

2014 m. Fizikos olimpiados II turo uždaviniai
9 klasė

1. Į didelį indą įpilta ρ tankio skysčio. Plonasienė cilindrinės formos stiklinė, kurios aukštis H ir tūris V , įdedama į skystį dideliame inde taip, kad plūduriuotų. Stiklinė dalis, kurios aukštis h , skystyje panyra. Po to stiklinė skystyje nuskandinama. Kokia jėga stiklinė veikia indo dugną?
2. Ant stalo guli knyga, kurios matmenys (30 X 30) cm. Norint knygą atversti per jos vidurį, reikia atlikti 0,6 J darbą. Kokia knygos masė?
3. 200 g masės 20 °C temperatūros vanduo šildomas spiritine lempute, kurios naudingumo koeficientas 40 %. Per 1 min. lemputėje sudega 2 g alkoholio. Vanduo užvirė, o 10 % vandens išgaravo. Vandens savitoji šiluma $4,2 \cdot 10^3$ J/(kg·°C), vandens savitoji garavimo šiluma $2,3 \cdot 10^6$ J/kg, alkoholio degimo šiluma $29 \cdot 10^6$ J/kg. Kiek laiko truko vandens šildymas?
4. Į du vienodus indus pripilta skysčio. Pirmajame inde skysčio aukštis $h_1 = 1$ m, o temperatūra $t_1 = 40$ °C. Antrajame inde skysčio aukštis $h_2 = 2$ m, o temperatūra $t_2 = 60$ °C. Abiejų indų dugne yra vienodos skylės, pro kurias teka vanduo į trečiąjį indą. Skysčio aukštis ir temperatūra pirmajame, ir antrajame induose palaikomi pastovūs. Nustatykite nusistovėjusią temperatūrą trečiajame inde. Indų šiluminės talpos nepaisykite. Skysčio tekėjimo greitis $v = \sqrt{2gh}$.

2014 m. Fizikos olimpiados II turo uždavinių sprendimai
9 klasė

1. Į didelį indą įpilta ρ tankio skystio. Plonasienė cilindrinės formos stiklinė, kurios aukštis H ir tūris V , įdedama į skystį dideliame inde taip, kad plūduriuotų. Stiklinė dalis, kurios aukštis h , skystyje panyra. Po to stiklinė skystyje nuskandinama. Kokia jėga stiklinė veikia indo dugną?

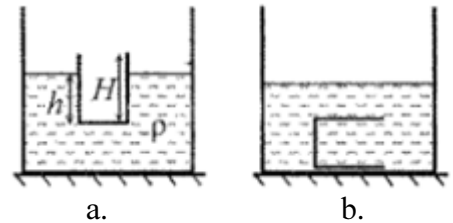
Sprendimas

Kai stiklinė plūduriuoja skystyje (pav.a.), Archimedo jėga lygi stiklinės kūno svoriui:

$$F_A = mg, \quad (2 \text{ taškai})$$

$$\rho g S h = mg, \quad (2 \text{ taškai})$$

$$\rho g h \frac{V}{H} = mg. \quad (2 \text{ taškai})$$



Antruoju atveju stiklinė nuskendusį guli ant indo dugno (pav. b.) Kadangi stiklinė plonasienė, tai Archimedo jėga labai maža ir jos galima nepaisyti. Jėga, kuria stiklinė slekia indo dugną lygi stiklinės kūno svoriui:

$$F = mg, \quad (2 \text{ taškai})$$

$$F = \rho g V \frac{h}{H}. \quad (2 \text{ taškai})$$

2. Ant stalo guli knyga, kurios matmenys (30 X 30) cm. Norint knygą atversti per jos vidurį, reikia atlikti 0,6 J darbą. Kokia knygos masė?

Sprendimas

Minimalus darbas, kurį reikia atlikti norint atversti knygą per vidurį, lygus darbui, atliekamam pakeliant pusės knygos masę į aukštį $l/2$, t.y.

$$A = 0,5mg0,5l. \quad (6 \text{ taškai})$$

Iš čia randame knygos masę:

$$m = 4A/gl. \quad (2 \text{ taškai})$$

$$m = 0,8 \text{ kg}. \quad (2 \text{ taškai})$$

3. 200 g masės 20 °C temperatūros vanduo šildomas spiritine lempute, kurios naudingumo koeficientas 40 %. Per 1 min. lemputėje sudega 2 g alkoholio. Vanduo užvirė, o 10 % vandens išgaravo. Vandens savitoji šiluma $4,2 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, vandens savitoji garavimo šiluma $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$, alkoholio degimo šiluma $29 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$. Kiek laiko truko vandens šildymas?

