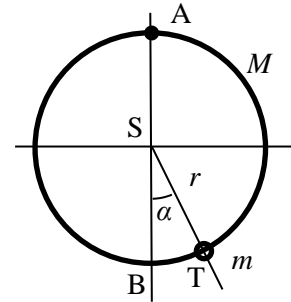


60. ročník Fyzikálnej olympiády
 v školskom roku 2018/2019
 kategória B – domáce kolo
 Texty úloh v maďarskom jazyku

1. Terhelt abroncs rezgései

Egy r sugarú, M tömegű, kör alakú abroncs a kerületén található A pontban van felfüggesztve. Az abroncsra a T pontban egy m tömegű, kisméretű testet erősítettek (B-1 ábra). A kis test helyzetét az SB és ST szakaszok által bezárt α szög segítségével adjuk meg, ahol a B pont éppen az A ponttal szemben fekszik.



B-1 ábra

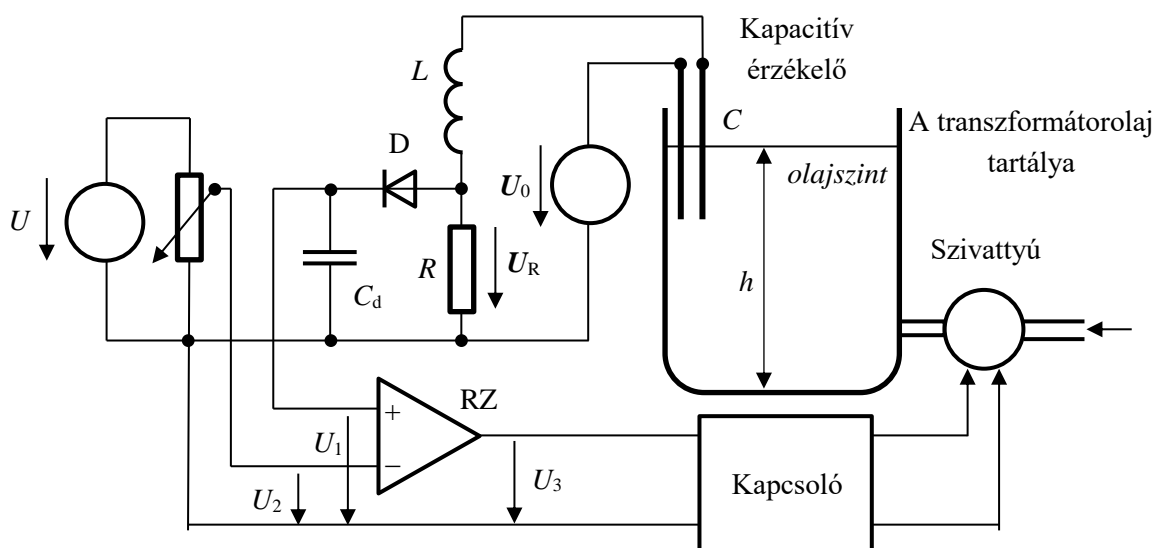
- Határozza meg az abroncs egyensúlyi helyzetében az AB egyenes függőlegessel bezárt φ szögének nagyságát, mint az α szög függvényét. Készítsen ábrát és rajzolja be az abroncs és a test alkotta rendszerre ható erőket.
- Az abroncsot a saját síkjában γ szöggel kitérítjük, majd elengedjük. Határozza meg az abroncs rezgésének T periódusát!

A feladatot előbb általánosan, majd a következő értékekkel oldja meg: $M = 50$ g, $m = 20$ g, $r = 15$ cm, $\alpha = 30^\circ$, $g = 9,8$ m·s⁻².

A súrlódást és a közegellenállást hanyagolja el!

2. A transzformátorolaj szintjének szabályozása

A rezonancia felhasználásával nagyon pontos mérések végezhetőek. A módszer elektromos, mechanikai és optikai mennyiségek mérésére használható, és mindig a rezonanciagörbe vizsgálatából indul ki. Ebben a feladatban is egy nagy jósági tényezőjű ($Q \gg 1$) rezgőkör rezonanciagörbéjének meredekségét vizsgáljuk. Az alábbiakban ismertetett eljárás egy nagyteljesítményű transzformátorban az olajsint mérésére és szabályozására szolgál.



