

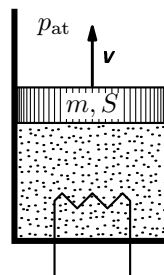


Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
**Úlohy krajského kola 49. ročníku FO**  
**kategorie A**

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

### 1. Rozpínání plynu

V tepelně izolované válcové nádobě se svislou osou je dokonale klouzajícím pístem o hmotnosti  $m$  a plošném obsahu  $S$  uzavřeno  $n$  molů helia (obr. 1). U dna nádoby je topná spirála. Kromě plynu v nádobě se ohřívají i stěny nádoby a píst o celkové tepelné kapacitě  $C$ . Jejich teplota roste stejně rychle jako teplota plynu. V důsledku zahřívání soustavy se píst rovnoměrně zvedá rychlostí  $v$ . Vzduch nad pístem má atmosférický tlak  $p_{\text{at}}$ . Tepelná kapacita topné spirály je zanedbatelná.



obr. 1

- Jak se zvýší teplota plynu za jednu sekundu?
- Jaký je výkon  $P$  topné spirály?

Úlohu řešte obecně a pak pro hodnoty  $p_{\text{at}} = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $n = 0,500 \text{ mol}$ ,  $m = 5,00 \text{ kg}$ ,  $S = 2,00 \text{ dm}^2$ ,  $C = 200 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ,  $v = 1,00 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### 2. Kometa

Kometa 8P/Tuttle obíhá okolo Slunce s periodou  $T = 13,62 \text{ r}$ . Její vzdálenost od Slunce v perihéliu je  $r_{\text{p}} = 1,02 \text{ AU}$ . Určete délky hlavní a vedlejší poloosy trajektorie komety, vzdálenost  $r_{\text{a}}$  od Slunce v aféliu a velikost  $v_{\text{p}}$  okamžité rychlosti při průchodu perihéliem.

$1 \text{ AU} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$ ,  $1 \text{ rok} = 3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$ .

### 3. Kyvadlo

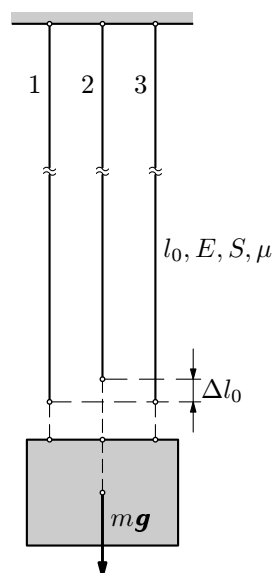
Tyč zanedbatelné hmotnosti a délky  $l$  je zavěšena na svém konci. Ve středu tyče a na jejím opačném konci jsou upevněny malé kuličky, každá o hmotnosti  $m$ . Kuličky považujte za hmotné body. Kyvadlo kmitá s amplitudou úhlové výchylky  $\varphi_m$  takovou, že kmity můžeme považovat za harmonické.

- Určete periodu kmitů kyvadla a okamžitou úhlovou rychlost, kterou kyvadlo prochází rovnovážnou polohou.
- Kuličku umístěnou ve středu tyče můžeme po tyči posunovat. Označme  $x$  proměnnou vzdálenost kuličky od osy otáčení, přičemž  $0 < x < l$ . Při jakém umístění této kuličky je perioda kmitů minimální a při jakém maximální? Určete též tyto periody  $T_{\min}$  a  $T_{\max}$ .

### 4. Těžní lana s klecí

Tři lana pro hlubinný důl jsou volně zavěšena ve stejných vzdálenostech od sebe. V nezatíženém stavu ve vodorovné poloze měla krajní lana délku  $l_0$  a prostřední lano bylo o malou délku  $\Delta l_0 \ll l_0$  kratší. Lana mají stejný příčný průřez  $S$ , délkovou hustotu hmotnosti  $\mu$  a Youngův modul  $E$ . Na lana zavěsíme těžní klec o hmotnosti  $m$  a spustíme ji dolů. Těžiště klece se nachází na prodloužení osy prostředního lana (obr. 2).

- Určete prodloužení jednotlivých lan způsobené jejich vlastní tíhou.
- Určete síly, kterými působí na lana zavěšená klec, pokud je v klidu, a prodloužení lan vyvolaná těmito silami.
- Určete největší napětí v jednotlivých lanech.
- Spustíme-li klec dolů tak, že zastaví bez brzdění, začne konat harmonické kmity. Vypočítejte jejich frekvenci  $f$ . V souladu s teorií kmitů připočítejte k hmotnosti klece jednu třetinu hmotnosti lan.



Obr. 2

Úlohu řešte obecně a pak pro hodnoty  $l_0 = 950$  m,  $\mu = 4,70$  kg/m,  $S = 500$  mm<sup>2</sup>,  $E = 9,00 \cdot 10^{10}$  Pa,  $\Delta l_0 = 250$  mm,  $m = 8\,500$  kg.