63. ročník Fyzikálnej olympiády

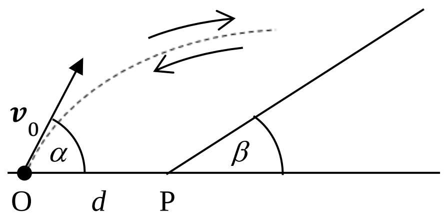
v školskom roku 2021/2022

Kategória A

Celoštátne kolo – text úloh v maďarskom jazyku

1. A ferde falról visszapattanó labda 3

A fiú folytatta a kísérleteit, amelyben rugalmas golyókat dobált egy ferde falra. Már kipróbálta, hogyan kell a golyót eldobnia, hogy vízszintes irányban pattanjon vissza, most olyan dobásokkal próbálkozik, amelyeknél a golyó ugyanazon a pályán tér hozzá vissza, mint odafelé repült.



A–1 ábra

A vízszintes talajon álló fiú (O pont) egy rugalmas golyót hajít a ferde falra. A fiú d távolságban áll a fal P alsó szélétől. A ferde fal dőlésszöge $\beta < 90°$ (A–1 ábra). A labdát mindig α hajítási szöggel dobja el (a vízszintes talajhoz viszonyítva), csak a hajítás v_0 kezdeti sebességét változtatja.

a) Milyen feltételt kell a hajítás v_0 kezdeti sebességnek teljesítenie, hogy az α hajítási szöggel elhajított golyó a ferde falra essen?

b) Írják le a hajítás két olyan módját, amelynél a golyó ugyanazon a pályán tér vissza az O pontba, mint amelyiken a fal felé repült!

c) Milyen feltételt kell teljesítenie az α hajítási szögnek, és mekkora kezdeti v_0 sebességgel kell a golyót elhajítani, amelynél a b) rész két lehetősége bekövetkezhet. Csak két lehetőségeket tárgyaljanak, amikor a golyó 1-szer vagy 2-szer pattan meg a falon!

d) Határozzák meg, a két esetben, milyen hosszan (t_{N}) repül a golyó a dobás pillanatától számítva, amíg visszaér a fiúhoz!

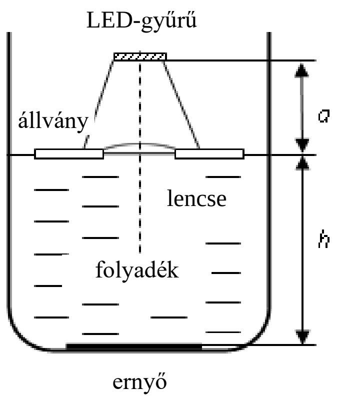
A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $d = 5{,}0\ \mathrm{m}, \beta = 40°$, $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$, és két hajítási szögre: $\alpha_1 = 45{,}0°$ és $\alpha_2 = 60{,}0°$!

A labda és a fal ütközése tökéletesen rugalmas, a légellenállás elhanyagolhatóan kicsi. A fiú magasságát ne vegyék figyelembe –a hajítás O pontja a vízszintes felületen van.

2. Ismeretlen folyadék

Opticus professzornak három edénye van a szekrényben különböző folyadékokkal. A folyadékokat etalonként akarja használni törésmutatók méréséhez, de ehhez meg kell állapítania a folyadékok pontos törésmutatóját. A mérésükre a következő eljárást gondolta ki.

Egy hengeres edény aljára fehér ernyőt helyez, majd feltölti a kérdéses folyadékkal. Vesz egy síkdomború (plánkonvex) lencsét és beleerősíti egy vékony hungarocell (habosított polisztirol) keretbe. A kerethez erősít, a lencse fölé, egy LED- gyűrűt. A LED-gyűrű tengelye egybeesik a lencse optikai tengelyével (A–2 ábra). A lencsét megvilágító LED-gyűrű átmérője $d = 26{,}0$ mm, távolsága a lencsétől $a = 60{,}0$ mm.



