

62. ročník Fyzikálnej olympiády

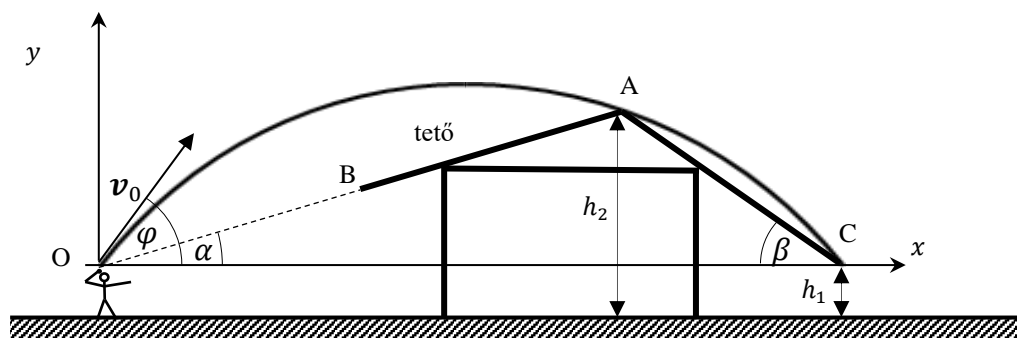
v školskom roku 2020/2021

kategória A – krajské kolo

Texty úloh v maďarskom jazyku

1. Ferde hajítás

A vízszintes réten áll egy hegyi ház. A bejárat felőli oldalon a tető dőlésszöge α , az átellenes oldalon β , és itt az alsó széle h_1 magasságban, az emberi fej magasságában van a talajtól (C pont az A-1 ábrán). A ház talajtól mért magassága (az A csúcsában) h_2 .



A-1 ábra: ferde hajítás.

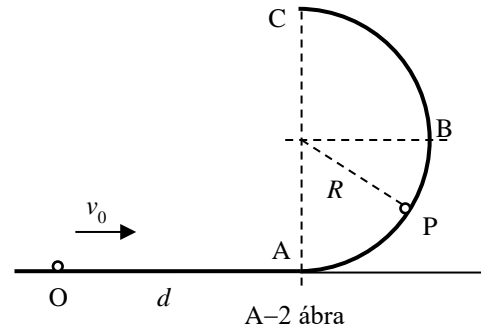
A fiú egy labdát dobott át a tető felett a másik oldalra. Az O pontból, ahonnan a labdát dobta, a tető A és B pontjait egyvonalban látta. Kereste a dobás azon kezdeti v_0 sebességét és φ emelkedési szögét, amelynél a labda a tető A és C pontjai közvetlen közelében fog repülni.

- Adják meg az a A és C pontok koordinátáit az A-1 ábrán feltüntetett koordinátarendszerben! Határozzák meg a labda v_0 kezdeti sebességét és φ emelkedési szögét!
- Milyen magasan (h_m) lesz a pálya legmagasabb pontja? Határozzák meg, milyen feltételeket kell teljesíteniük az α és β szögeknek, hogy a tető A csúcsa: i) a pálya emelkedési ágában, ii) a pálya leszálló ágában legyen, és iii) mikor lesz h_m értéke a lehető legkisebb!
- Mennyi idő (t_A) telik el a dobás pillanatától számítva, amíg a labda a tető csúcsa (A) közvetlen közelébe ér?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $h_1 = 180 \text{ cm}$, $h_2 = 7,00 \text{ m}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$ Tételezzék fel, hogy a légellenállás elhanyagolhatóan kicsi!

2. Golyó a hengerfalon

A vízszintes talaj simán megy át az R sugarú hengerfalba (A-2 ábra). A vízszintes talajon csúszás nélkül gördül egy $r \ll R$ sugarú acélgolyó v_0 haladási sebességgel. Áthalad az O ponton, amely d távolságban van az A ponttól. Miután a golyó áthalad a hengerfal legmagasabb pontján (C), az A ponttól x távolságban ér talajt.



