

XXIII. ÖVEGES JÓZSEF KÁRPÁT-MEDENCEI FIZIKAVERSENY 2013.

ELSŐ FORDULÓ

MEGOLDÁSAI

A TESZTFELADATOK MEGOLDÁSAI (64 pont)

1. *H I I I*
2. *H H I H*
3. *H I H*
4. *I H H*
5. *H I I*
6. *H I H*
7. *I I I I*
8. *I I I*
9. *H H H I*
10. *H H I H*
11. *I I H*
12. *H I H H*
13. *I H I H*
14. *I H I*
15. *H H I*
16. *H H I H*
17. *H I H I*
18. *I H I I*

A SZÁMÍTÁSOS FELADATOK MEGOLDÁSAI ÉS AZOK PONTOZÁSA (36 pont)**1. Feladat (13 pont)**

A turistaszállón a földgázzal működő vízmelegítő (gázbojler) $0,85 \text{ m}^3$ vizet 18°C -ról 45°C hőmérsékletűre melegített, miközben $3,58 \text{ m}^3$ térfogatú gáz égett el benne. A gáz fűtőértéke 33 MJ köbméterenként. Hány százalékos hatásfokkal működött ekkor a vízmelegítő?

(A víz sűrűsége: $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, fajhője: $4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$)

Megoldás:

$$\begin{array}{l} V_{\text{víz}} = 0,85 \text{ m}^3 \\ T_1 = 18^\circ\text{C} \\ T_2 = 45^\circ\text{C} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} V_{\text{víz}} \\ T_1 \\ T_2 \end{array}} \right\} \Rightarrow \Delta T = 27^\circ\text{C}$$

$$V_{\text{gáz}} = 3,58 \text{ m}^3$$

$$\text{fűtőérték} = 33 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{víz}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$c_{\text{víz}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$\eta = ?$$

A víz tömegének meghatározása következtetéssel, vagy $m = \rho \cdot V$ képlettel:

$$m_{\text{víz}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,85 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{víz}} = 850 \text{ kg}$$

A hasznos energiaváltozás a víz melegítésével együtt járó belsőenergia-változás:

$$\Delta E_h = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$\Delta E_h = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 850 \text{ kg} \cdot 27^\circ\text{C} = 95\,931\,000 \text{ J} = 95,931 \text{ MJ}$$

A befektetett energia a gáz elégéséből származik:

$$1 \text{ m}^3 \text{ gáz elégésekor } 33 \text{ MJ},$$

$$3,58 \text{ m}^3 \text{ gáz elégésekor } 3,58 \cdot 33 \text{ MJ a gáz energiájának csökkenése.}$$

$$\Delta E = 118,14 \text{ MJ}$$

A vízmelegítő hatásfoka: $\eta = \frac{\Delta E_h}{\Delta E}$

$$\eta = \frac{95,931 \text{ MJ}}{118,14 \text{ MJ}} = 0,812$$

Ez az érték **81,2 %-os** hatásfokot jelent.

1. feladat pontértékei*A víz tömegének meghatározása*

- a) Az adatok kigyűjtése, a mennyiségek jelének alkalmazásával 1 pont
 b) Hőmérséklet-változás értékének meghatározása ($\Delta T = 27^{\circ}\text{C}$) 1 pont
 c) A víz tömegének meghatározása: $m = \rho \cdot V$ képlettel (vagy következtetéssel) 1 pont
 d) A víz tömege: $m_{\text{víz}} = 850 \text{ kg}$ 1 pont

A hasznos energiaváltozás meghatározása

- e) A belsőenergia-változás kiszámítási módja: $\Delta E_h = c \cdot m \cdot \Delta T$ 1 pont
 f) Behelyettesítés, a művelet elvégzése: $4180 \cdot 850 \cdot 27 = 95\,931\,000$ 1 pont
 g) A mértékegység kiírása: J 1 pont
 h) A hasznos energia-változás MJ-ben kifejezve: $\Delta E_h = 95,931 \text{ MJ}$ 1 pont

A befektetett energiaváltozás meghatározása

- i) A befektetett energia kiszámítása: $\Delta E = 3,58 \cdot 33 \text{ MJ}$ 1 pont
 j) A befektetett energia értéke: $\Delta E = 118,14 \text{ MJ}$ 1 pont

A hatásfok meghatározása

- k) Összefüggés felismerése a hatásfok meghatározásához (képlet vagy arány) 1 pont
 l) Az arány értéke: 0,812 1 pont
 m) A hatásfok értéke: 81,2 % 1 pont

Összesen: 13 pont

2. Feladat (12 pont)

Kézműves foglalkozáson agyagszobrocskákat készítettek a résztvevők. Mindenki 350 g tömegű agyagból formázott meg egy szobrot, amelyet egy 30 cm^2 alapterületű, 10 g tömegű, tömör hengerre, mint talapzatra állított.

