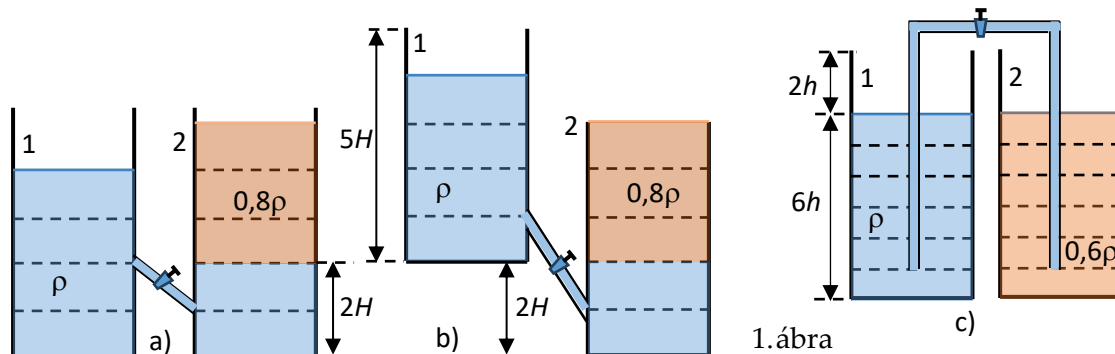


Egy diákcsoport úgy döntött, hogy több kísérletet végez a tanult fizikai jelenségek megértése érdekében.

### I. Feladat. Nem elegyedő folyadékok

A hidrosztatikai nyomás tanulmányozásához András két azonos keresztmetszetű, felül nyitott hengert kapcsol össze, különböző módon (1. ábra: a, b, c). Az András által használt folyadékok nem elegyednek (nem keverednek össze). Minden esetben feltételezzük, hogy a hengereket összekötő cső térfogata elhanyagolható.

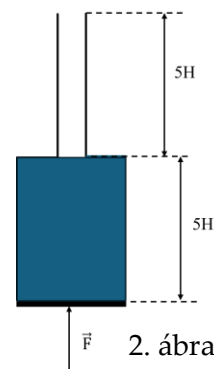
a) Az 1.a) ábrán látható hengereket egy csappal ellátott, elhanyagolható térfogatú ferde cső köti össze. András



ugyanolyan  $\rho$  sűrűségű folyadékot tölt mindkét edénybe, az 1-es edénybe  $4H$ , a 2-es edénybe pedig  $2H$  magasságig. Ezután, a 2-es edénybe tölt még  $3H$  magasságú ( $H = 8 \text{ cm}$ ),  $0,8\rho$  sűrűségű folyadékot, az 1.a) ábra szerint. Ezalatt a csap zárt állapotban van. Határozd meg, mi történik a csap kinyitása után, és számítsd ki, mennyivel változik a folyadékszint az 1-es edényben, az egyensúly beállása után!

- b) A  $4H$  magasságig  $\rho$  sűrűségű folyadékot tartalmazó 1-es hengert,  $2H$  magasságra emeljük a 2-es hengerhez viszonyítva, amely a  $\rho$  sűrűségű folyadékból  $2H$  magasságot tartalmaz, felette pedig  $3H$  magasságú másik,  $0,8\rho$  sűrűségű folyadékot. A hengerek magassága azonos,  $5H$  (lásd az 1.b) ábrát). Kezdetben a hengereket összekötő ferde csövön lévő csap zárt állapotban van. Határozd meg, mi történik a csap kinyitása után, és számítsd ki, mekkora lesz a  $0,8\rho$  sűrűségű folyadék magassága az egyensúly beállása után!
- c) András az 1.c) ábrán látható két hengert  $6h$  magasságig tölti fel ( $h = 6,5 \text{ cm}$ ) a következőképpen: az 1-es hengert egy  $\rho$  sűrűségű folyadékkal, a 2-es hengert pedig egy  $0,6\rho$  sűrűségű folyadékkal. Ezután a két hengert egy U alakú csővel köti össze. Kezdetben a csövet  $\rho$  sűrűségű folyadék tölti ki, és a csap zárt állapotban van. Határozd meg, mennyivel változik az 1-es henger folyadékszintje a csap kinyitása és az egyensúly beállása után!

- d) András meg szeretné tudni, mekkora erőfeszítéssel tud felemelni egy bizonyos víztömeget, ezért a 2. ábrán látható berendezést készíti el. Ez egy  $S$  keresztmetszetű és  $5H$  magasságú hengerből áll, amely egy szintén  $5H$  magasságú, de  $\frac{S}{5}$  keresztmetszetű csőben folytatódik. A henger alján egy elhanyagolható tömegű és súrlódásmentesen mozgó dugattyú van. A hengert  $\rho$  sűrűségű folyadékkal töltjük fel, majd a dugattyút lassan felfelé nyomjuk, amíg eléri a cső alját. Számold ki a folyamat során végzett mechanikai munkát. Ismertek:  $H = 8 \text{ cm}$ ,  $S = 100 \text{ cm}^2$ ,  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  és  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ .



