

Bor Pál Fizikaverseny 2024/25. tanév döntő, 8. évfolyam

1. Hogy megy a hő? (12 pont)

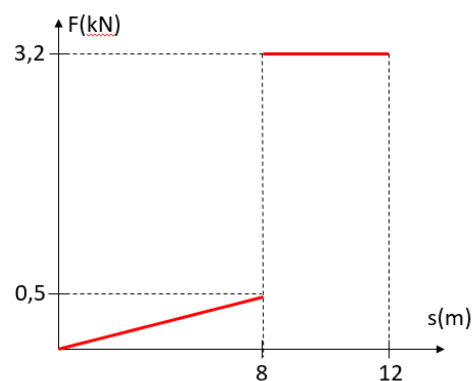
Dönts el minden állításról, hogy minden esetben igaz (I), biztosan hamis (H), vagy a leírtak alapján ez nem dönthető el egyértelműen (ND)! Válaszodat az állítás melletti cellába írhatod!

Sanyitól kérek cellákat!

- | | |
|---|----|
| 1. A forró fazék alá az asztal védelme érdekében fémből készült alátétet kell rakni. | H |
| 2. Az ablak alá helyezett fűtőtest jobban biztosítja a szoba egyenletes melegedését. | I |
| 3. A tó vize felül melegebb, mint alul. | ND |
| 4. A fa ablakkeret azért is jó, mert a száraz fa jó hőszigetelő anyag. | I |
| 5. Télen a jégpályán csupasz kézzel hozzáérve azért érezzük hidegebbnek a korcsolyát a hokibotnál, mert a fém jobb hővezető, mint a fa. | I |
| 6. A fűrófejekben használt gyémánt a keménysége és a rossz hővezető képessége miatt is hasznos. | I |

2. Romboló labda. (17 pont)

Épületek bontására, lerombolására szokták használni az emelődarura hosszú láncsal felfüggesztett, nagy tömegű faltörő golyót. Kezdetben a golyó és a hozzá erősített lánc a talajon fekszik. A daru leengedett gémjére ráakasztják a lánc szabad végét, és a daru lassan elkezd az emelést. A mellékelt grafikonon a daru által kifejtett emelőerő nagyságát láthatod a lánc szabad végének talajszinttől mért magassága függvényében. Tanulmányozd a grafikont, és válaszolj az alábbi kérdésekre!



- Milyen hosszú a lánc? Mekkora a tömege méterenként?
- Hány kg a golyó tömege? Milyen magasra emelte a gép?
- Mennyi munkát végzett az emelés alatt a daru motorja?
- Hány kilojoule elektromos energiát vett fel az emelődaru 87 %-os hatásfokkal működő motorja?

Megoldás:

- a) A grafikonból leolvasható, hogy 8 méter hosszú a lánc. (2 p)

A lánc teljes súlya $0,5 \text{ kN} = 500 \text{ N}$, vagyis a teljes tömege 50 kg , így méterenként $6,25 \text{ kg}$ a tömege. (3 p)

- b) Mivel a maximális emelő erő 3200 N , de ebből 500 N a lánc súlya, ezért a golyó súlya a kettő különbsége, vagyis 2700 N . Így a tömege 270 kg . (3 p)

Az emelés magassága a grafikon alapján 4 méter. (2 p)

- c) Az emelési munka két részre bontható. Az első 8 méteres úton az átlagos erő 250 N , így a végzett munka:
 $W_1 = F_{\text{átlag}} \cdot s_1 = 250 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} = 2000 \text{ J}$. A második szakaszon: $W_2 = F_2 \cdot s_2 = 3200 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = 12800 \text{ J}$.

Összesen tehát 14800 J a motor teljes munkája. (4 p)

- d) A hatásfok definíciója alapján: $\eta = \frac{W_{\text{motor}}}{W_{\text{elektr}}} = 0,87$. Ezt átrendezve: $W_{\text{elektr}} = \frac{W_{\text{motor}}}{\eta} = \frac{14800 \text{ J}}{0,87} = 17 \text{ kJ}$ (3)

3. Lotti kirándul. (19 pont)

Lotti hűszigetelt kulacsa (termosza) 5 dl folyadék állandó hőmérsékleten történő tárolására alkalmas. Mivel jeges teát akar magával vinni a kirándulásra, ezért először betöltött 4,8 dl langyos, 30 °C-os teát a termoszba, majd 0 °C hőmérsékletű, egyforma tömegű jégkockákat kezdett a folyadékba dobálni. Minden jégkocka behelyezése után megvárta, hogy állandósuljon a kulacsban a hőmérséklet, és csak azután tette be a következőt.

a) Hány gramm tömegűek a jégkockák, ha az első bedobását követően 28 °C-os egyensúlyi hőmérséklet alakult ki?

b) Legfeljebb milyen hőmérsékletre tudja lehűteni Lotti az italát ezzel a módszerrel, ha nem akarja, hogy valamennyi folyadék kicsorduljon a kulacsból, és azt sem szeretné, hogy jégdarabok úszkáljanak a teájában? (A jégkockák nem tördelhetők szét!)

