

Prověřka polovodiče: zadání

5.211 Proč se při zvýšení teploty odpor polovodiče zmenšuje?

5.212 K jakému druhu látek z hlediska vodivosti můžeme přirovnat křemík při velmi nízké teplotě?

5.213 Jako příměsové prvky, které určují typ vodivosti křemíku, se používají prvky: bor, fosfor, arsen, indium. Pomocí periodické soustavy prvků určete, jaký typ vodivosti tyto prvky způsobují.

5.214 Termistory se používají pro měření rychlosti proudící vody. Na jakém fyzikálním principu je toto měření založeno?

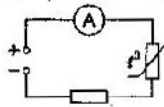
5.215 Termistor má při teplotě 20 °C odpor 50 kΩ a při teplotě 25 °C se jeho odpor snížil na 42,5 kΩ. Určete střední hodnotu teplotního součinitele odporu v tomto intervalu teplot.

5.216 Aby se snížil proudový náraz při zapojení projekčních žárovek nebo žhavicích vláken elektroněk, zapojuje se k nim do série termistor. Objasněte podstatu jeho využití.

5.217 Při zvýšení teploty termistoru se jeho odpor zmenšil o 20 %. O kolik procent se přitom zvětšil proud procházející termistorem? Napětí na termistoru je konstantní.

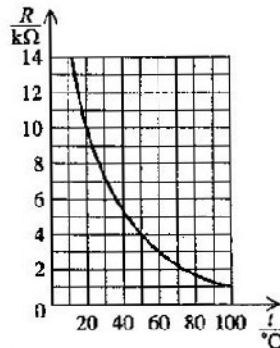
5.218 Střední hodnota teplotního součinitele odporu termistoru $\alpha = -0,05 \text{ K}^{-1}$. O kolik se musí zvýšit teplota termistoru, aby se jeho odpor zmenšil na polovinu?

5.219 Na obr. 5-219 [5-30] je schéma obvodu, v němž je do série spojen termistor s rezistorem o odporu 1 kΩ. Při teplotě 20 °C byla v obvodu naměřena hodnota proudu 5 mA. Po ponoření termistoru do horké vody se proud v obvodu zvětšil na 10 mA. Určete teplotu vody, je-li střední hodnota teplotního součinitele odporu termistoru $-0,04 \text{ K}^{-1}$ a obvod je připojen ke zdroji o napětí 20 V.



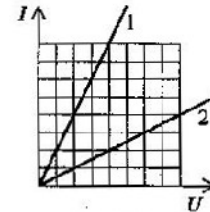
Obr. 5-219

5.220 Na obr. 5-220 [5-31] je graf teplotní závislosti odporu termistoru. Určete potřebný měřicí rozsah miliampérmetru, kterým by bylo možno měřit proud procházející termistorem při napětí na termistoru 20 V. Určete teplotu prostředí, do kterého je vložen termistor, jestliže ampérmetr ukazuje proudy hodnot 20 mA, 5 mA, 2 mA.



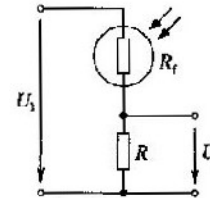
Obr. 5-220

5.221 Na obr. 5-221 [5-32] jsou závislosti proudu na napětí (voltampérové charakteristiky) fotorezistoru, naměřené jednak při neosvětleném, jednak při osvětleném fotorezistoru. Která charakteristika odpovídá osvětlenému fotorezistoru? Odpověď zdůvodněte. Určete, kolikrát je odpor osvětleného fotorezistoru menší než odpor neosvětleného fotorezistoru.



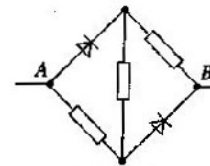
Obr. 5-221

5.222 Fotorezistor o odporu R_f tvoří s rezistorem o odporu R tzv. dělič napětí (obr. 5-222 [5-33]). Jak se změní výstupní napětí děliče (U_2), jestliže fotorezistor osvětlíme? Odpověď zdůvodněte. Vstupní napětí (U_1) děliče je konstantní.



Obr. 5-222

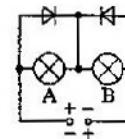
5.225 Obvod na obr. 5-225 [5-35] je tvořen stejnými rezistory o odporu 1 kΩ a polovodičovými diodami ideálních vlastností (viz úlohu 5.224). Určete celkový odpor obvodu, je-li bod A připojen a) ke kladnému pólu zdroje, b) k zápornému pólu zdroje.



Obr. 5-225

Obr. 5-222

5.224 Ke stejným žárovkám jsou paralelně připojeny polovodičové diody podle schématu na obr. 5-224 [5-34]. Jak budou žárovky svítit, jestliže budeme měnit polaritu zdroje napětí? Odpověď zdůvodněte. Diody považujte za ideální, tzn. v propustném směru je odpor diody nulový ($R = 0$) a v závěrném směru je odpor nekonečně veliký ($R \rightarrow \infty$).



Provedení polovodiče - řešení

R5.211 Zahříváním polovodiče se uvolňují další nosiče náboje.

R5.212 Je to izolant.

R5.213 Bor a indium jsou ve třetím sloupci periodické soustavy prvků a jsou příměšovými prvky polovodičů typu P. Fosfor a arsen jsou v pátém sloupci a jsou příměšovými prvky polovodičů typu N.

