaus juostelėje atskaičiavę lašiuko padėties pakitimą Δh, galime paskaičiuoti dujų tūrio pokytį.

$$\Delta V = \frac{1}{4}\pi d^2 \Delta h. \qquad (3)$$

Iš dujų būvio lygties turime

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}.$$

Kadangi p_0=p, iš šios lygybės seka

$$T = T_0 \frac{V}{V_0} = T_0\left(1 - \frac{\Delta V}{V_0}\right), \qquad (4)$$

$$\Delta T = T - T_0 = T_0 \frac{\Delta V}{V_0}. \qquad (5)$$

Dabar užrašome šilumos balanso lygtį

$$mc(T-273)=m_v c_v \Delta T,$$

kur m – tiriamojo kūnelio masė, c – jo savitoji šiluma, c_v – vandens savitoji šiluma. Pasinaudoję (4) ir (5) išraiškomis, iš pastarosios lygybės gauname

$$c=c_v\frac{m_v}{m}\frac{T_0\dfrac{\Delta V}{V_0}}{T_0\left(1-\dfrac{\Delta V}{V_0}\right)-273}. \qquad (6)$$

Svarstyklėmis nustatome tiriamojo kūnelio masę, iš formulių (1), (2) ir (3) paskaičiuojame V_0, m_v ir ΔV. c_v ir T_0 žinome. Įstatę visus šiuos dydžius į (6), randame tiriamojo kūnelio savitąją šilumą.

Užduotys ir sprendimai skelbiami iš leidinio:

TRISDEŠIMT KETVIRTOJI JAUNŲJŲ FIZIKŲ OLIMPIADA. *Parengė V. Dienys*

Pastaba: ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt skelbiama nuo 2007 02 28.