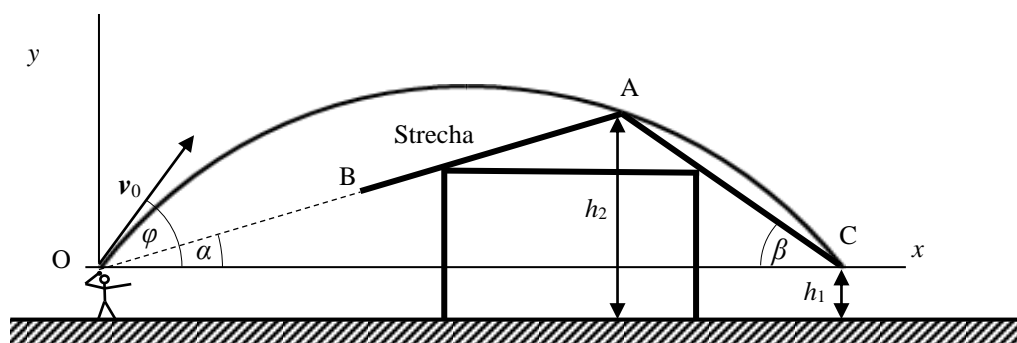


62. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2020/2021
kategória A – krajské kolo
Texty úloh

1. Hod loptičky cez strechu

Na vodorovnej lúke stojí horská chata, ktorá má nesúmernú sedlovú strechu, s uhlom sklonu α na strane vchodu do chaty, a uhlom sklonu β na zadnej strane strechy. Spodný koniec zadnej časti strechy je vo výške hlavy postavy h_1 (bod C), obr. A–1. Najvyšší bod A strechy sa nachádza vo výške h_2 .



Obr. A–1 Šikmý vrh loptičky

Chlapec hádzal loptičku cez strechu na druhú stranu. Z miesta hodu O videl body A a B strechy v jednej priamke. Hľadal vhodnú začiatočnú rýchlosť v_0 a uhol φ vrhu, aby loptička preletela tesne nad bodmi A a C strechy.

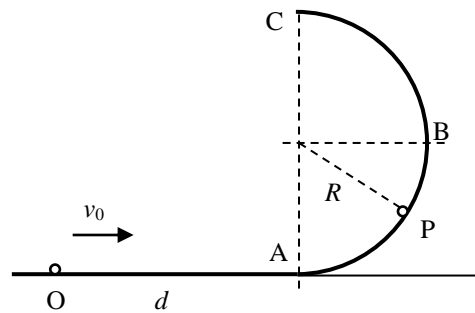
- Napište rovnice pre súradnice bodov A a C trajektórie loptičky v súradnicovej sústave podľa obr. A–1 a určte začiatočné hodnoty v_0 a φ vrhu.
- Určte maximálnu výšku h_m nad terénom, ktorú loptička dosiahne počas letu. Určte podmienku pre uhly α a β , pre ktorú najvyšší bod A strechy je i) na stúpajúcej časti trajektórie, ii) na klesajúcej časti trajektórie, iii) pre ktorú je výška h_m najmenšia možná.
- Určte čas t_A od okamihu vrhu, v ktorom loptička preletí popri vrchole A strechy.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $h_1 = 180 \text{ cm}$, $h_2 = 7,00 \text{ m}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$.

Odpor vzduchu pri pohybe loptičky neuvažujte.

2. Gulôčka na valcovej stene

Na vodorovnú podložku hladko nadväzuje polvalcová stena s polomerom R , obr. A-2. Z bodu O vo vzdialenosti d od okraja A valcovej steny sa pohybuje po vodorovnej podložke valivým pohybom (bez prešmykovania) oceľová gulôčka s polomerom $r \ll R$ s rýchlosťou v_0 postupného pohybu. Po prechode najvyšším bodom C valcovej steny dopadne gulôčka na vodorovnú podložku vo vzdialenosti x od bodu A .



Obr. A-2

- Nakreslite obrázok sústavy podľa obr. A-2 a v polohe P na valcovej stene nakreslite a opíšte vektory síl, ktoré pôsobia na gulôčku v inerciálnej sústave spojenjej s podložkou. Napíšte vzťahy pre tangenciálnu a normálovú zložku zrýchlenia a gulôčky v bode P .
- Určte minimálnu hodnotu v_{0m} rýchlosti v_0 , pri ktorej gulôčka prejde najvyšším bodom C steny.
- Určte vzdialenosť x bodu dopadu od bodu A ako funkciu rýchlosti v_0 . Určte hodnotu v_{01} začiatočnej rýchlosti v_0 , pre ktorú gulôčka dopadne do bodu O na podložke.

Riešte všeobecne a potom pre $R = 30$ cm, $g = 9,8$ m·s⁻² a $d = 70$ cm. Moment zotrvačnosti gulôčky vzhľadom na os prechádzajúcu jej stredom $J = (2/5) m r^2$, kde m je hmotnosť a r polomer gulôčky. Pre zjednodušenie predpokladajte, že gulôčka sa pohybuje valivým pohybom aj počas celého kontaktu s valcovou stenou.

