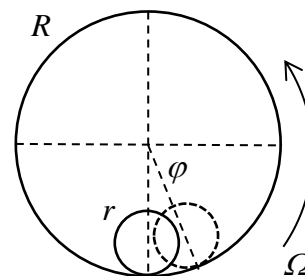


**56. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2014/2015
Kategória B – domáce kolo
texty úloh v maďarskom jazyku**

1. Henger a hengerben

Az $R = 20$ cm belső átmérőjű üres henger állandó Ω szögsebességgel forog a vízszintes forgási szimmetria tengelye körül. A henger belsejének legalacsonyabban levő pontjába helyezünk egy $r = 15$ mm sugarú homogén hengert, amely az elején nem forog. A nagy és a kis henger geometriai tengelye párhuzamos (B–1 ábra). Rövidebb csúszkálás után a kis henger görgögni kezd, és ezután már csak görgő mozgást végez.



B–1 ábra

- Írják le a kisebb henger mozgását a nagy henger belsejébe helyezése után, és magyarázzák meg, hogy miért rezgőmozgás az állandósult mozgása!
- Legyen φ a nagy és kis henger geometriai tengelyein áthaladó sík és a függőleges irány által bezárt szög. Határozzák meg az egyensúlyi állapotnak megfelelő szög φ_0 értékét, amely körül a kis henger a rezgő mozgást végzi!
- Határozzák meg az egyensúly körüli rezgőmozgás szögfrekvenciáját! Tételezzék fel, hogy kis a rezgőmozgásnál az egyensúlyi állapottól való $\Delta\varphi$ eltérés kicsi ($\Delta\varphi \ll 1$ rad)!

2. A hűtő szerkezet

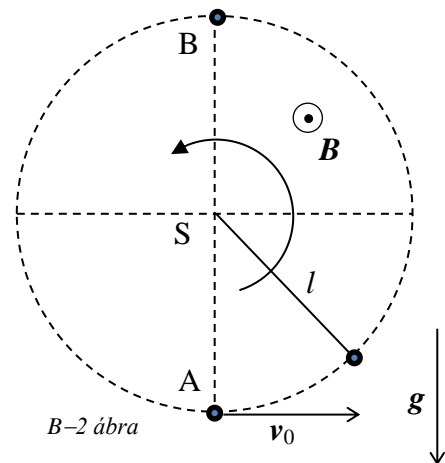
A gőzgerjesztő működését egy hőszivattyú biztosítja. Tételezzék fel, hogy a hőszivattyúban Carnot körfolyamatot zajlik, ahol a hőt a $t_1 = 0,0$ °C hőmérsékletű vizet tartalmazó tárolóból vonja el és a $t_2 = 100$ °C hőmérsékletű vizet tartalmazó párologtatóban adja le.

- Magyarázzák el a hőszivattyú működési elvét egy ideális modellen, amelyben Carnot körfolyamat zajlik!
- Határozzák meg a Carnot körfolyamattal működő hőszivattyú párologtatója által felvett Q_2 hő és a vizes tároló által leadott Q_1 hő η arányát, ha a körfolyamat a t_1 és t_2 hőmérsékletek között zajlik!
- Határozzák meg a hőszivattyú P bemeneti teljesítményét, ha egy óra leforgása alatt $m_p = 100$ kg t_2 hőmérsékletű párat kell előállítania!
- Határozzák meg a tároló t_1 hőmérsékletű vizéből egy óra alatt keletkező t_1 hőmérsékletű jég m_L tömegét a leírt mennyiségű pára előállításakor?

A szükséges állandókat keressék ki a fizikai táblázatokban!

3. Elektromosan töltött golyó mágneses térben

Egy elektromosan nem vezető vékony l hosszúságú szilárd fonálra egy m tömegű q elektromos töltésű kis golyó van erősítve. A golyó homogén mágneses térben mozog, amely indukciós vonalai merőlegesek a golyó pályájának síkjára (B-2 ábra). Ha golyó vízszintes v_0 sebessége megfelelően nagy, körpályán mozog és áthalad a pálya legmagasabbban levő B pontján.

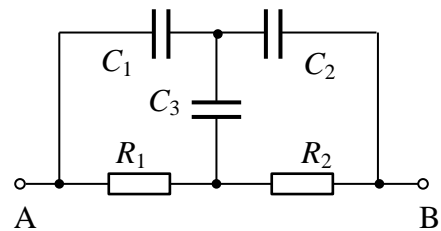


a) Határozzák meg a v_0 sebesség legkisebb $v_{0,\min}$ értékét, amelynél eljut a B pontba!

b) Hogyan változik meg ez a minimális vízszintes sebesség, ha a mágneses indukció vektora az ellenkező irányba fog mutatni?

4. Elektromos áramkör kondenzátorral

A B-3 ábrán látható áramkör három kondenzátorból és két rezisztorból áll. A kondenzátorok kapacitása $C_1 = 2C$, $C_2 = C$ és $C_3 = 3C$, a rezisztorok ellenállása $R_1 = 2R$ és $R_2 = R$.

