

66. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2024/2025
domáce kolo kategória A
text úloh v maďarskom jazyku

1. Rakéta

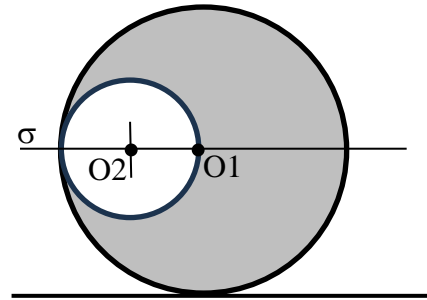
Gondoljunk egy olyan tervre, melynek célja egy szonda kibocsajtása, amely elhagyja a Naprendszert. A hordozórakétát először körpályára kell állítani, amely $h_0 = 200$ km magasan van a Föld felszíne felett.

- a) Mekkora a rakéta v_1 sebessége ezen a pályán a Földhöz képest?
- b) Melyik a legoptimálisabb pályasík a Naprendszeren kívüli indításhoz? Mekkora v_2 sebességre kell gyorsítani a rakétát a Naphoz képest, hogy szabad mozgással kiléphessen a Naprendszerből? Milyen pályán fogja ebben az esetben elhagyni a rakéta a Naprendszert?
- c) Mekkora p részét képviseli az üzemanyag a rakéta eredeti m_0 tömegének, amely üzemanyag szükséges ahhoz, hogy a rakéta optimális esetben elérje a v_2 sebességet? Az üzemanyag égésekor keletkező gázok $u = 4500$ m/s sebességgel áramlanak ki a rakéta fúvókájából.

A többi bolygó hatását nem kell figyelembe venni. A szükséges mennyiségi adatokat keressék meg táblázatokban vagy az interneten!

2. Az üreges henger rezgései

Az A-1 ábrán egy homogén henger keresztmetszete látható. A henger sugara $R = 10,0$ cm, benne egy hengeres üreg található, amelynek sugara $R/2$, és az üreg O_2 tengelye $R/2$ távolságra van a henger O_1 tengelyétől. A henger és az üreg tengelye meghatározza a test szimmetriasíkját, amit σ -val jelölünk.



A-1 ábra

- a) Határozzák meg a test T_t tömegközéppontjának távolságát az O_1 tengelytől!
- b) Ha a hengert egy vízszintes felületre helyezzük, akkor stabil egyensúlyi helyzetet vesz fel. Rajzolják le az üreges hengert stabil egyensúlyi helyzetben, és jelöljék be rajta a T tömegközéppont helyzetét!
- c) Ha a testet kis szöggel kitérítjük az egyensúlyi helyzetéből, majd elengedjük, akkor a test az egyensúlyi helyzet körül rezegni kezd. Határozzák meg a rezgés ω szögfrekvenciáját és T periódusát!

A gravitációs gyorsulás értéke: $g = 9,81$ m/s².

3. A felhők keletkezése

Egy vízfelület felett $\eta = 80\%$ -os relatív páratartalmú levegő van, hőmérséklete $t_0 = 20\text{ °C}$. A vízfelszínen a légköri nyomás $p_0 = 100\text{ kPa}$. A nedves levegő felfelé emelkedik, és egy bizonyos magasságban megkezdődik a felhőképződés. Az alábbi táblázatban különböző hőmérsékletekhez tartozó telített gőznyomás (p_n) értékei találhatók.

