

68. ročník Fyzikálnej olympiády
školský rok 2026/27
kategória A

Text úloh domácej prípravy – preklad do maďarského jazyka

1. Dobás henger felett

Érdekes növény a kisvirágú nebánicsvirág, egy Ázsiából származó, a természetben gyakran előforduló inváziós növény, amelynek különlegessége, hogy magjait akár 3 m távolságra is kilövi.



A–1 ábra

- a) Határozzátok meg azt a v_{0m} kezdősebességet, amellyel a magok kilövének, ha a növénytől mért maximális vízszintes $d_m = 300$ cm távolságban érnek földet!

A növény mellett egy $R = 30$ cm sugarú hengeres cső fekszik. Tételezzétek fel, hogy azon a vízszintes felületen, amelyen a cső fekszik, a magot tartalmazó tok a henger és a vízszintes felület érintkezési helyétől D távolságban helyezkedik el.

- b) Adjátok meg azokat az általános feltételeket, amelyeknek teljesülniük kell ahhoz, hogy a hengertől D távolságból, a henger tengelyére merőleges síkban, v_0 sebességgel, α szögben kilőtt mag a henger érintése nélkül átrepüljön fölötté.

Mivel a folyamat analitikus modellje meglehetősen bonyolult, először megfelelő számítógépes modell segítségével, kísérletezéssel vizsgáljátok meg a henger átrepülésének feltételeit. Ajánlott az ingyenes GEOGEBRA program, a MS Excel táblázatkezelő vagy más megfelelő számítógépes program. A használt programban grafikusán ábrázoljátok a mag pályáját és a henger keresztmetszetét határoló körvonalat. Az egyes mennyiségek értékeinek változtatásával keressetek választ a következő kérdésekre.

- c) Határozzátok meg, a modell segítségével, a mag minimális v_{0min1} kezdősebességét ahhoz, hogy érintés nélkül átjusson a cső fölött, ha $D = 100$ cm és $\alpha = 60^\circ$! Határozzátok meg azt az x_1 vízszintes távolságot a henger és az alátámasztási felület érintkezési pontja mögött, ahol a mag földet ér!
- d) Válasszatok különböző α hajítási szögeket, és határozzátok meg mindegyikhez azt a minimális v_{0min} sebességet, amelynél a mag érintkezés nélkül átjut a cső fölött, amennyiben $D = 100$ cm! Készítsétek el a v_{0min} mennyiség α függvényeként ábrázolt grafikonját! A grafikonból határozzátok meg azt az α_{01} szöget, amelynél a minimális v_{0min} sebesség értéke a legkisebb, és határozzátok meg ezt a v_{0min2} értéket!
- e) Határozzátok meg, a modellel kísérletezve, azt a minimális v_{0min3} kezdősebességet, amellyel a mag még érintkezés nélkül átjuthat a cső fölött! Határozzátok meg a szükséges D_{min} és α_{min} értékeket! Állapítsátok meg, hogy a magok képesek-e átjutni a henger fölött!

Bizonyos konkrét feltételek mellett a feladat analitikusan is megoldható.

- f) Használjátok a b) rész szerinti analitikus modellt, és vezessétek le a D_{min} , α_{min} és v_{0min3} összefüggéseit, és számítsátok ki az értékeiket! Készítsetek a kapott eredmények alapján

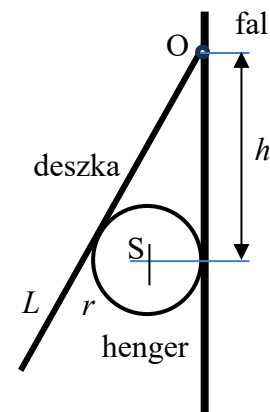
grafikont, amely ábrázolja a henger körvonalát és a mag pályáját! Hasonlítsátok össze a számítás eredményeit a számítógépes modellel végzett kísérletezés során kapott értékekkel!

