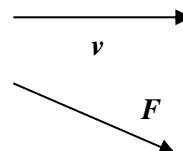


58. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2016/2017
Okresné kolo kategórie E
Texty úloh

Pomocná informácia k riešeniu úloh: V textoch úloh sa používa pojem vektor, napr. vektor sily, vektor rýchlosti. Pri presnom vyjadrovaní veličín vo fyzike je potrebné odlišovať veličiny, ktoré sú dané len veľkosťou, napr. čas t , objem V , hustota ρ , nazývame ich skaláry, a veličiny, ktoré okrem veľkosti majú aj smer, napr. sila F , rýchlosť v , moment sily M , ktoré nazývame vektory. Všetky fyzikálne veličiny v textoch píšeme kurzívou, skalárne veličiny len obyčajnou kurzívou, vektorové veličiny tučnou kurzívou. Geometricky vektor znázorňujeme orientovanou úsečkou, ktorej veľkosť v istej mierke vyjadruje veľkosť veličiny, napr. veľkosť sily $F = 32 \text{ N}$, veľkosť rýchlosti $v = 8,9 \text{ m/s}$, úsečka a šípka vyznačujú smer vektorovej veličiny. Na obrázku vpravo je znázornená sila (vektor) F , rýchlosť (vektor) v .



1. Ľadový fyzikálny krúžok

Učiteľka pripravila pre svojich žiakov na fyzikálnom krúžku zaujímavú úlohu (hádanku, ktorú bolo potrebné fyzikálne vysvetliť). Vo vnútri troch navonok rovnakých ľadových kociek bola v každej zamrznutá plná guľôčka, každá s objemom $V_g = 30 \text{ cm}^3$. Na výrobu každej kocky bola použitá voda s rovnakým objemom $V_v = 480 \text{ cm}^3$. Učiteľka poskytla žiakom informácie, že guľôčky boli s rôzneho materiálu: jedna z dreva s hustotou $\rho_d = 0,60 \text{ g/cm}^3$, druhá zo skla s hustotou $\rho_s = 2,40 \text{ g/cm}^3$ a tretia z ocele s hustotou $\rho_o = 7,86 \text{ g/cm}^3$, hustota vody $\rho_v = 1,00 \text{ g/cm}^3$, hustotu ľadu $\rho_l = 0,92 \text{ g/cm}^3$.

Úlohou pre žiakov bolo určiť, z akého materiálu je guľôčka v každej kocke, ak k tomu mali k dispozícii len väčšiu nádobu s vodou, do ktorej mohli guľôčky vložiť a žiadne iné pomôcky neboli povolené.

- Navrhni, ako by si postupoval v riešení tejto úlohy.
- Postup fyzikálne zdôvodni a podpor výpočtami a náčrtmi dokazujúcimi tvoje riešenie.

2. Pokoj a pohyb v rôznych vzťažných sústavách

Pozn. Pokoj a pohyb telies z fyzikálneho hľadiska vždy určujeme vzhľadom na zvolenú vzťažnú sústavu telies. V pozemských podmienkach posudzujeme pohyb takmer výhradne vo vzťažnej sústave spojenjej so Zemou, napr. pohyb padajúceho telesa, vody v rieke, pohyb lietadla, automobilu alebo vlaku.

Sledujeme pohyb policajného hliadkového člna v úseku širokej rieky, v ktorom voda prúdi rýchlosťou v_1 , s veľkosťou $v_1 = 3,4$ m/s. Na brehu rieky sa nachádzala chata.