1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

## II. Feladat. Hővezető képesség

András és Mária olyan projektet készítenek, amellyel ki szeretnék mutatni mennyire fontos egy épület hőszigetelése, az energiafogyasztás szempontjából. Hogy konkrét adatokhoz jussanak, a következő kísérleteket végezték el.

A 3a ábrán látható tartályokat egy henger alakú fémrúd köti össze. Az egyik tartályban  $T_1 = 100^\circ\text{C}$ -os víz, a másodikban pedig  $T_2 = 0^\circ\text{C}$ -os jég és víz keverék található. Az első tartály hőmérsékletét  $T_1 = 100^\circ\text{C}$ -on tartják, a rendszer többi része pedig hőszigetelt. A két tartály között a hőkapcsolatot kizárólag a fémrúd biztosítja. A fémrúd hossza  $l = 0,5\text{ m}$ , keresztmetszete pedig  $S = 100\text{ cm}^2$ . A fémrúd anyagának hővezető képessége  $k_1 = 400 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$ .

a) Feltételezve, hogy a tartály elegendő jeget tartalmaz, számítsd ki az 1 óra alatt elolvadt jég  $m_1$  tömegét.

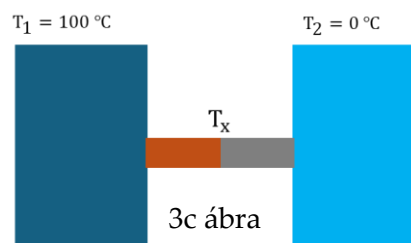
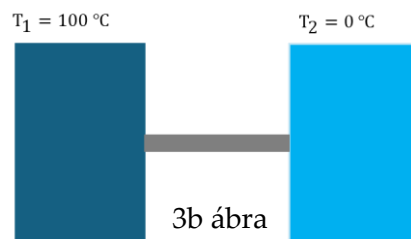
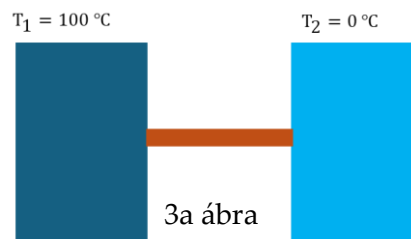
b) Ha a rudat egy másik, azonos méretekkel rendelkező, de más fémről készült rúddal helyettesítik (3b ábra), azt tapasztaljuk, hogy ugyanannyi idő alatt  $m_2 \cong 5,2\text{ kg}$  jég olvadt el. Számítsd ki, a második rúd anyagának hővezető képességét.

c) A két rudat megolvasztják, majd a teljes fémmennyiséget felhasználva újraformázzák úgy, hogy egy  $l = 0,5\text{ m}$  hosszú rudat kapjanak, amelynek egyik felét csak az egyik, a másik felét pedig csak a másik fém alkotja (3c ábra). Számold ki a két fém érintkezési felületének  $T_x$  hőmérsékletét és azt, hogy mekkora tömegű jég olvad el ebben az esetben egy óra alatt.

d) A c) elrendezés esetében megszüntetjük a hőkapcsolatot a rúd és a  $T_1$  hőmérsékletű vizet tartalmazó tartály között. A hőegyensúly eléréséig a rúd  $Q_1$  hőmennyiséget ad le a  $T_2$  hőmérsékletű tartálynak. Szintén a c) elrendezésből kiindulva, megszüntetjük a kapcsolatot a rúd és a  $T_2$  hőmérsékletű tartály között. Ezúttal a rúd  $Q_2$  hőmennyiséget kap a  $T_1$  hőmérsékletű tartálytól, hogy létrejöjjön a hőegyensúly. Számold ki a  $\frac{Q_2}{Q_1}$

arányt. Ismertek: az első fém sűrűsége  $\rho_1 = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  és fajhője  $c_1 = 0,38 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ , valamint a második fém sűrűsége  $\rho_2 = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  és fajhője  $c_2 = 0,88 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ .

*Megjegyzés. Képzeljünk el egy  $S$  keresztmetszetű és  $l$  hosszúságú homogén hengert, amelynek oldalfelülete hőszigetelt, a két végét pedig  $T_1$  illetve  $T_2$  állandó hőmérsékleten tartjuk. Az a hőmennyiség, amely a rúd bármely keresztmetszetén időegység alatt halad át a stacionárius hőáramlás kialakulása után a  $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kS \frac{T_1 - T_2}{l}$  képlettel számolható ki, ahol  $k$  a rúd anyagának hővezető képessége. A  $P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$  fizikai mennyiséget termikus teljesítménynek nevezzük. Ismerjük még a jég fajlagos olvadási látszó hőjét  $\lambda = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .*

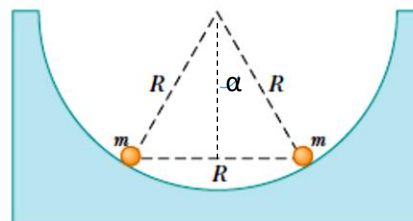


1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

### III. Feladat. Elektromosan töltött testek és elektromos mező

*A testek elektromos feltöltése közben észlelt jelenségek és az elektromos mező tulajdonságai mindig meglepőek voltak István és András számára ezért, hogy jobban megértsék ezeket a jelenségeket elvégezték néhány kísérletet.*

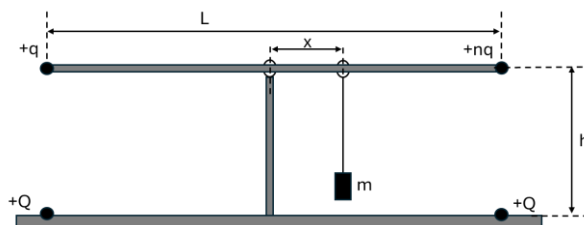
A) Egy üvegtálba két azonos  $m = 100$  g tömegű és azonos pozitív töltéssel rendelkező golyócskát helyeztek. A tál belseje gömb alakú, melynek sugara  $R = 15$  cm. A golyók és a tál fala között fellépő súrlódást elhanyagoljuk. A feladat feltételei szerint az üveget elektromos szigetelőnek tekintjük, amely nem töltődik fel.



4. ábra

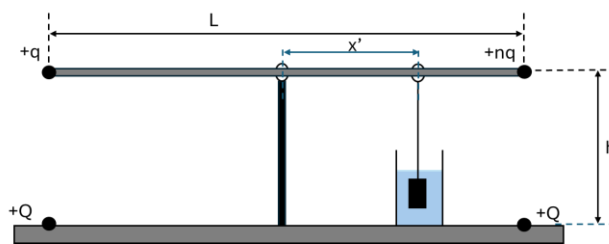
- a) Határozd meg a golyók elektromos töltését, ha tudjuk, hogy  $d = R$  távolságra egymástól egyensúlyban vannak. Az elektrosztatikus állandó értéke  $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ .
- b) Az egyik elektromosan töltött golyót ráhelyezzük a tál belső gömbfelületére, egy olyan pontba, ahol a gömb sugara  $\alpha = 30^\circ$ -os szöget zár be a függőlegessel. Ebből a helyzetből szabadon engedjük a golyót egy egyenletes elektromos mezőben, amely esetében  $f = \frac{F}{q_0} = 200 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$ . Az elektromos mező vonalai i) függőlegesek és lefelé irányulnak; ii) vízszintesek és a gömb közepén áthaladó függőleges felé irányulnak. Számold ki a golyó sebességeinek arányát a gömbfelület alján a fenti két esetben. Ismert, hogy az elektromos mező egy konzervatív erőter.

B) Adott egy berendezés, amely egy, a közepe körül forgó, könnyű és hosszú ( $L \gg h$ ) szigetelt rúdból áll. A rúd két végéhez  $+q$  illetve  $+nq$  pontszerű elektromos töltést rögzítenek, majd az egész rudat egy  $h$  magasságú tartórúdra helyezik. Függőlegesen a két töltés alá másik két pontszerű  $+Q$  töltést helyeznek. A rendszert egy  $m$  tömegű testtel egyensúlyozzák ki, amelyet az alátámasztási ponttól  $x$  távolságra akasztanak a vízszintes rúdra (5. ábra).



5. ábra

- a) Fejezd ki az  $x$  távolságot, az előző információk függvényében.
- b) Fejezd ki a  $q$  elektromos töltés azon  $q_0$  értékét, amely esetében a vízszintes rúd nem hat semmilyen erővel az alátámasztási pontra.
- c) Az  $m$  tömegű testet vízbe helyezzük (6. ábra). Azért, hogy újból kiegyensúlyozzuk a rendszert a test felfüggesztési pontját  $x'$  távolságra toljuk a rúd alátámasztási pontjától. Ismerve, hogy  $x' = \frac{5}{3}x$  és a víz sűrűsége  $\rho_{\text{víz}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , számold ki a test sűrűségét.



6. ábra

Subiectele au fost propuse de:

**Prof. Corina DOBRESCU**, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

**Prof. Florin MĂCEȘANU**, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare, Alexandria

**Prof. Viorel SOLSCHI**, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.