

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

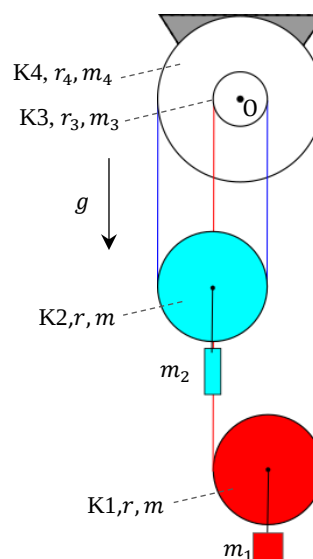
Kategória B

Domáce kolo – text úloh (prvá časť)

1) Zacyklená kladka

V sústave kladiek K1, K2, K3, K4 je vedená uzavretá slučka, ako ukazuje obr. B–1. Kladky K1, K2 sú rovnaké, majú rovnakú hmotnosť m a obvod r , a voľne sa otáčajú okolo svojich osí. Visia na nich závažia s hmotnosťami m_1 a m_2 . Kladky K3 a K4 sú pevne spojené, a voľne sa otáčajú okolo svojej spoločnej osi O, ktorá je pevne uchytená pod stropom. Obvod väčšej kladky $r_4 = \frac{3}{2}r$, a $r_3 = \frac{1}{2}r$ je obvod menšej kladky. Ich hmotnosti v uvedenom poradí sú $m_4 = \frac{9}{4}m$ a $m_3 = \frac{1}{4}m$. Lanko je na všetkých úsekoch zvislé a neprešmykuje na kladkách. Tiažové zrýchlenie $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

- Vyjadrite zrýchlenie a_1 kladky K1 ako funkciu jej uhlového zrýchlenia α_1 , ktorým sa otáča okolo vlastnej osi, a rovnako vyjadrite závislosť zrýchlenia a_2 kladky K2 od jej uhlového zrýchlenia α_2 okolo jej vlastnej osi.
- Určte veľkosť síl, ktorými je napínané lano v jednotlivých vetvách.
- Určte veľkosť sily, ktorou pôsobí sústava kladiek na os O.

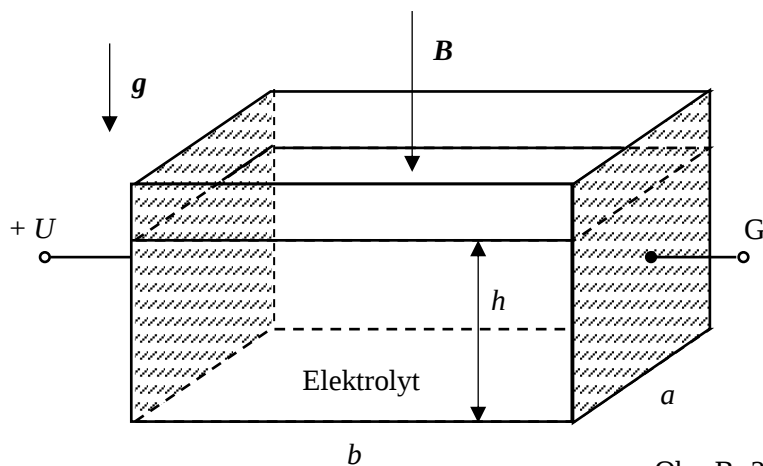


Obr. B–1

Trenie v osiach všetkých kladiek je zanedbateľne malé. Lanko sa nenatáhuje a jeho hmotnosť je zanedbateľne malá.

Úlohu riešte všeobecne, potom pre nasledujúce hodnoty veličín: $r = 100 \text{ mm}$, $r_3 = 50 \text{ mm}$, $r_4 = 150 \text{ mm}$, $m = 80 \text{ g}$, $m_1 = 100 \text{ g}$, $m_2 = 10 \text{ g}$.