B-2 ábra

A tartályban az olajsztint mérésére szolgáló kapacitív érzékelő két párhuzamos, vezető lapból (elektrodából) áll, amelyek közé bejuthat a tartályban levő olaj (B–2 ábra). A lapok szélessége a , magassága b , a lapok kölcsönös távolsága d . Ha a tartályban az olaj h_0 szintje megfelelő, az olaj a lapok magasságának feléig ér. Az olajsztint süllyedése legyen $x = h_0 - h$.

A C kapacitású érzékelőhöz L induktivitású tekercset, R ellenállású rezisztort és U_0 amplitúdójú, f frekvenciájú váltakozó feszültségű forrást kapcsolunk.

A rezisztorhoz egy D diódából és C_d kapacitású kondenzátorból álló detektort kapcsolunk. A kondenzátorra eső U_1 állandó feszültség értéke egyenlő a rezisztorra eső U_R feszültség U_R amplitúdójával.

Az U_1 feszültséget az RZ műveleti erősítő „+” bemenetére kapcsoljuk. Az RZ erősítő „–” bemenetére U_2 szabályozható feszültséget kapcsolunk. Az operációs erősítő kimenetén $U_3 = A(U_1 - U_2)$ feszültség van, ahol A a műveleti erősítő erősítése. Az U_2 feszültséget úgy állítjuk be, hogy normál h_0 olajsztint esetén $U_3 = 0$ legyen.

Az U_3 feszültséggel szabályozzuk a szivattyú kapcsolóját. U_{3s} nullától különböző feszültség esetén a szivattyú bekapcsol; ha az értéke nullára csökken, akkor kikapcsol.

- Határozza meg, hogy az érzékelő C kapacitása hogyan függ az olajsztint x csökkenésétől. Határozza meg az érzékelő C_0 kapacitását normál, h_0 olajsztint esetén.
- Normál h_0 olajsztint esetén a rezonáns frekvencia f_0 , a jósági tényező Q értékű. Határozza meg, mekkora legyen az R ellenállás és az L induktivitás értéke!
- Határozza meg az érzékelő áramkörének f_{01} rezonáns frekvenciáját, ha az olajsztint $p = x/b \ll 1$ arányban csökken

Szerkessze meg egy grafikonban az U_R/U_0 arány változását az f/f_0 arány függvényében, Q , f_0 , f_{01} és p_1 értékekre.

- Ahhoz, hogy a szabályozók érzékenysége maximális legyen, a forrás f frekvenciáját úgy választjuk meg, hogy az olajsztint változásakor az U_R feszültség változása a lehető legnagyobb legyen. Ehhez a frekvencia értékét $f = 1,05 f_0$ -nak választjuk. Határozza meg az olajsztint p_1 arányú csökkenése esetén az U_2 és U_1 feszültségeket!
- Az olajsztint csökkenésének milyen p_2 arányánál kapcsol be a szivattyú?

A feladatot előbb általánosan, majd a következő értékekkel oldja meg: az olaj relatív permittivitása $\epsilon_r = 2,1$; a vákuum permittivitása $\epsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$, $U_0 = 24 \text{ V}$, $Q = 10$, $f_0 = 1,0 \text{ MHz}$, $a = 10 \text{ cm}$, $b = 10 \text{ cm}$, $d = 2,0 \text{ mm}$, $p_1 = 0,10$; $A = 10$, $U_{3s} = 0,70 \text{ V}$.

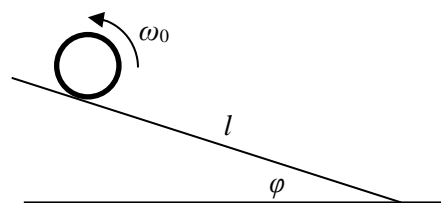
3. Henger a lejtőn

Egy φ hajlásszögű lejtőre r sugarú, forgó hengert helyezünk.

A henger a B–3 ábrán látható irányban ω_0 szögsebességgel forog, vízszintes forgástengelye a lejtővel párhuzamos.

A hengert a lejtő aljától számítva l távolságban tesszük le.

A lejtő és a henger közötti csúszási súrlódási együttható értéke f_k , a tapadási együttható f_s .



B–3 ábra

- Készítsen ábrát és jelölje be a mozgás során a hengerre ható erőket. Nevezze meg az erőket, és írja le hatásukat a henger mozgására! Mikor hat a hengerre a csúszási súrlódási erő, ill. mikor a tapadási súrlódási erő? Írja fel a henger haladó- és forgómozgására vonatkozó egyenleteket!