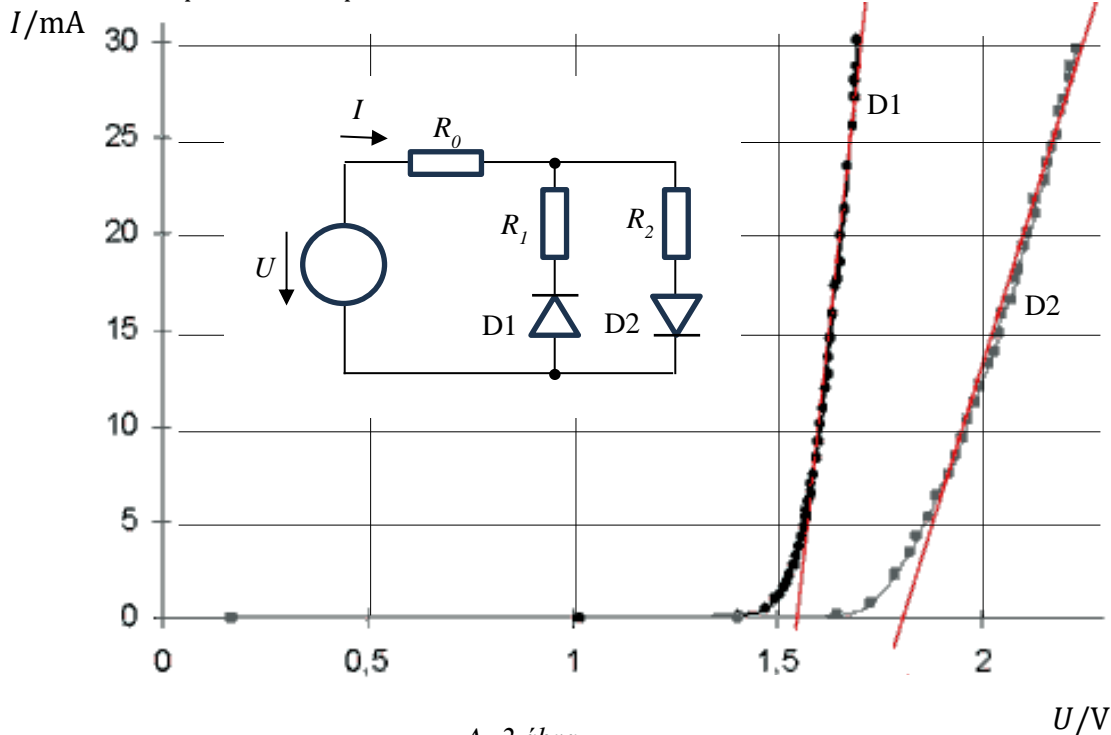
$t / \text{°C}$	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
p_n / kPa	0,61	0,71	0,81	0,93	1,07	1,23	1,07	1,23	1,82	2,06	2,34

- Határozzák meg a vízgőzmolekulák N_p számának és a levegőmolekulák N_v számának arányát, valamint a vízgőz p_{p0} és a levegő p_{v0} parciális nyomását a vízfelület felszíne feletti nedves levegőben!
- Határozzák meg a levegő hőmérsékletének magasságtól való függését, feltételezve, hogy a vízgőz hatása a levegő hőfolyamataira nagyon kicsi, így a levegőt kétatomos molekulákból álló ideális gáznak tekinthetjük, melyek moláris tömege $M_m = 29\text{ g/mol}$!
- Határozzák meg a vízgőz parciális nyomásának magasság szerinti változását a víz felszíne felett, és határozzák meg azt a h_m magasságot, ahol a felhőképződés megkezdődik! A feladatot oldják meg grafikus eljárással!

Tételezzék fel, hogy a felfelé emelkedő nedves levegő állapotváltozása adiabatikus!

4. Két LED az áramkörben

Az A-2 ábrán látható áramkörben két LED dióda van, jelölésük D_1 és D_2 . Méréssel meghatároztuk mindkét dióda voltamper karakterisztikáit (V-A). Látható, hogy csak egy bizonyos U_p küszöbfeszültség után kezd áram folyni a diódákban, előtte gyakorlatilag az áram nulla. A küszöbfeszültség felett a karakterisztika lineáris. Gyakorlati célokra a karakterisztikákat tört egyenesekkel helyettesítjük: $I = 0$ amikor $U \leq U_p$ (beleértve a negatív feszültséget is), illetve $I = R_d (U - U_p)$ ha $U > U_p$ (helyettesítő egyenesek), ahol R_d a dinamikus ellenállás.