Megj.: A légellenállást ne vegyétek figyelembe, $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

2. Henger a deszka alatt

Egy függőleges falhoz téglalap alakú deszkát rögzítettek, amely a felső oldalán levő vízszintes O tengely körül szabadon elfordulhat. A deszkát eltérítjük a faltól, és egy hengert (az S tengelye vízszintes) helyezünk alá úgy, hogy a henger érintkezzen a fallal és a deszkával is. A henger S tengelye h mélységben van az O tengely alatt, lásd az A-2 ábrát. Ezután a hengert lassan elengedjük.

A deszka O tengelyre merőleges hossza L , tömege M , a henger sugara $r < L$, tömege m . A deszka és a henger közötti súrlódási tényező f_1 , a henger és a fal közötti súrlódási tényező f_2 .



A-2 ábra

- Rajzoljátok át az ábrát, és tüntessétek fel rajta a hengerre és a deszkára ható erők vektorait, ha a henger az elengedés után nyugalomban marad! Nevezzétek meg az egyes erőket!
 - Határozzátok meg, adott M, L, m, r értéknél, az f_1 és f_2 súrlódási tényezők azon minimális $f_{1\min}$ és $f_{2\min}$ értékeit a h mélység függvényében, amelyek mellett a henger az elengedés után nyugalomban marad!
- Tekintsük a következő értékekkel jellemzett rendszert:
 $L = 50 \text{ cm}, M = 200 \text{ g}, r = 30 \text{ mm}, m = 25 \text{ g}$.
- Készítsétek el az $f_{1\min}$ és $f_{2\min}$ mennyiségek közös grafikonját a h mélység függvényeként!
 - Határozzátok meg, $f_1 = 0,35$ és $f_2 = 0,45$ súrlódási tényezők ezen értékeire, milyen h mélységbe kell behelyezni a hengert ahhoz, hogy elengedése után nyugalomban maradjon!
 - Milyen h mélységbe kell behelyezni a hengert ahhoz, hogy lassú elengedésekor csak a deszkával való érintkezés helyén csússzon meg?

3. Urándúsítás

A gázkeverék összetevőinek szétválasztása gázcentrifuga segítségével valósítható meg. Ezt az elvet alkalmazzák a természetes ércből származó urán dúsításánál, amely az urán-238 mellett körülbelül 0,7% urán-235-öt és elenyésző mennyiségű urán-234-et tartalmaz. Az atomerőművek fűtőanyaga például 3–5% urán-235-tartalmat igényel, a kutatóreaktorok akár 20%-os, az atomfegyverek pedig több mint 90%-os urán-235-tartalmat használnak. A szétválasztás előtt az uránt fluorral egyesítve gázzá, urán-hexafluoriddá, UF_6 -t alakítják. A fluornak csak egy stabil izotópja van, a ^{19}F . Ez a gáz csak ^{238}U -t és ^{235}U -t tartalmazó, egymástól csekély mértékben eltérő tömegű molekulákból áll.

- A kiindulási gázkeverékben tekintsük a $^{235}\text{UF}_6$ természetes tömegtörtjét (tömegkoncentrációját) $n_{10} = 0,711\%$ -nak. A fennmaradó rész $^{238}\text{UF}_6$. Határozzátok meg a keverék egyes

összetevőinek p_{10} és p_{20} parciális nyomását, valamint a parciális nyomások $h_0 = p_{10}/p_{20}$ arányát $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten!

A gázcentrifuga egy hosszú hengerből áll, amely nagy sebességgel forog a tengelye körül. A centrifugális erő következtében a keverék nehezebb részecskéi ($^{238}\text{UF}_6$) a henger kerületénél, a könnyebbek ($^{235}\text{UF}_6$) pedig a tengely közelében gyűlnek össze. A tengely közelében így megnő a ^{235}U részaránya a keverékben, azaz az urán hasadó komponensben feldúsul. Az egyetlen centrifugában elérhető dúsítás nagyon csekély, ezért több centrifugát kapcsolnak kaszkádba, amelyben az egyik centrifugából kilépő dúsított gázt a következőben ismét centrifugálják, és így tovább. Nagyfokú urándúsítás esetén a kaszkádban akár több centrifuga is lehet. A dúsított gázt a centrifuga tengelyének közeléből vezetik el, ahol az U-235 összetevő koncentrációja a legnagyobb. A tengely közelében azonban nagyon alacsony a nyomás, ezért a kinyert dúsított gáz mennyisége nagyon kicsi. Ipari dúsítás esetén a kaszkád első fokozatában több száz vagy akár több ezer párhuzamosan kapcsolt centrifuga található.

