

## Úlohy 35. ročníku fyzikální olympiády

### Kategorie B

1. Nosná konstrukce na obr. B1 je tvořena dvěma nosníky stejné délky  $d$  a stejné hmotnosti  $m$ , které jsou uchyceny v bodech A, B v téže vodorovné rovině a spojeny v bodě C. Rovina ABC je svislá. Nosníky mají konstantní průřez a svírají s vodorovnou rovinou úhel  $\varphi$ .

- (a) Jaké síly  $F_{A0}$ ,  $F_{B0}$  a  $F_{C0}$  působí na nosníky v bodech A, B a C, je-li konstrukce zatížena jen vlastními tíhovými silami? Určete jejich velikost a odchylku od vodorovné roviny
- (b) Jaké síly  $F_A$ ,  $F_B$  a  $F_C$  budou působit na nosníky v bodech A, B a C, zavěsíme-li uprostřed nosníku AC břemeno o hmotnosti  $m_1$ ? Určete jejich velikost a odchylku od vodorovné roviny.

Řešte obecně a pro hodnoty:  $m = 15 \text{ kg}$ ,  $m_1 = 120 \text{ kg}$ ,  $\varphi = 25^\circ$ ,  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

2. V termosce o tepelné kapacitě  $K$  je led o hmotnosti  $m$  a teplotě  $t_1$  a topné tělísko o odporu  $R$ , jehož tepelnou kapacitu můžeme zanedbat. Topné tělísko připojíme k elektrickému zdroji. Jaké musí být napětí zdroje  $U$ , aby za dobu  $\tau$  led roztál a teplota uvnitř termosky stoupla na  $t_2$ ?

Řešte obecně a pro hodnoty:  $K = 55 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ,  $m = 0,85 \text{ kg}$ ,  $t_1 = -8^\circ \text{C}$ ,  $t_2 = 25^\circ \text{C}$ ,  $R = 5,8 \Omega$ ,  $\tau = 45 \text{ min}$ . Měrné tepelné kapacity ledu a vody jsou  $c_1 = 2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  a  $c_2 = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , měrné skupenské teplo tání ledu je  $l_t = 332 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Sestrojte graf závislosti teploty na čase během celého děje.

3. Ocelová kulička uvolněná ve výši  $h_0 = 1 \text{ m}$  nad vodorovnou ocelovou deskou poskakovala až do úplného zastavení. Celý děj, při kterém můžeme odpor vzduchu prakticky zanedbat, proběhl za dobu  $t = 8,0 \text{ s}$ .

- (a) Po každém odrazu byla rychlost kuličky menší než těsně před odrazem. Určete poměr jejich velikostí  $k$  (koeficient restituace).
- (b) Kolik procent mechanické energie ztratila kulička při každém odrazu?
- (c) Jakou celkovou dráhu kulička proběhla?
- (d) Sestrojte graf závislosti okamžité výšky kuličky na čase během prvních deseti poskoků. Vyznačte přesně časy odrazů kuličky od desky a vrcholy jednotlivých úseků grafu. Zbytek dokreslete přibližně.

Počítejte s tíhovým zrychlením  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

4. Primární cívka nezatíženého síťového transformátoru má  $N$  závitů a je připojena k síťovému napětí o efektivní hodnotě  $U$  a frekvenci  $f$ . Cívkou prochází magnetizační proud o efektivní hodnotě  $I$ . Jádru transformátoru složené z magneticky měkkých ocelových plechů má průřez  $S$  a délku střední indukční čáry  $l$ .

- (a) Primární cívka nezatíženého transformátoru se chová téměř jako cívka ideální. Určete její indukčnost  $L$ .
- (b) Jakou amplitudu  $B_m$  mají kmity magnetické indukce v jádře transformátoru? (Můžete použít vztah  $\Phi_c = L \cdot i$ , kde  $\Phi_c$  je okamžitý celkový indukční tok cívky a  $i$  okamžitá hodnota proudu.
- (c) Jaká je relativní permeabilita jádra  $\mu_r$ ?

Řešte obecně a pro hodnoty:  $N = 900$ ,  $U = 220$  V,  $I = 115$  mA,  $S = 10,5$  cm<sup>2</sup>,  $l = 41$  cm.

5. Síť na obr. B2 je tvořena třemi stejnými zdroji o elektromotorickém napětí  $U$  a čtyřmi rezistory  $R_1$  až  $R_4$ . Platí  $R_2 = 2R_1$ ,  $R_3 = 4R_1$ ,  $R_4 = 8R_1$ . Uzel A je uzemněn.