- Rajzolják át az A-2 ábrán látható illusztrációs rajzot a megoldásukba! Ábrázolják (a talaj inerciális vonatkozási rendszerében) a golyóra ható összes erő vektorát, amikor a bejelölt P pontban van! Adják meg meg a golyó \mathbf{a} gyorsulásának tangenciális (érintőleges) és normális összetevőjének képletét a P pontban!
- Határozzák meg, a v_0 sebesség minimális v_{0m} értékét, amelynél a golyó még áthalad a hengerfal legmagasabb pontján (C)!
- Határozzák meg mekkora x távolságban ér talajt a golyó az A ponttól, és fejezzék ki, mint a kezdeti v_0 sebesség függvényét! A v_0 kezdeti sebesség mekkora v_{01} értékénél esik a golyó az O pontba?

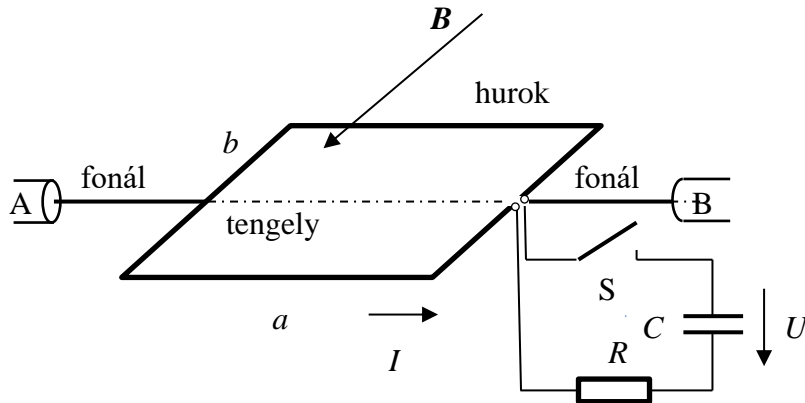
A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $R = 30 \text{ cm}$, $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $d = 70 \text{ cm}$. A golyó középpontján áthaladó tengelyre számított tehetetlenségi nyomatéka $J = \frac{2}{5}mr^2$, ahol m a golyó tömege, r pedig a sugara.

Tételezzék fel, hogy a golyó a hengerfalon mindvégig csúszás nélküli görgő mozgást végez!

4. Vezető hurok mágneses térben

A téglalap alakú (a és b oldalhosszúságú) egyszerű vezető hurkot a b oldalak közepén egy-egy vízszintes rugalmas szigetelőből készült fonál tartja. A felfüggesztés fonalai az A és B pontokban vannak rögzítve (A–3 ábra). Az m tömegű hurok állandó hosszúsűrűségű vezetőből készült. A hurok vízszintes külső \mathbf{B} indukciójú mágneses térben van, amely merőleges a fonalak által meghatározott tengelyre (A–3 ábra).

- a) A kezdeti nyugalmi állapotban a hurok síkja is vízszintes. A hurok – kicsit elforgatva a rugalmas fonalak által meghatározott tengely körül, majd elengedve – T periódusidejű rezgőmozgásba kezd. Határozzák meg a felfüggesztés k csavarási (torziós) merevségét!



A–3 ábra

A hurok vékony vezetőekkel csatlakozik a C kapacitású kondenzátorból, R ellenállású rezisztorból és S kapcsolóból álló áramkörhöz. Mielőtt záránk az áramkört, a kondenzátoron lévő feszültség U . Zárva az áramkört az S kapcsolóval, a kondenzátor gyakorlatilag azonnal kisül a tekercsen és rezisztoron keresztül. Ennek következtében a hurok elfordul (kilendül az egyensúlyi állapotából), és rezegni kezd.

