

59. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2017/2018
Kategória D – krajské kolo
Text úloh

1. Let guľôčky

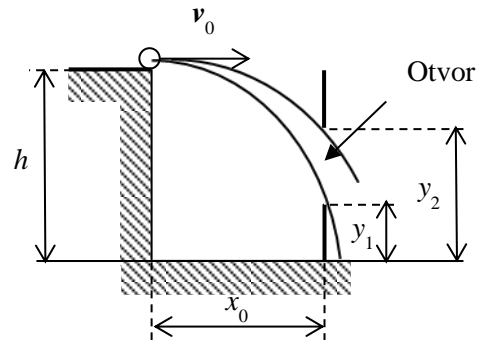
Na okraji vodorovnej dosky stola, ktorá sa nachádza vo výške h nad vodorovnou podlahou je položená malá guľôčka. Vo vodorovnej vzdialenosti x_0 od okraja stola je umiestnená tenká zvislá stena, v ktorej je otvor. Dolný okraj otvoru je vo výške y_1 a horný okraj vo výške y_2 nad podlahou, obr. D–1.

Guľôčke na okraji stola udelíme začiatočnú rýchlosť v_0 vo vodorovnom smere.

Určte interval $(v_{01}; v_{02})$ hodnôt rýchlosti v_0 , pre ktoré guľôčka preletí otvorom za zvislú stenu.

Úlohu riešte všeobecne a pre hodnoty veličín: $h =$

80 cm, $x_0 = 50$ cm, $y_1 = 20$ cm, $y_2 = 60$ cm, $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Odpor vzduchu zanedbajte. Rozmery guľôčky sú zanedbateľne malé voči ostatným uvedeným rozmerom.



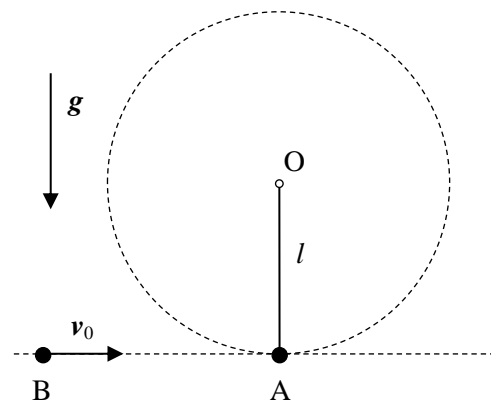
Obr. D–1

2. Zrážka guľôčok

Guľôčka A s hmotnosťou m je zavesená v pevnom bode O na ľahkej pevnej niti s dĺžkou $l = 100$ cm. Do guľôčky A narazí vo vodorovnom smere druhá guľôčka B s hmotnosťou $2m$, ktorá sa pohybuje pred nárazom rovnomerným priamočiarym pohybom rýchlosťou v_0 , obr. D–2, pričom stredu guľôčok ležia na spoločnej vodorovnej priamke.

Určte minimálnu veľkosť v_{0m} rýchlosti v_0 guľôčky B pred zrážkou, aby po dokonale pružnej zrážke s guľôčkou A prešla guľôčka A na niti najvyšším bodom jej predpokladanej kružnicovej trajektórie.

Gravitačná konštanta $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, odpor vzduchu neuvažujte.



Obr. D–2

3. Plávajúca guľa

Na experiment mali žiaci k dispozícii homogénnu drevenú guľu z dubového dreva. Posuvným meradlom odmerali jej polomer $R = 24,0$ mm a presnou váhou určili jej hmotnosť $m_1 = 39,2$ g.

a) Určte hustotu ρ_d dubového dreva.

Potom do gule vyvrtali otvor a naliali do neho až po okraj roztavené olovo. Povrch olova upravili tak, aby výsledné teleso malo opäť tvar gule s polomerom R . Guľu čiastočne vyplnenú olovom zvážili a určili jej hmotnosť $m_2 = 54,6$ g.

b) Určte priemernú hustotu ρ_g upravenej gule čiastočne vyplnenej olovom a dokážte, že guľa vložená do nádoby s vodou bude vo vode plávať (neponorí sa celá pod voľnú hladinu vody). Určte pomer $p = V_2/V_1$ objemu V_2 vynorenej časti a objemu V_1 ponorenej časti gule.

c) Určte hmotnosť m_o olova v guľi, ak viete, že hustota olova $\rho_o = 11,34 \times 10^3$ kg·m⁻³.

Do valcovej nádoby s obsahom vnútorného prierezu $S = 35$ cm² potom naliali vodu a poznačili si výšku hladiny. Do vody vložili uvedenú guľu čiastočne vyplnenú olovom. Hladina vody v nádobe sa zvýšila o výškový rozdiel Δh .

d) Určte hodnotu Δh o ktorú sa zvýšila hladina vody v nádobe po vložení gule.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Hustota vody $\rho_v = 1,00 \times 10^3$ kg·m⁻³.

Pozn.: Objem gule s polomerom r je $V = (4/3)\pi r^3$.

4. Rebrík pri stene

Elektrikár sa potreboval dostať k elektrickému osvetleniu na zvislej hladkej stene sály pomocou rebríka. Ako možno rebrík postaviť, aby s opravárom, ktorý stúpa nahor, sa nezošmykol?

Uvažujte idealizovaný príklad. Rebrík považujte za homogénnu tyč s hmotnosťou $M = 20$ kg a dĺžkou $L = 7,0$ m, ktorá zvierá s vodorovnou rovinou uhol α . Elektrikára E nahraďte telesom s malými rozmermi s hmotnosťou $m = 90$ kg, ktoré sa nachádza na rebríku vo vzdialenosti x od dolného konca A rebríka, obr. D-3.

Faktor trenia medzi rebríkom a podlahou v bode A je $f = 0,15$. Predpokladajte, že faktor trenia f_B medzi tyčou a hladkou zvislou stenou v bode B je veľmi malý ($f_B \approx 0$).

a) Obrázok D-3 prekreslite a vyznačte v ňom vektory síl, ktoré pôsobia na tyč (rebrík). Jednotlivé sily stručne opíšte.

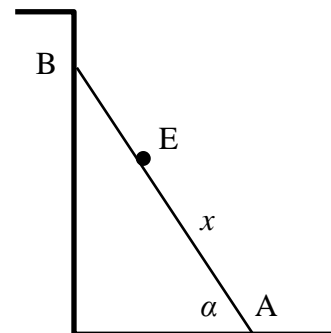
b) V prvom prípade uvažujte samotný rebrík. Určte podmienku pre uhol α , aby nedošlo k zošmyknutiu rebríka.

c) V druhom prípade začne po rebríku stúpať elektrikár. Určte podmienky pre hodnoty x a α , aby rebrík s elektrikárom sa nezošmykol. Určte hodnotu α_m uhla α , aby elektrikár mohol bezpečne vystúpiť až na vrchol rebríka B.

d) Elektrikár postaví rebrík tak, že dolný koniec A sa nachádza vo vzdialenosti $a = 1,4$ m od zvislej steny. Rozhodnite, či rebrík sa nezošmykne, a v takom prípade určte vzdialenosť x_m od dolného konca, do ktorej môže elektrikár vystúpiť, aby sa s rebríkom nezošmykol.

Predpokladajte, že faktory statického i šmykového trenia medzi rebríkom a podlahou sú rovnaké.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty veličín.



Obr. D-3