

63. ročník Fyzikálnej olympiády

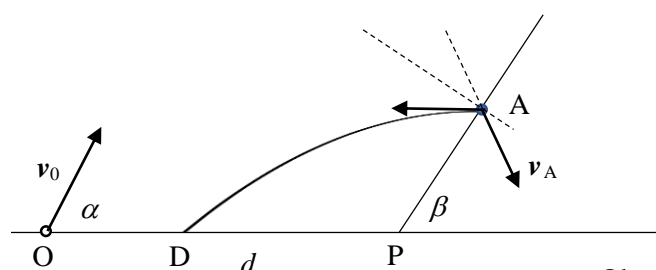
v školskom roku 2021/2022

Katégória A

Krajské kolo – text úloh

1) Odraz od šikmej steny

Chlapec hodil elasticú guľôčku na šikmú stenu. Stál na vodorovnej ploche v mieste O vo vzdialenosti d od dolného okraja P šikmej plochy, ktorá mala uhol sklonu $\beta < 90^\circ$, obr. A–1. Guľôčku hádzal vždy pod uhlom α vzhľadom na vodorovnú plochu. Chlapec menil rýchlosť v_0 vrhu guľôčky a sledoval jej pohyb.



Obr. A–1

- Určte rýchlosť v_{01} vrhu, aby guľôčka dopadla na vodorovnú plochu do bodu P.
- Určte rýchlosť v_{02} vrhu, pre ktorú guľôčka dopadne na šikmú stenu a odrazí sa vo vodorovnom smere, obr. A–1. Určte podmienky pre uhly α a β , aby k takému odrazu došlo.
- Určte vzdialenosť x_D bodu dopadu guľôčky od bodu vrhu O po jej vodorovnom odraze od steny. Aký by musel byť uhol vrhu α_0 , aby guľôčka dopadla po odraze od šikmej plochy do bodu O.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $\beta = 60,0^\circ$, $d = 6,50$ m, $g = 9,81$ m·s⁻² a dve rôzne hodnoty uhlu vrhu $\alpha_1 = 45,0^\circ$ a $\alpha_2 = 70,0^\circ$.

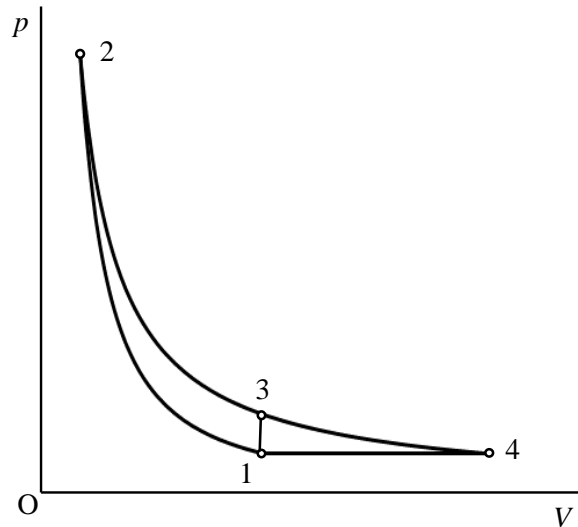
Odraz guľôčky od šikmej steny považujte za dokonale pružný, odpor vzduchu neuvažujte. Výšku chlapca neberte do úvahy, bod vrhu O sa nachádza na vodorovnej ploche.

2) Najväčšia účinnosť

Žiaci mali posúdiť účinnosti dvoch kruhových termodynamických dejov s ideálnym plynom (kyslík), znázornených v p - V diagrame na obr. A-2. Látkové množstvo plynu $n = 2,0$ mol. V začiatočnom stave 1 je tlak plynu $p_1 = 200$ kPa a teplota $T_1 = 300$ K.

Prvý dej 1-2-3-1 pozostáva z adiabatickej kompresie 1-2 zo stavu 1, izotermickej expanzie 2-3 pri teplote $T_2 = 600$ K a izochorického návratu 3-1 do začiatočného stavu 1.

Druhý dej 1-2-4-1 sa od prvého odlišuje tým, že izotermická expanzia pokračuje až do stavu 4, z ktorého sa plyn vracia izobaricky do začiatočného stavu 1.



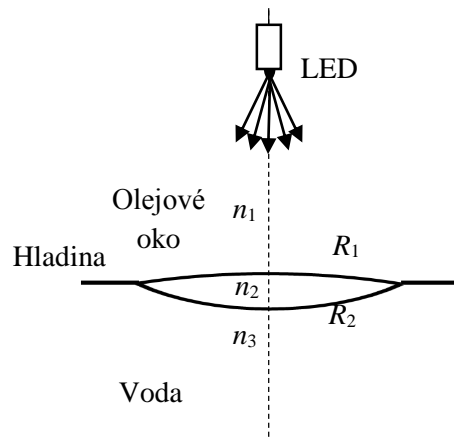
Obr. A-2

- Určte objem V_1 plynu v stave 1, tlak p_2 a objem V_2 v stave 2 a objem V_4 v stave 4.
- Určte účinnosti η_1 a η_2 prvého a druhého kruhového deja.

