

Fyzikálna olympiáda
54. ročník, 2012/2013

školské kolo

kategória C

zadanie úloh – 1.časť

1. Odraz pružnej loptičky

V tejto úlohe budete riešiť odraz loptičky od pevnej rovinnej plochy.

a) Loptička s hmotnosťou $m = 0,10$ kg dopadne v zvislom smere na vodorovnú nepohyblivú pevnú dosku. Rýchlosť loptičky vzhľadom na okolie v okamihu pred dopadom bola $v_0 = 14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Doba trvania kontaktu loptičky s doskou počas odrazu $\tau = 4,0\cdot 10^{-3}$ s. Nakreslite obrázok, v ktorom vyznačte rýchlosť \mathbf{v}_0 loptičky v okamihu pred dopadom na dosku, a \mathbf{v}_0' v okamihu po odraze. Stručne opíšte odraz loptičky z fyzikálneho hľadiska.

b) Graficky, pomocou vektorov, znázorníte celkovú zmenu $\Delta\mathbf{v}$ rýchlosti loptičky v priebehu odrazu. Určte veľkosť vektora $\Delta\mathbf{v}$.

c) Určte veľkosť strednej hodnoty F sily \mathbf{F} , ktorá pôsobila na loptičku počas jej odrazu od dosky.

d) Tá istá loptička, pohybujúca sa zvisle dolu rýchlosťou $v_0 = 14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ vzhľadom na okolie, dopadne na vodorovnú pevnú dosku pohybujúcu sa rýchlosťou $v = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zvisle nahor, proti smeru dopadu loptičky. Nakreslite obrázok, v ktorom vyznačte rýchlosť \mathbf{v}_{01} loptičky v okamihu pred dopadom a \mathbf{v}_{02} v okamihu po odraze vzhľadom na inerciálnu sústavu spojenú s pohybujúcou sa doskou. Určte veľkosť v_{02} rýchlosti \mathbf{v}_{02} .

e) Určte rýchlosť \mathbf{v}_2 loptičky po odraze vzhľadom na inerciálnu sústavu spojenú s okolím. Určte výpočtom veľkosť zmeny rýchlosti $\Delta\mathbf{v}_2$ loptičky vzhľadom na okolie pred odrazom a po odraze loptičky od pohybujúcej sa dosky.

f) Uvedte aspoň dva príklady športov, pri ktorých dochádza ku „katapultáži“ loptičky (lopty) po interakcii s hráčom alebo nástrojom, ktorý používa hráč.

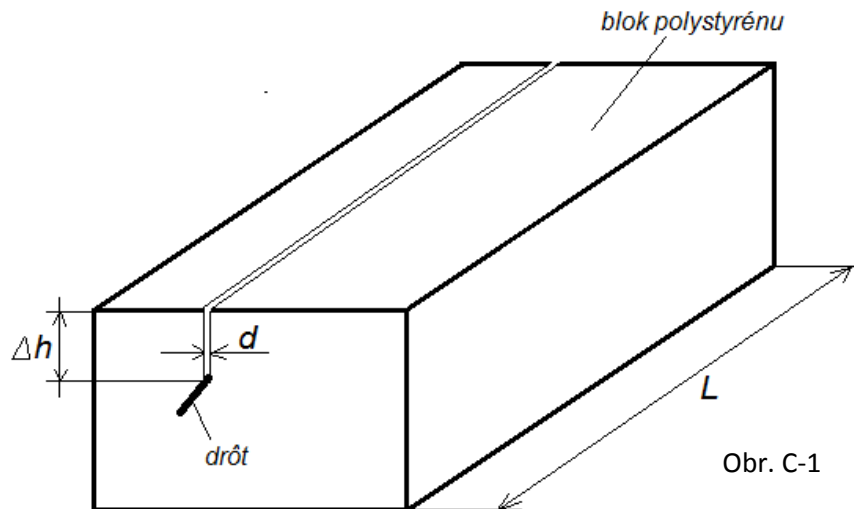
Pozn.: V riešení úlohy predpokladajte, že hmotnosť dosky je oveľa väčšia ako hmotnosť loptičky. Loptičku považujte za dokonale pružné teleso.