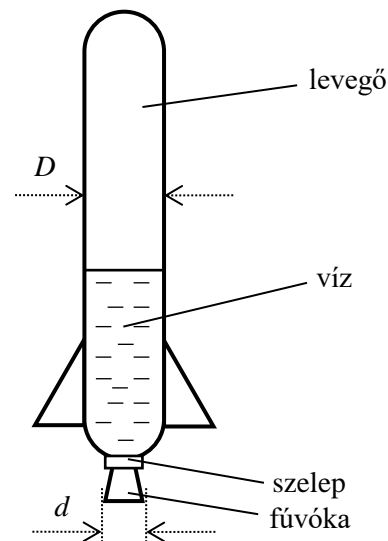
- b) A henger lejtőre helyezése pillanatában milyen súrlódás hat a hengerre? Mekkora az a φ_k hajlásszög, amelynél a henger tengelyének magassága a lejtőre helyezés után változatlan marad? Mekkora t_0 ideig marad ebben a helyzetben a henger? A lejtőre helyezés után hogyan kezd mozogni a henger $\varphi < \varphi_k$ és $\varphi > \varphi_k$ hajlásszög esetén?
- c) Milyen feltételnek kell teljesülnie, hogy a henger a lejtőn tisztán gördüljön? Milyen típusú súrlódás hat a hengerre ebben az esetben? Legfeljebb mekkora φ_v hajlásszög esetén tud a henger tisztán gördülni a lejtőn?
- d) Írja le, hogyan mozog a lejtőre helyezés után a henger, attól függően, hogy mekkora a lejtő φ hajlásszöge. A φ hajlásszög értékét ossza megfelelő intervallumokra. A henger mozgását a lejtőre helyezéstől addig a pillanatig vizsgálja, amíg a henger eléri a lejtő alját. Tüntesse fel, hogy a lejtő és a henger között milyen típusú a súrlódás a mozgás egyes szakaszaiban,
- e) Mekkora t_c idő alatt éri el a henger a lejtő alját? Az időt a φ szög három értékére számítsa ki: $\varphi_1 > \varphi_v$, $\varphi_2 = \varphi_k$ és $\varphi_3 < \varphi_k$.

A feladatot előbb általánosan, majd a következő értékekkel oldja meg: $\omega_0 = 2\pi \times 10 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$; $l = 1,0 \text{ m}$; $r = 3,0 \text{ cm}$; csúszási súrlódási együttható $f_k = 0,35$; tapadási együttható $f_s = 0,40$; $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $\varphi_1 = 60^\circ$; $\varphi_3 = 15^\circ$. A lejtő elég hosszú, így a henger a felső végén nem eshet le.

4. Vízmeghajtású rakéta

Egyszerű, ám hatékony rakéta készíthető egy hosszabb, merev falú, távirányítású szeleppel ellátott, henger alakú edényből. Az edényt félig vízzel, félig sűrített levegővel töltjük meg (B–4 ábra).

A henger átmérője $D = 20 \text{ cm}$, a fűvókáé $d = 30 \text{ mm}$, az edény belső térfogata $V_0 = 30 \text{ dm}^3$ és a víz nélküli rakéta tömege $m_0 = 1,5 \text{ kg}$. A kilövés előtt a rakéta belsejét $V_{10} = f V_0$ térfogatú vízzel töltik meg, ahol $f = 0,60$. A maradék térfogatrészben $p_0 = 4,0 \text{ MPa}$ nyomású sűrített levegő van. Indításkor – a távirányítású szelep nyitása után – a víz kiáramlik a fűvókán át, így a rakéta egyenes pályán, függőlegesen felfelé emelkedik.



