

56-oji Lietuvos moksleivių fizikos olimpiada
10 klasės užduotys

1. Ilgio $L = 36$ cm ir skersmens $d = 3$ cm parafino žvakė sudega per laiką $t = 8$ val. Mergaitė prikabino prie žvakės apačios masės $m = 10$ g akmenuką tam, kad vandenyje žvakė plaukiotų vertikaliai, ir uždegtą Joninių naktį paleido plaukioti į ežerą. Kokiu greičiu V žvakės liepsna artės prie vandens paviršiaus? Kokio ilgio L_0 dalis žvakės liks nesudegusi? Po kiek laiko τ žvakė užges? Vandens tankis $\rho_v = 10^3$ kg/m³, parafino tankis $\rho_p = 9,0 \cdot 10^2$ kg/m³, o akmenų tankis $\rho_a = 2,0 \cdot 10^3$ kg/m³.

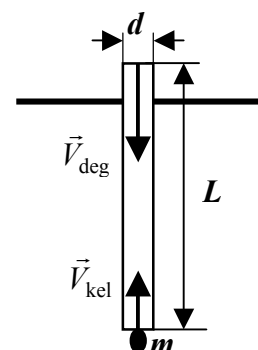
Sprendimas

Kai žvakė dega, ji trumpėja greičiu V_{deg} , tačiau, mažėjant jos svoriui, jos apatinis galas kyla į viršų greičiu V_{kel} (1 pav.).

$$V = V_{\text{deg}} - V_{\text{kel}} \quad V_{\text{deg}} = \frac{L}{t}, \quad V_{\text{kel}} = \frac{\Delta L_{\text{kel}}}{\Delta t}.$$

$$\pi \frac{d^2}{4} \Delta t \cdot V_{\text{deg}} \cdot \rho_p \cdot g = \pi \frac{d^2}{4} \Delta L_{\text{kel}} \cdot \rho_v \cdot g, \quad \Delta L_{\text{kel}} = \Delta t \cdot V_{\text{deg}} \frac{\rho_p}{\rho_v}.$$

$$V = \frac{L}{t} \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_v} \right) = 0,45 \text{ (cm/h)} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}.$$



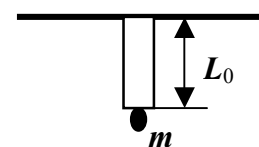
1 pav.

Jeigu žvakė neturėtų akmenuko, ji visiškai sudegtų, kaip ir ore. Dabar žvakė baigs degti, kai jos liepsna susilygins su vandens paviršiumi ir po vandeniu liks žvakės ilgis L_0 (2 pav.).

$$\left(\pi \frac{d^2}{4} L_0 \rho_p + m \right) g = \left(\pi \frac{d^2}{4} L_0 + \frac{m}{\rho_a} \right) \rho_v g. \quad L_0 = \frac{4 \cdot m \cdot (\rho_a - \rho_v)}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho_a \cdot (\rho_v - \rho_p)} \approx 7,08 \text{ (cm)}.$$

$$\tau = \frac{L - L_0}{V_{\text{deg}}} = \frac{(L - L_0)t}{L},$$

$$\tau = \left(1 - \frac{4 \cdot m \cdot (\rho_a - \rho_v)}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho_a \cdot (\rho_v - \rho_p) \cdot L} \right) t \approx 6,4 \text{ (h)} \approx 2,3 \cdot 10^4 \text{ s}.$$



2 pav.

Atsakymas

$$V = 0,45 \text{ cm/h} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}.$$

$$L_0 \approx 7,08 \text{ cm}.$$

$$\tau \approx 6,4 \text{ (h)} \approx 2,3 \cdot 10^4 \text{ s}.$$

2. Elektrinio virdulio našumas kaitinant vandenį $\eta_e = 94\%$, elektros energijos kaina $K_e = 0,36 \text{ Lt/kWh}$. Dujinės viryklės našumas, kaitinant vandenį, $\eta_d = 50\%$, dujų kaina $K_d = 1,60 \text{ Lt/m}^3$, o jų šilumingumas $q = 20 \text{ MJ/m}^3$. Koku būdu ir kiek kartų k yra pigiau užvirinti vandenį?

