

Bor Pál Fizikaverseny 2021/22. harmadik forduló 8. évfolyam

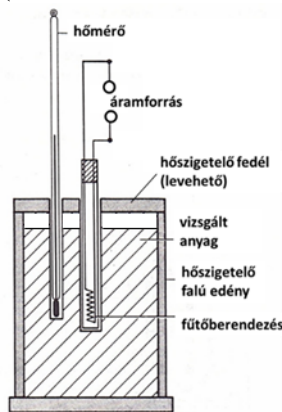
1. Igaz-hamis (12 pont)

Egy laboratóriumi vizsgálat során az *a)* ábrán látható kaloriméterben (hőszigetelt edényben) lévő anyagmintát elektromos fűtőberendezéssel melegítették, miközben folyamatosan mérték a hőmérsékletét. Az időmérés kezdetétől a t_3 időpillanatig bekapcsolva tartották az állandó teljesítménnyel működő fűtőberendezést, ami minden másodpercben ugyanakkora hőmennyiséget adott át az edényben lévő anyagnak. A t_3 időpillanatban a fűtőberendezést kikapcsolták, és levették az edény hőszigetelő fedelét: ekkor az anyagmintát folyadék halmazállapotban találták. A továbbiakban a kaloriméter nyitva maradt, a benne lévő anyag hőmérséklete a t_6 időpillanatban éppen kiegyenlítődtött a laboratóriumban uralkodó hőmérséklettel.

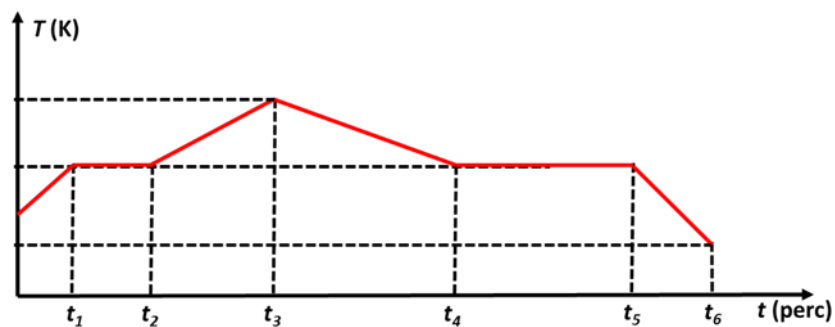
A mellékelt, vázlatos grafikon a tanulmányozott anyag hőmérsékletének időbeli alakulását mutatja a vizsgálat teljes időtartama alatt. Tanulmányozd az ábrát, majd mérlegeld a megfogalmazott állítások igazságtartalmát!

Amelyik kijelentés igaz, ahhoz írd **I** betűt, a hamis állítást **H**-val értékeld, ha pedig a rendelkezésre álló ismeretek alapján nem dönthető el az állítás igazságtartalma, írd mellé **ND** jelet!

(A kaloriméter ideális, hőkapacitása elhanyagolható, a párolgástól tekintsünk el!)



a) ábra



b) ábra

A kaloriméterben lévő folyékony anyag megszilárdulása a t_5 időpillanatban kezdődött meg.

A t_1 és a t_2 közötti időintervallumban a kaloriméterben lévő anyag egy része szilárd, másik része folyadék halmazállapotban volt.

Az időmérés kezdetétől a t_3 időpillanatig a kaloriméterben lévő anyag sűrűsége egyre csökkent.

A t_5 és a t_6 közötti időintervallumban a kaloriméterben lévő anyag szilárd halmazállapotban volt.

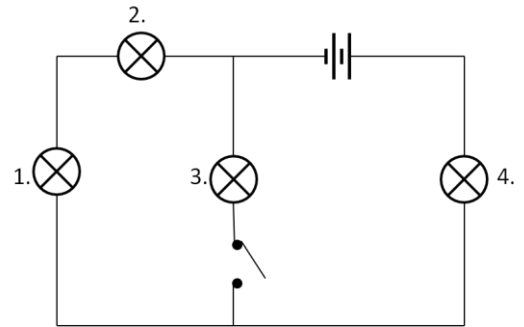
Az időmérés kezdetétől a t_6 időpillanatig, azaz a teljes folyamatban a kaloriméterben lévő anyag több energiát vett fel, mint amennyit leadott.

A t_1 és a t_2 , valamint a t_4 és a t_5 közötti időintervallumban a vizsgált anyag ugyanannyi hőt vesz fel, illetve ad le.

Megoldás: H, I, ND, I, H, I (6*2 pont)

2. Tesztelünk téged! (14 pont)

Az ábrán látható kapcsolási rajz szerint összeállított áramkörben négy darab egyforma izzó, egy áramforrás és egy kapcsoló szerepel. Válaszd meg az áramkör működésével kapcsolatos alábbi tesztkérdéseket! Minden esetben egy helyes válasz van, annak betűjelét karikázd be!



