

7 Elektrický prúd

Hustota prúdu

Úloha 7.1 ★★★★★

Akou veľkou rýchlosťou sa pohybujú elektróny v medenom drôte o priereze 1 mm^2 , keď ním prechádza prúd 6 A ? ($M_{\text{Cu}} = 63,54 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$, $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

$$[v = 4,44 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}]$$

Úloha 7.2 ★★★★★

Hustota prúdu v hliníkovom vodiči je $j = 1 \text{ A mm}^{-2}$. Nájdite rýchlosť v usporiadaného pohybu elektrónov za predpokladu, že počet voľných elektrónov v 1 cm^3 hliníka sa rovná počtu atómov v tomto objeme.

($\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, $M_{\text{Al}} = 27 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

$$[v = 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}]$$

Úloha 7.3 ★★

Kremíkovou tyčinkou obdĺžnikového prierezu šírky $3,2 \text{ mm}$ a výšky $250 \text{ }\mu\text{m}$ preteká prúd $5,2 \text{ mA}$, s konštantnou hustotou v celom priereze. Kremík je polovodič typu n, ktorý je dopovaný presne určeným množstvom fosforu. V tomto prípade je $n = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}$. Aká je rýchlosť elektrónov?

$$[v = 0,27 \text{ m/s}]$$

Úloha 7.4 ★★★★★

Jeden koniec hliníkového drôtu o priemere $2,5 \text{ mm}$ je privarený ku koncu medeného drôtu o priemere $1,8 \text{ mm}$. Takto vyrobeným vodičom preteká prúd 17 mA . Aká je hustota prúdu v každej časti vodiča? Aká je rýchlosť vodivostných elektrónov v medenom drôte?

$$[j_{\text{Al}} = 3,46 \cdot 10^3 \text{ A/m}^2, j_{\text{Cu}} = 6,683 \cdot 10^3 \text{ A/m}^2, v = 4,95 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}]$$

Náboj a prúd

Úloha 7.5 ★★★★★

Aké množstvo elektrického náboja Q prejde vodičom za čas $t_1 = 10 \text{ s}$, ak

- prúd je stály $I = 5 \text{ A}$,
- prúd rovnomerne rastie od 0 do 3 A ?

$$[\text{a) } Q = 50 \text{ C, b) } Q = 15 \text{ C}]$$

Úloha 7.6 ★★★★★

- Vypočítajte, aký náboj prejde vodičom za $t = 4 \text{ s}$, ak prúd vo vodiči kvadraticky rastie s časom a za tento čas narastie z 0 na 18 A .
- Vypočítajte, aký ustálený prúd bude pretekať vodičom za $t = 4 \text{ s}$, ak ním prechádza náboj $Q = 16 \text{ C}$.

$$[\text{a) } Q = 24 \text{ C, b) } I = 4 \text{ A}]$$

Úloha 7.7 ★★★★★

Aké množstvo elektrického náboja prejde vodičom za 10 s, keď prúd rovnomerne klesá s počiatočnej hodnoty 10 A v čase 6 s je jeho hodnota 4 A?

$$[Q = 50 \text{ C}]$$

Úloha 7.8 ★★★★★

Vypočítajte náboj Q , ktorý prejde obvodom s odporom $R = 5 \Omega$ pri rovnomernom narastaní napätia z hodnoty $U_1 = 3 \text{ V}$ na $U_2 = 7 \text{ V}$ za čas $t = 2 \text{ s}$.

$$[Q = 2 \text{ C}]$$

Úloha 7.9 ★★★★★

V obvode s odporom 3Ω narastá rovnomerne s časom napätie z hodnoty $U_1 = 2 \text{ V}$. Vypočítajte náboj, ktorý prejde obvodom za čas $t = 4 \text{ s}$, keď napätie za tento čas dosiahlo hodnotu $U_2 = 10 \text{ V}$.

$$[Q = 8 \text{ C}]$$

Paralelné a sériové zapojenie, odpor vodiča

Úloha 7.10 ★★★★★

Elektrický obvod sa skladá z troch vodičov rovnakej dĺžky zhotovených z rovnakého materiálu, ktoré sú zapojené za sebou. Prierezy vodičov sú: $S_1 = 1 \text{ mm}^2$, $S_2 = 2 \text{ mm}^2$, $S_3 = 3 \text{ mm}^2$. Rozdiel potenciálov na koncoch obvodu $U = 12 \text{ V}$. Určte úbytok napätia na každom vodiči.