R5.214 Proudící voda ochlazuje termistor více při větší rychlosti proudění. Odpor termistoru se s rostoucí rychlostí proudění zvětšuje a měřením odporu se určuje rychlost proudění.

R5.215 $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $R_1 = 50\text{ k}\Omega = 5,0 \cdot 10^4\ \Omega$, $t_2 = 25^\circ\text{C}$, $R_2 = 42,5\text{ k}\Omega = 4,25 \cdot 10^4\ \Omega$; $\alpha = ?$

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta t$$

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 \Delta t} = -0,03\text{ K}^{-1}$$

R5.216 Při zapojení obvodu má termistor značný odpor a žhavicí vlákno má malý odpor. Za provozu se odpor termistoru po zahřátí procházejícím proudem zmenšuje a odpor vlákna se zvětšuje. To má za následek zmenšení napětí na termistoru a zvětšení napětí na žárovce.

R5.217 $\Delta R = -0,2R_1$, $U = \text{konst.}$; $\Delta I = ?$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{4}{5}R_1}{R_1} = \frac{4}{5}$$

$$I_2 = \frac{5}{4}I_1$$

$$\Delta I = I_2 - I_1 = 0,25I_1$$

Proud se zvětšil o 25 %.

R5.218 $\alpha = -0,05\text{ K}^{-1}$, $R_2 = R_1/2$; $\Delta t = ?$

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta t$$

$$\frac{R_1}{2} - R_1 = R_1 \alpha \Delta t$$

$$\Delta t = -\frac{1}{2\alpha} = 10^\circ\text{C}$$

R5.219 $R = 10^3\ \Omega$, $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $I_1 = 5\text{ mA} = 5 \cdot 10^{-3}\text{ A}$, $I_2 = 10\text{ mA} = 10^{-2}\text{ A}$, $\alpha = -0,04\text{ K}^{-1}$, $U = 20\text{ V}$; $t_2 = ?$

$$R_1 = \frac{U}{I_1} - R = 3 \cdot 10^3\ \Omega, \quad R_2 = \frac{U}{I_2} - R = 10^3\ \Omega$$

$$\Delta R = R_2 - R_1 = R_1 \alpha \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{\Delta R}{R_1 \alpha} \approx 17^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 37^\circ\text{C}$$

R5.220 $U = 20\text{ V}$, $I_1 = 20\text{ mA} = 2 \cdot 10^{-2}\text{ A}$, $I_2 = 5\text{ mA} = 5 \cdot 10^{-3}\text{ A}$, $I_3 = 2\text{ mA} = 2 \cdot 10^{-3}\text{ A}$; $t = ?$

$$I_A = \frac{U}{R_{\text{min}}} = 2 \cdot 10^{-2}\text{ A} = 20\text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = 10^3\ \Omega \sim t_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = 4 \cdot 10^3\ \Omega \sim t_2 = 50^\circ\text{C}$$

$$R_3 = \frac{U}{I_3} = 10^4\ \Omega \sim t_3 = 20^\circ\text{C}$$

R5.221 Osvětlený fotorezistor – 1, neosvětlený rezistor – 2

$$R_1 = \frac{U}{I_1}, \quad R_2 = \frac{U}{I_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4}$$

V osvětleném fotorezistoru je více volných nosičů náboje, takže jeho odpor je menší. Odpor osvětleného fotorezistoru je 4krát menší než neosvětleného.

R5.222 Při osvětlení fotorezistoru se jeho odpor zmenší, zmenší se také napětí U_f na fotorezistoru a zvětší se výstupní napětí U_2 ($U_2 = U_1 - U_f$).

R5.223 $R_f = 25\text{ k}\Omega = 2,5 \cdot 10^4\ \Omega$, $R = 5\text{ k}\Omega = 5 \cdot 10^3\ \Omega$, $I_1 = 0,3\text{ mA} = 3 \cdot 10^{-4}\text{ A}$, $I_2 = 1,2\text{ mA} = 1,2 \cdot 10^{-3}\text{ A}$; $U = ?$, $R_{f0} = ?$

a) bez osvětlení $U_2 = RI_1 = 1,5\text{ V}$

b) při osvětlení $U_2 = RI_2 = 6,0\text{ V}$

$$I_1(R_{f0} + R) = I_1(R_f + R)$$

$$R_{f0} = \frac{I_1}{I_2}(R_f + R) - R = 2,5 \cdot 10^3\ \Omega = 2,5\text{ k}\Omega$$

R5.224 Žárovky budou svítit střídavě: + pól zdroje je vlevo – svítí žárovka B, + pól zdroje vpravo – svítí žárovka A.

R5.225 $R = 1\text{ k}\Omega$; $R_c = ?$

a) Diody jsou spojeny v propustném směru a rezistory jsou spojeny paralelně:

$$R_a = \frac{R}{3} = 0,33\text{ k}\Omega$$

b) Diody jsou spojeny v závěrném směru a rezistory jsou spojeny sériově:

$$R_b = 3R = 3\text{ k}\Omega$$

R5.226 Proud obvodem nebude procházet. Přechod mezi bází a kolektorem je zapojen v závěrném směru.