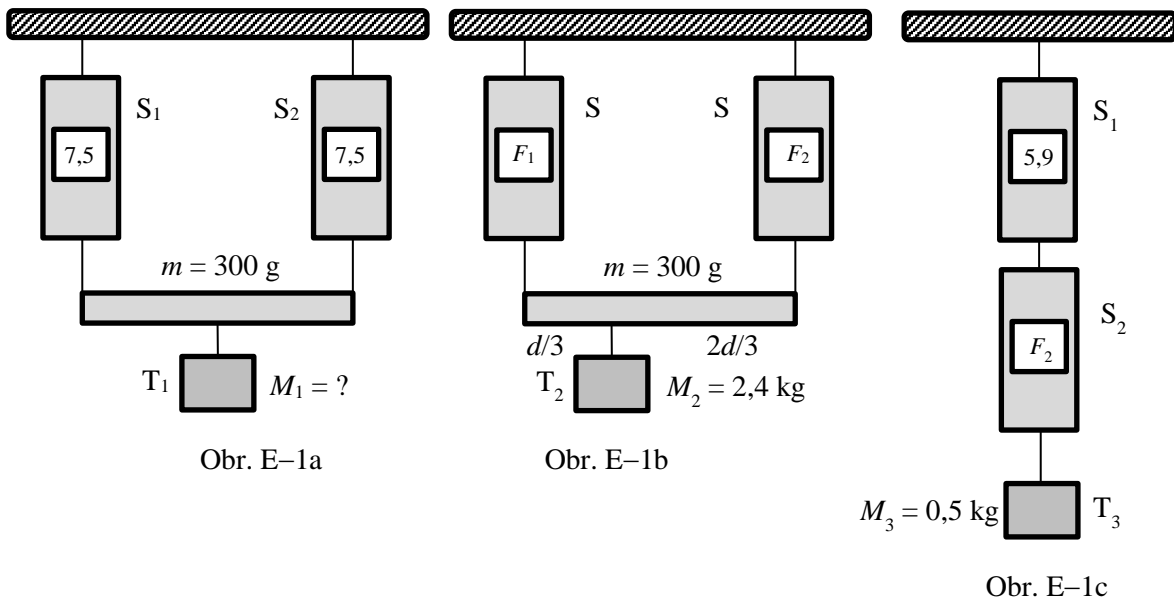
Pohyb sledujeme v dvoch vzťažných sústavách. Jedna vzťažná sústava S je pevne spojená s brehom, druhá S' je spojená s vodou v rieke. Veličiny v sústave S označíme bez čiarky, veličiny v sústave S' s čiarkou. Osi y a y' sú totožné a prechádzajú stredom rieky v smere prúdenia vody. Os x je kolmá na os y a prechádza miestom chaty. Os x' je rovnobežná s osou x a v obrázkoch riešenia ju nakresli v okamihu, keď sú osi x a x' totožné.

- V prvom prípade išiel čln na rieke popri chate na plný výkon v smere prúdenia vody rýchlosťou $v_{\varepsilon 1}$, $v_{\varepsilon 1} = 8,4$ m/s. Nakresli obrázok, znázorni v ňom riekku, chatu a čln a označ vzťažné sústavy S a S'. V obrázku znázorni vektory rýchlostí v_1 a $v_{\varepsilon 1}$. Urči rýchlosť $v_{\varepsilon 1}'$ člna a rýchlosť chaty v_C' v čiarkovanej sústave a vektory $v_{\varepsilon 1}'$ a v_C' doplň do obrázku.
- V druhom prípade išiel čln popri chate na plný výkon proti prúdu rieky. Nakresli obrázok, znázorni v ňom riekku, chatu a čln a označ vzťažné sústavy S a S'. Urči rýchlosť člna $v_{\varepsilon 2}$, $v_{\varepsilon 2}'$ v oboch sústavách S a S'. V obrázku znázorni ako vektory všetky rýchlosti v_1 , $v_{\varepsilon 2}$, $v_{\varepsilon 2}'$ a v_C' . Aký je vzťah medzi vektormi $v_{\varepsilon 1}'$ a $v_{\varepsilon 2}'$?
- Raz pri plavbe člna zbadala policajná hliadka v člne požiar chaty práve v okamihu, keď spojnice člna a chaty bola kolmá na smer toku vody. Hliadka ihneď otočila čln kolmo k brehu a po najkratšej dráhe čln išiel ku brehu na plný výkon. Nakresli obrázok, znázorni v ňom riekku, chatu a čln a označ vzťažné sústavy S a S'. Urči rýchlosť člna $v_{\varepsilon 3}$, $v_{\varepsilon 3}'$ v oboch sústavách S a S'. V obrázku znázorni ako vektory všetky rýchlosti v_1 , $v_{\varepsilon 3}$, $v_{\varepsilon 3}'$. Urči uhol α , ktorý zvierajú vektory $v_{\varepsilon 3}$, $v_{\varepsilon 3}'$.
- Urči vzdialenosť d člna od brehu rieky v okamihu nasmerovania člna k chate, keď čln túto vzdialenosť prešiel za čas $t = 45$ s?

3. Skladanie síl

Na obrázkoch sú znázornené rovnaké piezoelektrické silomery S_1 , S_2 spojené pomocou ľahkých drôtov s homogénnou tyčou s hmotnosťou m a telesom T . Vo všetkých prípadoch sú vyznačené údaje niektorých silomerov v jednotkách N, ako aj hmotnosti telies. Obrázky prekresli do svojho riešenia. Značkami vektorov vo všetkých obrázkoch vyznač sily, ktoré podmieňujú rovnováhu sústavy. Riešenie každej úlohy fyzikálne vysvetli a napíš potrebné rovnice. Obrázky znázorňujú telesá v gravitačnom poli Zeme vo zvislej rovine, $g \approx 9,81 \text{ N/kg}$.