A–2 ábra

A szerkezetet a folyadékra helyezve úszik a folyadék felszínén. A lencse sík része pontosan a folyadék felszínén van, domború része pedig felette. A folyadékoszlop magassága az ernyő felett h, és folyadék hozzáadásával, vagy kiszívásával változtatni lehet.

a) Képezzék le sematikusan a LED-gyűrűt jellegzetes sugármenetek segítségével. A tárgyi térrészben levegő van (törésmutatója $n_0 = 1{,}00$), a képi térrészben levő folyadék törésmutatója $n > 1$. *Megjegyzés: A LED-gyűrűt helyezzék közelítőleg kétszer távolabb* ($2f_\mathrm{p}$) *a lencsétől, mint amilyen a lencse tárgyi fókusztávolsága* (f_p) *– a LED gyűrű szegélyét képezzék le!*

b) A professzor az edénybe először $n_\mathrm{v} = 1{,}33$ törésmutatójú vizet önt, annyit (állítva így a h vízoszlop magasságán), hogy az edény alján levő ernyőn a LED-gyűrű képe éles legyen. A vízoszlop magassága $h_\mathrm{v} = 75{,}2$ mm. Határozzák meg a lencse tárgyi f_p és képi f_o fókusztávolságát, valamint a LED-gyűrű képének d_o átmérőjét!

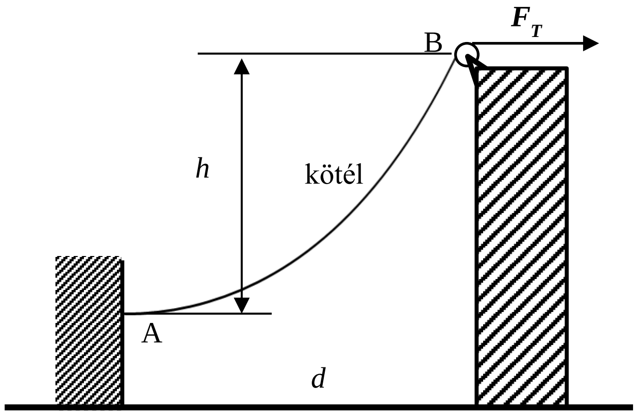
c) Ezután a művelet után a professzor kiönti a vizet, és az edénybe a vizsgált folyadékot önti. Úgy állítja be a a folyadékoszlop magasságát, hogy a LED-gyűrű képe élesen rajzolódjon ki az edény alján levő ernyőn. A három folyadékra a következő folyadékoszlop magasságoknál éles a kép $h_1 = 78{,}9$ mm, $h_2 = 84{,}5$ mm, $h_3 = 95{,}5$ mm. Határozzák meg mindhárom folyadék törésmutatóját!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre! Tételezzék fel, hogy az optikai lencse vékony!

3. A villanyvezeték kifeszítése

A munkások egy nehéz villanyvezetéket húznak fel az épület tetejére. A vezeték alsó vége az A pontban csatlakozik a hálózati elosztóhoz. A tetőn a vezetéket a B csigán keresztül vezetik és csévélik fel egy dobra (A–3 ábra) egészen addig, amíg az A pontban a vezeték merőleges nem lesz az elosztó (függőleges) falára. A kötelet állandó v sebességgel csévélik a dobra. Csévélés közben a motor teljesítménye változik, és akkor a legnagyobb (P_m), amikor a kötél eléri végső helyzetét.

A kötél vonalmenti sűrűsége μ, az A és B pontok közti vízszintes távolság d, szintkülönbségük pedig h.



A–3 ábra

a) Mekkora F_T erővel húzza a csévélőgép a vezetéket, és mekkora F_A erővel hat a vezeték a függőleges falra az A pontban, amikor a kötél eléri végső helyzetét (alakját)?