2. Odporová rezačka polystyrénu

Jednou z nevýhod práce s polystyrénom je, že pri rezaní napr. nožom alebo pílkou vzniká veľa pilín, ktoré zaprašujú prostredie, vzduch, podlahu, stôl a pod. Možným riešením je napr. rezanie polystyrénu pomocou horúceho drôtu. Žiak sa rozhodol, že si vyrobí elektrickú rezačku na polystyrén. K tomu použil elektrický zdroj s napätím $U = 8,0$ V a maximálnym výkonom $P_m = 50$ W, oceľový rezací drôt kruhového prierezu s dĺžkou $L = 1,0$ m, ktorý plánoval priamo pripojiť na elektrický zdroj.

a) Určte maximálnu hodnotu d priemeru drôtu, aby sa v okamihu pripojenia na elektrický zdroj neprekročil maximálny výkon P_m zdroja?

b) Určte prúd I , ktorý bude v tomto prípade prechádzať drôtom s priemerom d počas rezania polystyrénu a výkon P zdroja, ak drôt s celou svojou dĺžkou L je vnorený do bloku polystyrénu a počas rezania má teplotu topenia sa polystyrénu?



Obr. C-1

- c) Akou maximálnou rýchlosťou v_m sa môže pohybovať horúci drôt blokom polystyrénu počas rezania? Vysvetlite, čo sa stane, ak bude rýchlosť pohybu drôtu $v < v_m$.
- d) Drôt vyrezal drážku s hĺbkou $\Delta h = 7,5$ cm pri rýchlosti rezania v_m , obr. C-1. Aké množstvo tepla ΔQ počas tohto procesu odovzdal drôt polystyrénu?

Materiálové konštanty:

Polystyrén: hustota $\rho_m = 50 \text{ kg/m}^3$, teplota topenia $t_t = 240^\circ\text{C}$, hmotnostné skupenské teplo topenia $l = 150 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, merná tepelná kapacita $c = 1300 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

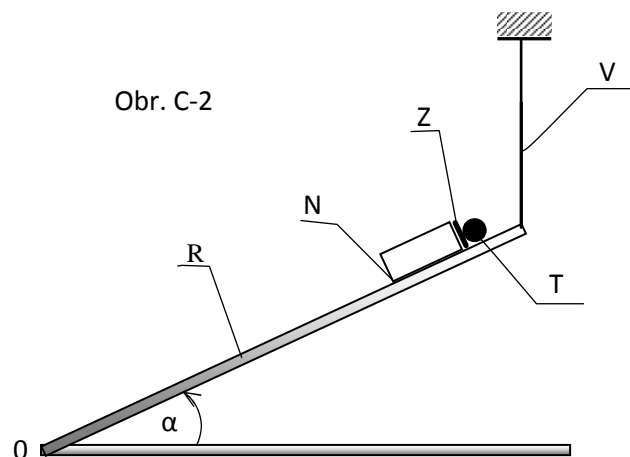
Oceľ: rezistivita pri 0°C $\rho_0 = 13\cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, teplotný súčiniteľ elektrického odporu $\alpha = 4,8\cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Teplota polystyrénu vo všetkých prípadoch $t_0 = 20^\circ\text{C}$.

Vnútorý odpor zdroja je veľmi malý voči odporu drôtu. Uvažujte, že drôt zohrieva a topí iba polystyrén, ktorý mu bezprostredne stojí v ceste, čím vypáli drážku s rovnakou šírkou, ako je priemer drôtu – pozri obr. C-1.

3. Paradox pri voľnom páde

Študent zostrojil zaujímavé zariadenie, pomocou ktorého chcel ukázať, že voľne otáčajúce sa padajúce rameno (R) (homogénna latka) s dĺžkou l zariadenia predbehne teliesko (T) padajúce v gravitačnom poli voľným pádom, pozri obr. C-2. Začiatočná poloha ramena (R), otočne uchyteného v osi (o) (pomocou tzv. pántiku), je daná uhlom α vzhľadom na vodorovný smer. Súčasťou ramena je malá nádobka (N) uchytená na ramene i malá zarážka (Z) povedľa nádoby vpravo, ktorá drží teliesko v začiatočnej polohe.



