

**55. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2013/2014**

Texty úloh krajského kola kategórie D

(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk)

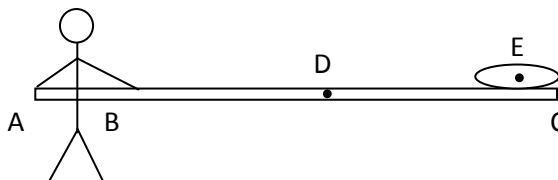
1. Trolejbus

Trolejbus na priamej a vodorovnej ulici sa rozbieha zo zastávky A s konštantným zrýchlením s veľkosťou $a_1 = 0,75 \text{ m/s}^2$. Po dosiahnutí rýchlosti s veľkosťou $v_1 = 45 \text{ km/h}$ sa pohybuje touto rýchlosťou po dobu $t_2 = 1 \text{ min } 10 \text{ s}$. Potom začne brzdiť s konštantným zrýchlením a po prejdení dráhy $d_3 = 120 \text{ m}$ sa zastaví na zastávke B.

- Nakreslite náčrtok trasy trolejbusu a orientačne v ňom vyznačte potrebné veličiny.
- Určte čas t_1 rozbiehania trolejbusu a čas t_3 brzdenia trolejbusu.
- Zostrojte graf rýchlosti v trolejbusu ako funkcie času t .
- Určte vzájomnú vzdialenosť d zastávok A a B.
- Určte priemernú rýchlosť v_s pohybu trolejbusu na uvedenej trase.

2. Pekár

Pekár používa na sádzanie chleba do pece lopár – dlhú drevenú lopatu. Na rozšírenom konci lopaty je položený bochník chleba s hmotnosťou $m_1 = 0,80 \text{ kg}$, pričom ťažisko E chleba sa nachádza vo vzdialenosti $d_2 = 20 \text{ cm}$ od konca C lopáru. Pekár drží lopár približne vo vodorovnej polohe. Aby udržal lopár v rukách, musí ho uchopiť tak, ako je to znázornené na obr. D2–1. Pravou rukou drží lopár za koniec A a ľavou v mieste B. Lopár má dĺžku $d_0 = AC = 2,2 \text{ m}$ a hmotnosť $m_0 = 1,5 \text{ kg}$. Ťažisko D samotného lopáru sa nachádza vo vzdialenosti $d_1 = 1,4 \text{ m}$ od jeho konca A.



Obr. D2-1

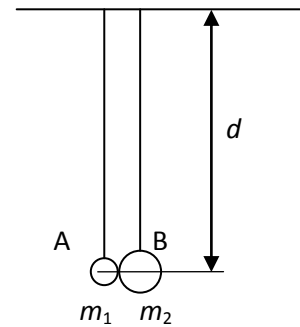
- Nakreslite obrázok, v ktorom sú vyznačené všetky sily pôsobiace na lopár. Smery síl zdôvodnite.
- Určte veľkosti síl F_A a F_B , ktorými pôsobia pekár na lopár, ak vzájomná vzdialenosť miest A a B je $d_3 = 60 \text{ cm}$. Predpokladajte, že obidve sily pôsobia kolmo na lopár.
- Pekár rozmýšľal, ako by si manipuláciu s lopárom uľahčil. Napadlo ho, že na koniec A lopaty upevní závažie s hmotnosťou $m_2 = 2,0 \text{ kg}$. Určte veľkosti a smery síl F'_A a F'_B , ktorými pôsobia pekár na lopár v tomto prípade.
- Rozhodnite, ktorý zo spôsobov je pre pekára fyzicky náročnejší. Odpoveď zdôvodnite na základe výsledkov častí b) a c).

Tiažové zrýchlenie $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

3. Zrážka guľôčok

Dve dokonale pružné guľôčky A, B s hmotnosťami $m_1 = 50$ g a $m_2 = 150$ g sú zavesené na tenkých pevných nitiach tak, že nite majú zvislý smer, guľôčky sa dotýkajú a ťažiská guľôčok sú v jednej vodorovnej rovine, ktorej vzdialenosť od vodorovnej roviny horného závesu je $d = 60$ cm, obr. D2–2. Najmenšia sila, pri ktorej sa niť pretrhne, má veľkosť $F_p = 2,0$ N (medza pevnosti nite).

Napnutú niť s guľôčkou A vychýlime zo zvislej polohy o uhol $\alpha \leq 90^\circ$ a uvoľníme ju. Pri pohybe do rovnovážnej polohy po jej uvoľnení stredovo narazí do guľôčky B.



Obr. D2–2

- Odvoďte rýchlosť v_{10} guľôčky A tesne pred nárazom do guľôčky B ako funkciu uhla vychýlenia α .
- Určte hraničnú hodnotu $\alpha_1 \leq 90^\circ$ uhlu α tak, aby guľôčka A dosiahla najnižšiu polohu a niť sa pritom nepretrhla.
- Odvoďte vzťahy pre rýchlosti v_1 a v_2 guľôčok A a B tesne po zrážke ako funkcie uhla α .
- Určte hraničnú hodnotu α_2 uhlu α tak, aby sa niť, na ktorej je zavesená guľôčka B, po náraze guľôčky A nepretrhla.

Zrážku guľ považujte za dokonale pružnú. Tiažové zrýchlenie $g = 9,8$ m/s².

4. Ponáranie nádobky

Valcovú sklenenú nádobku s hmotnosťou $m = 100$ g, vonkajším priemerom $d = 46,0$ mm, výškou $H = 90,0$ mm a vnútorným objemom $V_0 = 110$ ml naplníme vodou a ponoríme ju dnom nahor do vody v jazere tak, že sa dno nachádza na úrovni hladiny.

- Určte veľkosť F_1 sily, ktorou musíme pridržiavať nádobku na úrovni hladiny, ak je celkom naplnená vodou.

Potom celý objem ponorenej nádobky napustíme vzduchom, pričom pri napúšťaní jej dno pridržiavame na úrovni hladiny.

- Určte akou časťou x svojej výšky vyčnieva nádobka nad hladinu, ak je jej vnútro naplnené vzduchom a nádobka voľne pláva na vode tak, že jej geometrická os má zvislý smer.
- Určte veľkosť F_2 sily, ktorou musíme pôsobiť na nádobku naplnenú vzduchom, aby sme jej dno udržali na úrovni hladiny.

Keď sa nádobka zatláča pod hladinu znižuje sa v dôsledku narastajúceho tlaku vody objem vzduchu v nádobke. Objem vzduchu V závisí od tlaku p podľa vzťahu $V = p_0 V_0 / p$, kde p_0 je tlak vzduchu v nádobke, keď sa je dno nachádza na úrovni hladiny vody v jazere.

- Určte najmenšiu hĺbku h , do ktorej je potrebné ponoriť dno nádobky pod hladinu vody v jazere, aby sa po uvoľnení nevynorila nad hladinu.

Predpokladajte, že v častiach b) a c) je tlak vzduchu v nádobke rovnaký $p_0 = 100$ kPa. Hustota vody $\rho_v = 1\,000$ kg/m³, hustota skla $\rho_s = 2\,500$ kg/m³, hustota vzduchu pri hladine vody $\rho_0 = 1,25$ kg/m³, tiažové zrýchlenie $g = 9,81$ m/s².

55. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie D

Autori úloh: Lubomír Konrád (1, 2, 3), Juraj Slabeycius (4)

Recenzia a úprava: Daniel Kluvanec, Lubomír Mucha

Redakcia: Lubomír Konrád, Ivo Čáp

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014