

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

Kategória B

Domáce kolo – text úloh v maďarskom jazyku

1. Csiga hurokban

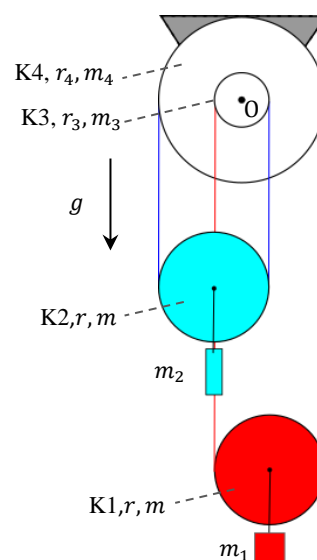
A K1, K2, K3, K4 csigarendszert végtelenített fonál tartja össze (lásd a B-1 ábrát). A K1 és K2 mozgó csigák egyformák, tömegük m , sugaruk r , és szabadon forognak a saját tengelyük körül. Az m_1 és m_2 tömegű nehezékek függenek rajtuk. A K3 és K4 állócsigák szilárdan kapcsolódnak egymáshoz, így forognak a plafon alatt rögzített O közös tengelyük körül. A nagyobbik állócsiga sugara $r_4 = \frac{3}{2}r$ a kisebbé $r_3 = \frac{1}{2}r$. Tömegük ebben a sorrendben $m_4 = \frac{9}{4}m$ és $m_3 = \frac{1}{4}m$. A fonál minden szakaszon függőleges, és nem csúszik a csigákon. A nehézségi gyorsulás $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

- Fejezzék ki a K1 mozgócsiga a_1 gyorsulását, mint a forgása α_1 szöggyorsulásának függvényét, valamint a K2 mozgócsiga a_2 gyorsulását, mint a forgása α_2 szöggyorsulásának függvényét!
- Mekkora erők feszítik a fonalakat az egyes ágakban?
- Mekkora erővel hat a csigák rendszere az O tengelyre?

A súrlódás a csigák tengelyében elhanyagolhatóan kicsi. A fonál nem nyúlik és tömege elhanyagolhatóan kicsi.

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre:

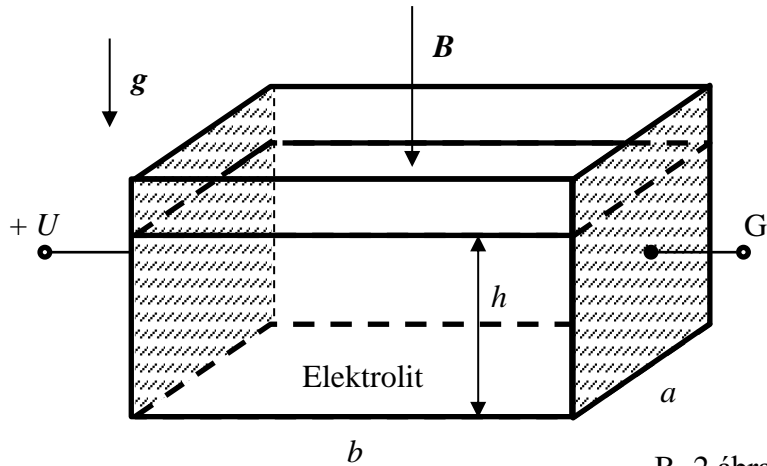
$r = 100 \text{ mm}$, $r_3 = 50 \text{ mm}$, $r_4 = 150 \text{ mm}$, $m = 80 \text{ g}$, $m_1 = 100 \text{ g}$, $m_2 = 10 \text{ g}$!



B-1 ábra

2. Elektrolit mágneses térben

Egy hasáb alakú kádban, mely alapjának méretei $a = 10 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$, elektrolit van. Az elektrolit sűrűsége $\rho = 1,05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, vezetőképessége $\gamma = 20 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$, mélysége a kádban $h = 80 \text{ mm}$ (B-2 ábra). A kád két oldala, amely b távolságban van egymástól, a kádban fémréteggel van bevonva (elektrodák), a kád többi fala üveg. A kádat $B = 250 \text{ mT}$ indukciójú függőleges mágneses térben helyezték el.