B–4 ábra

- a) Indítás előtt a rendszer hőmérséklete $T_0 \approx 293 \text{ K}$. Határozza meg a víz m_{10} és a levegő m_{20} kezdeti tömegét.
- b) Készítsen ábrát! Nevezze meg, milyen erők hatnak a víz kiáramlása során a rakétára. Rajzolja be az erővektorokat az ábrába! Írja fel a rakéta mozgásegyenletét!
- c) Jellemezze a rakéta belsejében lejátszódó folyamatokat, amelyek a rakéta meghajtásához szükséges tolóerő kialakulásához vezetnek! Írja fel az F_r tolóerő kiszámításához szükséges egyenletet! Határozza meg a levegő nyomásának azt a legkisebb p_{\min} értékét, amely a víz kiáramlása közben kialakulhat! Mekkora a folyamat alatt a tolóerő $F_{r \max}$ legnagyobb és $F_{r \min}$ legkisebb értéke?. *Megj.: A Bernoulli-egyenlet helyzeti energiából származó tagját hanyagolja el, csak a mozgási és a nyomási energiával számoljon!*
- d) Mennyi t_r idő alatt áramlik ki a rakétából az összes víz? Ezen idő alatt mekkora értékre növekszik a rakéta v_m sebessége?

- e) Határozza meg a rakéta gyorsulásának a víz kiáramlása alatti a_{\min} minimális, és a_{\max} maximális értékét! Legfeljebb mekkora v_{\max} sebességre tenne szert a rakéta, ha a gyorsulása a kezdeti értéktől a végső értékig az idő függvényében egyenletesen (lineárisan) növekedne?

Megj.: A megoldáshoz észszerű közelítéseket használjanak! Minden egyszerűsítés jogosságát külön vizsgálják meg!

A víz sűrűsége $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, a nehézségi gyorsulás $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, az egyetemes gázállandó $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, a levegő móltömege $M = 29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, a Poisson-állandó levegőre $\kappa = 1,4$. Az edényben a levegő tágulását tekintsék adiabatikusnak, a légellenállás fékező hatását ne vegyék figyelembe!

Kis segítség:
$$\int_{x_1}^{x_2} x^k dx = \frac{1}{k+1} x^{k+1} \Big|_{x_1}^{x_2} = \frac{1}{k+1} (x_2^{k+1} - x_1^{k+1}).$$

5. Zárt körfolyamat

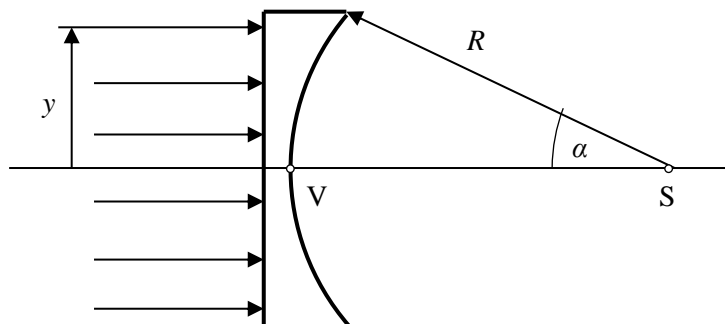
Egy hengerben nitrogéngáz van. A gáz kezdeti térfogata $V_0 = 2,5 \text{ dm}^3$, nyomása $p_0 = 2,0 \text{ MPa}$, a hőmérséklete $T_0 = 250 \text{ K}$. A gázt állandó V_0 térfogaton $T_1 = 350 \text{ K}$ hőmérsékletűre melegítettük (1. állapot), majd állandó, T_1 hőmérsékleten p_2 nyomására nyomtuk össze (2. állapot). Végül a gáz a kezdeti állapotba adiabatikus tágulás során tért vissza.

- Határozza meg a nitrogéngáz n anyagmennyiségét és az N molekulaszámát!
- Határozza meg az 1. és 2. állapotban az állapotváltozókat! Szerkessze meg a folyamat p - V diagramját!
- Mekkora W munkát végeztek a külső erők a gázon egy ciklus alatt?
- Számítsa ki az egy ciklus alatt a gáz által felvett Q_1 hőt, a környezetnek leadott Q_2 hőt és az $\eta = Q_2/W$ arány nagyságát!

A megoldáshoz szükséges állandókat keresse ki táblázatból! A gázt tekintse ideális gáznak!

6. Síkhomorú lencse

A lencsék felülete azért gömbfelszín kiképzésű, mert az ilyen lencsék legyártása a legegyszerűbb A szórólencse $n = 1,8$ törésmutatójú üvegből készült (B-5 ábra). A lencsét körülvevő levegő törésmutatója $n_0 = 1,0$. A lencsét határoló homorú felület görbületi sugara $R = 16 \text{ cm}$, a lencse fél nyílásszöge $\alpha = 30^\circ$. Bal oldalról a lencse sík határoló felületére párhuzamos sugárnyaláb esik be, az optikai tengellyel párhuzamosan.



