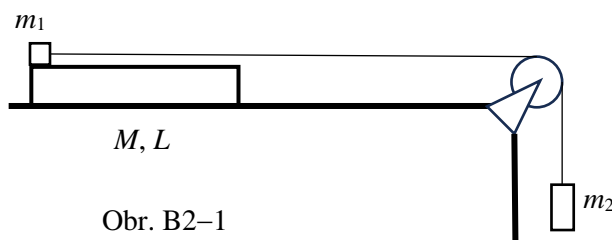


**65. ročník Fyzikálnej olympiády**  
v školskom roku 2023/2024  
**krajské kolo kategórie B**  
*Riešenie úloh*

### 1. Hranol na doske

Na dlhom vodorovnom stole sa nachádza doska s hmotnosťou  $M = 0,50$  kg a dĺžkou  $L = 80$  cm. Na konci dosky je položený malý hranol s hmotnosťou  $m_1 = 150$  g. Hranol je spojený vláknom cez kladku so závažím s hmotnosťou  $m_2 = 50$  g, obr. B2-1.



Obr. B2-1

Faktor trenia medzi doskou a hranolom  $f_1 = 0,25$  a medzi doskou a stolom  $f_2 = 0,05$ .

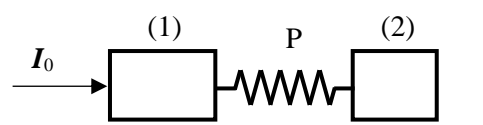
Sústavu držíme v pokoji a v určitom okamihu ju uvoľníme.

- Určte maximálnu rýchlosť  $v_1$  vzhľadom na stôl, ktorú dosiahne hranol počas pohybu po povrchu dosky, a čas  $t_1$  pohybu hranola po povrchu dosky.
- Určte celkové posunutie  $d$  dosky na povrchu stola.

Tiažové zrýchlenie  $g = 9,8$  m·s<sup>-2</sup>. Rozmery hranola voči rozmerom dosky sú zanedbateľne malé. Vplyv kladky na pohyb sústavy neuvažujte.

### 2. Telesá na pružine

Na hladkej vodorovnej ploche sa nachádza dvojica hranolov (1) a (2) s hmotnosťami  $m_1 = 200$  g a  $m_2 = 150$  g spojené pružinou P s tuhosťou  $k = 2,0$  N·m<sup>-1</sup>, obr. B2-2. Predpokladajte, že trenie medzi hranolmi a plochou je zanedbateľne malé, a preto sily trenia neuvažujte.



Obr. B2-2

Na začiatku sú hranoly v pokoji.

Telesu (1) udelíme veľmi krátkym impulzom sily začiatočnú rýchlosť  $v_0 = 60$  cm·s<sup>-1</sup> v smere k druhému telesu (2).

- Opíšte pohyb sústavy po udelení impulzu.
- Určte maximálnu rýchlosť  $v_m$ , ktorú nadobudne teleso (2) počas pohybu.
- Určte dobu  $t_1$ , za ktorú sa teleso (1) priblíži na najkratšiu vzdialenosť od telesa (2)

Neuvažujte hmotnosť pružiny.

### 3. Tepelný dej

Vo valci s prierezom  $S = 50 \text{ cm}^2$  je uzatvorené hélium pomocou piestu ovládaného ramenom kolným na piest. Na začiatku mal plyn objem  $V_0 = 5,0 \text{ dm}^3$  a teplotu  $T_0 = 300 \text{ K}$ , pričom rameno pôsobilo na piest tlakovou silou  $F_0 = 250 \text{ N}$ .

a) Určte látkové množstvo  $n$  a tepelnú kapacitu hélia pri konštantnom objeme  $C_V$  plynu vo valci.

Pomocou ovládania piestu pomocou ramena sa vykoná s plynom termodynamický cyklus, ktorý pozostáva z dvoch izotermických a dvoch izochorických dejov. Pri izochorickom zohrievaní sa plynu dodá teplo  $Q_1 = 1\,000 \text{ J}$  a pri nasledujúcej izotermickej expanzii teplo  $Q_2 = 500 \text{ J}$ .

b) Schematicky znázornite  $p$ - $V$  diagram cyklu a označte v ňom charakteristické hodnoty stavových veličín. Určte maximálnu teplotu  $T_m$ , maximálny objem  $V_m$  a maximálny tlak  $p_m$  plynu počas cyklu.

c) Určte účinnosť  $\eta$  tohto cyklického deja.

Hélium je plyn jednoatómových molekúl, atmosférický tlak  $p_a = 100 \text{ kPa}$ , molárna plynová konštanta  $R = 8,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ , počet stupňov voľnosti jednoatómových molekúl  $s = 3$ .

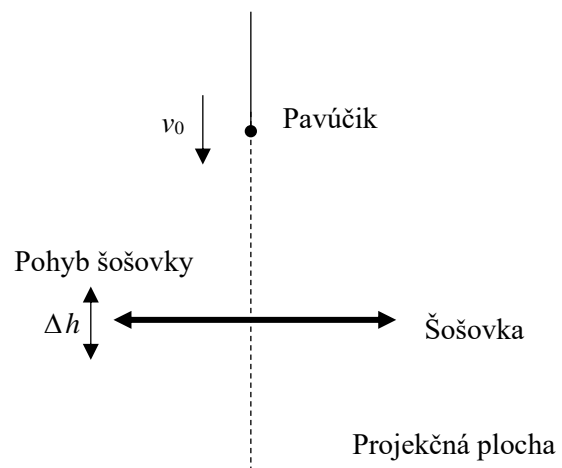
Pomôcka: 
$$\int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{x} dx = \ln \frac{x_2}{x_1}.$$

### 4. Pavúček

Nad vodorovnou projekčnou plochou sa nachádza spojná šošovka s ohniskovou vzdialenosťou  $f = 12 \text{ cm}$ . Šošovka je umiestnená v držiaku, ktorým možno šošovkou posúvať vo zvislom smere. Pozdĺž optickej osi šošovky sa spúšťa zo stropu pavúček rýchlosťou  $v_0 = 20 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ , obr. B2–3.

a) Určte výšku  $h_1$  šošovky nad projekčnou plochou, aby bol obraz pavúčka ostrý, keď je pavúček vo výške  $H_1 = 60 \text{ cm}$  a potom  $h_2$ , keď je vo výške  $H_2 = 40 \text{ cm}$  nad projekčnou plochou. Chod lúčov pri vytvorení reálneho obrazu na projekčnej ploche znázornite v obrázku.

b) Určte rýchlosť  $v_1$  posunu šošovky ako funkciu výšky  $H$  pavúčka a jeho rýchlosti  $v_0$ , aby bol obraz pavúčka stále ostrý.



Obr. B2–3