Obr. C-2

Vzdialenosť telieska od osi O je d . Začiatočnú polohu ramena fixujeme zvislým vláknom (V). Po prepálení vlákna rameno i teliesko sa pohybujú pôsobením gravitačnej sily. Ak sa nám pokus vydarí, teliesko padne po prechode ramena do vodorovnej polohy priamo do nádoby.

a) Fyzikálne vysvetlite a zdôvodnite ako je možné, že rameno „predbehne“ voľne padajúce teliesko, ktoré napokon dopadne do nádoby. Určte minimálnu vzdialenosť d_0 zarážky od osi O, pri ktorej dôjde v okamihu prepálenia vlákna k oddeleniu telieska od ramena pri uhle sklonu α . Diskutujte o možnom riešení úlohy. Určte najväčší uhol $\alpha = \alpha_{01}$ (pre prípad $d_0 = l$).

b) Určte d_0/l ako funkciu uhla α , t. j. $d_0/l = f(\alpha)$.

c) Zostrojte graf funkcie $d_0/l = f(\alpha)$ pre interval hodnôt uhla $\alpha(0, \alpha_{01})$. Z grafu určte uhol α_{02} pre $d/l = 0,75$.

Pozn.: Ak by ste sa rozhodli zostrojiť takéto zariadenie a vykonať pokus, odporúčame dopadovú plochu pod ramenom vystlať pružnou textíliou alebo penovou gumou, aby sa stlmil dopad ramena na vodorovnú plochu. Rovnako je potrebné vystlať aj dno nádoby, aby sa teliesko po dopade na dno nádoby neodrazilo mimo nádobu.

Pozn. Moment zotrvačnosti I ramena s dĺžkou l vzhľadom na os otáčania na konci latky $I = m l^2/3$. Hmotnosť nádoby spolu s telieskom je malá v porovnaní s hmotnosťou ramena a ich vplyv na pohyb ramena neuvažujte.

4. Elektrický obvod

Na obr. C-3 je schéma elektrickej siete, ktorá pozostáva zo šiestich rezistorov a elektrického zdroja s malým vnútorným odporom. Hodnoty odporu rezistorov a napätie zdroja sú vyznačené v schéme siete.

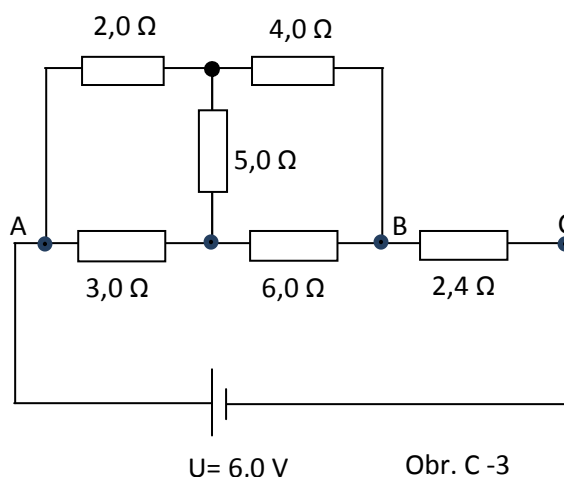
a) Nakreslite schému siete a vyznačte v nej elektrické prúdy prechádzajúce jednotlivými vetvami (rezistormi) siete.

b) Určte celkový odpor R siete medzi uzlami A a C.

c) Určte elektrické prúdy I_1 až I_6 v jednotlivých vetvách siete.

d) Určte elektrické napätie U_{AB} medzi uzlami A a B, a elektrické napätie U_{BC} medzi uzlami B a C siete.

e) Určte celkový elektrický príkon P siete.



Obr. C-3

Fyzikálna olympiáda, 54. ročník– Úlohy školského kola kategórie C

Autori úloh: Martina Klivanová (1.), Dušan Nemeč (2.), Roman Klivanec (3. a 4.)

Recenzia: Daniel Klivanec, Ivo Čáp

Redakčná úprava: Ivo Čáp

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2012