

1. Uždavinys

Kokia yra varža instaliacijos laidų, jungiančių vartotoją su 220 V įtampos šaltiniu, jeigu, įvykus trumpajam sujungimui, saugiklis iš 20 mm ilgio ir 1 mm² skerspjūvio ploto švininės vielos išsilydė per 30 ms? Pradinė saugiklio temperatūra 27 °C. (5 balai)

Sprendimas:

Grandinės varža ir srovės stipris trumpojo jungimo metu:

$$R_g = R_l + R_s = R_l + \frac{\rho_s l}{S}; I = \frac{U}{R_g}.$$

Švino savitoji varža $\rho_s = 22 \cdot 10^{-8} (\Omega / m)$.

Saugiklyje per laiką τ išsiskyręs šilumos kiekis

$$Q_s = I^2 R_s \tau = \frac{U^2}{R_g} \frac{\rho_s l \tau}{S}.$$

Šilumos kiekiai, reikalingi saugikliui pašildyti iki lydymosi temperatūros ir išlydyti:

$$Q_p = cm(t_L - t_0) = c\rho V(t_L - t_0) = c\rho l S(t_L - t_0);$$

$$Q_i = \lambda m = \lambda \rho l S.$$

Švino pradinė temperatūra $t_0 = 27^\circ C$, lydymosi temperatūra $t_L = 327^\circ C$.

Švino savitoji šiluma $c = 120 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ir savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 2,5 \cdot 10^4 \text{ J/kg}$.

Švino tankis $\rho = 11340 (\text{kg} / \text{m}^3)$.

Sulyginę šilumos kiekius $Q_s = Q_p + Q_i$ ir išsireiškę R_l , gauname:

$$R_l = \frac{1}{S} \left\{ U \sqrt{\frac{\rho_s \tau}{\rho [c(t_L - t_0) + \lambda]}} - \rho_s l \right\};$$

$$R_l = \frac{1}{10^{-6}} \left\{ 220 \sqrt{\frac{22 \cdot 10^{-8} \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{11340 [120(327 - 27) + 2,5 \cdot 10^4]}} - 22 \cdot 10^{-8} \cdot 0,02 \right\} = 0,675 \Omega.$$

Atsakymas: Laidų varža apytiksliai lygi 0,657 Ω .

2. Uždavinys

Inde yra 20 litrų vandens, kurio temperatūra $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Įpylus lydymosi temperatūros švino, inde esantis vanduo užvirė ir 200 g jo išgaravo. Kiek buvo įpilta švino? Šilumos mainų tarp indo ir jame esančio vandens nepaisykite. Vandens savitoji šiluma $4200\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, vandens savitoji garavimo šiluma $2,3\cdot 10^6\text{ J/kg}$, švino savitoji šiluma $120\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, švino savitoji lydymosi šiluma $2,5\cdot 10^4\text{ J/kg}$, švino lydymosi temperatūra $327\text{ }^{\circ}\text{C}$. (3 balai)

Sprendimas:

Švinas, kietėdamas ir aušdamas iki $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūros, atidavė šilumos kiekį

$$Q = \lambda m_1 + c_1 m_1 (t_3 - t_2), \quad (1)$$

kuris buvo sunaudotas vandeniui užvirinti ir išgarinti

$$Q = c_2 m_2 (t_2 - t_1) + L m, \quad (2)$$

čia $m_2 = \rho_2 V_2$ – užvirusio vandens masė. Sulyginę (1) ir (2) lygtis, gauname

$$m_1 = \frac{c_2 \rho_2 V_2 (t_2 - t_1) + L m}{\lambda + c_1 (t_3 - t_2)}. \quad (3)$$

Atsakymas: $m_1 = 169,6\text{ kg}$.

3. Uždavinys

Tarkime, kad norime pagaminti vienalytę vielą iš 1,00 g vario. Jei pagaminta viela turi $R = 0,5\ \Omega$ elektrinę varžą bei visas turimas 1,00 g vario bus panaudota, koks bus vielos ilgis l ir skersmuo d ? Vario tankis yra $8,92\cdot 10^3\text{ kg/m}^3$, o savitoji varža $1,68\cdot 10^{-8}\ \Omega\text{ m}$. (4 balai)

Sprendimas:

Vario tūris yra.