$$[U_1 = 6,545 \text{ V}, U_2 = 3,273 \text{ V}, U_3 = 2,182 \text{ V}]$$

Úloha 7.11 ★★★★★

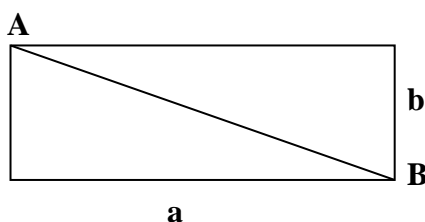
Tyč štvorcového prierezu o hrane 15 mm, dlhá 1 m je tvorená železom z jednej štvrtiny po dĺžke a zvyšok tvorí meď. Na tyč je naložené napätie 1 mV. Aký prúd bude tiecť týmto obvodom? ($\rho_{\text{Fe}} = 0,12 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, $\rho_{\text{Cu}} = 0,017 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$)

$$[I = 5,3 \text{ A}]$$

Úloha 7.12 ★★★★★

Vypočítajte odpor drôtovej kostry, ktorá má tvar obdĺžnika so stranami a , b a jednej jeho diagonály, ak prúd prechádza od vrcholu A ku B (Obr. 7.1). Odpor jednotkovej dĺžky použitého drôtu je γ .

$$[R = \gamma \frac{a+b\sqrt{a^2+b^2}}{(a+b)+2\sqrt{a^2+b^2}}]$$



Obr. 7.1

Úloha 7.13 ★★★★★

Vypočítajte odpor drôtenej kostry, ktorá má tvar štvorca so stranou a a jednej jeho diagonály, ak prúd prechádza od vrcholu A ku B (podobne ako na obr. 7.1). Odpor jednotkovej dĺžky použitého drôtu je γ .

$$[R = \frac{\gamma\sqrt{2}a}{\sqrt{2}+1}]$$

Úloha 7.14 ★★★★★

Odpor dvoch rezistorov spojených paralelne je $1/7\Omega$. Keď spojíme tieto dva rezistory za sebou výsledný odpor bude $7/10\Omega$. Vypočítajte odpor každého rezistora.

$$[R_1 = 0,5\Omega, R_2 = 0,2\Omega]$$

Úloha 7.15 ★★★★★

Z materiálu s merným odporom ρ bol zhotovený kužeľ s polomerom r a výškou v . V polovici výšky bol kužeľ zrezaný. Vypočítajte odpor kužeľa, ak prívodmi prúdu sú obe jeho podstavy.

$$[R = \frac{\rho v}{\pi R^2}]$$

Úloha 7.16 ★★★★★

Z dosky veľmi malej hrúbky h z materiálu so špecifickým odporom ρ vyrežeme rovinný prstenec tvaru medzikružia s vnútorným polomerom r_1 a vonkajším polomerom r_2 . Aký je odpor tohto prstenca, keď

- prstenec radiálne rozrežeme a prívodmi budú okraje rezu,
- prívodmi budú obe ohraničujúce kružnice?

$$[a) R = \frac{\rho 2\pi}{h \ln \frac{r_2}{r_1}} \quad b) R = \frac{\rho \ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi h}]$$

Úloha 7.17 ★★★★★

Aký je pomer tiaží medi a hliníka, keď z nich vyrobíme vodiče rovnakej dĺžky a odporu? ($\rho_{Cu} = 17 \cdot 10^{-9} \Omega m$, $\rho_{Al} = 0,029 \cdot 10^{-6} \Omega m$, $\rho'_{Cu} = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$, $\rho'_{Al} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$)

$$[G_{Cu} / G_{Al} = 1,93]$$

Úloha 7.18 ★★★★★

Uhlíkový a železný vodič rovnakého prierezu zapojíme za sebou. Pri akom pomere ich dĺžok bude výsledný odpor nezávislý od teploty?

($\alpha_C = -0,8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{Fe} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, $\rho_C = 4 \cdot 10^{-5} \Omega m$, $\rho_{Fe} = 1,2 \cdot 10^{-7} \Omega m$)

$$[l_C / l_{Fe} = 1/44]$$

Úloha 7.19 ★★★★★

Vypočítajte teplotný súčiniteľ odporu vodiča, ktorý sa skladá z hliníkového drôtu $R_{01} = 3\Omega$ ($\alpha_1 = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$) a zo železného drôtu $R_{02} = 2\Omega$ ($\alpha_2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$) zapojených za sebou. (Uvedené hodnoty odporov sa vzťahujú na teplotu 0°C)

$$[\alpha = 4,92 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}]$$

Úloha 7.20 ★★

Aby elektrický varič mal žiadaný výkon, musí mať pri prevádzkovej teplote $t_2 = 700 \text{ }^\circ\text{C}$ odpor $R_{t_2} = 24 \text{ } \Omega$. Aký veľký odpor R_{t_1} musí mať varič pri teplote $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, keď $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$?