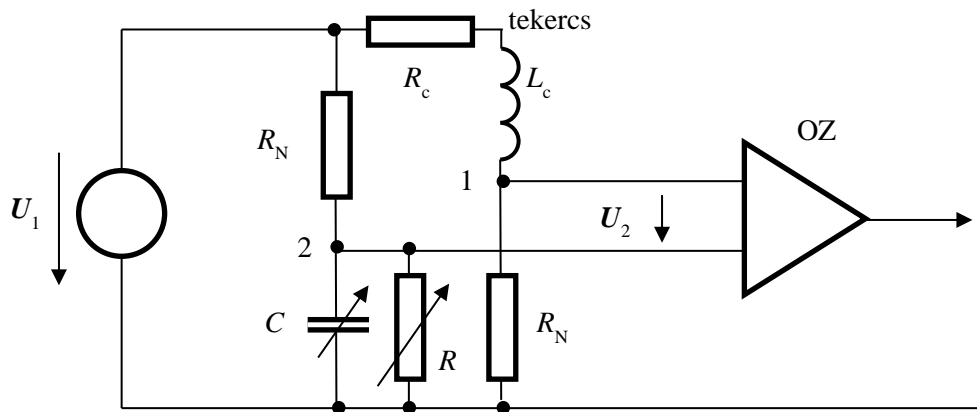
- b) Mekkora lesz a hurok, a kondenzátor kisütésével okozott, α_m maximális szögelfordulása az egyensúlyi helyzetéhez viszonyítva? *Tételezzék fel (ennek a részfeladatnak a megoldásakor), hogy a hurok elfordulása okozta indukált feszültség a hurok csatlakozási pontjain elhanyagolhatóan kicsi!*
- c) A valóságban a hurok csatlakozási pontjain U_i feszültség indukálódik – ez a hurok mágneses térben történő mozgásának következménye. Határozzák meg (a b) részfeladat eredményét felhasználva) a $p = U_{im}/U$ arányt – itt U_{im} az indukált U_i feszültség maximális értéke, U pedig a kondenzátoron levő feszültség az áramkör zárása előtt! Döntsék el, hogy megalapozott volt-e a b) részfeladatban használt feltevés.

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $T = 1,2$ s, $B = 150$ mT, $a = 10$ cm, $b = 12$ cm, $m = 800$ mg, $C = 25$ μ F, $U = 24$ V, $R = 100$ Ω !

Megjegyzés: tételezzék fel, hogy a kondenzátor kisülési ideje lényegesen rövidebb, mint a hurok nyugalmi állapot körüli rezgésének periódusideje! Tételezzék fel, hogy a hurokban indukálódó áram hatása a hurok mozgására elhanyagolhatóan kicsi!

4. Az RC szűrő

Az A–4 ábrán egy tekercs paramétereinek (R_c belső ellenállás, L_c indukció) mérésére használt áramkör híd típusú kapcsolási rajza látható. A nagyon kis belső ellenállású áramforrás körfrekvenciája ω , feszültsége U_1 , effektív feszültsége U_1 . Az áramforrás a híd bemenetéhez van csatlakoztatva. A kimenete egy nagyon nagy bemeneti ellenállású operációs erősítő (OZ) bemenetéhez csatlakozik, így a hídról feltételezhető, hogy kiegyenlített. A híd egyik ágába egy állítható R ellenállású rezisztor, és egy változtatható C kapacitású kondenzátor van bekötve. A másik ágba sorosan van bekötve a vizsgált tekercs és egy R_N ellenállású rezisztor.



A–4 ábra

- Számítsák ki az $A_U = U_2/U_1$ feszültség átviteli tényezőt!
- Milyen feltételek mellett lesz az átvitel nulla (lesz kiegyenlített a híd)?
- A kimeneti feszültség a következő értékeknél volt nulla: $R_N = 1,00 \text{ k}\Omega$, $R = 25,0 \text{ k}\Omega$ és $C = 150 \text{ pF}$. Határozzák meg L_c és R_c értékét, valamint a tekercs $Q = \omega L_c/R_c$ ún. minőségi tényezőjét $f = 1,00 \text{ MHz}$ frekvencián!
- Határozzák meg, mekkora effektív I áram folyik az áramforrásban, ha a híd ki van egyenlítve, és az áramforrás effektív feszültsége $U_1 = 12 \text{ V}$!