



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Úlohy regionálního kola 45. ročníku FO
kategorie B

1. V horkém letním dni těsně před bouřkou byla při teplotě vzduchu $t = 30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a atmosférickém tlaku $p = 1,000 \cdot 10^5\text{ Pa}$ naměřena relativní vlhkost vzduchu $\varphi = 57\text{ }\%$.
- a) Určete absolutní vlhkost vzduchu za uvedených podmínek, tj. hustotu ϱ_p vodních par v atmosféře.
 - b) Určete hustotu ϱ vlhkého vzduchu za uvedených podmínek a porovnejte ji s hustotou ϱ_0 suchého vzduchu za stejného tlaku a teploty.
 - c) Určete pro uvedené podmínky rosný bod, tj. teplotu, na kterou musíme ochladit těleso, aby se na něm začala srážet vodní pára.

V teplotním intervalu od $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ můžeme tlak sytých vodních par vypočítat s potřebnou přesností pomocí vztahu

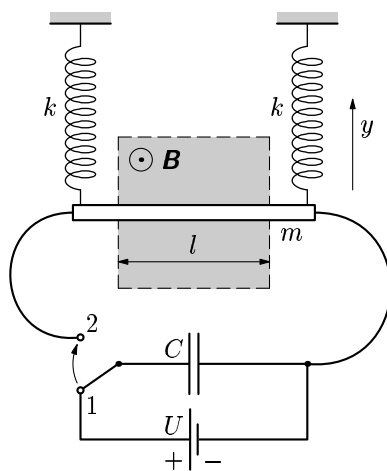
$$p_s = At^2 + Bt + C,$$

kde $A = 4,005\text{ Pa} \cdot \text{K}^{-2}$, $B = -9,55\text{ Pa} \cdot \text{K}^{-1}$ a $C = 922\text{ Pa}$. Molární hmotnost suchého vzduchu je $M_v = 28,96 \cdot 10^{-3}\text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, molární hmotnost vodních par je $M_p = 18,02 \cdot 10^{-3}\text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, molární plynová konstanta má hodnotu $R = 8,314\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

2. Na dvou stejných pružinách o stejné tuhosti k a zanedbatelné hmotnosti je zavěšen masivní vodorovný přímý vodič o hmotnosti m , jehož úsek délky l se nachází ve svislé mezeře elektromagnetu (obr. 1). Magnetická indukce $\mathbf{B}$ v mezeře má vodorovný směr a je orientována před nákresem. Vodorovný vodič je tenkými ohebnými vodiči o zanedbatelné hmotnosti zapojen do elektrického obvodu s kondenzátorem o kapacitě C a přepínačem. Pomocí přepínače v poloze 1 nejprve kondenzátor připojíme ke zdroji o svorkovém napětí U . Pak přepneme do polohy 2 a kondenzátor vybijeme přes vodorovný vodič, který tím uvedeme do mechanických kmitů. Odpor obvodu je malý a jeho indukčnost zanedbatelná, takže vybití kondenzátoru proběhne jako aperiodický děj, jehož trvání je velmi krátké ve srovnání s periodou mechanických kmitů vodiče.

- Určete periodu mechanických kmitů vodiče.
- Určete velikost v_0 rychlosti vodiče bezprostředně po vybití kondenzátoru a porovnejte jeho kinetickou energii v tomto okamžiku s elektrickou energií kondenzátoru před jeho vybitím.
- Určete amplitudu kmitů vodiče.
- Vyjádřete okamžitou výchylku y vodiče z rovnovážné polohy během kmitání jako funkci času, jestliže osa y vztažné soustavy je orientována vzhůru.

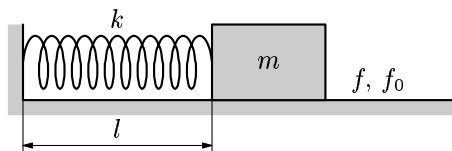
Úlohu řešte obecně a pak pro hodnoty $k = 2,0 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $m = 0,150 \text{ kg}$, $l = 120 \text{ mm}$, $B = 0,70 \text{ T}$, $C = 1000 \text{ } \mu\text{F}$ a $U = 500 \text{ V}$.



Obr. 1

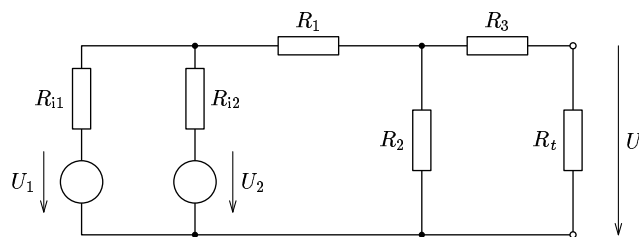
3. Kvádř o hmotnosti m na vodorovné podložce je připevněn k boční stěně pružinou o tuhosti k o délce l v nedeformovaném stavu (Obr. 2). Součinitel klidového tření mezi kvádrem a podložkou je f_0 , součinitel smykového tření za pohybu je f ($f < f_0$).
- Do jaké maximální vzdálenosti x_1 vpravo nebo vlevo můžeme posunout kvádř, aby po uvolnění setrval v klidu v této nové poloze?
 - Kvádř posuneme vpravo do dvojnásobné vzdálenosti než v předcházejícím případě a uvolníme. Určete maximální stlačení x_2 pružiny po uvolnění kvádru. Zůstane kvádř v klidu v poloze s výchylkou x_2 ?
 - Kvádru v původní rovnovážné poloze udělíme úderem počáteční rychlost směrem vpravo tak velkou, že se kvádř posune vpravo do vzdálenosti x_3 a znovu se vrátí do původní polohy. Určete vzdálenost x_3 a velikost v počáteční rychlosti kvádru.

Řešte nejprve obecně a potom pro hodnoty $m = 200$ g, $f_0 = 0,70$, $f = 0,50$, $k = 50$ N $\cdot$ m $^{-1}$, $l = 30$ cm, $g = 9,8$ m $\cdot$ s $^{-2}$.



Obr. 2

4. Na obr. 3 je zakreslen elektrický obvod skládající se ze dvou paralelně zapojených zdrojů o napětích $U_1 = 12,0 \text{ V}$, $U_2 = 10,0 \text{ V}$ a vnitřních odporech $R_{i1} = 1,0 \Omega$, $R_{i2} = 1,0 \Omega$. V obvodu jsou též zapojeny teplotně nezávislé rezistory $R_1 = 2,0 \Omega$, $R_2 = 10,0 \Omega$, $R_3 = 4,0 \Omega$ a teplotně závislý rezistor R_t o odporu $R_0 = 10,0 \Omega$ při teplotě $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Teplotní součinitel odporu tohoto rezistoru je $4 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.
- Zjednodušte schéma zapojení tak, že zdroje U_1 , U_2 nahradíte jediným o napětí U_0 a vnitřním odporem R_i dle Millmanovy poučky.
 - Pomocí Théveninovy poučky určete proud I protékající rezistorem R_t při teplotě $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a napětí U na rezistoru.
 - Zapište vztah $I = I(t)$ vyjadřující teplotní závislost proudu protékajícího rezistorem na teplotě.
 - Určete, při jaké teplotě protéká rezistorem R_t proud $I' = 0,5 \text{ A}$.
 - Určete proud protékající rezistorem R_t při teplotě $0 \text{ }^\circ\text{C}$ užitím metody smyčkových proudů.



Obr. 3