

62. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2020/2021

kategória B – krajské kolo

Texty úloh v maďarskom jazyku

1. A golyó és a cső

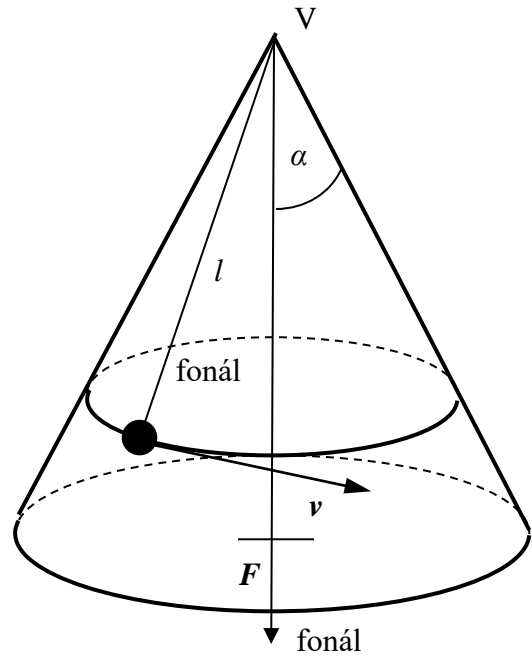
Az $M = 90$ g tömegű, $L = 0,5$ m hosszúságú cső nyugalomban fekszik a vízszintes sima alátéten. A cső az egyik végén le van zárva. Nyitott végén berepül egy $m = 10$ g tömegű golyó. A golyó ütközik a cső zárt végével, majd elhagyja a csövet $x = 1,2$ m távolságban az alátét azon pontjától, ahol belépett a csőbe.

- Határozzák meg a $p_1 = Q/E_{k0}$ arányt, ahol Q az ütközésben felszabadult hő és E_{k0} a golyó mozgási energiája az ütközés előtt!
- Határozzák meg a $p_2 = v_2'/v_0$ arányt, ahol v_2' a golyó sebessége az ütközés után (az ütközés utáni csőhöz viszonyítva) és v_0 a golyó sebessége az ütközés előtt!
- Határozzák meg a $p_3 = x/L$ arány értékeinek lehetséges tartományát az ütközések lehetséges típusaira (a tökéletesen rugalmas ütközéstől a tökéletesen rugalmatlanig)!

A feladatot oldják meg általánosan, majd az adott értékekre: az a) és b) részfeladatok esetében $x = 1,2$ m. A golyó mérete elhanyagolhatóan kicsi; a testek közti súrlódást ne vegyék figyelembe!.

2. Golyó a kúpon

A B–1 ábrán látható egy függőleges tengelyű $2\alpha = 60^\circ$ csúcshölygű kúp. A fonál a kúp belsejéből a V csúcsában levő kis nyíláson lép ki, és kinti vége egy $m = 4,0$ g tömegű kis golyóhoz van kötve. míg a másik végét a kúp tengelye mentén F erővel húzzuk lefelé, ahogy a B–1 ábra mutatja. Jelöljük a fonál golyó és V csúcs közötti hosszát l -vel.



B–1 ábra

- a) Mekkora F_0 nagyságú F erővel húzzuk a fonalat, ha a golyó nyugalomban van?

Legyen a golyó $l_1 = 20$ cm távolságban a V csúcstól, és mozogjon a fonálra merőleges, ugyanakkor a kúpfelületre érintőleges v sebességgel (B–1 ábra)!

- b) Mekkora a v sebesség v_m maximális értéke, amelynél a golyó még érintkezik a kúpfelülettel?

Legyen a golyó sebessége $v_1 = 0,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} < v_m$, ekkor a golyó (állandó l_1 fonalhosszúság mellett) körpályán mozog érintkezve a kúpfelülettel.

- c) Mekkora F_1 nagyságú F erővel kell tartani a fonalat, hogy a fonál l_1 hossza ne változzon, és a golyó a leírt módon mozogjon?

- d) Nagyon lassan elkezdjük lefelé húzni a fonál végét, rövidítve így a fonál golyó és V csúcs közötti l hosszát – ezt olyan lassan végezzük, hogy golyó pályája továbbra is körpálya, melynek sugara lassan csökken. Mekkora l_2 fonálhossznál válik el a golyó a kúpfelülettől?

A feladat megoldásakor a golyót tekintsék tömegpontnak (nem végez saját forgómozgást)! A golyó és kúpfelület közti súrlódás elhanyagolhatóan kicsi. A nehézségi gyorsulás $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Megjegyzés: A kúp tengelyére számított forgatónyomaték, amellyel a fonál hat a golyóra, nulla.