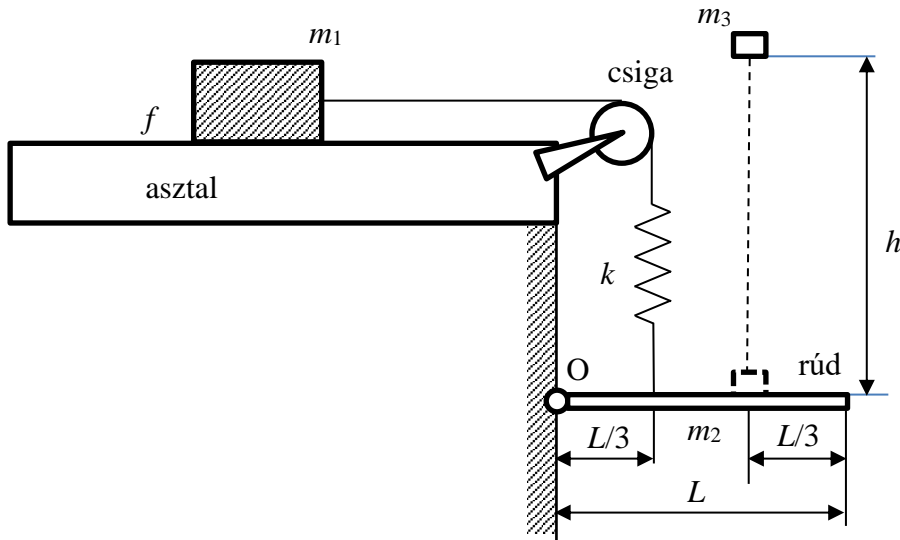
- A fém elektrodákhoz egy $U = 24 \text{ V}$ állandó feszültségű áramforrást csatlakoztatunk. Határozzák meg az elektromos tér E intenzitását és a J áramsűrűséget az elektrolitben, feltételezve, hogy az elektrolit homogén és a benne levő elektromos tér is az!
- Az áramforrás csatlakoztatása után az elektrolit felszíne megdől. Magyarázzák el, hogy miért, és milyen irányban dől meg az elektrolit felszíne! Vázolják a jelenséget szemléletes rajzon, amelyben feltüntetik az elektrolitra ható erőket
- Mekkora α szögben dől meg az elektrolit a vízszinteshez viszonyítva?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre, $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Megjegyzés: az elektrodákon fellépő átmeneti jelenségeket ne vegyék figyelembe!

3. Harmonikus rezgések

A B-3 ábrán egy mechanikai rendszer látható. A vízszintes asztalapon nyugszik az m_1 tömegű test. A testhez rögzített fonál a csigán keresztül vezetve kötjük a k merevségű rúgóhoz. A rúgó másik vége az O vízszintes tengely körül szabadon elforduló m_2 tömegű és L hosszúságú vízszintes lapos rúdhoz van rögzítve. A rúgó a rúd hosszának $1/3$ -án kapcsolódik a rúdhoz. Egy m_3 tömegű testet hagyunk a rúdra esni h magasból (B-3 ábra) – az ütközés tökéletesen rugalmatlan. Az asztalon nyugvó test és az asztal közti súrlódási tényező f .



B-3 ábra

- Ha lenyomjuk a rúd szabad végét, az asztalon levő test elmozdul, amikor a rúd $\varphi_0 = 5,0^\circ$ szögben térül ki lefelé. Mekkora a rúgó k merevsége?
- Mekkora h_1 magasságból kell a rúdra ejtenünk az m_3 tömegű testet, hogy a rúd φ_0 szöggel térjen ki a vízszintes helyzetéből?
- A testet $h_2 < h_1$ magasságból ejtjük a rúdra. Miután a test a rúdra esik, a rendszer rezgésbe kezd. Mekkora a rezgés frekvenciája és szögamplitúdója?

4. A fény visszaverődése

Az $S = 4,0 \text{ dm}^2$ felületű $n_v = 1,33$ törésmutatójú vízre $n = 1,47$ törésmutatójú olajat csepep-tünk. Az olajcsepp gömb alakú, átmérője $D = 2,0 \text{ mm}$, és egyenletesen terül szét, vékony homogén réteget létrehozva a víz felszínén.

- A felszínre α szög alatt fehér fény esik be. Mekkora a beeső fény legnagyobb λ_1 és második legnagyobb λ_2 hullámhossza, amelynél maximális intenzitással verődik vissza? Szemléltessék rajzon a tipikus sugarakat, ahogy a fénysugarak visszaverődnek a vízfelszínről és az olajrétegről!
- Szemléltessék közös grafikonban a λ_1 és λ_2 hullámhosszokat, mint az α beesési szög függvényét! Jelöljék be a grafikonon a látható fény hullámhossztartományát! A grafikont a 0° - 60° tartományra szerkesszék meg!
- Írják le, hogyan változik a visszavert fény színe, ha változtatjuk a fehér fény beesési szögét!