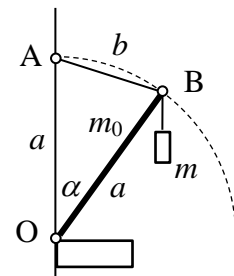


a) Határozzák meg az egyes kondenzátorokon megállapodó Q_i töltéseket, valamint a kondenzátorokon beálló U_i feszültségeket, ha az A és B pontokhoz egy állandó U_0 feszültségű áramforrást csatlakoztatunk!

b) Az R_1 ellenállású rezisztornál megszakítjuk az áramkört! Határozzák meg, mekkora ΔQ_i értékekkel változik meg a kondenzátorokon az elektromos töltés, és mekkora ΔU_i értékkel a feszültség, miután a rendszer megállapodik!
Megjegyzés: Tételezzék fel a kondenzátorokról és rezisztorokról is, hogy ideális elemek.

5. Statikus egyensúly

Egy függőleges falhoz egy a hosszúságú és m_0 tömegű rúd van erősítve, amely szabadon elfordulhat a függőleges síkban az O tengely körül (B-4 ábra). A rúd B végét egy gumiszalag köti az A ponthoz, ekkor a gumiszalag hossza b , és a gumiszalag k merevsége nem függ a meghosszabbodásától. Az AOB háromszög egyenlőszárú háromszög. A rúd B végén függ egy kis edény, amely m tömege folytonosan növelhető vagy csökkenthető. A rúd a függőleges iránnyal α szöget zár, amely a 0° - 90° tartományban változhat. A kis edény nélkül ($m = 0$) az α szög értéke α_0 .



c) Határozzák meg a gumiszalag $b_0 - l_0$ kezdeti meghosszabbodását a k, a, m_0 és α_0 értékekre, ahol l_0 a nem megterhelt gumiszalag hossza, b_0 a gumiszalag hossza a kis edény nélkül ($m = 0$)!

d) Vezessék le, hogyan függ a rúdra ható M forgatónyomaték M nagysága az α szögtől, ha a rúd végére fel van függesztve az m tömegű kis edény!

- e) Szerkesszék meg a forgatónyomaték M magyságának grafikonját az α szög függvényeként, az m és m_0 tömeg három $p = m/m_0$ arányára: $p_1 = 0,5, p_2 = 0,8, p_3 = 1,1$.
- f) A felfüggesztett m tömegű kis edénnyel, a rúd a stabil egyensúlyi helyzetét $\alpha = \alpha_m$ szögnél éri el. Vezessék le az α_m szög függését az m tömegtől!
- g) Szerkesszék meg α_m grafikonját a p arány függvényeként az $m/m_0 \in (0,1)$ tartományra! A számításokhoz a következő értékeket használják: $\alpha_0 = 30^\circ$, $ka/(m_0 g) = 2,0$ és $m_0 ga = 1,0 \text{ J}$!

6. Túlhűtött víz

Bizonyos feltételek mellett lehetséges normális nyomás mellett lehűteni a vizet a fagyási pontja alá anélkül, hogy megfagyna. Ezt nevezzük *túlhűtött víznek*. A vizet így akár -20°C -ra is le lehet hűteni. Ezt azzal magyarázzák, hogy tökéletes tisztaságú vízben a jég nem a szennyeződések körül kezd kialakulni, hanem véletlenszerűen kialakult mikroszkopikus jégkristályok körül – és ezek körül kezd nőni a szilárd fázis. A mikroszkopikus jégkristályt azonban víz veszi körül, és a felületi feszültségnek köszönhetően bizonyos nyomástöbblettel hat a jégre, amely ennek következtében felolvadhat. Így a túlhűtött vízben instabil egyensúlyi folyamat állhat be a mikroszkopikus kristályok keletkezése és elolvadása közt. Ha ebben az állapotban egy jégszemet, vagy nagyobb jégdarabot dobunk a túlhűtött vízbe, a vízben gyors fázisátalakulás megy végbe egész addig, amíg be nem áll a stabil egyensúlyi helyzet.

- h) Tételezzük fel, hogy a mikrokristály egy r sugarú gömb. Határozzák meg mekkora p_k kapilláris nyomás jelentkezik a jégben a víz felületi feszültsége következtében! Határozzák meg a kapilláris nyomást egy $r = 10 \text{ nm}$ sugarú mikrokristályra!
- i) Határozzák meg mekkora p_1 nyomásnál fagy meg a $t_1 = -10^\circ\text{C}$ -os víz. A megoldáshoz használják a Clausius-Clapeyron-egyenletet (FO 49. évf. A kat. házi forduló!)
- j) Mekkora, a vázolt elképzelés alapján, egy mikrokristály maximális sugara, ha a túlhűtött víz hőmérséklete akár $t_2 = -20^\circ\text{C}$ is lehet? Tegyenek becslést a H_2O molekulák N számára egy ilyen kristályban!