Az elkészült alkotásokat egy 90 cm x 20 cm méretű polcra szeretnék elhelyezni, száradni.

- Hány pascal nyomást gyakorol egy ilyen szobrocska talapzatával együtt a polcra?
- Ráhelyezhető-e az elkészült 28 db szobor mindegyike a polcra, ha az legfeljebb 2,5 kPa nyomást bír el?
- Elbírja-e mind a 28 alkotást a polc, ha a tartókarja legfeljebb 90 N nagyságú erőhatással terhelhető?

Megoldás

$$\begin{aligned} \text{a) } m_1 &= 350 \text{ g} + 10 \text{ g} = 360 \text{ g} & \Rightarrow & F_1 = 3,6 \text{ N} \\ A &= 30 \text{ cm}^2 = 0,003 \text{ m}^2 \\ p &= ? & p &= \frac{F}{A} \\ & & p &= \frac{3,6 \text{ N}}{0,003 \text{ m}^2} = \underline{\underline{1200 \text{ Pa}}} \end{aligned}$$

- Ahányszor nagyobb a nyomóerő, ugyanannyiszor nagyobb a nyomott felület, így a nyomás nem változik, vagyis a 28 db szobrocska ugyanakkora nyomást gyakorol a polcra, mint egy darab.

$2,5 \text{ kPa} = 2500 \text{ Pa} > 1200 \text{ Pa}$ Ez azt jelenti, hogy **elbírja** a polc a nyomást.

- $F_{\text{max}} = 90 \text{ N}$
 $F_1 = 3,6 \text{ N} \Rightarrow F_{\text{ö}} = 28 \cdot F_1 = 28 \cdot 3,6 \text{ N} = 100,8 \text{ N}$
 $F_{\text{ö}} > F_{\text{max}}$ ezért **nem bírja el** a polctartó az összest,
 $25 \cdot F_1 = 25 \cdot 3,6 \text{ N} = 90 \text{ N} = F_{\text{max}}$ csak 25 db-ot.

2. feladat pontértékei:*Egy szobrocska által kifejtett nyomás kiszámítása*

- Az adatok kigyűjtése, a mennyiségek jelének alkalmazásával 1 pont
- Egy szobrocska tömege talapzattal együtt: 360 g 1 pont
- Egy szobrocska által kifejtett nyomóerő: 3,6 N 1 pont
- A nyomott felület megadása a megfelelő mértékegységre váltással: $0,003 \text{ m}^2$ 1 pont
- Az összefüggés felismerése: $p = F : A$ 1 pont
- Behelyettesítés, a művelet elvégzése: $3,6 : 0,003 = 1200$ 1 pont
- A mértékegység kiírása: Pa 1 pont

Az összes szobor nyomásának meghatározása

- Annak felismerése, hogy ugyanannyi szorosára változik a nyomóerő és a nyomott felület 1 pont
- Helyes következtetés: A nyomás nem változik (28 szobrocska ugyanakkora nyomást gyakorol, mint egy darab) 1 pont
- Helyes válasz a nyomásértékek összehasonlítása alapján: elbírja, mert $1200 \text{ Pa} < 2,5 \text{ kPa}$ 1 pont

Az összes szobor súlyának kiszámítása

- A 28 szobrocska által kifejtett terhelő erő kiszámítása: $F_{\text{ö}} = 28 \cdot 3,6 \text{ N} = 100,8 \text{ N}$ 1 pont
- Helyes válasz az erők összehasonlítása alapján: nem bírja el, mert $100,8 \text{ N} > 90 \text{ N}$ 1 pont

Összesen: 12 pont

3. feladat (11 pont)

Egy elektromos játékkészletben van egy kis elektromotor, amely 14 V feszültségű tápegységről működtethető. Ilyenkor a motor tekercsén átfolyó áram erőssége 0,2 A.