B-5 ábra

- Készítsenek a lencséről méretarányos ábrát! Szerkesszék meg az optikai tengelytől y távolságra levő fénysugár menetét, majd ennek segítségével keressék meg a lencse gyújtópontját (az $y_1 = 8,0$ cm és $y_2 = 2,0$ cm távolságra haladó sugarakkal dolgozzanak)!
- Határozzák meg számítással is az y_1 és y_2 távolságú sugarakra a lencse f fókusz-távolságát (a V ponttól számított távolságot)! Az eredményeket vessék össze a megszerkesztett távolságokkal!
- Számítsák ki az f fókusz-távolságot az $y \ll R$ távolságú sugarakra! Igazolják, hogy az eredmény független az y távolság értékétől.
- Legfeljebb mekkora α_m értékű lehet a lencse α nyílásszöge, hogy a lencsére eső sugarak belépjenek a lencse képoldali terébe? Mekkora az α_m szöghöz tartozó f_m fókusz-távolság?

Megj.: Kis φ szögek esetén érvényes: $\sin \varphi \approx \varphi \approx \tan \varphi$, $\cos \varphi \approx 1$.

7. Galvanizálás – Kísérleti feladat

A galvanizáció egy olyan eljárás, amellyel a tárgyak felületét valamilyen vékony fémréteggel vonják be, pl. korrózióvédelem céljából, de ugyanezzel a technológiával alakítanak ki vékony nemesfém bevonatokat is. Hasonló elven nyerjük ki az alumíniumot az alumínium-oxidból (Al_2O_3 – timföld). A garamszentkereszti (Žiari nad Hronom) alumíniumkohó teljesítménye 270 MW, ami megegyezik pl. a Nováky-i hőerőmű teljesítményével!

Feladatok:

- Írja fel Faraday elektrolízisre vonatkozó törvényeit, röviden jellemezze a galvanizálás folyamatát! A forrás melyik pólusára kell kapcsolnunk a fémmel bevonni kívánt tárgyat?
- Állítsák össze a galvanizálásra használt áramkört! Legfeljebb $U = 24$ V feszültségű forrást használjanak! Válasszanak megfelelő oldatot, ha a tárgyat vékony rézréteggel szeretnénk bevonni. A jelenség vizsgálatához legalkalmasabb egy síkfelületű fémlap.
- Ahhoz, hogy összefüggő, szép rézbevonat alakuljon ki a tárgyon, a tárgyat alaposan meg kell tisztítani, zsírtalanítani. Becsüljék meg a bevonni kívánt tárgy felszínének nagyságát, ez alapján úgy állítsák be az áramkörben az áramerősséget, hogy az áramsűrűség a tárgy felszínén $0,2$ A/cm² legyen.
- Az elektrolízis előtt a lehető legpontosabban mérjék meg a bevonni kívánt tárgy tömegét. Ezután a tárgyat helyezték az elektrolitba, kössék be az áramkört és állítsák be a kiszámított I áramerősséget! Az elektrolízis idejét $t = 30$ percnél válasszák és a lehető legpontosabban mérjék.
- A galvanizálás végén a rézzel bevont tárgyat óvatosan szárítsák meg! Legjobb hajszárítóval vagy puha törlőkendővel szárítani, hogy a rézbevonat ne sérüljön meg. Mérjék meg a száraz fémlap tömegét és számítsák ki a kivált réz m tömegét. Számítsák ki a rézbevonat h vastagságát! Tételezzék fel, hogy a rézréteg mindenhol homogén és egyforma vastagságú.
- A mért I áramerősségből és t időből Faraday I. törvénye segítségével számítsák ki a kiváló réz tömegét, majd az eredményt hasonlítsák össze a méréssel kapott m tömeggel.
- Határozzák meg az I áram P teljesítményét a galvanizálás alatt!

60. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie B

Autori návrhov úloh:

Ivo Čáp 1–3, 5, 7, Dušan Nemec 4, Eubomír Konrád 6

Recenzia a úprava úloh a riešení:

Daniel Klivanec, Eubomír Mucha

Preklad textu úloh do maď. jazyka:

Anikó Hevesi

Redakcia:

Ivo Čáp

Vydal:

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019