Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 44. ročníku FO kategorie B

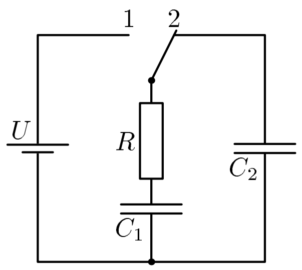
Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$.

1. Kondenzátory v obvodu na obr. 1 jsou bez náboje.

a) Kondenzátor o kapacitě C_1 nejprve nabijeme ze zdroje o svorkovém napětí U a zanedbatelném vnitřním odporu přepnutím přepínače do polohy 1. Jaký náboj Q_1 projde rezistorem a jakou elektrickou práci W_1 v něm vykoná?

b) Pak vrátíme přepínač do polohy 2. Jaký náboj Q_2 projde rezistorem a jakou elektrickou práci W_2 v něm vykoná?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty:
$U = 10{,}0\ \mathrm{V}$, $C_1 = 500\ \mathrm{\mu F}$, $C_2 = 2\,000\ \mathrm{\mu F}$, $R = 100\ \Omega$.



Obr. 1

2. Při bungee jumpingu je skokan o hmotnosti m přivázán za konec pružného lana délky l a skáče dolů z mostu ve výšce h nad hladinou vody.

a) Jakou tuhost musí mít lano, aby se skokan v nejnižší poloze dotkl vodní hladiny?

b) Určete výšku h_1 nad vodní hladinou, v níž po ustálení zůstane viset.

c) Určete maximální rychlost v_m skokana během pohybu dolů.

d) Určete maximální přetížení skokana během pohybu.

Lano považujte za dokonale pružné, jeho hmotnost a odpor vzduchu zanedbejte. Pohyb skokana popište jako pohyb hmotného bodu. Přetížení určíme jako podíl síly, kterou kaskadér působí na lano, a jeho hmotnosti. Vyjádřete je jako násobek g. Řešte obecně, pak pro hodnoty: $m = 80\ \mathrm{kg}$, $l = 10\ \mathrm{m}$, $h = 40\ \mathrm{m}$.

3. Na obr. 2 jsou v p-V diagramu zakresleny dva kruhové děje 1231 a 1341. V obou dějích je pracovní látkou plyn s jednoatomovými molekulami o stejném látkovém množství n. Porovnejte

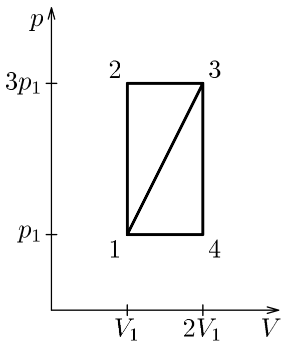
a) celkovou práci vykonanou při jednom cyklu,

b) teplo přijaté pracovní látkou při jednom cyklu,

c) účinnost kruhových dějů.

Ve všech případech určete poměr veličin pro oba děje.

d) Překreslete oba cykly do diagramu p-T; u nelineárních závislostí uveďte vztah mezi veličinami T a p.



Obr. 2

4. Zařízení pro automatické větrání je vybaveno svislým ocelovým válcem o vnitřní délce $L = 35$ cm a vnitřním průměru $D = 30$ mm. Do otvoru ve dně válce je skrz těsnění zasunuta válcová tyč o průměru $d = 8{,}0$ mm, která funguje jako píst a je dolním koncem upevněna ke konstrukci větraného objektu. Válec je téměř zcela zaplněn olejem o teplotním součiniteli objemové roztažnosti $\beta = 7{,}06 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{K}^{-1}$. Malý zbytek objemu je vyplněn vzduchem. Celé zařízení kromě pístu má hmotnost $m = 5{,}0$ kg (obr. 3).

Vzrůstá-li se teplota objektu, zvětšuje se objem oleje mnohem rychleji než objem ocelového válce a tlak ve válci stoupá, až při teplotě $t_1 = 20$ °C překoná tlaková síla pístu tíhu zařízení a kryt otvoru se začne zvedat. V tomto počátečním okamžiku má zasunutá část pístu délku $l = 15$ cm a vrstva vzduchu nad olejem výšku $v = 1{,}5$ mm.

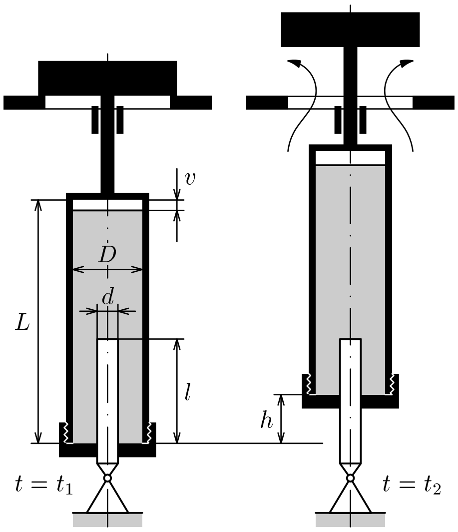
Zanedbejte nejprve teplotní roztažnost oceli a hydrostatický tlak oleje a řešte úlohy a) až c). Pak řešte úlohu d:

a) Určete přetlak p ve válci oproti atmosférickému tlaku p_b po nadzvednutí krytu větracího otvoru. $p_\mathrm{b} = 1{,}0 \cdot 10^5$ Pa.

b) Určete výšku h, do které vystoupí válec, jestliže teplota zařízení stoupne na $t_2 = 40$ °C.

c) Určete přetlak p' ve válci oproti atmosférickému tlaku a výšku v' vzduchové vrstvy, jestliže teplota zařízení klesne na $t_3 = -10$ °C.

d) Odhadněte chybu, které jste se dopustili při určení výšky h zanedbáním teplotní roztažnosti oceli, jestliže teplotní součinitel délkové roztažnosti oceli je $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{K}^{-1}$.



Obr.3