2.1. Az izzók közül melyik fog világítani a kapcsoló nyitott helyzeténél?

- A) Csak a 4-es számú.
- B) Egyik sem fog világítani.
- C) Csak az 1-es és a 2-es fog világítani.
- D) A 3-as izzó kivételével mind világítani fog.

2.2. Zárt kapcsolóállás esetén melyik izzó világít a legerősebben?

- A) Az 1-es és a 2-es.
- B) A 3-as.
- C) A 4-es.
- D) A 3-as és 4-es.

2.3. Zárt kapcsolóállás esetén melyik izzón folyik át a legkisebb erősségű áram?

- A) Az 1-esen és a 2-esen.
- B) A 3-ason.
- C) A 3-ason és a 4-esen.
- D) A 4-esen.

2.4. Zárt kapcsolóállásnál a 4-es jelzésű izzót ki szeretnénk cserélni, ezért kicsavarjuk a foglalatból. Mi történik ekkor a többi izzóval?

- A) Mindegyik tovább világít, de amíg nem csavarjuk be az új izzót, addig erősebben.
- B) Az áramkörben maradó három izzó kialszik, majd becsavarást követően ismét világítanak.
- C) Csak a 3-as jelzésű világít, a másik kettő kialszik.
- D) Az 1-es és 2-es jelzésű világít, a 3-as kialszik.

2.5. Mi történik a 4-es számú izzó fényerejével, ha a kapcsolót nyitott állásából zárjuk?

- A) Az izzó fényereje nő.
- B) Az izzó fényereje nem változik.
- C) Az izzó fényereje csökken.

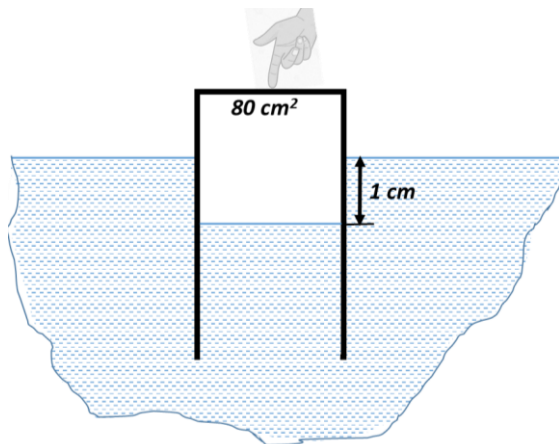
Megoldás: 1- D, 2- C, 3 – A, 4 - B, 5 – A (2+3+3+3+3 pont)

3. Könnyed poharazgatás (20 pont)

Vékonyfalú, 80 cm^2 alapterületű, 60 gramm tömegű, henger alakú műanyag edényt szájával lefelé fordítva addig nyomunk a kád vizébe, míg belsejében 1 cm-rel alacsonyabban áll a víz, mint kívül.

- Hány pascal ekkor az edénybe zárt levegő nyomása?
- Mekkora erővel kell lefelé nyomnunk a hengert, hogy ebben a helyzetben egyensúlyban maradjon?
- Ha nem nyomjuk az edényt lefelé, akkor – miután egyensúlyi állapotba kerül – mennyivel lesz alacsonyabban a vízszint a belsejében, mint a kádban?

A környezetben uralkodó légnyomás 10 méter magas vízoszlop hidrosztatikai nyomásával megegyező nagyságú, a víz sűrűsége $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.



Megoldás:

a) A külső vízszint alatt 1 cm-rel meghúzott szint alatt csak egyensúlyban lévő víz van, ezért ezen a szinten ugyanakkora nyomás uralkodik a henger belsejében és a hengeren kívül is. (Kétágú közlekedőedényként felfogható a szituáció.) Pascal törvénye miatt a külső légnyomás a kád vizének minden pontjában jelentkezik, ezért az 1 cm-es mélységben uralkodó nyomások egyenlősége a következőképpen írható fel:

$$p_{\text{bezárt gáz}} = p_{\text{lég}} + p_{\text{hidrosztatikai}}$$

ahol $p_{\text{hidrosztatikai}}$ az 1 cm vastag vízréteg hidrosztatikai nyomása. Tehát a bezárt levegő nyomása összesen 10 méter és 1 cm magas vízoszlop nyomásával egyenlő, ami

$$p_{\text{bezárt gáz}} = \rho_{\text{víz}} \cdot g \cdot 10,01 \text{ m} = 100100 \text{ Pa}$$

(Ha képlet felírásával nem is tudja a hidrosztatikai nyomást meghatározni a tanuló, teljesértékű megoldásnak elfogadható a 10 m-es vízoszlop nyomása = 100000 Pa ismeret, és ennek felhasználásával végzett arányos számolás alapján kapott eredmény is. Megválaszolható ez a kérdés a b) feladatrész után is, a felhajtóerőre épített gondolatmenettel.) (5 pont)

b) Ez a rész megoldható az a) kérdésre kapott válasz felhasználásával, illetve az Arkhimédész-törvény segítségével is. (7 pont)

