XXIV prof. K. Baršausko fizikos konkursas

Kaunas, 2019-03-02

9 klasė (25 balai)

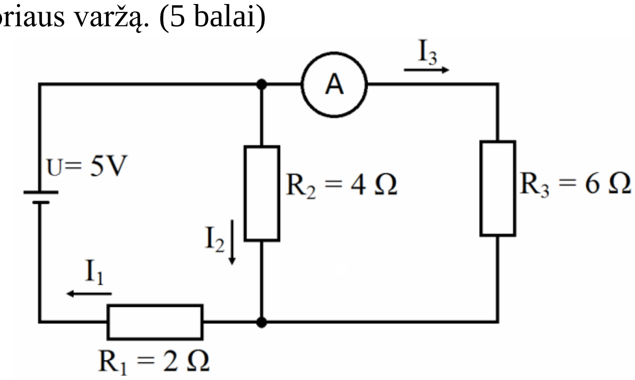
1. Uždavinys
Valtimi s = 120 m atstumą reikia nuplaukti pirmyn ir atgal vieną kartą upe, kurios tėkmės greitis v_1 = 2 m/s. Valties greitis vandens atžvilgiu abiem atvejais lygus v_2 = 6 m/s. Kiek laiko plauktų valtis? (3 balai)

2. Uždavinys
Pirmą trečdalį kelio automobilis važiavo 50,0 km/val greičiu, o antrą trečdalį važiavo 60,0 km/val greičiu. Kokiu greičiu automobilis važiavo likusią kelio dalį jeigu yra žinoma, kad jo vidutinis judėjimo greitis visos kelionės metu buvo lygus 70,0 km/val. (4 balai)

3. Uždavinys
Žemos temperatūros šaldymo įrenginiuose naudojamas skystas amoniakas. Kiek amoniako reikia išgarinti, kad 10 kg vandens, kurio temperatūra 20 °C, pavirstų 0 °C temperatūros ledu? Vandens savitoji šiluma $c = 4200\ \mathrm{J/(kg \cdot °C)}$, ledo savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5\ \mathrm{J/K}$, amoniako savitoji garavimo šiluma $L = 1{,}4 \cdot 10^6\ \mathrm{J/K}$. (3 balai)

4. Uždavinys
Turite U = 6 V įtampos akumuliatorių, nežinomos varžos R_1 rezistorių ir rezistorių R_2 = 6 Ω, jungiklį, laidus. Nubraižykite grandinės schemą, kad, esant išjungtam jungikliui, ampermetru galėtume išmatuoti srovės, tekančios per R_1 varžos rezistorių, stiprį, o jungiklį sujungus ampermetras rodytų per abu rezistorius tekančios srovės stiprį. Kai jungiklis išjungtas, ampermetras rodo I_1 = 1,5 A. Apskaičiuokite: a) srovės stiprį, esant įjungtam jungikliui, b) nežinomojo rezistoriaus varžą. (5 balai)

5. Uždavinys
Ką rodys ampermetras (žr. pav.)? Šaltinio ir ampermetro vidinių varžų nepaisyti. (5 balai)



6. Uždavinys
Uždarame inde plaukioja M = 0,1 kg masės ledo gabaliukas į kurį įšalęs m = 5 g masės švininis rutuliukas. Kokį šilumos kiekį Q reikia suteikti ledui, kad rutuliukas pradėtų skęsti. Švino tankis ρ = 11,3·10^3 kg/m^3, ledo tankis ρ_1 = 900 kg/m^3, vandens tankis ρ_0 = 10^3 kg/m^3. Savitoji ledo lydymosi šiluma λ = 3,3·10^3 J/kg. Vandens temperatūra inde t = 0 ˚C. (5 balai)

1. Uždavinys

Valtimi s = 120 m atstumą reikia nuplaukti pirmyn ir atgal vieną kartą upe, kurios tėkmės greitis v_1 = 2 m/s. Valties greitis vandens atžvilgiu abiem atvejais lygus v_2 = 6 m/s. Kiek laiko plauktų valtis? (3 balai)

__**Sprendimas.**__

Plaukiant pasroviui valties greitis žemės atžvilgiu lygus valties greičio vandens atžvilgiu ir upės tėkmės greičio sumai:

$$v_{ž1} = v_1 + v_2.$$

Pasroviui valtis užtruks laiką

$$t_1 = \frac{s}{v_1 + v_2},$$

$$t_1 = \frac{120\,\text{m}}{2\frac{\text{m}}{\text{s}} + 6\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 15\,\text{s},$$

$$\underline{t_1 = 15\,\text{s}.}$$

Plaukiant prieš srovę valties greitis žemės atžvilgiu lygus valties greičio vandens atžvilgiu ir upės tėkmės greičio skirtumui:

$$v_{ž2} = v_2 - v_1.$$

Prieš srovę valtis užtruks laiką

$$t_2 = \frac{s}{v_2 - v_1},$$

$$t_2 = \frac{120\,\text{m}}{6\frac{\text{m}}{\text{s}} - 2\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 30\,\text{s},$$

$$\underline{t_2 = 30\,\text{s}.}$$

3. Upe valtis iš viso plauks laiką

$$t_3 = t_1 + t_2,$$

$$t_3 = 15\text{ s} + 30\text{ s} = 45\text{ s},$$

$$\underline{t_3 = 45\,\text{s}.}$$

2. Uždavinys
Pirmą trečdalį kelio automobilis važiavo 50,0 km/val greičiu, o antrą trečdalį važiavo 60,0 km/val greičiu. Kokiu greičiu automobilis važiavo likusią kelio dalį jeigu yra žinoma, kad jo vidutinis judėjimo greitis visos kelionės metu buvo lygus 70,0 km/val. (4 balai)

Sprendimas.
Vidutinis automobilio judėjimo greitis

$$v_{vid} = \frac{S}{t} \quad (1)$$

čia S – viso kelio ilgis, t – automobilio suminis judėjimo laikas.

Pažymėkime automobilio judėjimo greitį pirmame kelio trečdalyje v_1, antrame – v_2 ir trečiame – v_3. Tokiu būdu suminis automobilio judėjimo laikas bus:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{S/3}{v_1} + \frac{S/3}{v_2} + \frac{S/3}{v_3} \qquad (2)$$

Įvertinus (1) ir (2) išraiškas gauname

$$v_{vid} = \frac{S}{\frac{S/3}{v_1} + \frac{S/3}{v_2} + \frac{S/3}{v_3}} \qquad (3)$$

Iš čia randamev_3

$$v_{vid} = \frac{3v_1v_2v_3}{v_2v_3 + v_1v_3 + v_1v_2} \Rightarrow v_{vid}\left(v_2v_3 + v_1v_3 + v_1v_2\right) = 3v_1v_2v_3 \Rightarrow v_{vid}v_1v_2 = 3v_1v_2v_3 - v_{vid}v_2v_3 - v_{vid}v_1v_3 \Rightarrow$$

$$v_3 = \frac{v_{vid}v_1v_2}{3v_1v_2 - v_{vid}\left(v_2 + v_1\right)} = \frac{70,0 \cdot 50,0 \cdot 60,0}{3 \cdot 50,0 \cdot 60,0 - 70,0 \cdot \left(60,0 + 50,0\right)} \approx 161,5 \text{ (km/val)} \qquad (4)$$

Ats.: $v_3 = \frac{v_{vid}v_1v_2}{3v_1v_2 - v_{vid}\left(v_2 + v_1\right)} \approx 161,5$ km/val

3. Uždavinys

Žemos temperatūros šaldymo įrenginiuose naudojamas skystas amoniakas. Kiek amoniako reikia išgarinti, kad 10 kg vandens, kurio temperatūra 20 °C, pavirstų 0 °C temperatūros ledu? Vandens savitoji šiluma $c = 4200\ \mathrm{J}/(\mathrm{kg}\cdot{}^\circ\mathrm{C})$, ledo savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 3{,}3\cdot10^5\ \mathrm{J}/\mathrm{K}$, amoniako savitoji garavimo šiluma $L = 1{,}4\cdot10^6\ \mathrm{J}/\mathrm{K}$. (3 balai)

Sprendimas.

Taikome šilumos tvermės dėsnį

$$Q_1 + Q_2 = Q_3, \tag{1}$$

čia $Q_1 = cm_1(t_1 - t_2)$ – šilumos kiekis, reikalingas vandeniui atvėsinti nuo 20 iki 0 °C, $Q_2 = \lambda m_1$ – šilumos kiekis, sunaudojamas vandens fazinio virsmo metu, $Q_3 = Lm_2$ – šilumos kiekis, reikalingas amoniakui išgarinti.

$$cm_1(t_1 - t_2) + \lambda m_1 = Lm_2. \tag{2}$$

Amoniako masė lygi

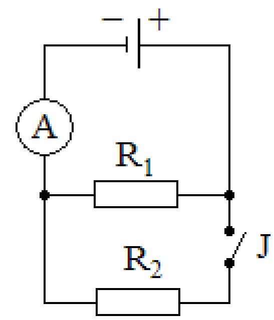
$$m_2 = \frac{cm_1(t_1 - t_2) + \lambda m_1}{L}. \tag{3}$$

Atsakymas $m_2 = 2{,}96\ \mathrm{kg}$

4. Uždavinys

Turite U = 6 V įtampos akumuliatorių, nežinomos varžos R_1 rezistorių ir rezistorių R_2 = 6 Ω, jungiklį, laidus. Nubraižykite grandinės schemą, kad, esant išjungtam jungikliui, ampermetru galėtume išmatuoti srovės, tekančios per R_1 varžos rezistorių, stiprį, o jungiklį sujungus ampermetras rodytų per abu rezistorius tekančios srovės stiprį. Kai jungiklis išjungtas, ampermetras rodo I_1 = 1,5 A. Apskaičiuokite: a) srovės stiprį, esant įjungtam jungikliui, b) nežinomojo rezistoriaus varžą. (5 balai)

Sprendimas.



