Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 49. ročníku FO kategorie B

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

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 $\boldsymbol{v}$. 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

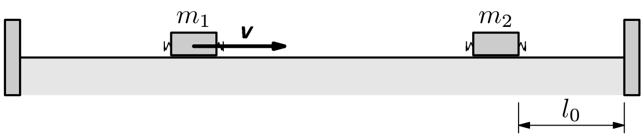
a) rychlosti obou vozíků po první srážce,

b) podmínku pro poměr $k = \dfrac{m_2}{m_1}$, aby se po odrazu druhého vozíku na konci vzduchové dráhy oba vozíky k sobě přibližovaly,

c) vzdálenost l druhého vozíku od koncového dorazu v okamžiku, kdy dojde k druhé srážce.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty

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



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 $t_1 = 0\ °\mathrm{C}$ a tlak $p_1 = 0{,}1\ \mathrm{MPa}$. V průběhu kruhového děje dosáhl plyn maximální teploty $T_3 = 4T_1$ (v kelvinech), pro další teploty platilo, že $T_2 = T_4$.

a) Charakterizujte (stačí i slovně) jednotlivé části kruhového děje.

b) Vyjádřete hodnoty teplot T_2 a T_4 pomocí teploty T_1.

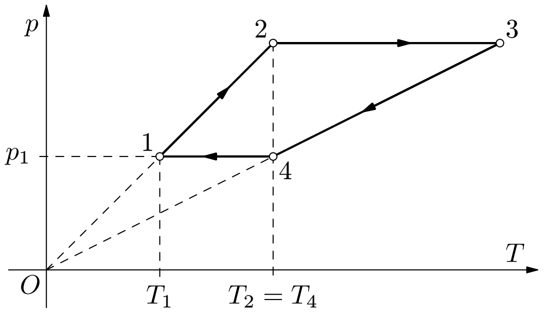
c) Určete hodnoty tlaku a objemu v bodech 1,2,3,4 kruhového děje.

d) Překreslete tento kruhový děj ve vhodném měřítku do $p-V$ diagramu.

e) Určete práci vykonanou v průběhu jednoho cyklu kruhového děje.

f) Vypočtěte 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 $U = \frac{5}{2}nRT$.

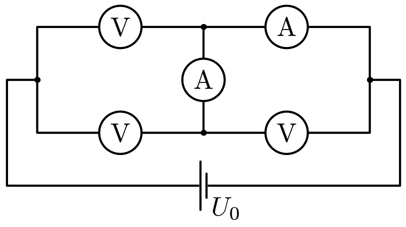
Řešte nejprve obecně, pak pro zadané hodnoty. $R = 8{,}31\ \mathrm{J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}}$.



Obr. 2

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 $U_0 = 1{,}3\ \mathrm{V}$, $n = 3$.



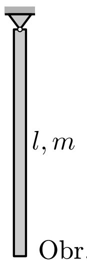
Obr. 3

4. Kyvadla

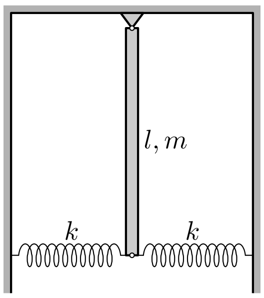
a) Určete periodu malých kmitů kyvadla tvořeného tenkou homogenní tyčí stálého průřezu zavěšené za jeden konec (obr. 4). Tyč má délku $l = 500$ mm a hmotnost $m = 0{,}250$ kg.

b) 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.

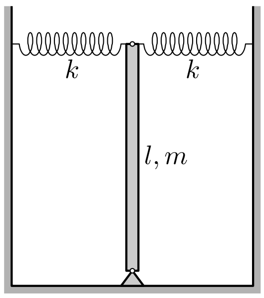
c) S jakou periodou bude kmitat stejná soustava otočená „vzhůru nohama“ (obr. 6)?



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6