Sprendimas

Sąnaudas, reikalingas vandeniui užvirinti, žymėsime S , o šilumos kiekį, suteikiamą vandeniui, – Q .

$$k = \frac{S_e}{S_d}, \quad S_e = \frac{Q}{\eta_e} K_e, \quad S_d = \frac{Q}{\eta_d q} K_d, \quad k = \frac{K_e \cdot \eta_d \cdot q}{\eta_e \cdot K_d}.$$

Prieš skaičiuojant reikia sutvarkyti vienetus.

$$K_e = 0,36 \text{ Lt/kWh} = \frac{0,36}{10^3 \cdot 3600} = 10^{-7} \text{ Lt/J}.$$

$$q = 20 \text{ MJ/m}^3 = 2 \cdot 10^7 \text{ J/m}^3.$$

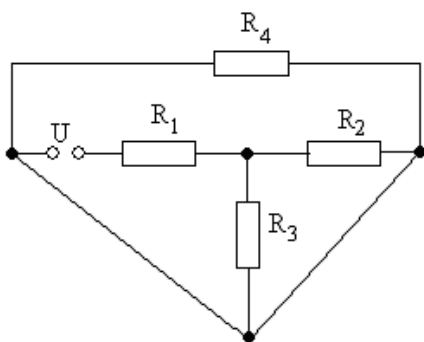
$$k = \frac{10^{-7} \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 0,94} \approx 1,5^{-1}.$$

Atsakymas

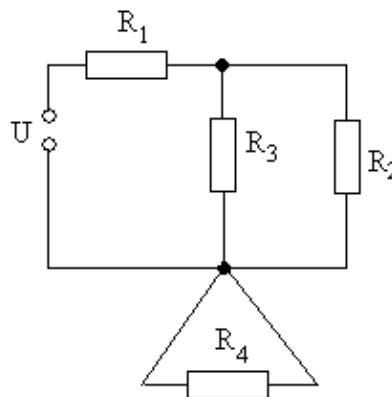
Užvirinti vandenį elektra 1,5 karto pigiau, negu dujomis.

3. Grandinėje įjungti keturi rezistoriai, kurių kiekvieno varža $r = 200 \Omega$ ir įtampos šaltinis, kurio įtampa $U = 4,5 \text{ V}$. Kokio stiprio srovės teka kiekvienu rezistoriumi?

Sprendimas

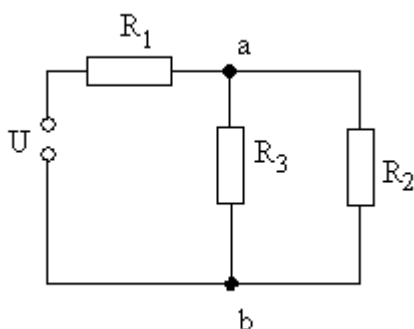


Perbraižome grandinę ir matome, kad per varžą R_4 srovė neteka.



$$I_4 = 0 \text{ A}.$$

Atmetame varžą R_4 , ir dar kartą perbraižome grandinę.



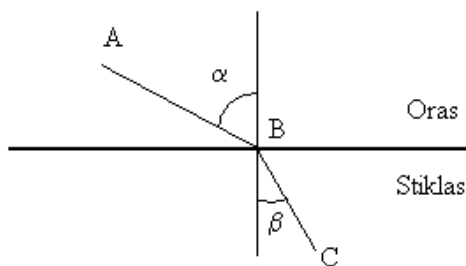
Kadangi, R_3 ir R_2 sujungti lygiagrečiai ir vienodi, tai tarp mazgų a ir b bus varža $R_{ab} = \frac{R_3}{2}$, o varžais tekės srovės $I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2}$.

Grandine ir varžu R_1 tekanti srovė $I_1 = \frac{U}{R_1 + \frac{R_3}{2}} = \frac{4,5 \text{ V}}{200 \Omega + \frac{200 \Omega}{2}} = 15 \text{ mA}$. $I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2} = 7,5 \text{ mA}$

Atsakymas

$I_1 = 15 \text{ mA}$, $I_2 = I_3 = 7,5 \text{ mA}$, $I_4 = 0 \text{ A}$

4. Spindulys, krentantis iš oro į stiklą kaip parodyta paveiksle, kelio atkarpą AB ore iki aplinkų ribos ir atkarpą BC stikle nuo aplinkų ribos įveikia per vienodą laiką. Apskaičiuokite stiklo lūžio rodiklį, jei atkarpų AB ir BC projekcijų į plokščią aplinkų ribą santykis $k = 2,25$.



Sprendimas

Atkarpos AB ilgis a , atkarpos BC ilgis b , šviesos greitis ore yra c , o stikle - $\frac{c}{n}$. Tada $\frac{a}{c} = \frac{b}{\frac{c}{n}}$ ir

$a = b \cdot n$, čia n – stiklo lūžio rodiklis.

Jei spindulio kritimo kampas α , o lūžio - β , tai a projekcijos į aplinkų ribą ilgis $a_{\parallel} = a \sin \alpha$, o b projekcijos ilgis $b_{\parallel} = b \sin \beta$.

Tada $k = \frac{a_{\parallel}}{b_{\parallel}} = \frac{a \sin \alpha}{b \sin \beta} = \frac{n \sin \alpha}{\sin \beta}$.

Pritaikę lūžio dėsnį $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$, gauname, kad $k = \frac{a_{\parallel}}{b_{\parallel}} = n^2$.

$$n = \sqrt{k} = \sqrt{2,25} = 1,5$$

Atsakymas $n = 1,5$

Ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt skelbiama nuo 2008 05 08.