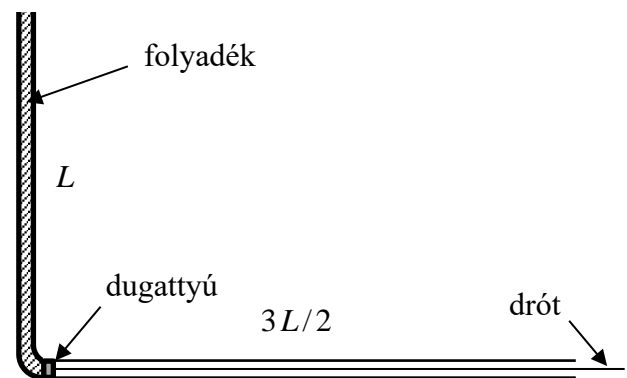
5. Az elszabadult dugattyú

Egy sima belső falú, állandó belső keresztmetszetű csövet derékszögben hajlítottak meg (B-4 ábra). A cső függőleges része $L = 20 \text{ cm}$ hosszú, a vízszintes részének hossza $3L/2$. A cső függőleges részét kitöltő folyadékot egy elhanyagolható tömegű dugattyú tartja nyugalomban. A dugattyút egy hosszú drót tartja a kezdeti helyzetében.

Egy adott pillanatban a drótot gyorsan kihúzzuk, ezzel a vizet nyomó dugattyú elszabadul, és a víz nyomásának hatására mozogni kezd a csőben.

Tételezzék fel, hogy a dugattyú és a folyadék súrlódásmentesen mozog a csőben!

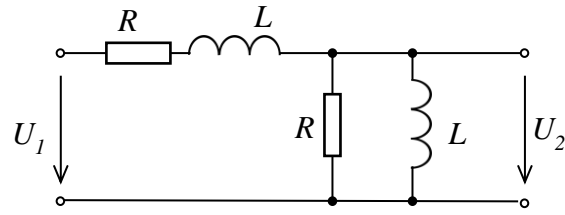
- Vezessék le a dugattyú x elmozdulását és v sebességét az idő t függvényeként, amíg a dugattyú a csőben halad!
- Mennyi idő alatt (t_1) folyik ki a víz a cső függőleges részéből, mekkora lesz ekkor a dugattyú v_1 sebessége, és mennyi idő elteltével (t_2) éri el a dugattyú a cső végét? Mekkora lesz a dugattyú v_2 sebessége a cső végén?
- Szerkesszék meg a dugattyú x elmozdulásának grafikonját, valamint a v sebességének grafikonját, mint az idő függvényeit!
- A felvázolt folyamat idealizált. A valóságban a dugattyú nem éri el a v_1 sebességet, és $v_2 < v_1$. Magyarázzák meg az idealizált és valós eset közti különbség okát!



Obr. B-4

6. RL frekvenciaszűrő

A B-5 ábrán egy frekvenciaszűrő kapcsolási rajza látható. A szűrő küldetése, hogy a bejövő jel bizonyos frekvenciatartományát csillapítsa, gyengítse. A bemeneti jel lehet például egy hangfelvétel, amely különböző frekvenciájú váltakozó feszültségek szuperpozíciója, és tartalmazhat zörejeket is (zajokat, a hálózati feszültség 50 Hz-es bűgását, stb.) .



B-5 ábra

- Határozzák meg az $A_U(\omega) = U_2/U_1$ átviteli tényező, és $\varphi_U(\omega) = \varphi_2 - \varphi_1$ fáziseltolódás függését az ω körfrekvenciától és a $p = L/R$ aránytól!
- Határozzák meg a p arány p_1 értékét, amelynél a hálózati $f_1 = 50$ Hz frekvenciát a szűrő 30 dB-vel (decibellel) csillapítja, tehát $A_{UdB} = 20 \log A_U(\omega_1) = -30$ dB!
- Szerkesszék meg az A_U és φ_U átviteli függvények grafikonjait, mint az f frekvencia függvényeit a b) részfeladatban meghatározott p_1 értékre! Az első grafikon függőleges tengelyére A_{UdB} értékeit vigyék fel decibel egységben, a második grafikonban a függőleges tengelyre φ_U értékeit radiánban! A vízszintes tengelyekre az f frekvenciát logaritmus skálában vigyék fel mindkét grafikonban,! Határozzák meg, a grafikonból, milyen f_m frekvenciánál maximális A_U értéke, és mekkora ez az érték (dB-ben), valamint a φ_U átviteli fáziskülönbség értékét az f_m frekvenciánál! Ellenőrizzék az átvitelt az f_1 frekvenciánál!