- Ha $U > U_p$, a diódát helyettesíthetjük egy ideális U_p feszültségforrás, egy R_d ellenállású rezisztor és egy kapcsoló soros kombinációjával, ahol a kapcsoló akkor zár, ha a diódán az U_d feszültség nagyobb U_p -nél. Határozzák meg mindkét diódára az U_p és R_d paramétereket a diódák V-A karakterisztikájának grafikonja alapján!
- Rajzolják át az áramkört úgy, hogy a diódákat a soros kombinációjukból álló helyettesítő elemekkel helyettesítik!
- Számítsák ki R_1 és R_2 ellenállásértékeit $R_0 = 500 \Omega$ esetén, akkor, amikor az áramforrás $U_0 = \pm 24 \text{ V}$ feszültsége mellett a diódákon áthaladó áram $I_0 = 20 \text{ mA}$!
- Ábrázolják grafikonban, hogyan változik az áramforrásban folyó I áram az áramforrás U feszültsége függvényeként a $-30 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$ tartományban – használják a diódák helyettesítő karakterisztikáit!

5. Két optikai lencse

Egy optikai padon két gyűjtőlencse van, S_1 és S_2 , amelyek optikai törőképségei D_1 és D_2 , és közös az optikai tengelyük. A lencsék közötti távolság L . A Z pontszerű fényforrás a_1 távolságra van az S_1 lencse előtt.

- a) Mekkora a_2 távolságban van a T vetítőernyő az S_2 lencse mögött, ha a fényforrás éles képe jelenik meg rajta? Fejezzék ezt ki a_1 , L , valamint a lencsék D_1 és D_2 törőképségei segítségével!

Amikor az S_1 lencsét L távolságra helyezték a forrástól, az S_2 lencsét pedig ugyanilyen L távolságra az S_1 lencsétől, az éles kép $2L$ távolságra az S_2 lencsétől lévő T vetítőernyőn jött létre. Ezt követően a két lencsét felcserélték, és az éles kép az S_2 lencsétől $(3/2)L$ távolságra jelent meg a vetítőernyőn.

- b) Határozzák meg számítással mindkét lencse optikai törőképségét!
- c) Ellenőrizték a megoldást grafikus eljárással $L = 10$ cm értékre – mindkét esetben a kiszámolt törőképségek mellett. A megoldás során használják a jellemző sugarakat! Készítsék el az ábrát megfelelő léptékben! Hasonlítsák össze az a_2 távolság grafikus meghatározásával kapott eredményeit a feladatban megadott értékekkel!

A lencséket vékonynak tekintjük, vagyis a vastagságuk nagyon kicsi a fókusz távolságaikhoz képest.

6. Rádióaktív átalakulás

Egy 211-es tömegszámú ólom (^{211}Pb) radioaktív izotóp mintát vizsgálunk, amelynek tömege $m = 1,0$ g. Ez az izotóp 211-es bizmuttá (^{211}Bi) alakul át $T_1 = 36,1$ min felezési idővel, majd a ^{211}Bi 207-es talliummá (^{207}Tl) bomlik $T_2 = 2,14$ min felezési idővel, végül a ^{207}Tl stabil 207-es ólom (^{207}Pb) bomlik $T_3 = 4,77$ min felezési idővel.

- a) Írják fel a három átalakulás egyenleteit, és nevezzék meg, hogy milyen típusú átalakulásokról van szó!
- b) Határozzák meg a minta kezdeti aktivitását!
- c) Határozzák meg az α -aktivitás időbeli függését!
- d) Készítsék el a minta α -aktivitásának időbeli változását ábrázoló grafikon!

Megjegyzés: Tanulmányozzák a nem homogén elsőrendű lineáris differenciálegyenletek megoldását!

7 A Stefan–Boltzmann-törvény igazolása – kísérleti feladat

Elmélet:

A Stefan–Boltzmann-törvény igazolásához használjanak izzólámpát! Az izzószál magas hőmérsékleten fekete testként viselkedik. Az izzószál sugárzási intenzitását a Stefan–Boltzmann-törvény adja meg:

$$P_e = \sigma S(T^4 - T_0^4),$$

ahol $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$, P_e a test S felületű részéről kisugárzott teljesítmény, T a test felszínének termodinamikai hőmérséklete termodinamikai egyensúlyi állapotban, T_0 a környezet termodinamikai hőmérséklete.

Az izzólámpa P_e sugárzási teljesítménye gyakorlatilag azonos a $P = UI$ elektromos teljesítményével.