$$[R_{t_1} = 23,7 \text{ }^\circ\text{C}]$$

Práca a výkon prúdu, Joulovo teplo**Úloha 7.21** ★★★

Vypočítajte prácu jednosmerného elektrického prúdu v obvode s odporom $R = 10 \text{ } \Omega$ pri rovnomernom narastaní prúdu z nulovej hodnoty na hodnotu $I_f = 1,5 \text{ A}$ za čas $t = 3 \text{ s}$.

$$[W = 22,5 \text{ J}]$$

Úloha 7.22 ★★★

Vodičom s odporom $R = 1 \text{ } \Omega$ tečie prúd, ktorý lineárne rastie s časom tak, že jeho hodnota v čase 5 s je 10 A . Vypočítajte prácu elektrického prúdu za čas 10 s , ak v čase 0 s bol prúd nulový.

$$[W = 1333,3 \text{ J}]$$

Úloha 7.23 ★★

Aký náboj prejde vodičom s odporom $R = 10 \text{ } \Omega$ za čas $t = 20 \text{ s}$, keď medzi jeho koncami je napätie $U = 12 \text{ V}$? Akú prácu prúd vykoná?

$$[Q = 24 \text{ C}, W = 288 \text{ J}]$$

Úloha 7.24 ★★★

Teplota špirály variča je $t = 800 \text{ }^\circ\text{C}$. Aký musí byť jej odpor pri 0°C , keď má varič pri napätí $U = 220 \text{ V}$ a účinnosti $\eta = 55\%$ ohriať $m = 1 \text{ kg}$ vody z $0 \text{ }^\circ\text{C}$ na $100 \text{ }^\circ\text{C}$ za čas $\tau = 5 \text{ min}$? ($\alpha = 5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, $c_v = 4186 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

$$[R_0 = 18,34 \text{ } \Omega]$$

Úloha 7.25 ★★★

Odpor špirály v elektrickom variči je $R = 16 \text{ } \Omega$. Vypočítajte čas, za ktorý vo variči začne vriieť $m = 600 \text{ g}$ vody, ktorá má pôvodnú teplotu $t_1 = 10^\circ\text{C}$, keď účinnosť variča $\eta = 60\%$ a keď napätie v elektrickej sieti je $U = 120 \text{ V}$. ($c_v = 4186 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

$$[t = 7 \text{ min}]$$

Úloha 7.26 ★★★

Vypočítajte účinnosť elektrického variča, ktorý uvedie do varu 1 vody teploty 18°C za 11 minút, keď ním prechádza prúd 3 A pri napätí 220 V . ($c_v = 4186 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

$$[\eta = 78\%]$$

Úloha 7.27 ★★

Varná kanvica, ktorej technické údaje sú príkon 2000 W a napájanie 230 V, privedie do varu 0,5 l vody teploty 23°C za 2 minúty. Aká je jej účinnosť?

$$[\eta = 67,2\%]$$

Úloha 7.28 ★★

Žiarovka s výkonom $P = 100$ W je pripojená na napätie $U = 120$ V, teplota vlákna je 2000 °C. Aký je odpor vlákna pri teplote 0°C a teplotný koeficient odporu, ak $R_t = 10 R_0$?

$$[R_0 = 14,4 \Omega, \alpha = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}]$$

Úloha 7.29 ★★

Vodičom s dĺžkou 2,35 m a priemeru 1,63 mm prechádza prúd 1,24 A. Stratový výkon vo vodiči je 48,5 mW. Aká je jeho rezistivita?

$$[\rho = 2,7910^{-8} \Omega\text{m}]$$

Úloha 7.30 ★★

V medenom vodiči dĺžky $l = 2$ m, prierezu $S = 0,4 \text{ mm}^2$ tečie prúd. Za každú sekundu sa vyvinie teplo $Q = 0,35$ J. Koľko elektrónov prejde prierezom vodiča za 1 sekundu? ($\rho_{\text{Cu}} = 17 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{As}$)

$$[n = 1,27 \cdot 10^{19}]$$

Úloha 7.31 ★★

Na anóde elektrónky sa vplyvom kinetickej energie dopadajúcich n – elektrónov vyvinie teplo za 20 minút. Rýchlosť elektrónov je $9 \cdot 10^6$ m/s. Aké napätie sa odoberá zo zdroja, ak anódovým obvodom tečie prúd 6 mA?

$$[U = 230 \text{ V}]$$