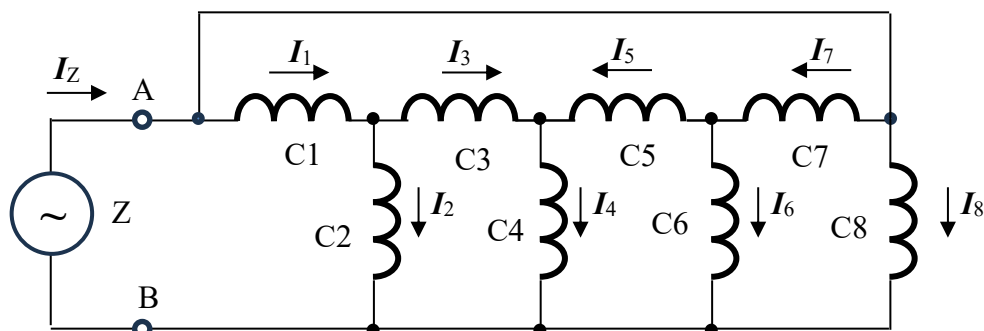
Tekintsük a következő szemléltető példát.

Egy $d = 20\text{ cm}$ átmérőjű és $h = 2\text{ m}$ magasságú függőleges henger a tengelye körül forgatható. A hengert természetes összetételű, $p_0 = 500\text{ kPa}$ nyomású és $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű UF_6 gázzal töltjük meg. Ezután a hengert $N = 1\,000$ fordulat/s frekvenciával megforgatjuk.

- Határozzátok meg a gázösszetevő tengelytől r távolságban mért $p(r)$ nyomásának és a henger tengelyénél mért $p(0)$ nyomásának $p(r)/p(0)$ arányát!
- Határozzátok meg a két gázösszetevő $p_1(0)$ és $p_2(0)$ nyomását, valamint a gázkeverék teljes $p(0)$ nyomását a henger tengelyénél és a gázkeverék $p(d/2)$ nyomását a henger falánál, ha figyelembe vesszük, hogy a hengerben levő gáz mennyisége nem változik!
- Határozzátok meg a forgó centrifuga tengelyének közeléből elvezetett keverék $k_1 = h_1/h_0$ dúsítási arányát, ahol $h_1 = p_1(0)/p_2(0)$!
- Hány s fokozatból kell állnia a centrifugák kaszkádjának ahhoz, hogy a ^{235}U koncentrációja az atomerőművek számára szükséges $n_5 = 5\text{ }\%$ -ra, illetve az atomfegyverek számára szükséges $n_{90} = 90\text{ }\%$ -ra növekedjen?

4. Elektromos áramkör tekercsekkel

Egy U effektív feszültségű és f frekvenciájú váltakozó áramú Z forráshoz egy elektromos áramkör csatlakozik, amely négy $C - C$ tagból álló láncot alkot, ennek kimenete össze van kötve a bemenetével. Az áramkört az ábra szemlélteti. A $C1 - C8$ indukciós tekercsek mindegyikének azonos az L induktivitása és az R ellenállása.



A-3 ábra

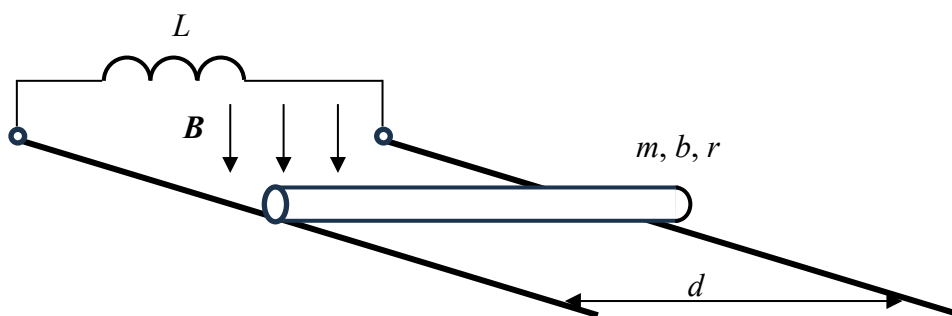
- Határozzátok meg az áramkör A és B csomópontokra vonatkozó komplex Z_{AB} impedanciáját!
- Határozzátok meg a Z forráson átfolyó áram I_Z effektív értékét, valamint az I_Z áram és az U feszültség φ_Z fáziskülönbségét!
- Határozzátok meg a C1, ..., C8 tekercseken átfolyó $I_1, \dots, I_8$ áramok effektív értékeit!