2) Elektrolyt v magnetickom poli



Obr. B–2

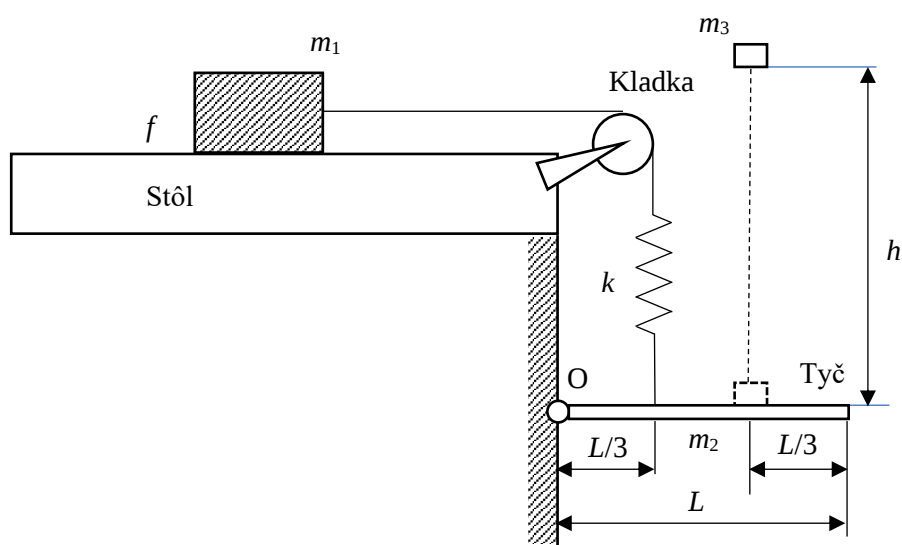
Vo vaničke v tvare kvádra s rozmermi podstavy $a = 10 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$, sa nachádza elektrolyt s hustotou $\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$ a konduktivitou $\gamma = 20 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$, do výšky $h = 80 \text{ mm}$, obr. B-2. Dve protiľahlé steny vzdialené b sú vo vnútri vaničky pokovené, zvyšné sú z nevodivého skla. Vanička s elektrolytom sa nachádza v magnetickom poli s indukciou $B = 250 \text{ mT}$, pričom vektor magnetickej indukcie smeruje zvislo nadol.

- Ku kovovým elektródam pripojíme zdroj konštantného elektrického napätia $U = 24 \text{ V}$. Určte intenzitu elektrického poľa E a prúdovú hustotu J v elektrolyte, ak predpokladáte, že elektrolyt aj elektrické pole v elektrolyte sú homogénne.
- Po pripojení zdroja dôjde k vychýleniu hladiny elektrolytu. Vysvetlite, prečo sa hladina vychýli a ktorým smerom. Situáciu znázorníte obrázkom a vyznačte v ňom všetky sily pôsobiace na elektrolyt.
- Určte uhol α vychýlenia hladiny elektrolytu z vodorovnej polohy.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty, $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Pozn.: Prechodové javy na elektródach neuvažujte.

3) Harmonické kmity



Obr. B-3

Na obr. B-3 je mechanická sústava. Na vodorovnej doske stola leží teleso s hmotnosťou m_1 . K telesu je pripravené vlákno vedené cez kladku a pružinu s tuhosťou k na plochú tyč otočnú okolo vodorovnej osi O. Tyč je homogénna, má hmotnosť m_2 a dĺžku L a na začiatku je vo vodorovnej polohe. Pružina je upevnená v $1/3$ dĺžky tyče. Na tyč necháme padať z výšky h nad úroveň tyče teliesko s hmotnosťou m_3 , pričom náraz telieska do tyče je dokonale nepružný. Faktor trenia medzi telesom na stole a povrchom stolu je f .

- Ak zatlačíme nadol na voľný koniec tyče, teleso na stole sa pohne pri uhle sklonu tyče $\varphi_0 = 5,0^\circ$. Určte tuhosť k pružiny.
- Určte výšku h_1 , z ktorej máme nechať padať teliesko, aby sa tyč po jeho dopade vychýlila z vodorovnej polohy o uhol φ_0 .
- Teliesko necháme padať na tyč z výšky $h_2 < h_1$. Po dopade telieska začne tyč s telieskom kmitať. Určte frekvenciu kmitov a amplitúdu uhlovej výchylky tyče.

4) Odraz svetla

Na hladinu vody s obsahom $S = 4,0 \text{ dm}^2$ s indexom lomu $n_v = 1,33$ kvapneme kvapku oleja s indexom lomu $n = 1,47$ v tvare gule s priemerom $D = 2,0 \text{ mm}$. Olej sa na povrchu vody rovnomerne rozloží a vytvorí tak tenkú homogénnu vrstvičku.

- Na hladinu dopadá biele svetlo pod uhlom dopadu α . Určte najväčšiu vlnovú dĺžku λ_1 a druhú najväčšiu λ_2 svetla odrazeného od hladiny s maximálnou intenzitou. Na obrázku znázornite odraz svetla od hladiny s vrstvou oleja a vyznačte v ňom chod charakteristických lúčov.
- Do spoločného grafu nakreslite závislosť vlnových dĺžok λ_1 a λ_2 ako funkcie uhlu dopadu α . V grafe vyznačte pás vlnových dĺžok zodpovedajúcich viditeľnému svetlu. Graf zostrojte pre rozsah uhlov od 0° do 60° .
- Uved'te, ako sa mení farba odrazeného svetla, ak meníme uhol dopadu bieleho svetla na hladinu.

64. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie B – prvá časť

Autori návrhov úloh:	Lubomír Konrád (2, 3), Aba Teleki (1), Ivo Čáp (4)
Recenzia:	Aba Teleki, Lubomír Mucha
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022