A víz felületi feszültsége $\sigma = 70 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, a víz sűrűsége $\rho_v = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, a jég sűrűsége $\rho_L = 0,917 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, a víz tömegi olvadáshője $l_t = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

7. A víz elektromos vezetőképessége – kísérleti feladat

A természetes víz oldott sók ionjait tartalmazza, amelyek létrehozzák a víz elektromos vezetőképességét. A konduktometria mérési eljárás lehetővé teszi a víz tisztaságának, minőségének megállapítását a víz vezetőképességének mérésével. A desztillált víz vezetőképessége $\gamma = (50 - 300) \mu\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$, a babavízé $\gamma < 50 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$, az ivóvízé $\gamma < 125 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$. Az ásványvizek vezetőképessége $\gamma > 125 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$, ami azt jelenti, hogy egy liter vízben legalább 1000 mg ásványi anyag oldódott fel. Az optimális ivóvíz vezetőképessége $\gamma = (25 - 50) \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$, amely (200 – 400)mg oldott ásványi anyagnak felel meg egy liter vízben (természetesen, a víz minősége nem csak a fizikai tulajdonságaitól, de a kémiai összetevőitől is függ, főleg a $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Ca}^{++}, \text{Mg}^{++}$, stb. tartalomtól).

Feladat:

- k) Határozzák meg a NaCl vizes oldat γ konduktivitásának függését az oldat n koncentrációjától!
- l) Határozzák meg a cukros vizes oldat γ konduktivitásának függését az oldat n koncentrációjától!
- m) Határozzák meg a NaCl vizes oldat γ konduktivitásának függését az oldat t hőmérsékletétől!

n) Határozzák meg a cukros vizes oldat γ konduktivitásának függését az oldat t hőmérsékletétől!

Konduktométer

Egy kereskedelmi konduktométer alapja két párhuzamos vezető, amelyet változó feszültségű áramforráshoz csatlakoztatnak. Amikor a elektródák az oldatba merülnek, megindul az ionok mozgása – polarizálva az elektródákat, és létrehozva az elektródpotenciált. Az elektródpotenciál hatását úgy küszöböljük ki, hogy platina elektródákat használunk, amelyeket 100 Hz frekvenciájú váltakozó feszültségű áramforráshoz csatlakoztatunk.

Nem precíziós méréshez kevésbé igényes elrendezést is használhatnak. Elektródaként közelítőleg 5 cm \times 3 cm-es rozsdamentes acéllapokat használjanak! A két elektródát helyezték el párhuzamosan úgy, hogy a köztük lévő távolság közelítőleg 1 cm legyen! Az elektródákat merítsék a folyadékba, hogy 3 cm \times 3 cm-es része legyen a folyadékban! Egy R elektromos ellenállású rezisztoron keresztül csatlakoztassák 100 Hz (esetleg 50 Hz) frekvenciájú 5 V amplitúdójú váltakozó feszültségű áramforráshoz! A rezisztor R ellenállását úgy válasszák meg, hogy az elektródák közti feszültség és a rezisztoron mért feszültség közelítőleg azonos legyen! A rezisztor R ellenállását mérjék meg multiméterrel! Mérjék meg, az áramkör zárása után, a rezisztoron fellépő U_R feszültséget, valamint az elektródák közt fellépő U_K feszültséget! Számítsák ki az oldat elektromos ellenállását és konduktivitását a mért értékekből!

1. megjegyzés: rozsdamentes acél helyett alufóliát is használhatnak, amelyet egy szilárd műanyag hordozólapra erősítenek.

2. megjegyzés: a feszültség ne legyen túl nagy, hogy az elektródákon ne menjen végbe elektrolízis (ne keletkezzenek buborékok)!

3. megjegyzés: az első méréseket desztillált vízzel végezzék, majd az első feladatban NaCl ill. a második feladatban cukros oldat hozzáadásával 10 különböző koncentrációra (10 g/liter koncentrációig) végezzenek méréseket!

A mért adatokat írják jól áttekinthető táblázatba! Az *a*), *b*) és *c*) feladatoknál készítsék el a megfelelő grafikonokat! Indokolják meg a kapott függések fizikai lényegét!

A *c*) feladatban mérjék meg különböző vízminták konduktivitását (csapvizét, patakvizét, esővizét, felolvadt hóból származó vizét, nem szénsavas és szénsavas ivóvizét, babavizét, ásványvizét, stb.)!

Magyarázzák meg, miért nem lehet közvetlenül mérni a víz ellenállását hasonlóan, mint a sorosan kapcsolt rezisztor R ellenállását!

(*d'alšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk*)

56. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie B

Autori úloh: Kamil Bystrický (2), Ivo Čáp (1, 3až 7)
Recenzia a úprava: Daniel Klvanec, Ľubomír Mucha
Preklad: Aba Teleki
Redakcia: Ivo Čáp

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015