A tea sűrűsége és hőtani tulajdonságai megegyeznek a vízével. A víz sűrűsége a vizsgált hőmérséklet-tartományban $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a víz fajhője $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, a jég olvadáshője $334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$.

Megoldás:

a.)

A meleg tea által leadott hőmennyiség fedezi a jég elolvadását, és a belőle kialakult víz felmelegedését. A folyamatra felírva az energiamérleget megkaphatjuk egy jégkocka tömegének értékét:

$$c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{víz}} \cdot (T_{\text{víz}} - T_{\text{végső}}) = L_o \cdot m_{\text{kocka},1} + c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{kocka},1} \cdot (T_{\text{végső}} - T_o)$$

ahol és $T_o = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_{\text{víz}} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_{\text{végső}} = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$ és

$$m_{\text{víz}} = \rho_{\text{víz}} \cdot V_o = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,00048 \text{ m}^3 = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 0,48 \text{ dm}^3$$

$$m_{\text{víz}} = 0,48 \text{ kg} = 480 \text{ g}$$

Ezekkel az értékekkel – és a megadott anyagjellemzőkkel – számolva:

$$4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,48 \text{ kg} \cdot 2 \text{ } ^\circ\text{C} = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot m_{\text{kocka},1} + 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot m_{\text{kocka},1} \cdot 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$4032 \text{ J} = 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot m_{\text{kocka},1} + 117600 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot m_{\text{kocka},1}$$

$$451600 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot m_{\text{kocka},1} = 4032 \text{ J}$$

azaz egyetlen jégkocka tömege

$$m_{\text{kocka},1} = \frac{4032 \text{ J}}{451600 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \approx 0,00893 \text{ kg} \approx 8,93 \text{ g (9 pont)}$$

b)

A termoszban

$$V_{\text{olvadék},\text{max.}} = V_{\text{termosz}} - V_o = 0,5 \text{ l} - 0,48 \text{ l} = 0,02 \text{ l} = 20 \text{ cm}^3$$

„szabad” hely van, legfeljebb ilyen térfogatú víz keletkezhet a bedobált jégkockák elolvadásával a kicsordulás veszélye nélkül.

Az olvadék (víz) maximális tömege eszerint

$$m_{\text{olvadék},\text{max.}} = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{olvadék},\text{max.}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,00020 \text{ m}^3 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 20 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{olvadék},\text{max.}} = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ g}$$

lehet, vagyis legfeljebb ilyen tömegű jeget szabad a kulacsba bedobni anélkül, hogy az elolvadása után kicsordulna valamennyi folyadék.

Mivel egyetlen jégkocka elolvadásából keletkezett víz tömege

$$m_{olvadék,1} = m_{kocka,1} \approx 8,93 \text{ g}$$

ez a jégmennyiség

$$n = \frac{m_{olvadék,max.}}{m_{olvadék,1}} = \frac{20 \text{ g}}{8,93 \text{ g}} \approx 2,24$$

vagyis legfeljebb 2 teljes kocka elolvadásából származhatna.

Tehát legfeljebb 2 jégkockát lehet a termoszba helyezni. (3 p)

Írjuk fel az energiamérleget annak feltételezésével, hogy kétszer akkora tömegű (azaz 2 db) jégkockát tesz Lotti a kulacsba:

$$c_{v\acute{e}z} \cdot m_{v\acute{e}z} \cdot (T_{v\acute{e}z} - T_{v\acute{e}gs\acute{o}}) = L_o \cdot 2 \cdot m_{kocka,1} + c_{v\acute{e}z} \cdot 2 \cdot m_{kocka,1} \cdot (T_{v\acute{e}gs\acute{o}} - T_o)$$

$$T_{v\acute{e}gs\acute{o}} = \frac{c_{v\acute{e}z} \cdot m_{v\acute{e}z} \cdot T_{v\acute{e}z} - L_o \cdot 2 \cdot m_{kocka,1}}{c_{v\acute{e}z} \cdot 2 \cdot m_{kocka,1} + c_{v\acute{e}z} \cdot m_{v\acute{e}z}}$$

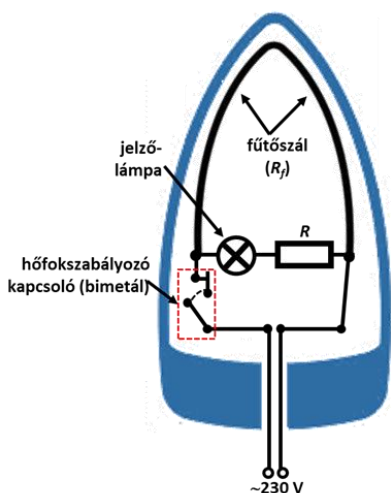
$$T_{v\acute{e}gs\acute{o}} = \frac{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,48 \text{ kg} \cdot 30 ^\circ\text{C} - 334000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,01786 \text{ kg}}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,01786 \text{ kg} + 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,48 \text{ kg}} = \frac{60480 \text{ J} - 5965,24 \text{ J}}{2091,012 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}}$$

$$T_{v\acute{e}gs\acute{o}} = 26,071 ^\circ\text{C} \approx 26 ^\circ\text{C}$$

Tehát legfeljebb 26 °C hőmérsékletűre hűthető le a kulacsban lévő ital a jégkockák behelyezésével. (7 p)

4. Hogy működik a vasaló? (18 pont)

A mellékelt ábrán egy gőzölős vasaló néhány műszaki adatát és leegyszerűsített elektromos kapcsolási rajzát tanulmányozhatod.