3. Körfolyamat

Egy dugattyúval lezárt hengerben $n = 1,0$ mol nitrogéngáz van. A gáz kezdeti térfogata $V_1 = 20$ l. Az *első fázisban*, a gázt a dugattyúval állandó $T_1 = 400$ K hőmérsékleten, a kezdeti V_1 térfogatának felére, V_2 -re nyomjuk össze. A *második fázisban*, állandó V_2 térfogat mellett, $T_2 = 700$ K hőmérsékletre hevítjük. A *harmadik fázisban*, állandó T_2 hőmérséklet mellett, az eredeti V_1 térfogatra hagyjuk tágulni. Végül, a *negyedik fázisban*, állandó térfogat mellett, a gáz visszatér kezdeti állapotába.

a) Határozzák meg a gáz nyomását a fázisokat elválasztó állapotokban! Ábrázolják a körfolyamat $p - V$ diagramját!

b) Határozzák meg a körfolyamat η hatásfokát!

Vegyenek egy olyan Carnot körfolyamatot, amelynek első fázisa megegyezik a fenti folyamatéval, és melyben a második és negyedik fázist adiabatikus állapotváltozással cseréljük fel. Az izotermikus fázisok T_1 és T_2 hőmérsékletei a fentiekben leírt folyamat hőmérsékleteivel azonosak.

c) Határozzák meg a harmadik fázis kezdeti V_3 és végső V_4 térfogatát, majd ábrázolják szaggatott vonallal a körfolyamatot az eredeti körfolyamat $p - V$ diagramjában!

d) Határozzák meg a T_1 és T_2 hőmérsékletű Carnot körfolyamat η_C hatásfokát, valamint az η_C/η arányt!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre!

Az egyetemes gázállandó $R = 8,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, a nitrogéngáz adiabatikus kitevője $\kappa = 1,4$. Tételizzék fel, hogy ideális gázzal van szó!

Megjegyzés: az ideális gázokra érvényes, hogy az állandó térfogaton mért moláris hőkapacitásuk $C_V = \frac{R}{\kappa - 1}$.

Megjegyzés: izotermikus folyamatban a gáz által végzett munka, miközben az A állapotból a B állapotba jut, $W_{AB} = \int_{V_A}^{V_B} p \, dV$.

4. Az elektromos vezető melegedése

Az elektromos vezetőket, amelyek a háztartásokban vannak, de azokat is, amelyek transzformátorokban, ill. más berendezésekben használnak, úgy tervezik, hogy figyelembe veszik a bennük folyó elektromos áram által létrehozott hőt. Amennyiben a vezeték jelentősen túlmelegednek, megolvadhat a szigetelésük, növelve annak a kockázatát, hogy a szomszédos vezetőkkel érintkezve zárlatot okozzanak.

a) Írják le tömören, milyen tényezők befolyásolják egy áram alatt lévő elektromos vezető hőmérsékletét! Soroljanak fel legalább öt tényezőt! Hogyan tudják befolyásolni ezeket a tényezőket, hogy az áram alatt levő vezető hőmérséklete a lehető legalacsonyabb legyen?

Hasonlítsanak össze két azonos tömegű drótot – egyenes, homogén, henger alakú rézvezetót! Az első hossza $l_1 = 2,5$ m, átmérője $d_1 = 0,50$ mm, míg a másik átmérője $d_2 = 1,0$ mm.

b) Mekkora a két henger alakú drót palástfelületeinek $p_1 = S_1/S_2$ aránya?

c) Mekkora a vezetőkben felszabaduló hőteljesítmények $p_2 = P_1/P_2$ aránya, ha mindkét vezetőkben $I = 10$ A erősségű áram folyik?

d) Mekkora a $p_3 = \Delta t_1/\Delta t_2$ arány, ahol $\Delta t = t - t_0$ a drótok megnövekedett felszíni hőmérséklete állandósult állapotban? Mindkét drótban azonos $I = 10$ A erősségű áram folyik, a környező levegő hőmérséklete pedig $t_0 = 20$ C.

Mekkora a $p_4 = q_K/q_S$ arány, ahol q_K ill. q_S az egységnyi felületre eső környezetnek leadott hőteljesítmény *hőáramlás* (q_K) ill. *hősugárzás* (q_S) esetén? Tételezzék fel, hogy a vezető és levegő közti hőátadási tényező $\alpha_T = 7,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, és a vezetők felületének reflexivitása (visszaverő képessége) $\alpha_r = 0,80$! Tételezzék fel, hogy érvényes $\Delta T = T - T_0 \ll T_0$, ahol T a vezető, ill. T_0 a környező levegő termodinamikai hőmérséklete.

A Stefan-Boltzmann állandó $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$.

62. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie B

Autori návrhov úloh:

Eubomír Konrád (1, 2, 4), Kamil Bystrický (3)

Recenzia a úprava úloh a riešení:

Aba Teleki, Eubomír Mucha, Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka:

Aba Teleki

Redakcia:

Ivo Čáp

Vydal:

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021