Matyi a motorral sorba kapcsol egy változtatható ellenállást, s úgy játszik, hogy ezzel szabályozza a motor forgását. A motor működéséhez legalább 140 mA szükséges.

- Mekkora a motor tekercsének ellenállása?
- Milyen hosszú 0,15 mm² keresztmetszetű krómnikkel huzal lehet a változtatható ellenállású berendezésbe építve, hogy megállásig lehessen szabályozni a motor forgását? (az 1m hosszú, 1 mm² keresztmetszetű krómnikkel huzal ellenállása 1,2 Ω)
- Legfeljebb mekkora erősségű áram haladna át a változtatható ellenálláson, ha az teljes terjedelmében párhuzamosan lenne kapcsolva az elektromotorral?

Megoldás

$$U = 14 \text{ V}$$

$$I = 0,2 \text{ A}$$

$$I_{\min} = 140 \text{ mA} = 0,14 \text{ A}$$

$$\rho = 1,2 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A = 0,15 \text{ mm}^2$$

$$l = ?$$

$$\text{a) } R_{\text{motor}} = \frac{U}{I}$$

$$R_{\text{motor}} = \frac{14\text{V}}{0,2\text{A}} = \underline{\underline{70 \Omega}}$$

- b) Akkor lesz legkisebb az áramerősség, ha az eredő ellenállás a legnagyobb.

$$R_{\text{max}} = \frac{U}{I_{\min}}$$

$$R_{\text{max}} = \frac{14\text{V}}{0,14\text{A}} = 100 \Omega$$

Sorosan kapcsolt fogyasztók ellenállása összeadódik.

A beépített huzal ellenállása (R) legalább:

$$R_{\text{max}} - R_{\text{motor}} = 100 \Omega - 70 \Omega = 30 \Omega$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \Rightarrow l = \frac{R \cdot A}{\rho}$$

$$l = \frac{30\Omega \cdot 0,15\text{mm}^2}{1,2 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} = \underline{\underline{3,75 \text{ m}}}$$

A változtatható ellenállásként beépített huzal hossza **legalább 3,75 m**.

- c) A párhuzamosan kapcsolt ellenálláson a feszültség az áramforrás feszültségének megfelelően 14 V.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{14\text{V}}{30\Omega} \approx \underline{\underline{0,47 \text{ A}}}$$

A változtatható ellenálláson legfeljebb **0,47 A** erősségű áram haladna át.

3. feladat pontértékei:*A motor ellenállásának meghatározása*

- a) Az adatok kigyűjtése, a mennyiségek jelének alkalmazásával 1 pont
 b) Az összefüggés felismerése: $R_{\text{motor}} = U : I$ 1 pont
 c) A motor ellenállása: $R_{\text{motor}} = 14 \text{ V} : 0,2 \text{ A} = 70 \Omega$ 1 pont

A huzal hosszának meghatározása

- d) Az eredő ellenállás megadása soros kapcsoláskor: $R_{\text{max}} = 14 \text{ V} : 0,14 \text{ A} = 100 \Omega$ 1 pont
 e) A huzal ellenállása sorosan kapcsolt fogyasztók esetén: $R = R_{\text{max}} - R_{\text{motor}} = 30 \Omega$ 1 pont
 f) Az összefüggés felismerése a huzal ellenállásának kiszámítására: $R = \rho \cdot \frac{l}{A} \Rightarrow l = \frac{R \cdot A}{\rho}$ 1 pont
 g) Behelyettesítés, a művelet elvégzése: $\frac{30\Omega \cdot 0,15\text{mm}^2}{1,2 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} = 3,75 \text{ m}$ 1 pont
 h) Pontos válasz megadása: legalább 3,75 m hosszú 1 pont

Az áramerősség meghatározása párhuzamos kapcsoláskor

- i) Annak felismerése, hogy a párhuzamosan kapcsolt ellenálláson is a feszültség 14 V 1 pont
 j) Az összefüggés felismerése: $I = \frac{U}{R}$ 1 pont
 k) Az áramerősség kiszámítása: $14 \text{ V} : 30 \Omega = 0,47 \text{ A}$ erősségű áram haladna át legfeljebb 1 pont
Összesen: 11 pont