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{vario}}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-3}\text{ kg}}{8,92 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,12 \cdot 10^{-7}\text{ m}^3.$$

Kadangi $V = S \times l$, tuomet

$$S \times l = 1,12 \cdot 10^{-7}\text{ m}^3. \quad (1)$$

a) $R = \frac{\rho l}{S}$, kur ρ yra vario savitoji elektrinė varža. Tuomet

$$S = \left(\frac{\rho}{R} \right) l = \left(\frac{1,68 \cdot 10^{-8}\ \Omega\text{ m}}{0,5\ \Omega} \right) l = (3,36 \cdot 10^{-8}\text{ m}) l.$$

Įstačius S vertę į (1) lygtį, gauname:

$$(3,36 \cdot 10^{-8}\text{ m}) l^2 = 1,12 \cdot 10^{-7}\text{ m}^3.$$

Ir ją išsprendus gauname $l = 1,83\text{ m}$.

b) Iš (1) lygties $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{1,12 \cdot 10^{-7}\text{ m}^3}{l}$ arba

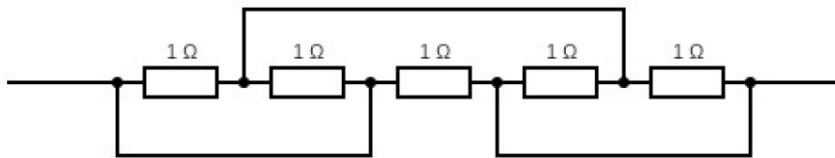
$$d = \sqrt{\frac{4(1,12 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3)}{\pi l}} = \sqrt{\frac{4(1,12 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3)}{3,14 \cdot (1,83 \text{ m})}} = 2,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}.$$

$$\underline{d = 2,79 \cdot 10^{-4} \text{ m.}}$$

Atsakymas: vielos ilgis turės būti 1,83 m, o jo skersmuo $2,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.

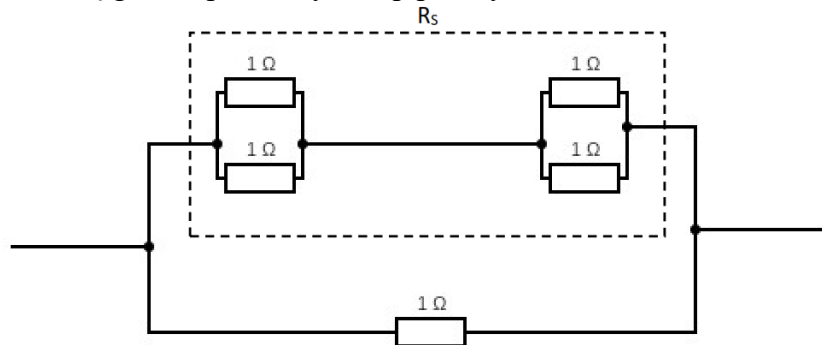
4. Uždavinys

Nustatykite bendrą šios grandinės, sujungtos kaip paveiksle, varžą (5 balai).



Sprendimas:

Schemą galima perbraižyti kaip parodyta:



Tuomet gauname

$$\frac{1}{R_B} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_S},$$

$$R_S = \frac{RR}{R+R} + \frac{RR}{R+R} = \frac{2R^2}{2R} = R,$$

Atsakymas: $R_B = 0,5 \Omega$

5. Uždavinys

Kiek žibalo reikia sudeginti, norint ištirpinti -10°C temperatūros 0,5 kg ledo ir gautą vandenį pakaitinti iki 100°C ? Tarkime, kad šilumos nuostolių nėra. (4 balai).

Sprendimas

Pirmiausia ledą reikia pašildyti iki jo lydymosi temperatūros (0°C), suteikiant šilumos kiekį Q_1 , po to išlydyti, suteikiant šilumos kiekį Q_2 , tuomet iš ledo gautąjį 0°C vandenį pašildyti iki 100°C temperatūros, suteikiant jam šilumos kiekį Q_3 :

$$Q_1 = m_l c_l (t_2 - t_1) = 10500 J;$$

$$Q_2 = m_l \lambda = 165000 J;$$

$$Q_3 = m_l c_v (t_3 - t_2) = 210000 J;$$

$$Q_z = Q_1 + Q_2 + Q_3; Q_z = m_z q;$$

$$m_z = \frac{Q}{q} = 0,00838 \text{ kg} = 8,38 \text{ g}.$$

Atsakymas: reikės 8,38 g žibalo.

6. Uždavinys

Elektrinis virdulys turi dvi spirales. Vieną įjungus vanduo užverda per 12 min., antrą įjungus – per 24 min. Per kiek minučių užvirs vanduo virdulyje, jei spirales sujungiamos nuosekliai? (4 balai).

Sprendimas

Sakykime, kad pirmosios spirinės varža R_1 , o antrosios – R_2 . Pagal sąlygą, visais trimis atvejais turi išsiskirti lygūs šilumos kiekiai:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3; \frac{U^2}{R_1} t_1 = \frac{U^2}{R_2} t_2 = \frac{U^2}{R_1 + R_2} t_3; R_2 = 2R_1; t_3 = 3t_1 = 36 \text{ min}.$$

Atsakymas: $t_3 = 36 \text{ min}$.