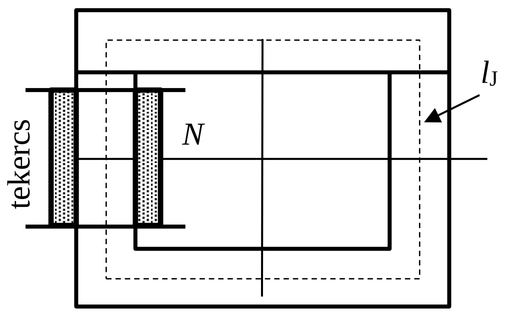
b) Mekkora a kötél l hosszúsága az A és B pontok között a vezeték végső helyzetében?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre: $\mu = 0{,}40\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^{-1}$, $d = 25\ \mathrm{m}$, $h = 15\ \mathrm{m}$, $v = 30\ \mathrm{cm}\cdot\mathrm{s}^{-1}$, $P_\mathrm{m} = 44\ \mathrm{W}$, $g = 9{,}8\ \mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$.

Megjegyzés: A vezetéket feszítő erő változik a vezeték mentén, ezért az erők egyensúlyát a vezeték elemi kis szakaszaira kell megoldani.

4. A villanyégő

Van egy izzónk, üzemi feszültsége $U_\mathrm{N} = 24$ V, bemeneti teljesítménye $P_\mathrm{N} = 60$ W. Vészmegvilágításra akarjuk használni, de csak az $U_\mathrm{Z} = 230$ V feszültségű és $f = 50$ Hz frekvenciájú hálózati áramforrás áll a rendelkezésünkre. Hogy felhasználhassuk az áramforrást, készítünk egy indukciós tekercset az izzóhoz. Rendelkezésünkre áll egy vasmag, és 0,1 mm, 0,2 mm, 0,6 mm, valamint 1,0 mm átmérőjű rézhuzalok.



A–4 ábra

a) Legelőnyösebb a legvékonyabb rézhuzal felhasználása lenne, de nem szabad túllépni a rézhuzal maximális áramterhelését, amely $i = 10\ \mathrm{A \cdot mm^{-2}}$. Mekkora d átmérőjű huzalt használjunk fel a tekercs elkészítéséhez?

A huzalt egy papír gurigára csévéljük, azt ráhúzzuk a vasmagra, majd a vasmagot lezárjuk (A–4 ábra). A vasmag közép hossza $l_\mathrm{J} = 25$ cm, keresztmetszete (teljes hossza mentén) állandó $S_\mathrm{J} = 6{,}5\ \mathrm{cm^2}$, relatív permeabilitása $\mu_\mathrm{r} = 10\,000$. Jelöljük a tekercs meneteinek számát N-vel – egy menet közép hossza $l_\mathrm{z} = 12$ cm.

b) Mutassák meg, hogy a tekercs L_c indukciójának és R_c ellenállásának arányára érvényes $L_\mathrm{c}/R_\mathrm{c} = kN$! Vezessék le a k állandót megadó képletet!

A tekercset sorosan kapcsoljuk az izzóhoz, majd ezt a szerkezetet csatlakoztatjuk az áramforráshoz.

c) Rajzolják le az elektromos áramkör kapcsolási rajzát, ahol a tekercset egy sorosan kapcsolt L_c indukciójú induktorral és R_c ellenállású rezisztorral helyettesítjük!

d) Fejezzék ki az áramforráson levő U_Z feszültséget, mint az N menetszám függvényét az adott mennyiségekkel! Tételezzék fel, ebben a részfeladatban, hogy k értéke ismert!

e) Határozzák meg, megfelelő (numerikus) eljárás segítségével, az N menetszámot – az adott mennyiségek adottak és $k = 4{,}6 \times 10^{-3}$s.

Megjegyzés: Az N menetszám értéket 60 és 120 között keressék!
A réz fajlagos ellenállása $\rho_\mathrm{m} = 16{,}8\ \mathrm{n\Omega \cdot m}$.

63. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy celoštátneho kola kategórie A*

Autori návrhov úloh: Ľubomír Konrád 1-3, Ivo Čáp 4
Recenzia: Aba Teleki, Ľubomír Mucha
Preklad textu úloh do maďarského jazyka: Aba Teleki
Redakcia: Ivo Čáp
Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022