Gőzölős vasaló	
Fűtőszál teljesítménye maximális hőmérsékleten:	2600 W
Névleges feszültség:	230 V

Miközben a vasaló a 230 V-os hálózati feszültségre kapcsolva melegszik, a 3,5 V-os feszültségre készült, 0,9 W teljesítményű jelzőlámpa folyamatosan világít. Amikor a vasalótalp hőmérséklete eléri a felhasználó által beállított értéket, a hőfokszabályozó megszakítja a fűtőszál áramellátását, egyúttal a jelzőlámpa is kikapcsol.

a) Maximális hőmérsékletén hány ohm a fűtőszál ellenállása?

b) Mekkora a jelzőlámpával sorba kapcsolt R ellenállás értéke?

c) A maximális hőmérsékletre beállított vasalóval nedves ruhát vasalva világít a jelzőlámpa: az elpárolgó víz által elvont energiát folyamatosan pótolja az elektromos hálózathoz a vasaló. Hány amper erősségű áram folyik a vasalót a hálózati csatlakozóval (konnektorral) összekötő vezetékben ezalatt?

(Feltételezhetjük, hogy a vizsgált folyamatban a vasaló fűtőszálának ellenállása jó közelítéssel mindvégig a maximális hőmérsékletéhez tartozó értéken marad.)

Megoldás:

a)

A vasaló teljesítményéből és a hálózati feszültségből megkaphatjuk a kért ellenállást:

$$R_{\text{fűtőszál}} = \frac{U_{\text{hálózat}}}{I_{\text{fűtőszál}}}$$

ahol

$$I_{\text{fűtőszál}} = \frac{P_{\text{fűtőszál}}}{U_{\text{hálózat}}} = 11,3 \text{ A}$$

vagyis

$$R_{\text{fűtőszál}} = \frac{U_{\text{hálózat}}}{I_{\text{fűtőszál}}} = \frac{U_{\text{hálózat}}^2}{P_{\text{fűtőszál}}} = \frac{(230 \text{ V})^2}{2600 \text{ W}} = 20,346 \Omega \approx 20,35 \Omega \text{ (5 p)}$$

b)

A lámpán áthaladó áram erőssége:

$$I_{\text{lámpa}} = \frac{P_{\text{lámpa}}}{U_{\text{lámpa}}} = \frac{0,9 \text{ W}}{3,5 \text{ V}} = 0,257 \text{ A}$$

így a lámpa ellenállása

$$R_{\text{lámpa}} = \frac{U_{\text{lámpa}}}{I_{\text{lámpa}}} = \frac{U_{\text{lámpa}}^2}{P_{\text{lámpa}}} = \frac{(3,5 \text{ V})^2}{0,9 \text{ W}} = 13,6 \Omega$$

A lámpára és a vele sorba kapcsolt R ellenállás eredőjére a hálózati feszültség esik, ezért

$$I_{\text{lámpa}} = \frac{U_{\text{hálózat}}}{R + R_{\text{lámpa}}}$$

Innen a keresett R ellenállásérték megkapható:

$$R + R_{\text{lámpa}} = \frac{U_{\text{hálózat}}}{I_{\text{lámpa}}} \rightarrow R = \frac{U_{\text{hálózat}}}{I_{\text{lámpa}}} - R_{\text{lámpa}}$$

$$R = \frac{U_{\text{hálózat}}}{I_{\text{lámpa}}} - R_{\text{lámpa}} = \frac{230 \text{ V}}{0,257} - 13,6 \Omega = 881,32 \Omega \text{ (10 pont)}$$

(Vagy, mivel a lámpára és a vele sorba kötött R ellenállásra eső feszültségek összege egyenlő a hálózati feszültséggel:

$$U_R = U_{\text{hálózat}} - U_{\text{lámpa}} = 226,5 \text{ V}$$

Innen

$$R = \frac{U_R}{I_{\text{lámpa}}} = \frac{226,5 \text{ V}}{0,257 \text{ A}} = 881,32 \Omega$$

mivel az előtét-ellenálláson is ugyanaz az áram halad keresztül, mint a lámpán.)

c) Mivel a fűtőszál és a jelzőlámpa ága párhuzamosan van kapcsolva, ebben a két mellékágban folyó áramok erősségeinek összege kell, hogy a főágban folyjon, azaz:

$$I_{\text{hálózat}} = I_{\text{lámpa}} + I_{\text{fűtőszál}} = 11,557 \text{ A (3 pont)}$$