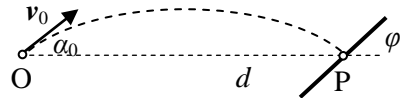


Fyzikálna olympiáda
53. ročník, 2011/2012
krajské kolo kategórie B
zadanie úloh

1. Šikmý vrh

Na dosku s uhlom sklonu φ vzhľadom na vodorovnú rovinu hádžeme loptičku a sledujeme jej pohyb po odraze od dosky, pozri obr. B–1. Loptička dopadá na dosku do bodu P, ktorý sa nachádza vo vodorovnej rovine prechádzajúcej bodom vrhu O. Vzájomná vzdialenosť bodov P a O je d .



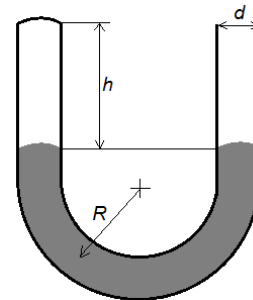
Obr. B–1

- a) Určte najmenšiu hodnotu v_{01} rýchlosti vrhu a zodpovedajúci uhol vrhu α_{01} , aby loptička dopadla do bodu P na doske.
- b) Pre rýchlosť vrhu $v_{02} > v_{01}$ určte uhol vrhu α_{02} , tak aby sa loptička po odraze od dosky v bode P vrátila do bodu vrhu O. Uvedte, ako závisí výsledok tejto úlohy od veľkosti uhlu φ . Odraz loptičky od dosky považujeme za dokonale pružný.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $d = 5,0 \text{ m}$, $p = v_{02}/v_{01} = 1,5$. V úlohe b) uvažujte tri prípady: $\varphi = \pi/3 \text{ rad}$, $\pi/4 \text{ rad}$, $2\pi/3 \text{ rad}$. Odpor vzduchu považujte za zanedbateľný.

2. Kmity ortuťového stĺpca

V tenkej U–trubici sa nachádza ortuť s hmotnosťou m , pozri obrázok B–2. V rovnováhe je povrch ortuti v obidvoch ramenách v rovnakej výške a dĺžka h trubice nad hladinou ortuti je v obidvoch ramenách rovnaká. Vnútny priemer trubice je d a nad hladinou ortuti je vzduch. Ak ortuť vychýlime z rovnovážnej polohy (napr. krátkym vychýlením U–trubice zo zvislej polohy a vrátením do pôvodnej polohy), ortuť v trubici začne kmitať okolo rovnovážnej polohy.



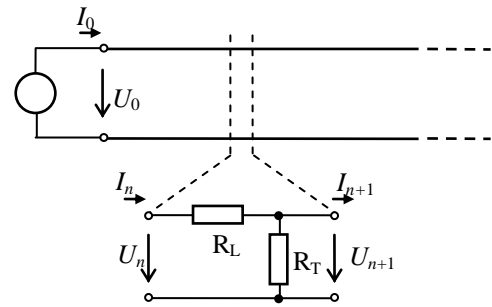
Obr. B–2

- a) Určte periódu T_1 malých kmitov ortuti okolo rovnovážnej polohy, ak sú obidva konce U–trubice otvorené?
- b) Určte periódu T_2 malých kmitov ortuti okolo rovnovážnej polohy, ak je jeden koniec U–trubice otvorený a druhý na hornom konci uzatvorený. Začiatočný tlak vzduchu v otvorenom i uzatvorenom ramene trubice je rovnaký p_0 . Výsledok vyjadrite ako násobok periódy T_1 .
- c) Určte periódu T_3 malých kmitov ortuti okolo rovnovážnej polohy, ak sú obidva konce U–trubice na horných koncoch uzatvorené. Začiatočný tlak vzduchu v uzavretých ramenách je p_0 .

Ortuť v trubici sa posúva so zanedbateľným trením. Uvažujte malé kmity ortuti, pri ktorých platí pre výchylku x hladiny z rovnovážnej polohy $x \ll h$ a hladina zostáva počas kmitov v zvislých ramenách trubice. Deje v uzatvorených ramenách trubice považujte za adiabatické. Pri úpravách využite pre $y \ll 1$ približný vzťah $(1 + y)^n \approx 1 + ny$, kde n je reálne číslo. Hustota ortuti $\rho \approx 13,5 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $g \approx 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, adiabatická (Poissonova) konštanta vzduchu $\kappa = 1,40$, tlak vzduchu v prostredí $p_0 \approx 103 \text{ kPa}$, $h = 100 \text{ mm}$, $m = 100 \text{ g}$, $d = 10 \text{ mm}$.