- a) Urči hmotnosť M_1 telesa T_1 , ak rovnovážny stav zostavy a hodnoty potrebných veličín

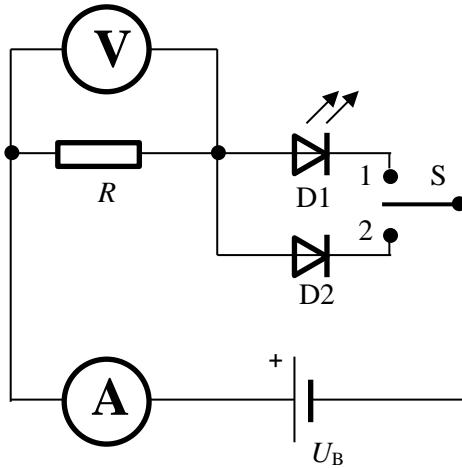


silomerov a telies sú uvedené na obr. E-1a.

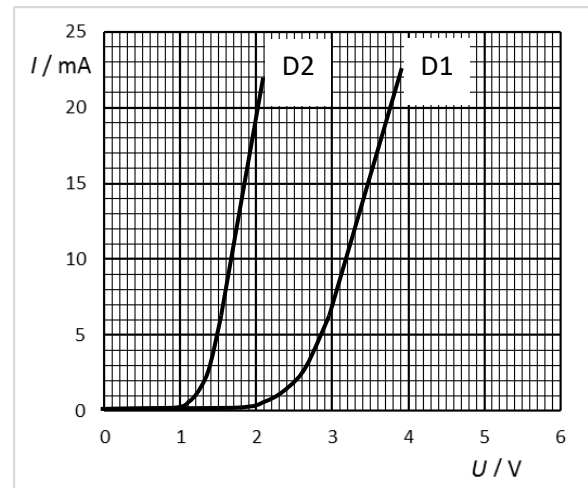
- b) Urči veľkosti síl F_1 a F_2 , ktoré možno odčítať z displejov oboch silomerov, ak teleso T_2 s hmotnosťou $M_2 = 2,4 \text{ kg}$ je zavesené na tyči vo vzdialenosti $d/3$ od jedného konca tyče, obr. E-1b.
- c) Na obr. E-1c sú silomery spojené pod sebou a na spodnom silomere je zavesené teleso T_3 s hmotnosťou M_3 . Z údajov v obrázku urči hmotnosť m_s silomera a údaj F_2 silomera S_2 .

4. Elektrický obvod s diódami

V elektrickom obvode sú spojené zdroj s napätím $U_B = 6,0$ V, rezistor s odporom R , LED dióda (luminiscenčná dióda) D1, usmerňovacia dióda D2, prepínač S, ampérmetr A, voltmeter V podľa schémy na obr. E–2a. Voltampérové charakteristiky diód sú na obr. E–2b. V polohe (1) prepínača odmeriame ampérmetrom prúd $I_1 = 10$ mA, dióda D1 vyžaruje svetlo.



Obr. E–2a



Obr. E–2b

- Z grafu na obr. E–2b urči napätie U_{D1} medzi anódou a katódou LED. Urči odpor R rezistora a napätie U_{V1} , ktoré odmeriame voltmetrom.
- Urči príkon P_{D1} LED a výkon P_{z1} zdroja.
- Ak je svetelný výkon LED $P_s \approx 28$ mW, vypočítaj svetelnú účinnosť η samotnej LED. Urči časť $P_{z'}$ výkonu zdroja, ktorá sa mení v obvode na teplo.

Prepínač prepne do polohy (2).

- Napiš rovnicu obvodu, ktorá vyjadruje napätie U_D diódy ako funkciu prúdu I diódy. Zostroj graf tejto závislosti (priamku) do obr. E–2b. Urči prúd I_2 , ktorý odmeriame ampérmetrom, a napätie U_{V2} , ktoré nameriame voltmetrom.

Vnútorňý odpor zdroja, ako aj vnútorňý odpor ampérmetra sú veľmi malé, vnútorňý odpor voltmetra je veľmi veľký. Na grafické riešenie úlohy d) použi graf v prílohe zadania.