- (a) Určete proudy, které procházejí jednotlivými rezistory a elektrický potenciál uzlu E. Řešte obecně a pro hodnoty:  $U = 60$  V,  $R_1 = 1,0$  k $\Omega$ .
- (b) Jak bychom museli změnit odpor rezistoru  $R_3$ , aby rezistorem  $R_2$  neprocházel proud? Jaké proudy budou v tomto případě procházet rezistory  $R_1$ ,  $R_3$  a  $R_4$ ?

6. *Praktická úloha:* Určení modulu pružnosti v tahu z průhybu tyče.

*Teorie:* Tyč délky  $l$  podepřenou na koncích zatížíme uprostřed silou o velikosti  $F$  realizovanou pomocí závaží (Obr. B3). Velikost průhybu je určena vztahem

$$y = \frac{Fl^3}{48EJ},$$

kde  $E$  je *Youngův modul pružnosti v tahu* materiálu tyče a  $J$  je moment setrvačnosti průřezu tyče, který určíme jako

$J = \frac{\pi d^4}{64}$  u tyče kruhového průřezu,  $J = \frac{ab^3}{12}$  u tyče obdélníkového průřezu.

*Úkol:* Navrhněte a prakticky realizujte měření modulu pružnosti v tahu na základě uvedených vztahů. Jako tyče použijte silnější ocelové dráty různého průměru a délky. Měření případně opakujte i pro dráty z jiného materiálu. Získané výsledky porovnejte s tabulkovými hodnotami.

Na obr. B4 je schéma součtového neinvertujícího zesilovače se třemi vstupy A, B a C a jedním výstupem O. Jsou dány odpory  $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 10\text{ k}\Omega$ . Určete odpory  $R_a$ ,  $R_b$  a  $R_c$  tak, aby platilo

$$u_o = u_a + 2u_b + 4u_c.$$

Vstupní diferenciální napětí a oba vstupní proudy operačního zesilovače jsou zanedbatelné. (Viz studijní text *P. Šedivý: Pokusy s operačními zesilovači*).

KNIHOVNIČKA FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDY č. 11

Přemysl Šedivý

## Pokusy s operačními zesilovači

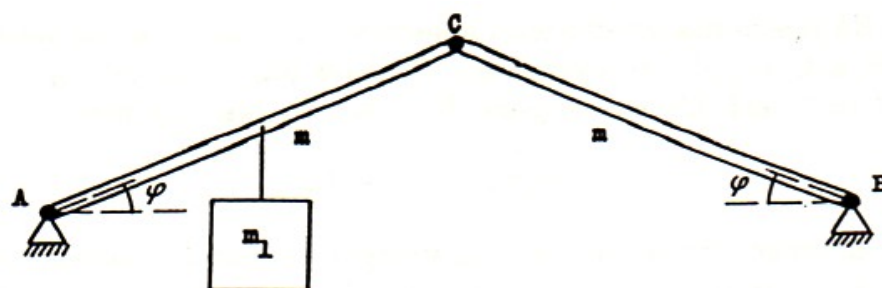
Studijní text pro řešitele fyzikální olympiády



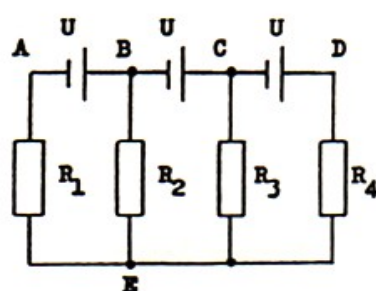
1993  
HRADEC KRÁLOVÉ



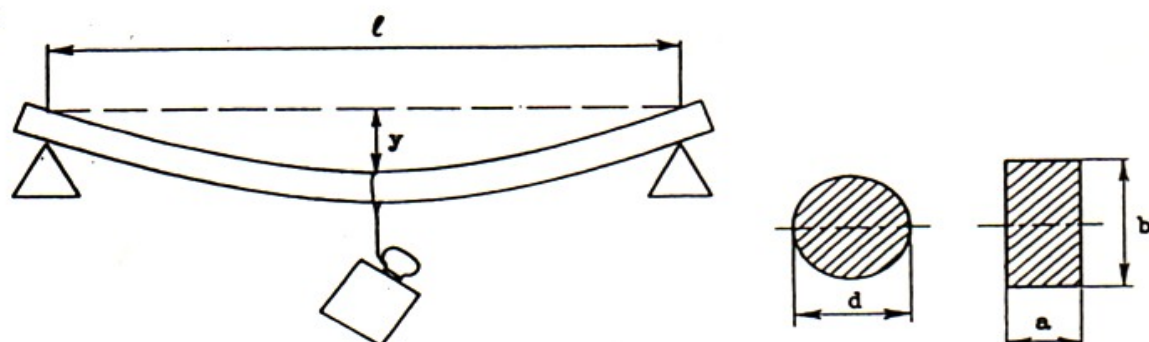
B1



B2



B3



B4