3. Elektrické vedenie

Ak pripojíme dlhé dvojvodičové vedenie na zdroj konštantného napätia U_0 , prechádza zdrojom prúd I_0 . Pozdĺž vedenia však napätie medzi vodičmi ako aj prúd vodičmi klesá v dôsledku strát. Tieto straty sú spôsobené jednak odporom vedenia, jednak vodivosťou okolitého prostredia, v ktorom sa vodiče nachádzajú. Pri výpočte hodnôt elektrických veličín na vedení rozdelíme vedenie na krátke úseky s rovnakou dĺžkou $\Delta l \ll l$, kde l je dĺžka vedenia. Jednotlivé úseky nahradíme jednoduchým článkom rezistorov s odpormi R_L a R_T podľa schémy na obrázku B-3. Hodnoty odporov R_L , R_T sa pozdĺž vedenia nemenia (vedenie sa nazýva homogénne). Meraním sa určili hodnoty na vstupe $U_0 = 35$ V, $I_0 = 5,0$ A. Napätie vo vzdialenosti $l_N = N \Delta l = 20$ m od zdroja $U_N = 0,50$ V.



Obr. B-3

- Odvodte vzťah pre závislosť vstupného odporu vedenia $R_0 = U_0/I_0$ od odporov R_T a R_L , ak predpokladáme, že vedenie je veľmi dlhé (modelovo nekonečne dlhé). Pozn.: Ak je vedenie nekonečné, vstupný odpor sa nezmení, ak na vstup pridáme jeden jednoduchý článok navyše.
- Odvodte vzťah pre závislosť pomeru $p_U = U_{n+1}/U_n$ na n -tom jednoduchom článku vedenia a potom pre závislosť pomeru U_n/U_0 od odporov R_T a R_L .
- Pomocou nameraných hodnôt určte hodnoty odporov R_L a R_T zodpovedajúcich jednotkovej dĺžke $\Delta l = 1,0$ m a charakteristický odpor R_0 vedenia.

4. Nabitá guľa

Vodivá medená guľa s polomerom $R = 1,5$ m sa použije ako akumulátor vysokonapäťového generátora. Pri nabíjaní (zelektrizovaní) gule narastá v jej okolí intenzita elektrického poľa až po maximálnu hodnotu E_p (elektrická pevnosť), kedy vzniká vo vzduchu elektrický výboj a ďalšie nabíjanie zastaví.

- Určte maximálny potenciál φ_m , na ktorý možno nabiť guľu, ak je elektrická pevnosť vzduchu $E_p = 3,0$ MV·m⁻¹.
- Aký čas t_n trvá nabíjanie gule na maximálny potenciál, ak je nabíjací prúd $I = 10$ μA?
- Určte energiu elektrostatického poľa gule nabitej na potenciál φ_m .

Pri nabíjaní vodivého telesa sa dodané elektróny usadzujú na povrchu telesa. Zistíme, ako významne sa zvýši pri nabíjaní počet elektrónov na povrchu. Predpokladajte, že na každý atóm medi pripadá jeden voľný elektrón.

- Určte koncentráciu n voľných elektrónov v medi (počet elektrónov v jednotke objemu) a dĺžku hrany a kocky s objemom v , ktorý pripadá na jeden atóm medi.
- Určte počet N_p povrchových elektrónov na povrchu medenej gule s polomerom R (počet elektrónov v jednoatómovej povrchovej vrstve).
- Určte počet N elektrónov pridaných na povrch gule pri jej nabíjaní na potenciál φ_m a počet N_1 povrchových atómov, na ktoré pripadá jeden elektrón pridaný pri nabití gule na potenciál φ_m . Ovplyvní nabitie gule na potenciál φ_m významne počet voľných elektrónov v povrchovej vrstve?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Elektrická konštanta (permitivita) vzduchu $\varepsilon = 8,85 \times 10^{-12}$ F·m⁻¹, $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C, mólová hmotnosť medi $M_m = 63,5 \times 10^{-3}$ kg·mol⁻¹, hustota medi $\rho = 8,94 \times 10^3$ kg·m⁻³, Avogadrova konštanta $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ mol⁻¹, elementárny náboj.

53. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie B

Autori úloh:	Ivo Čáp (1, 3, 4), Dušan Nemeč (2)
Recenzia:	Daniel Klivanec, Ľubomír Mucha
Redakcia:	Ivo Čáp
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, 2012