

65. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2023/2024
krajské kolo kategórie C
Text úloh

1. Plavec

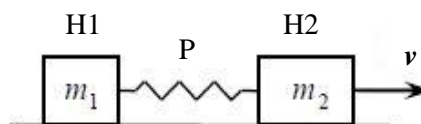
Plavec chce preplávať z miesta A do protihľadáneho miesta B na druhom brehu dravej rieky. Rieka je široká $d = 50$ m, voda v nej prúdi dvojnásobnou rýchlosťou v_r , ako je rýchlosť plavca $v_p = 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v pokojnej vode. Nech zvierá rýchlosť v_p plavca vzhľadom na prúdiacu vodu ľubovoľný uhol α s brehom, je prúdom vody unášaný rýchlosťou v_r v smere toku, takže jeho trajektória zvierá s brehom rieky uhol $\beta < 90^\circ$. Nakoniec teda dopláva do miesta C na druhom brehu vo vzdialenosti a od miesta B.

- Aký uhol α_1 vzhľadom na prúdiacu vodu má mať vektor rýchlosti v_p plavca, aby plavec dosiahol druhý breh za najkratší možný čas? Určte tento čas t_1 , vzdialenosť a_1 miesta C pristátia na druhom brehu od miesta B a uhol β_1 , ktorý zvierá trajektória plavca s brehom.
- Aký uhol α_2 vzhľadom na prúdiacu vodu má mať vektor rýchlosti v_p plavca, aby plavec pristál čo najbližšie k miestu B? Určte čas t_2 plavby a vzdialenosť a_2 miest B a C v tomto prípade.

Predpokladajte, že plavba sa má uskutočniť na priamom úseku rieky a po celej šírke rieky je rýchlosť toku vody rovnaká. Smer vektora v_p plavca vzhľadom na prúdiacu vodu sa počas celej plavby plavca cez rieku nemení.

2. Telesá spojené pružinou

Na vodorovnom povrchu stola ležia dva hranoly H1 a H2. Stredy ich štvorcových stien spája ľahká pružina P. Faktor trenia medzi oboma hranolmi a povrchom stola je rovnaký. Na začiatku pôsobí pružina na hranoly nulovou silou.



Obr. C2–1

Krátkym úderom udelíme hranolu H2 začiatočnú

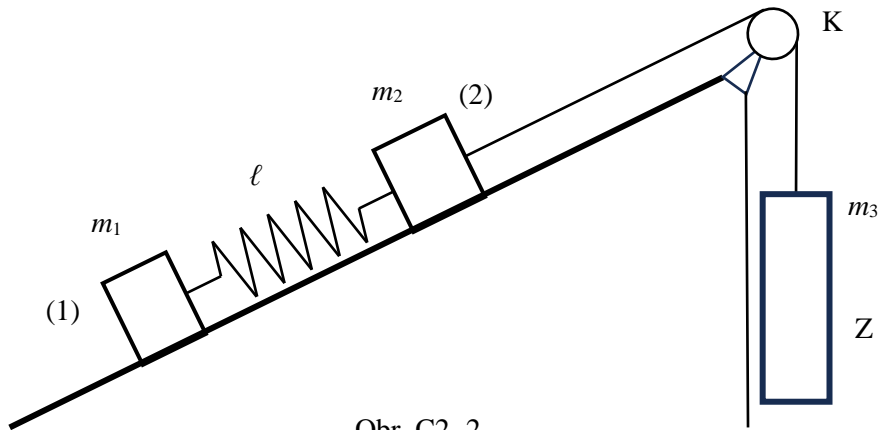
rýchlosť v_0 . Úder do H2 je vedený pozdĺž osi pružiny v smere od hranola H1, obr. C2–1.

- Odvoďte vzťah pre rýchlosť v hranola H2 ako funkciu jeho posunutia x od začiatku až do okamihu, keď sa pohne hranol H1 alebo rýchlosť H2 klesne na nulu.
- Pri akej maximálnej hodnote v_{0m} rýchlosti v_0 sa hranol H1 nepohne?
- Určte maximálne predĺženie d pružiny, ak hranolu H2 udelíme začiatočnú rýchlosť $v_0 = p v_{0m}$, kde $p < 1$.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty hmotností hranolov H1 a H2 $m_1 = 200$ g a $m_2 = 350$ g, tuhosť pružiny $k = 60 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$, faktor trenia $f = 0,40$, tiažové zrýchlenie $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, faktor $p = 0,75$.

3. Mechanická sústava

Na naklonenej rovine s uhlom sklonu α vzhľadom na vodorovnú rovinu sa nachádza dvojica hranolov (1) a (2) s hmotnosťami m_1 (dolné) a m_2 (horné) spojená pružinou s tuhosťou k . Medzi oboma hranolmi a naklonenou rovinou pôsobí trenie s rovnakým faktorom trenia f . K hornému telesu (2) je pomocou vlákna vedeného cez kladku K pripojené závažie Z s hmotnosťou m_3 .



Obr. C2-2

Závažie kontrolovane spúšťame dole rovnomerným pohybom, pričom pri pohybe celej sústavy má pružina po celý čas dĺžku $\ell_1 = 30,0$ mm.

- Určte dĺžku ℓ_0 nezaťaženej pružiny.
- Určte veľkosť a orientáciu zvislej sily F , ktorou musíme pôsobiť na závažie pri jeho rovnomernom spúšťaní. Do obrázku vyznačte všetky sily pôsobiace na jednotlivé telesá.

Po predchádzajúcom klesaní začneme závažie rovnomerne dvíhať.

- Zistite, aký vplyv má sklon α naklonenej roviny na pohyb telies sústavy v jednotlivých prípadoch. Pre tieto prípady určte dĺžku ℓ_2 pružiny a veľkosť sily F_p napínajúcej vlákno počas dvíhania závažia.

Potom závažie uvoľníme a sledujeme správanie sa sústavy telies po ustálení dĺžky pružiny.

- Zistite podmienku pre hmotnosť m_3 závažia Z, pri splnení ktorej bude závažie po ustálení dĺžky pružiny stúpať, klesať alebo zostane v pokoji.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty veličín: $m_1 = 25,0$ g, $m_2 = 35,0$ g, $k = 20,0$ N·m⁻¹, $\ell_1 = 30,0$ mm, $f = 0,150$, tiažové zrýchlenie $g = 9,81$ m·s⁻², $\alpha = 30,0^\circ$. V časti b) a d) určte výsledok pre hmotnosti závažia $m_3 = 30,0$ g a $m_3 = 40$ g,

Vplyv kladky na pohyb sústavy neuvažujte.

4. Drôtený n -uholník

Chlapci robili pokus s odporovým drôtom dĺžky $\ell = 2,0$ m. Po pripojení na zdroj konštantného napätia $U = 12$ V prechádza drôtom prúd $I = 1,2$ A.

a) Určte merný dĺžkový odpor drôtu.

Potom spojili oba konce drôtu a z drôtu vytvorili pravidelný n -uholník. Zistili, že po pripojení zdroja napätia k dvom susedným vrcholom prechádzal zdrojom prúd I_{12} . Prúd I_{12} bol k -krát väčší ako prúd I_{13} , ktorý prechádzal zdrojom po pripojení medzi prvý a tretí vrchol odporového n -uholníka.

b) Určte počet n vrcholov n -uholníka, ak $k = 1,8$.

c) Určte prúd I_{12} .

d) Medzi ktoré dva vrcholy n -uholníka treba pripojiť zdroj, aby prechádzal zdrojom najmenší prúd? Určte tento prúd.