A feladatot oldjátok meg általánosan, majd a következő értékekre: $f = 50 \text{ Hz}$, $U = 24 \text{ V}$, $R = 60 \Omega$, $L = 1,5 \text{ H}$!

A feladat megoldásához rajzoljátok át megfelelően az áramkört szimmetrikus kapcsolási rajzát, és használjátok ki annak szimmetriáját!

5. Henger a ferde síneken

Két, egymástól d távolságra levő, párhuzamos, elektromosan vezető sín a vízszintes síkkal α szöget bezáró pályát alkot. A sínek függőlegesen lefelé irányuló B mágneses indukciójú homogén mágneses térben helyezkednek el. Felső végükön egy L induktivitású induktorkal vannak összekötve, lásd az ábrát.



A-4 ábra

A sínek felső végére a sínekre merőlegesen egy r sugarú, b hosszúságú és m tömegű vezető hengert helyezünk. A henger az elengedése után lefelé kezd gördülni.

Tételezzétek fel, hogy a henger és a sínek közötti elektromos érintkezés tökéletes, a teljes áramkör elektromos ellenállása nulla, és a henger megcsúszás nélkül gördül a síneken!

- Határozzátok meg azt az ℓ távolságot, amelyet a henger a sínek mentén a megállásáig megtesz, valamint az induktorkban folyó áram maximális I értékét!
- Határozzátok meg azt a t_n időt, amely alatt a henger visszatér eredeti helyzetébe!
- Hogyan változnak az eredmények, ha a mágneses indukció vektora ellentétes irányú?

A feladatot oldjátok meg általánosan, majd a következő mennyiségek értékeire:

$B = 1,5 \text{ T}$, $L = 25 \text{ mH}$, $\alpha = 30^\circ$, $d = 10 \text{ cm}$, $m = 20 \text{ g}$, $r = 1,0 \text{ mm}$, $b = 12 \text{ cm}$, $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ nehézségi gyorsulás.

6. Atommagok ütköztetése

A magfizikai kölcsönhatások kutatása során többek között az atommagok ütközéseit vizsgálják. A nehezebb részecskék szükséges sebességét lineáris gyorsítókban érik el.

Az egyik ilyen kísérlet során nyugalomban levő $^{207}_{82}\text{Pb}$ ólommagokat gyorsított $^{12}_6\text{C}$ szénmagokkal bombáznak. Mivel a magerők rövid hatótávolságú erők, csak akkor nyilvánulnak meg, amikor az atommagok közvetlen érintkezésbe kerülnek. Az atommagot eközben $R = R_0 A^{1/3}$ sugarú gömbnek tekintjük, ahol $R_0 = 1,3 \times 10^{-15} \text{ m}$ a nukleon sugarának tekintett érték, A pedig az atommagban levő nukleonok száma.

- a) Határozzátok meg mindkét atommag tömegét és elektromos töltését!
- b) Határozzátok meg a szénmag ütközés előtti legkisebb v_{C0min} sebességét amely ahhoz szükséges, hogy az atommagok közvetlenül érintkezzenek, és ezáltal magreakció jöjjön létre. Mekkora U_m feszültséggel kell felgyorsítani a szénmagot?
- c) Állapítsátok meg, milyen atommag keletkezik a két atommag egyesülésével, és hogy a keletkezett atommag stabil-e. Hogyan lehet meggyőződni az atommagok egyesüléséről?