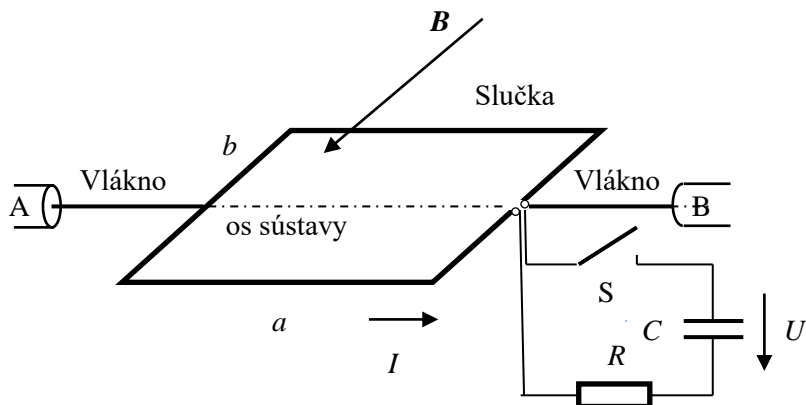
3. Vodivá slučka v magnetickom poli

Jednoduchá obdĺžniková vodivá slučka so stranami a a b je držaná v polovici strán b napnutými vodorovnými nevodivými pružnými vláknami prichytenými k držiaku v bodoch A a B, obr. A–3. Slučka je z drôtu s konštantnou dĺžkovou hustotou, a má hmotnosť m . Slučka je vo vodorovnom homogénnom magnetickom poli s magnetickou indukciou B kolmou na os sústavy, určenej pružnými vláknami, ako ukazuje obr. A–3.

- a) Na začiatku je rovina slučky v rovnovážnom stave vodorovná. Po malom natočení závitú okolo osi sústavy a uvoľnení slučka kmitá okolo rovnovážnej polohy s periódou T . Určte koeficient k torznej tuhosti zavesenia závitú.

K svorkám slučky je pripojíme pomocou tenkých vodičov elektrický obvod s kapacitorom C , rezistorom R a spínačom S . Na začiatku je kapacitor nabitý na napätie U . Po zapnutí spínača S sa kapacitor prakticky okamžite vybije cez rezistor a slučku. V dôsledku toho sa slučka vychýli z rovnovážnej polohy a začne kmitať.

- b) Určte maximálny uhol vychýlenia α_m slučky z rovnovážnej polohy v dôsledku vybitia kapacitora. Pri riešení tejto časti úlohy predpokladajte, že napätie indukované na svorkách slučky v dôsledku jej pohybu je nulové.
- c) V skutočnosti sa na svorkách slučky indukuje napätie U_i v dôsledku jej pohybu v magnetickom poli. S použitím výsledku predchádzajúcej časti b) určte pomer $p = U_{im}/U$ maximálnej hodnoty U_{im} tohto napätia a začiatočného napätia U na kapacitore. Posúďte oprávnenosť predpokladu v časti b).



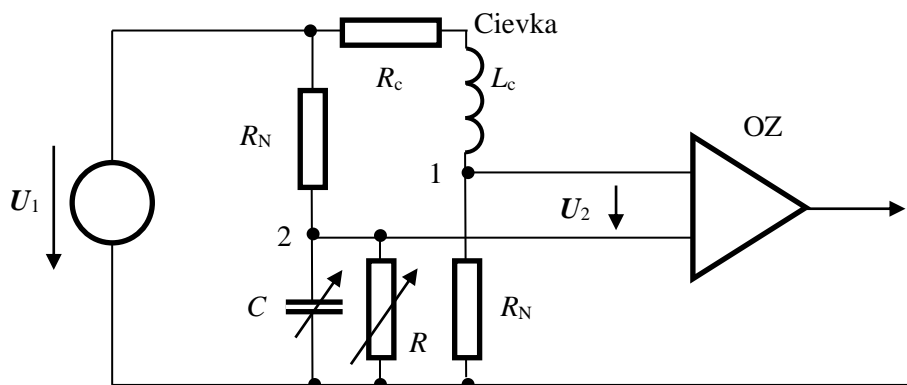
Obr. A–3

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $T = 1,2$ s, $B = 150$ mT, $a = 10$ cm, $b = 12$ cm, $m = 800$ mg, $C = 25$ μ F, $U = 24$ V, $R = 100$ Ω .

Pozn.: Predpokladajte, že čas vybitia kapacitora je podstatne kratší, ako je doba kmitu slučky okolo rovnovážnej polohy. Vplyv prúdu indukovaného v slučke na pohyb závitú neuvažujte.

4. RC mostík

Na obr. A–4 je schéma obvodu v zapojení do mostíka, ktorý sa použije na meranie parametrov cievky (vnútorného odporu R_c a indukčnosti L_c). Zdroj striedavého napätia pripojený na vstup mostíka má uhlovú frekvenciu ω , napätie U_1 s efektívnou hodnotou U_1 a veľmi malý vnútorný odpor. Výstupné napätie U_2 sa privádza na vstup operačného zosilňovača OZ s veľmi vysokým vstupným odporom, takže mostík možno považovať za nezaťažovaný. V jednej vetve mostíka je zapojený rezistor s premenným odporom R a kapacitor s premennou kapacitou C . V druhej vetve je do série zapojená cievka a rezistor s odporom R_N .



Obr. A–4

- Vyjadrite vzťah pre napätový prenos $A_U = U_2/U_1$.
- Uveďte podmienky, pre ktoré je prenos nulový (stav vyváženia mostíka).
- Výstupné napätie bolo nulové pre nastavené hodnoty $R_N = 1,00 \text{ k}\Omega$, $R = 25,0 \text{ k}\Omega$ a $C = 150 \text{ pF}$. Určte parametre L_c a R_c a faktor kvality $Q = \omega L_c/R_c$ cievky pri frekvencii $f = 1,00 \text{ MHz}$.
- Určte efektívnu hodnotu I prúdu zdroja v stave vyváženia mostíka a pre efektívnu hodnotu napätia zdroja $U_1 = 12 \text{ V}$.

62. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie A

Autori návrhov úloh:

Eubomír Konrád (1, 2), Ivo Čáp (3, 4)

Recenzia a úprava úloh a riešení:

Eubomír Mucha, Aba Teleki, Ivo Čáp

Redakcia:

Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka:

Aba Teleki

Vydal:

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021