A megoldáshoz a komplex módszert ajánljuk, amellyel pl. az interneten is megismerkedhetnek. A grafikonok megszerkesztéséhez szemilogaritmikus milliméterpapírt használjanak (az egyik tengely logaritmus skálában van a másik lineárisban). A grafikon megszerkesztéséhez használjanak megfelelő alkalmazást (pl. MS Excel – itt a szemilogaritmikus skálát is lehet választani).

7. Fotometria

A látható fény érzékelése a szem által, és feldolgozása, az egyik legfontosabb információs kanálisunk a természettel való kölcsönhatásunkban. A fényforrásokat és hatásukat a fotometria, a látható tartományban, a szem érzékenysége szempontjából vizsgálja – a megfelelő mennyiségek és törvények képezik a fotometria tárgyát.

- Ismerkedjenek meg a fotometria alapjaival! Vizsgálják meg a következő mennyiségek jelentését: *energiaáram (sugárzási teljesítmény), fényáram, fényhatékonyság, fényerősség, megvilágítás!* Adják meg az egységeiket!

A látásunkról való gondoskodás megkívánja a használt terek és felületek jó megvilágítását. Olvasáshoz, és összpontosítást követelő műveletekhez 300 – 500 lx megvilágítás ajánlott.

A világítótest megválasztásakor ügyelünk a takarékosagra is.

A megvilágítás függ a fényforrás helyzetétől, a takarossága pedig világítótest fajtájától (izó, fénycső, halogénlámpák, LED, stb.)

Feladatok

- Mérjék meg a megvilágítást (különböző világítótestekre) a detektortól azonos távolságban!
- Mérjék meg, hogyan függ a megvilágítás a fényforrás távolságától!
- Mérjék meg különböző világítótestek fénysűrűségének szögfüggését!

4. MÉRJÉK MEG, HOGYAN FÜGG EGY FELÜLET MEGVILÁGÍTÁSA ATTÓL, HOGY MILYEN SZÖGBEN ESIK BE A FÉNY!
5. MÉRJÉK MEG, MENNYIRE GAZDASÁGOSAK A KÜLÖNBÖZŐ VILÁGÍTÓTESTEK!

Segédeszközök

Legalább két fajta világítótest – pl. izzó és LED lámpa (mindkettő 24 V feszültségű – autóalkatrész kereskedésekben szerezhető be), 24 V-os áramforrás, multiméter, megfelelő állvány a világítótestek rögzítésére, luxméter (*Luxmeter* okostelefon-alkalmazás), távolságmérő.

Eljárás

Rögzítsék a fényforrást az állványban úgy, hogy a fénynyaláb párhuzamos sugarai merőlegesen essenek a nagyjából 1-2 méter távolságban levő falra! Helyezzék a luxmétert a maximálisan megvilágított pontba!

Az első mérést így végezzék el minden világítótestre!

A második mérésnél válasszanak egy világítótestet, majd fokozatosan közelítsék a detektorhoz! Minden egyes mérésnél mérjék meg a luxméter és a fényforrás közti távolságot is, és jegyezzék le jól áttekinthető táblázatba!

A harmadik mérésnél forgassák el a fényforrást, nem változtatva a távolságát a luxmétertől! A luxméter helyzetét ne változtassák!

A negyedik mérésnél a fényforrás a luxméterre irányul. Változtassák a luxméter irányulását, változtatva így a fény beesési szögét! Jegyezzék le a luxméter által mért adatokat!

Az ötödik mérésnél használjanak különböző világítótesteket – azonos távolságban elhelyezve a luxmétertől. MÉRJÉK MEG A VILÁGÍTÓTESTEN ÁTFOLYÓ ÁRAM ERŐSSÉGÉT ÉS A FESZÜLTSEGET A VILÁGÍTÓTESTEN – HATÁROZZÁK MEG A BEMENETI TELJESÍTMÉNYT! Ezután mérjék meg a megvilágítást a luxméterrel, valamint határozzák meg (a vizsgált világítótestnél) a megvilágítás és bemeneti teljesítmény arányát!

Az összes mérési eredményt ábrázolják grafikonokban, és hasonlítsák össze az elméleti függésekkel: a megvilágítás elméleti távolságfüggése a második esetben $E \sim 1/r^2$, szögfüggése a negyedik esetben $E \sim \cos \alpha$!

Határozzák meg (az összes világítótestre) a fényáram szög szélességét, amelyben a megvilágítás értéke a maximális érték 50 %-ra esik le.

Bírálják el az egyes világítótestek gazdaságosságát!

64. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie B

Autori návrhov úloh:	Lubomír Konrád (2, 3, 5), Aba Teleki (1), Ivo Čáp (4, 6, 7)
Recenzia:	Aba Teleki, Lubomír Mucha
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022