Tegyük fel, hogy az izzószál ellenállásának hőmérséklettől való függése közel lineáris, és a következő összefüggéssel fejezhető ki:

$$R = R_0(1 + \alpha \Delta t)$$

ahol R_0 az izzószál ellenállása a t_0 környezeti hőmérsékleten, $\Delta t = t - t_0$ az izzószál hőmérsékletváltozása, és α az ellenállás hőmérsékleti együtthatója. Az izzószál anyagát képező wolfram huzal esetén, amelyből a lámpa izzószála készült, az ellenállás hőmérsékleti együtthatója $\alpha = 4,4 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

A méréshez használjon kis izzót (\check{Z}), amely $U_n \leq 24 \text{ V}$ névleges feszültség mellett működik (biztonságos feszültség), és beszerezhető az elektronikai alkatrészboltokban. Használjon továbbá egy laboratóriumi állítható feszültségű áramforrást (szabályozható vagy potenciométerrel szabályozhatót) és két multimétert.

Figyelem: az izzólámpának izzószálasnak kell lennie.

Feladatok:

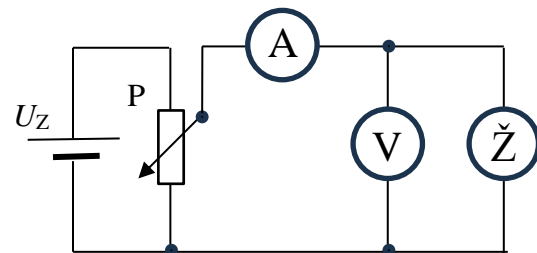
- a) Mérjék meg gondosan az I áram értékét, amely az izzószálban folyik, a lámpán levő U feszültségtől függően (lásd az A–3 ábrán látható kapcsolási rajzot)! Az eredményeket jegyezzék le egy táblázatba! A táblázatba jegyezzék le a P teljesítményt és a lámpa R ellenállását minden egyes feszültségértékre! Mérjék meg a helyiség t_0 hőmérsékletét, és jegyezzék le a táblázat fölé!

Válasszanak legalább 20 feszültségértéket 0 V-tól az izzólámpa névleges U_n feszültségéig! A feszültség beállításához használjanak laboratóriumi állítható feszültségű áramforrást vagy állandó feszültségű forrást potenciométerrel!

- b) Hogyan függ a lámpa R ellenállása a rajta lévő U feszültségtől – készítsék el a függés grafikonját! Határozzák meg az izzószál R_0 ellenállását nulla feszültségnél, ahol az izzószál hőmérséklete megegyezik a t_0 környezeti hőmérséklettel – ehhez használják a grafikon!

- c) Számítsák ki a lámpa izzószálának T termodinamikai hőmérsékletét minden egyes U feszültségre, és egészítsék ki a táblázatot ezekkel az értékekkel (kelvinben)!

- d) Készítsék el a P teljesítmény grafikonját a T termodinamikai hőmérséklet függvényeként! Győződjenek meg arról, hogy a P teljesítmény egy U_L érték felett, egyenesen arányos T^4 -el! Határozzák meg az U_L



A–3 ábra

feszültséget, és írják le az izzószál állapotát! Magyarázzák el, miért nem egyenesen arányos a P teljesítmény T^4 -el, ha a lámpán lévő feszültség $U < U_L$!

Az egyenes arányosság ellenőrzéséhez válasszon megfelelő tengelyeket a grafikonhoz.

e) Határozzák meg annak az ideális fekete test S felületének nagyságát, amely az észlelt hőmérsékleteken ugyanannyit sugározna ki, mint a vizsgált lámpa!

Megjegyzés: A mérés első, alacsony izzószálhőmérsékletű része elsősorban a lámpa R_0 ellenállásának meghatározását szolgálja környezeti hőmérsékleten. A második, magas hőmérsékleten végzett rész pedig a Stefan–Boltzmann-törvény igazolását szolgálja.

Fyzikálna olympiáda – 66. ročník – úlohy okresného kola kat. A

Návrh a úprava úloh: Eubomír Konrád (1, 2, 5), Ivo Čáp (3, 4, 6, 7)

Recenzia úloh: Eubomír Mucha, Aba Teleki

Redakcia: Ivo Čáp

Úlohy preložil: Aba Teleki

Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024

