**Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky**
VŠP, V. Nejedlého 573, 500 03 Hradec Králové

# Úlohy regionálního kola 36. ročníku FO kategorie B

**1.** Motorový člun, jehož rychlost na klidné vodní hladině by měla velikost $v$, se pohybuje po řece šířky $d$. Hloubka řeky je všude stejná a mnohem menší než šířka. Rychlost $\boldsymbol{v}_0$ vodního proudu u hladiny je proto v celé šířce řeky stejná.

a) Určete nejmenší dobu $t_1$, za kterou se člun dostane od jednoho břehu ke druhému. Jakou rychlostí $\boldsymbol{v}_1$ se bude člun pohybovat vzhledem k okolní krajině? Jaká bude poloha místa přistání $B$ vzhledem k místu startu $A$?

b) Za jakou nejkratší dobu $t_2$ může člun dorazit z místa $A$ do nejbližšího místa $A'$ na druhém břehu? O jaký úhel $\beta$ musíme odchýlit osu lodi od směru kolmého k proudu řeky a jakou rychlostí $\boldsymbol{v}_2$ se bude člun pohybovat vzhledem k okolní krajině?

c) Za jakou nejkratší dobu $t_3$ může člun dorazit z místa $B$, které jsme určili v úloze a), zpět do místa $A$? O jaký úhel $\gamma$ musíme odchýlit osu lodi od směru kolmého k proudu řeky a jakou rychlostí $\boldsymbol{v}_3$ se bude člun pohybovat vzhledem k okolní krajině?

d) Rozhodněte, jak závisí řešitelnost úloh a) až c) na velikostech rychlostí $v$ a $v_0$.

Řešte obecně, pak pro hodnoty: $d = 600$ m, $v_0 = 2,0\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$, $v = 5{,}0\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$.

**2.** Voltampérová charakteristika Zenerovy diody je v pracovní oblasti lineární a můžeme ji popsat vztahem

$$I_d = \frac{U - U_z}{r}\,,$$

kde $U_z$ je *Zenerovo napětí* a $r$ je *dynamický odpor* diody (obr. B1). Stabilizátor tvořený rezistorem o odporu $R_1$ a Zenerovou diodou je připojen ke zdroji stejnosměrného napětí Z, jehož svorkové napětí je $U_1$. K výstupu stabilizátoru je připojena zátěž o odporu $R$ (obr. B2).

a) Jaké minimální napětí $U_{1min}$ musí být na svorkách zdroje **Z**, aby se Zenerova dioda uplatnila?

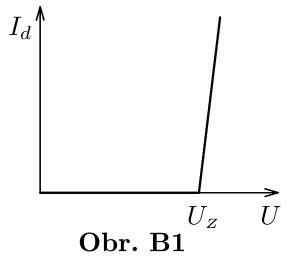
b) Jaké napětí $U$ naměříme na výstupu stabilizátoru, jestliže $U_1 > U_{1min}$?

c) Zvětší-li se svorkové napětí zdroje o $\Delta U_1$, zvětší se i napětí na zátěži o $\Delta U$. Určete změnu $\Delta U$ a *činitel stabilizace*

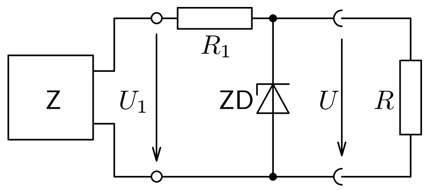
$$K = \frac{\dfrac{\Delta U_1}{U_1}}{\dfrac{\Delta U}{U}} = \frac{\Delta U_1}{\Delta U} \cdot \frac{U}{U_1}\,.$$

d) Jakou maximální napětí $U_{1max}$ může být na svorkách zdroje Z, nemá-li proud procházející diodou překročit dovolenou mezní hodnotu $I_{dm}$?

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $R_1 = 2{,}0 \cdot 10^2\ \Omega$, $R = 5{,}0 \cdot 10^2\ \Omega$, $r = 2{,}0\ \Omega$, $U_1 = 30{,}0$ V, $U_z = 11{,}00$ V, $\Delta U_1 = 1{,}0$ V, $I_{dm} = 0{,}10$ A.




**Obr. B1**



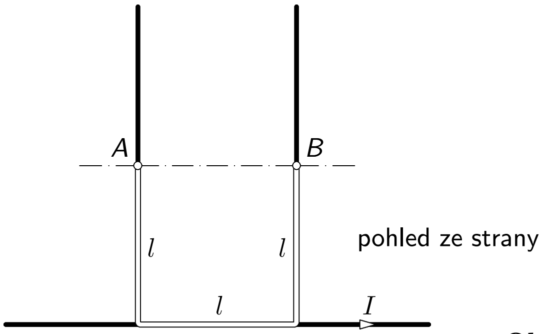

**Obr. B2**

**3.** Dlouhým přímým vodorovným vodičem prochází proud $I$. Stejný proud je zaveden sériovým zapojením i do pravoúhlé smyčky vytvořené z hliníkového drátu délky $3l$ o průměru $d$ a hustotě $\varrho$. Konce smyčky jsou otáčivě upevněny v bodech $A$, $B$ ve výšce $l$ nad přímým vodičem; vodorovný úsek délky $l$ se před zapnutím proudu dotýká přímého vodiče. Oba vodiče jsou od sebe elektricky izolovány tenkou vrstvou laku. Průměry obou vodičů jsou mnohem menší než délka $l$.

a) Kterým směrem musí procházet proud ve smyčce, aby se od přímého vodiče odpuzovala? Svoje tvrzení zdůvodněte pomocí známých pravidel.

b) O jaký úhel bude odchýlena rovina smyčky od svislé roviny po zapnutí proudu a ustálení?

Řešte nejprve obecně a potom pro hodnoty: $d = 1{,}0$ mm, $l = 80$ mm, $I = 10$ A, $\varrho_{Al} = 2700\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$, $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.




**Obr. B3**

**4.** Balon tvaru koule je otvorem zdola plněn teplým vzduchem. Teplota okolního vzduchu je $t_1$ a uvnitř balónu se daří udržovat teplotu $t_2 > t_1$. Atmosférický tlak má hodnotu $p_a$. Plátno, ze kterého je balon vyroben, má plošnou hustotu $\gamma$.

a) Určete nejmenší poloměr balonu, aby se zvednul.

b) Jaký by musel být poloměr balonu, aby unesl zátěž $k$-krát větší než je hmotnost obalu?

c) Jaký by musel být poloměr balonu, aby unesl zátěž o hmotnosti $m_0$?

Úlohy a), b) řešte nejprve obecně a pak pro hodnoty: $t_1 = 20\ °\mathrm{C}$, $t_2 = 70\ °\mathrm{C}$, $p_a = 1{,}00 \cdot 10^5\ \mathrm{Pa}$, $\gamma = 0{,}15\ \mathrm{kg \cdot m^{-2}}$, $k = 4$, $m_0 = 100\ \mathrm{kg}$, $R_m = 8{,}314\ \mathrm{J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}}$, $M_m(\text{vzduchu}) = 0{,}029\ \mathrm{kg \cdot mol^{-1}}$.
Úlohu c) řešte pro dané hodnoty pouze numericky s použitím vaší kalkulačky. Použitou numerickou metodu podrobně popište.