Sprendimas

Surašome, kas duota:

$$\begin{aligned} m &= 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg} \\ t_0 &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ t &= 100 \text{ }^\circ\text{C} \\ m_1 &= 2 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \\ \tau_1 &= 1 \text{ min} = 60 \text{ s} \\ k &= 10 \% = 0,1 \\ \eta &= 40 \% = 0,4 \\ c &= 4,2 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \\ L &= 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg} \\ q &= 29 \cdot 10^6 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

$$\text{Spiritinės lemputės naudingumo koeficientas } \eta = \frac{Q_n}{Q_v}. \quad (1) \quad (2 \text{ taškai})$$

Čia Q_v - visas šilumos kiekis, gautas sudegant alkoholiui, o Q_n - šilumos kiekis, reikalingas užvirinti vandenį ir k dalį vandens išgarinti.

$$Q_n \text{ lygus: } Q_n = cm(t - t_0) + kmL. \quad (2) \quad (2 \text{ taškai})$$

$$Q_v \text{ lygus: } Q_v = q m^* \tau = q \frac{1}{\tau_1} \tau. \quad (3) \quad (2 \text{ taškai})$$

Čia $m^* = \frac{m_1}{\tau_1}$ - per 1 s sudegusio alkoholio masė, τ - laikas, kurį degė spiritinė lemputė.

(3) ir (4) lygtis įrašę į (1) ir išreiškę τ , gauname:

$$\tau = \frac{[cm(t - t_0) + kmL] \tau_1}{\eta q m_1}. \quad (2 \text{ taškai})$$

$$\tau \approx 1856 \text{ s} \approx 30,9 \text{ min.} \quad (2 \text{ taškai})$$

4. Ī du vienodus indus pripilta skysċio. Pirmajame inde skysċio aukštis $h_1 = 1$ m, o temperatūra $t_1 = 40$ °C. Antrajame inde skysċio aukštis $h_2 = 2$ m, o temperatūra $t_2 = 60$ °C. Abieju indų dugne yra vienodos skylės, pro kurias teka vanduo ĩ treċiajį indą. Skysċio aukštis ir temperatūra pirmajame, ir antrajame induose palaikomi pastovūs. Nustatykite nusistovėjusią temperatūrą treċiajame inde. Indų šiluminės talpos nepaisykite. Skysċio tekėjimo greitis $v = \sqrt{2gh}$.

Sprendimas

Tegul per laiką τ iš pirmojo indo ištekėjusio vandens masė lygi m_1 , iš antrojo - m_2 .

Užrašome šiluminio balanso lygtį, nepaisydami indo šiluminės talpos:

$$m_1 c(t_x - t_1) = m_2 c(t_2 - t_x), \quad (2 \text{ taškai})$$

čia c - vandens savitoji šiluma, o t_x - nusistovėjusi temperatūra treċiajame inde.

$$\text{Iš ċia} \quad t_x = \frac{t_1 + \frac{m_2}{m_1} t_2}{1 + \frac{m_2}{m_1}}. \quad (1) \quad (1 \text{ taškas})$$

Iš pirmojo indo ištekėjusio vandens masė $m_1 = \rho V_1$, (1 taškas)

čia ρ - vandens tankis, o V_1 - pro S skerspjūvio ploto skylę per τ laiką v greičiu ištekėjusio skysċio tūris.

$$V_1 = S v_1 \tau. \quad (1 \text{ taškas})$$

Taigi, $m_1 = \rho S v_1 \tau$. (1 taškas)

Analogiškai $m_2 = \rho S v_2 \tau$. (1 taškas)

$$\text{Tada} \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}. \quad (2) \quad (1 \text{ taškas})$$

(2) lygtį įrašę ĩ (1) surandame t_x :

$$t_x = \frac{t_1 + \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} t_2}{1 + \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}}. \quad (1 \text{ taškas})$$

$$t_x \approx 52 \text{ °C}. \quad (1 \text{ taškas})$$