



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
Úlohy krajského kola 66. ročníku FO  
kategorie C

### 1. Kruhový děj

Ideální dvouatomový plyn o látkovém množství  $n$  projde kruhovým dějem. V počátečním stavu (1) má plyn teplotu  $T_1$ , objem  $V_1$  a tlak  $p_1$ . První děj ze stavu (1) do stavu (2) je izobarická expanze, při které se objem 3x zvětší. Druhý děj ze stavu (2) do stavu (3) je izochorické snížení tlaku – tlak ve stavu (3) je takový, jako by plyn přešel ze stavu (1) přímo do stavu (3) adiabatickým dějem. Třetí děj ze stavu (3) do stavu (4) je izobarická komprese, při které se objem plynu sníží na původní hodnotu  $V_1$ . Při čtvrtém ději se plyn izochorickým zvýšením tlaku vrátí ze stavu (4) do původního stavu (1).

- Vyjádřete objem, tlak a teplotu ve stavech (2), (3) a (4) pomocí veličin  $V_1$ ,  $p_1$  a  $T_1$ .
- Sestrojte na jeden milimetrový papír kruhový děj v  $pV$  diagramu a v diagramu  $VT$ .
- Užitím zadaných veličin  $V_1$ ,  $p_1$ ,  $T_1$  a  $n$  a Poissonovy konstanty  $\kappa$  vyjádřete práci vykonanou během jednoho cyklu kruhového děje.
- Určete, při kterých dějích je plynu dodáno teplo a toto teplo vyjádřete pomocí veličin  $T_1$  a  $n$ . V případě, že teplo bylo dodáno při více dějích, vypočítejte celkové dodané teplo. K vyjádření použijte molární tepelnou kapacitu ideálního dvouatomového plynu za stálého tlaku  $C_p = 7R/2$ , molární tepelnou kapacitu ideálního dvouatomového plynu za stálého objemu  $C_V = 5R/2$  a Poissonovu konstantu  $\kappa = C_p/C_V$ .  $R$  je molární plynová konstanta.
- Práci a celkové dodané teplo vypočítané v úlohách c) a d) vyjádřete pomocí stejných veličin a určete konkrétní účinnost tohoto kruhového děje.

### 2. Kubická krystalová mřížka

Kovy nikl (Ni), sodík (Na) a radioaktivní prvek polonium (Po) alfa jsou krystalické látky s kubickou krystalovou mřížkou. Mřížkový parametr  $a$  niklu je 0,353 nm, sodíku 0,428 nm a polonia 0,333 nm. Určete, jaký typ krystalové buňky (prostou, plošně centrovanou, prostorově centrovanou) prvky mají. Hustota polonia je  $9\,400\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , ostatní potřebné údaje vyhledejte v tabulkách.

### 3. Na kře ledové

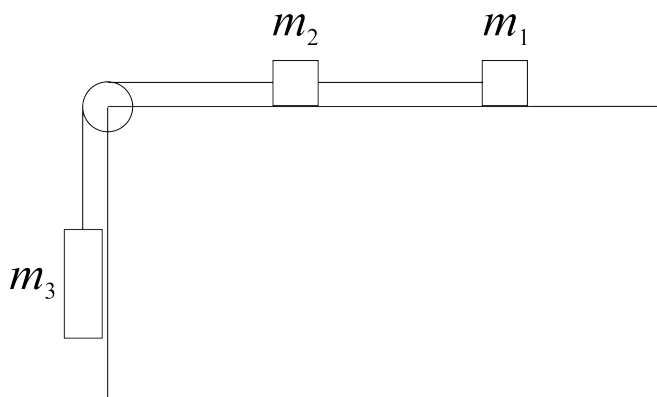
Po jezeře plavou ledové kry. Honza přeskočí z loďky na jednu ledovou kru pravidelného tvaru, která má plochu  $S$ , a je ponořena do hloubky  $h$ . Kra se přitom potopí hlouběji o  $h_1 = 1,2\text{ cm}$ . Vzápětí se z kry odlomí kus ledu o ploše  $S_1 = 1,0\text{ m}^2$ .

Přitom se kra s Honzou ponoří ještě o  $h_2 = 0,3$  cm hlouběji. Hustota vody je  $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Hustota ledu je  $\rho_l = 0,9 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

- Napište obecně podmínku rovnováhy sil pro samotnou kru. Jaká část objemu kry je pod vodou?
- Určete obecně i číselně, jakou hmotnost  $m$  má Honza.
- Určete obecně i číselně původní plochu kry  $S$ .

#### 4. Tělesa spojená vláknem

Tři tělesa o hmotnostech  $m_1 = m_2 = 1,0$  kg a  $m_3 = 2,0$  kg jsou spojená vláknem přes nehmotnou kladku dle obrázku 1. Součinitel smykového tření mezi vodorovnou podložkou a tělesy je  $f = 0,20$ . Počítejte s tíhovým zrychlením  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .



Obr. 1

- Určete zrychlení  $a$ , se kterým se soustava pohybuje.
- Určete velikost tahové síly  $T_1$  mezi tělesem o hmotnosti  $m_1$  a  $m_2$  a velikost tahové síly  $T_2$  mezi tělesem o hmotnosti  $m_2$  a  $m_3$ .
- Pohybovala by se soustava všech tří těles a případně s jakým zrychlením, kdyby hmotnosti všech těles byly stejné?
- Určete podmínku pro hmotnosti  $m_1$  a  $m_2$ , aby pohyb soustavy byl rovnoměrný. Počítejte se stejnou hodnotou součinitele klidového tření  $f = 0,20$ .