Az első variáció: a henger fenekét belülről nyomja a bezárt levegő, kívülről a légnyomás. A többletnyomás miatt

$$F_{\text{levegő}} = \Delta p \cdot A = (p_{\text{lég}} + p_{\text{hidrosztatikai}} - p_{\text{lég}}) \cdot A = p_{\text{hidrosztatikai}} \cdot A = 100 \text{ Pa} \cdot 0,008 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{levegő}} = 0,8 \text{ N}$$

nagyságú, felfelé mutató erőt fejt ki a bezárt levegő az edényre. Mivel az edény súlya

$$G_{\text{edény}} = m \cdot g = 0,06 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 0,6 \text{ N}$$

így még 0,2 N nagyságú erővel kell lefelé hatni a hengerre, hogy egyensúlyban maradjon:

$$F_{\text{levegő}} = G_{\text{edény}} + F \rightarrow F = F_{\text{levegő}} - G_{\text{edény}} = 0,2 \text{ N}$$

A második variáció: a henger által kiszorított víz – elhanyagolható falvastagsága miatt – megegyezik a külső vízszint alól „hiányzó” vízmennyiséggel:

$$V_{\text{kiszorított}} = A \cdot h = 80 \text{ cm}^3$$

Mivel a felhajtóerő a kiszorított

$$m_{\text{kiszorított}} = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{kiszorított}} = 80 \text{ g} = 0,08 \text{ kg}$$

tömegű folyadék súlyával egyezik meg:

$$F_{\text{felhajtó}} = G_{\text{kiszorított}} = m_{\text{kiszorított}} \cdot g = 0,08 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,8 \text{ N}$$

Mivel a felhajtóerő felfelé mutat, és nagyobb, mint a test súlya, egy lefelé mutató erő szükséges az egyensúly kialakításához:

$$F_{\text{felhajtó}} = G_{\text{edény}} + F \rightarrow F = F_{\text{felhajtó}} - G_{\text{edény}} = 0,2 \text{ N}$$

c) Amennyiben a felhajtóerőn és a henger súlyán kívül más erő nem hat, ezeknek kell egyensúlyt kialakítani, azaz

$$F_{\text{felhajtó},0} = G_{\text{edény}}$$

kell, hogy teljesüljön.

A felhajtóerő akkor

$$G_{\text{edény}} = m \cdot g = 0,6 \text{ N}$$

nagyságú, ha a kiszorított víz súlya 0,6 N lesz, azaz tömege

$$m_{\text{kiszorított},0} = 0,06 \text{ kg} = 60 \text{ g}$$

és térfogata

$$V_{\text{kiszorított},0} = A \cdot x = \frac{60 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 60 \text{ cm}^3$$

Eszerint a vízszintnek a henger belsejében

$$x = \frac{V_{\text{kiszorított},0}}{A} = \frac{60 \text{ cm}^3}{80 \text{ cm}^2} = 0,75 \text{ cm-rel}$$

alacsonyabban kell beállnia az edény úszása során, mint a külső vízszint. (8 pont)

4. Liftezés a Cédrus Ligetben (20 pont)

A hamarosan elkészülő szegedi Cédrus Liget Lakóparkban összesen hét darab 0,9 tonna ösztömegű, alacsony zajszintű hívólift fogja szolgálni a lakók kényelmét.

- Mekkora erőt kell kibírnia annak a drótkötélnek, amely egy ekkora liftet egyenletesen emelni képes? Milyen erős a valóságban használt köté, ha a biztonság kedvéért 60 %-kal túlméretezik a köté teherbírását?
- Mennyi idő alatt emelkedik az utasokkal teli lift a mélygarázból a 20 méterrel magasabban levő lakószintre, ha az emelőerő teljesítménye 9 kW? A mozgást végig egyenletesnek vehetjük!
- Mekkora állandó sebességgel emelkedett ebben az esetben a lift?
- Adjuk meg a liftet működtető villanymotor elektromos teljesítményét kilowattban mérve, ha a befektetett energia 10 %-a a súrlódás leküzdésére fordítódik?
- Mekkora a 400 V-os feszültségforrásról működő elektromotor áramfelvétele?

Megoldás:

a) $F = M \cdot g = 900 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 9000 \text{ N}$ a minimális erősség, 14400 N a valódi teherbírás. (3+3 pont)

b) $P_{\text{mechanikai}} = \frac{M \cdot g \cdot h}{t}$ innen $t = \frac{M \cdot g \cdot h}{P_{\text{mechanikai}}} = \frac{900 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 20 \text{ m}}{9000 \text{ W}} = 20 \text{ s}$ (4 pont)

c) $v = \frac{h}{t} = \frac{20 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (2 pont)

d) $P_{\text{elektromos}} = \frac{P_{\text{mechanikai}}}{\eta} = \frac{9000 \text{ W}}{0,9} = 10000 \text{ W} = 10 \text{ kW}$ (4 pont)

e) $I = \frac{P_{\text{elektromos}}}{U} = \frac{10000 \text{ W}}{400 \text{ V}} = 25 \text{ A}$ (4 pont)