A feladatot oldjátok meg általánosan, majd a mennyiségek számértékeire!

A szükséges állandókat és információkat keressétek meg az interneten!

Az ólommag kezdetben nyugalomban van, és a szénmag hatására szabadon elmozdulhat.

7. A LED-ek V–A karakterisztikái – kísérleti feladat

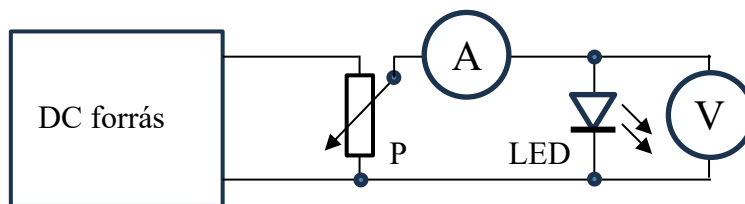
Széles körben alkalmazott félvezető eszközök a LED-ek (Light Emitting Diode). A jelenlegi technológiák lehetővé teszik a látható spektrum bármely színének előállítását. Az adatátviteli technikában infravörös diódákat, terápiás célokra UV LED-eket használnak. A LED-ek lehetnek diszkrét alkatrészek, vagy nagyméretű integrált struktúrát alkothatnak, például LED-képernyőket vagy mobiltelefon-kijelzőket. Napjainkban a nagy teljesítményű LED-eket világítótestekként vagy gépjárművek fényszóróiban használják. Fehér fényforrás létrehozásához az RGB (Red-Green-Blue) rendszer három színének (LED-jének) keveréke szükséges.

A feladat célja a LED-ek elektromos tulajdonságainak vizsgálata.

1. Tanulmányozzátok a LED működésének alapelvét! Mitől függ a kibocsátott fény színe? Milyen félvezető anyagokat használnak a vörös, zöld és kék diódákhoz?
2. Határozzátok meg a félvezető diódák küszöbfeszültségét (a V-A karakterisztika mérése alapján), amely megközelítőleg megfelel a félvezető tiltott sávja szélességének (a gyakorlatban általában 0,1 – 0,4 V-tal kisebb)!
3. Határozzátok meg, három különböző színű LED (vörös, zöld, kék) mért küszöbfeszültsége alapján, a kibocsátott fény megfelelő hullámhosszait! (A diódák elektronikai szaküzletben megvásárolhatók.)

Megjegyzések:

- Ajánlott mérési kapcsolás:



A-5 ábra

Legfeljebb 5 V-os feszültségforrás elegendő. Használható szabályozható feszültségű laboratóriumi tápegység, ekkor nincs szükség a P potenciométerre. Használható 9 V-os elem is, és a kimeneti feszültség potenciométerrel szabályozható. Célszerű két multimétert használni: az egyiket árammérésre beállítva (20 mA-ig terjedő méréshatárral), a másikat feszültségmérésre (6 V-ig terjedő méréshatárral). Célszerű minden karakterisztikához legalább 10 pontot megmérni.

- Fokozatosan növeljétek a feszültséget, és mérjétek meg a feszültség és az áramerősség értékeit! Az értékeket írájatok táblázatba!
- Ábrázoljátok egy közös grafikonon az egyes diódák V-A karakterisztikáit!
- A küszöbfeszültséget úgy határozzátok meg, hogy meghosszabbítjátok a karakterisztika lineáris szakaszát; a küszöbfeszültséget a meghosszabbított egyenes és a feszültség-tengely metszéspontja adja.
- Az eredményeket hasonlítsátok össze az interneten megadott értékekkel!
- Az egyes küszöbfeszültségekhez határozzátok meg a kibocsátott sugárzás hullámhosszát!

Fyzikálna olympiáda – 68. ročník – úlohy domácí přípravy kat. A

Návrh a spracovanie úloh: Slavomír Tuleja (1), Ľubomír Konrád (2, 4, 6), Ivo Čáp (3, 5, 7)

Recenzia úloh: Ľubomír Mucha, Slavomír Tuleja

Redakcia: Ivo Čáp

Úlohy preložil: Aba Teleki

Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2026