1 pav.

Schema pateikta 1 pav.

Kai jungiklis išjungtas, srovė teka tik per R_1 rezistorių. Jos stipris

$$I_1 = \frac{U}{R_1}.$$

$$\boxed{R_1 = \frac{U}{I_1}}$$

Apskaičiavus

$$\underline{R_1 = 4\,\Omega.}$$

Jungiklį J sujungus, rezistorius R_2 prijungiamas prie R_1 lygiagrečiai, todėl pilnutinė grandinės varža

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Srovės stipris

$$I_2 = \frac{U}{R} = U\left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}\right).$$

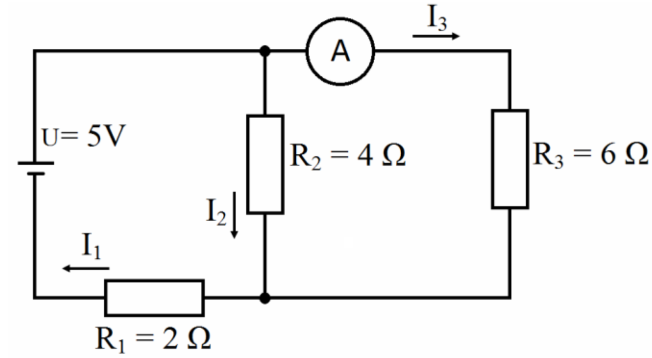
$$\boxed{I_2 = U\left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}\right)}$$

Apskaičiavę gauname

$$\underline{I_2 = 2{,}5\,\mathrm{A}.}$$

5. Uždavinys

Ką rodys ampermetras (žr. pav.)? Šaltinio ir ampermetro vidinių varžų nepaisyti. (5 balai)



Sprendimas.

Pilnutinė grandinės varža bus

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}.$$

Todėl srovė per R_1 bus

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}}.$$

Ši srovė skaidosi į dvi sroves

$$I_1 = I_2 + I_3,$$

atvirkščiai proporcingas rezistorių R_2 ir R_3 didumui arba pagal sąlyga

$$I_2 R_2 = I_3 R_3.$$

Iš čia

$$I_2 = I_3 \frac{R_3}{R_2}.$$

Tada

$$I_1 = I_3 \frac{R_3}{R_2} + I_3 = I_3 \left(\frac{R_3}{R_2} + 1 \right)$$

arba

$$I_3 = \frac{I_1}{\frac{R_3}{R_2} + 1} = \frac{\frac{U}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}}}{\frac{R_3}{R_2} + 1};$$

$$I_3 = \frac{U \cdot R_2}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3} = 0{,}45A$$

6. Uždavinys

Uždarame inde plaukioja M = 0,1 kg masės ledo gabaliukas į kurį įšalęs m = 5 g masės švininis rutuliukas. Kokį šilumos kiekį Q reikia suteikti ledui, kad rutuliukas pradėtų skęsti. Švino tankis ρ = 11,3·10^3 kg/m^3, ledo tankis ρ_1 = 900 kg/m^3, vandens tankis ρ_0 = 10^3 kg/m^3. Savitoji ledo lydymosi šiluma λ = 3,3·10^3 J/kg. Vandens temperatūra inde t = 0 ˚C. (5 balai)

Sprendimas.

Kad rutuliukas pradėtų skęsti nebūtina, kad visas ledas ištirptu. Rutuliukas pradės skęsti, jei bus patenkinama sąlyga:

$$(m + M_1)g = F_A, \tag{1}$$

čia M_1 – likusio neištirpusio ledo dalies masė.

$$F_A = \rho_0 V g ,$$

čia V likusios dalies tūris. Jis lygus

$$V = V_1 + V_2 ,$$

$V_1 = \dfrac{m}{\rho}$ - švininio rutuliuko tūris,

$V_2 = \dfrac{M_1}{\rho_1}$ - likusios ledo dalies tūris.

(1) lygtį galime perrašyti taip:

$$m + M_1 = \rho_0 \left(\frac{m}{\rho} + \frac{M_1}{\rho_1} \right). \tag{2}$$

Ištirpusios ledo dalies masė :

$$\Delta M = M - M_1 .$$

Kad ištirptu tokia ledo dalis, reikalingas šilumos kiekis:

$$Q = \lambda \cdot \Delta M ,$$

$$Q = \lambda \cdot (M - M_1) \tag{3}$$

Iš (2) radę M_1, ir įrašę į (3) gauname:

$$Q = \left(M - m \cdot \frac{\rho_1}{\rho} \cdot \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_1 - \rho_0} \right) \lambda = 19464 \text{ J}.$$