



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky
Úlohy krajského kola 49. ročníku FO
kategorie B

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

1. Srážka na vzduchové dráze

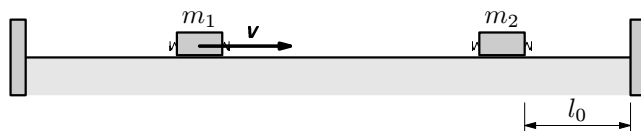
Na vzduchové dráze stojí vozík o hmotnosti m_2 ve vzdálenosti l_0 od koncového dorazu (obr. 1). Do tohoto vozíku narazí jiný vozík o hmotnosti m_1 rychlostí v . Po srážce se vozík o hmotnosti $m_2 = km_1$ dá do pohybu, na konci vzduchové dráhy se odrazí od koncového dorazu, nakonec následuje náraz do prvního vozíku. Uvažujte, že všechny srážky jsou dokonale pružné. Určete

- rychlosti obou vozíků po první srážce,
- podmínku pro poměr $k = \frac{m_2}{m_1}$, aby se po odrazu druhého vozíku na konci vzduchové dráhy oba vozíky k sobě přibližovaly,
- vzdálenost l druhého vozíku od koncového dorazu v okamžiku, kdy dojde k druhé srážce.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty

1. $v = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $l_0 = 30 \text{ cm}$, $k = \frac{1}{2}$,

2. $v = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $l_0 = 30 \text{ cm}$, $k = 2$.



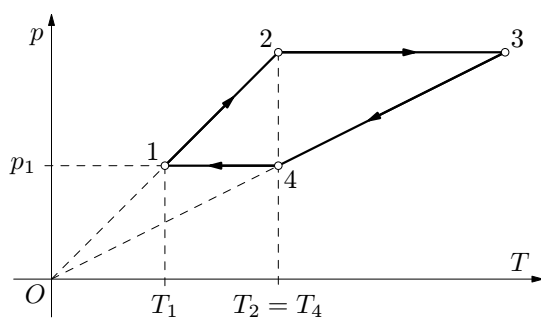
Obr. 1

2. Kruhový děj v ideálním plynu

Ideální plyn s dvouatomovými molekulami o látkovém množství 1 mol vykonal kruhový děj 1-2-3-4-1 znázorněný v $p - T$ diagramu na obr. 2. Na počátku děje ve stavu 1 měl plyn počáteční teplotu $t_1 = 0 \text{ °C}$ a tlak $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$. V průběhu kruhového děje dosáhl plyn maximální teploty $T_3 = 4T_1$ (v kelvinech), pro další teploty platilo, že $T_2 = T_4$.

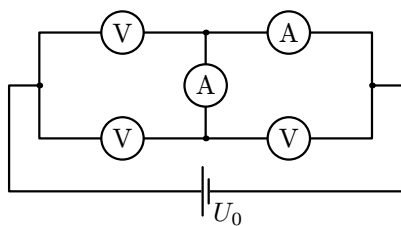
- Charakterizujte (stačí i slovně) jednotlivé části kruhového děje.
- Vyjádřete hodnoty teplot T_2 a T_4 pomocí teploty T_1 .
- Určete hodnoty tlaku a objemu v bodech 1,2,3,4 kruhového děje.
- Překreslete tento kruhový děj ve vhodném měřítku do $p - V$ diagramu.
- Určete práci vykonanou v průběhu jednoho cyklu kruhového děje.
- Vypočtete teplo dodané ideálnímu plynu v průběhu jednoho cyklu a účinnost tohoto kruhového děje. Při výpočtu tepla použijte 1. termodynamický zákon a vztah pro vnitřní energii plynu s dvouatomovými molekulami $U = \frac{5}{2}nRT$.

Řešte nejprve obecně, pak pro zadané hodnoty. $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.



3. Můstkové zapojení

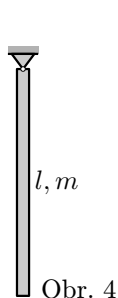
Ke galvanickému článku je připojena můstková síť sestavená ze tří stejných voltmetrů a dvou stejných miliampérmetrů podle obr. 3. Svorkové napětí článku je U_0 . Víme ještě, že údaj jednoho miliampérmetru je n krát větší než údaj druhého. Za předpokladu, že odpor voltmetru je větší než odpor miliampérmetru, určete údaje každého z voltmetrů. Úlohu řešte obecně a pro hodnoty $U_0 = 1,3 \text{ V}$, $n = 3$.



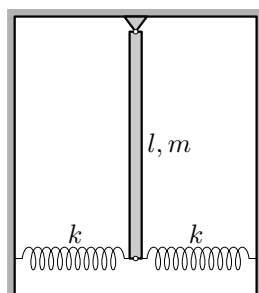
Obr. 3

4. Kyvadla

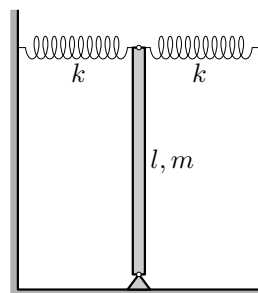
- Určete periodu malých kmitů kyvadla tvořeného tenkou homogenní tyčí stálého průřezu zavěšené za jeden konec (obr. 4). Tyč má délku $l = 500$ mm a hmotnost $m = 0,250$ kg.
- Uchytíme-li konec kyvadla pomocí dvou stejných vodorovných pružin tuhosti k a zanedbatelné hmotnosti ke stejně vzdáleným protilehlým stěnám (obr. 5), bude perioda kmitů poloviční. Určete tuhost pružin.
- S jakou periodou bude kmitat stejná soustava otočená „vzhůru nohama“ (obr. 6)?



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6