3) Obraz LED

Na hladine vody sa nachádzalo malé olejové oko v tvare šošovky, obr. A-3. Na tenkom vlákne sa spúšťa bodová svetelná dióda (LED) konštantnou rýchlosťou $v = 10$ mm·s⁻¹ presne na stred olejového oka. Svieta v širokom priestorovom uhle. Keď je LED vo výške $h = 20$ cm nad hladinou vody, sústredia sa lúče LED v bode v hĺbke $H = 30$ mm pod hladinou vody.

Predpokladajte, že horný a dolný povrch olejového oka sú guľové plochy s polomerami krivosti R_1 a R_2 , obr. A-3. Priemer oka $d = 8,5$ mm a najvyšší bod oka je vo výške $\delta_1 = 0,75$ mm nad voľnou hladinou vody.



Obr. A-3

- Lúč, ktorý dopadá na horný povrch šošovky rovnobežne s optickou osou sa láme do obrazového ohniska F_2 . Lúč vychádzajúci z predmetového ohniska F_1 po prechode šošovkou postupuje rovnobežne s optickou osou. Tieto fakty využite na určenie vzťahov pre predmetovú ohniskovú vzdialenosť f_1 a obrazovú ohniskovú vzdialenosť f_2 šošovky. Ohniskové vzdialenosti vyjadrite pomocou polomerov R_1 , R_2 guľových plôch a indexov lomu n_1 , n_2 , n_3 podľa obr. A-3.
- Nakreslite pomocou významných lúčov schému zobrazenia bodu A, ktorý sa nachádza vo vzdialenosti a od šošovky a vo vzdialenosti y_A od optickej osi, pričom $f_1 < a < 2f_1$. Bod A sa zobrazí do obrazového bodu B vo vzdialenosti b od šošovky. Odvodte zobrazovaciu rovnicu šošovky pre tento prípad.

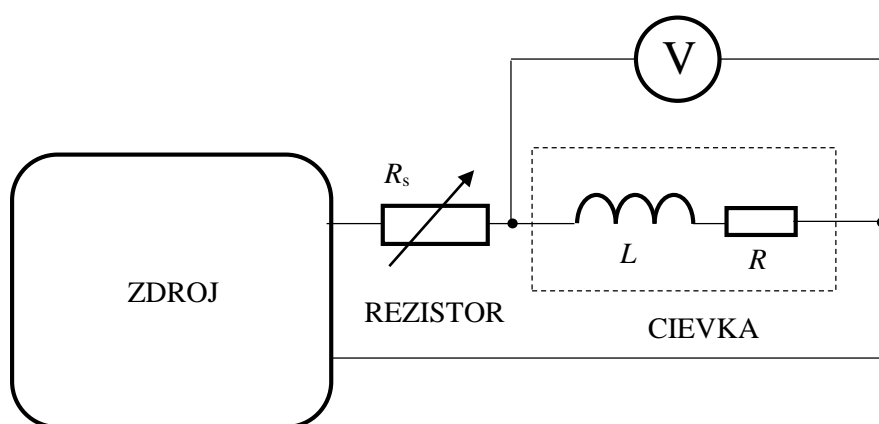
c) Určte polomery krivosti R_1 a R_2 horného a dolného guľového povrchu olejového oka, ak poznáte indexy lomu $n_1 = 1,00$ vzduchu, $n_2 = 1,45$ oleja, $n_3 = 1,33$ vody a dané veličiny.

Úlohu riešte všeobecne pre $n_1 < n_3 < n_2$, a potom určte hodnoty f_1, f_2, R_1, R_2 pre dané hodnoty.

Olejové oko považujte za tenkú šošovku, všetky uhly medzi lúčmi a optickou osou uvažujte malé, pre ktoré platia približné vzťahy $\sin \alpha \approx \alpha \approx \tan \alpha$.

4) Indukčná cievka

Indukčná cievka pri prechode elektrického prúdu vytvára magnetické pole, v ktorom je akumulovaná energia. V cievke ale dochádza k stratám energie, ktoré spôsobujú uvoľňovanie tepla. Schematicky sa tieto javy znázorňujú pomocou induktora s indukčnosťou L a rezistora s odporom R zapojených do série, obr. A-4.



Obr. A-4

Cievku pripojíme na zdroj striedavého elektrického napätia s frekvenciou f , nastaviteľným výstupným napätím a ukazovateľom výstupného prúdu. K cievke je sériovo pripojený regulačný rezistor s odporom R_s , ktorým je pri danom výstupnom napätí U_Z nastavený predpísaný prúd cievky I_C . Voltmetrom V meriame na cievke elektrické napätie U_C .

- Určte indukčnosť L a odpor R cievky z uvedených údajov.
- Určte tepelný výkon P_C uvoľňovaný v cievke.
- Určte fázový rozdiel φ medzi napätím na svorkách zdroja a napätím na cievke.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $R_s = 60 \Omega$, $U_Z = 12,0 \text{ V}$, $I_C = 100 \text{ mA}$, $U_C = 10,1 \text{ V}$, $f = 1,00 \text{ kHz}$. Všetky napätia a prúdy sú efektívne hodnoty.

63. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie A

Autori návrhov úloh:

Lubomír Konrád 1-3, Ivo Čáp 4

Recenzia:

Aba Teleki, Lubomír Mucha

Preklad textu úloh do maďarského jazyka:

Aba Teleki

Redakcia:

Ivo Čáp

Vydal:

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021