

XX. Garzó Imre Városi Fizikaverseny

Bethlen Gábor Református Gimnázium
Hódmezővásárhely, 2018. május 24.

A 8. osztályosok feladatainak megoldása

1. A palackozó gépsorról percenként 80 darab üveg kerül le. Az üvegek összeérnek, és három üveg 24 cm helyet foglal el. Mennyi utat tesz meg a futószalag egy pontja 8 óra alatt?

Egy üveg $24:3 = 8$ cm helyet foglal el,

így 80 db üveg $80 \cdot 8 \text{ cm} = 640 \text{ cm} = 6,4 \text{ m}$ hosszan helyezkedik el,

vagyis a futószalag egy pontjának sebessége $v = \frac{s}{t} = \frac{6,4 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 0,107 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,384 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

8 óra alatt egy pont $s_2 = v \cdot t_2 = 0,384 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 8 \text{ h} = \underline{3,072 \text{ km}}$ utat tesz meg.

2. Egy elektromos vízmelegítő (bojler) 1800 W teljesítménnyel működik a 230 V feszültségű hálózatra kapcsolva. A vízmelegítő éjszakai árammal melegíti a benne lévő vizet. Ez azt jelenti, hogy 22 órakor kapcsol be, és hajnali 6 óráig használhat fel áramot. A bojler 120 literes befogadóképességű, és beállítható rajta a melegvíz kívánt hőmérséklete.

a) Legalább hány amperes biztosítékra van szükség a vízmelegítő működtetéséhez?

b) Mennyi lenne a bojler elektromos energiafogyasztása, ha egész éjszaka működne? Mennyibe kerülne ez, ha 1 kWh elektromos energiáért 30 Ft-ot kell fizetnünk?

c) Este 22 órakor a vízmelegítőben lévő víz hőmérséklete 20°C -os volt. A hőmérséklet-szabályozón 75°C -os értéket állítunk be. A bojler automatikusan kikapcsol, ha a benne lévő víz hőmérséklete a kívánt értéket eléri. Hány órakor kapcsol ki a szabályozó, ha feltesszük, hogy nincsenek veszteségek, azaz az elektromos energia 100%-a a víz belső energiájának megváltoztatására fordítódik?

d) Mennyi ideig tartana a melegítés, ha az energiaátadás hatásfoka csak 85 %-os lenne? (A bojler tele van vízzel, a víz sűrűsége $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, fajhője $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$)

$$\text{a) } P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{1800 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{7,82 \text{ A}}$$

vagyis 10 amperes biztosíték kell. (8 A is elfogadható.)

b) Az elektromos energiafogyasztás $W = P \cdot t = 1,8 \text{ kW} \cdot 8 \text{ h} = \underline{14,4 \text{ kWh}}$ (= 51840 kJ)

ami $14,4 \cdot 30 = \underline{432 \text{ Ft}}$ -ba kerülne.

c) A víz belső energiájának megváltozása:

$$\Delta E_b = c_{\text{víz}} \cdot m \cdot \Delta T =$$

$$= 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 120 \text{ kg} \cdot 55^\circ\text{C} = \underline{27720 \text{ kJ}}$$

amihez ugyanennyi elektromos energia felhasználása (azaz elektromos munka) szükséges a 100 %-os hatásfok miatt.

$$W = P \cdot t \Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{27720000 \text{ J}}{1800 \text{ W}} = \frac{277200 \text{ J}}{18 \text{ W}} = \underline{15400 \text{ s}} = 4,28 \text{ h} = 4 \text{ h } 16 \text{ min } 40 \text{ s}$$

azaz a szabályozó hajnali 2 óra 16 perckor kapcsol ki.

d) röviden: 85 %-os hatásfokkal $\frac{1}{0,85}$ -szor hosszabb ideig, vagyis 18118 s-ig tartana a melegítés. (Ez 5 óra 1

perc, 58 másodperc, vagyis hajnali 3 óra 1 perckor kapcsolna ki – de ez itt nem kérdés.)

részletesebben: $\Delta E_{\text{hasznos}} = \Delta E_b = 27720 \text{ kJ}$

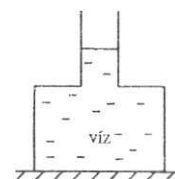
$$\eta = \frac{\Delta E_h}{\Delta E_{\text{befektetett}}} = \frac{\Delta E_b}{\Delta E_{\text{elektromos}}} \Rightarrow \Delta E_{\text{el.}} = \frac{\Delta E_b}{\eta} = \underline{32612 \text{ kJ}}$$

$$t' = \frac{32612}{1,8} \text{ s} = \underline{18118 \text{ s}}$$

3. Az ábrán látható edénybe 4,5 liter térfogatú vizet töltöttünk. Az edény alsó, 150 cm^2 keresztmetszetű részének térfogata 3 liter. Az edény felfelé egy 50 cm^2 keresztmetszetű csőben folytatódik. A víz sűrűsége $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

a) Mekkora lesz a hidrosztatikai nyomás az edény alján?

b) Mekkora nyomóerő hat az edény alaplajjára? Hasonlítsd ezt össze a vízmennyiség súlyával! Magyarázd meg a két erő különbözőségét!



Az alsó rész térfogata:

$$V_1 = 3 \text{ liter} = 3 \text{ dm}^3 = 3000 \text{ cm}^3$$

$V = A \cdot h$ miatt az alsó rész, s a benne lévő vízoszlop magassága

$$h_1 = \frac{V_1}{A_1} = \frac{3000 \text{ cm}^3}{150 \text{ cm}^2} = \underline{20 \text{ cm}}.$$

A felső részben lévő víz térfogata

$$V_2 = 4,5 \text{ l} - 3 \text{ l} = 1,5 \text{ l} = 1,5 \text{ dm}^3 = 1500 \text{ cm}^3.$$

így a felső részben lévő vízoszlop magassága:

$$h_2 = \frac{V_2}{A_2} = \frac{1500 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^2} = \underline{30 \text{ cm}}.$$

Az edény aljára $h = h_1 + h_2 = 50 \text{ cm} = \underline{0,5 \text{ m}}$

magasságú vízoszlop nehezedik, melynek hidrosztatikai nyomása

$$p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,5 \text{ m} = \underline{5000 \text{ Pa}} = 5 \text{ kPa}.$$

b) $p = \frac{F_{\text{nyomó}}}{A}$ miatt

az edény $A_1 = 150 \text{ cm}^2 = 0,015 \text{ m}^2$ területű alaplapjára

$$F_{\text{ny}} = p \cdot A_1 = 5000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,015 \text{ m}^2 = \underline{75 \text{ N}}$$
 nyomóerővel hat a víz.

A víz súlya $G = m \cdot g = 4,5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 45 \text{ N}$

azaz $F_{\text{ny}} > G$. (Ez a hidrosztatika paradoxon egyik megnyilvánulása.)

Magyarázata: az edény alja által a vízre kifejtett nyomóerőnek nem csak a vízre ható gravitációs erőt, hanem az edény "válla" által lefelé kifejtett hidrosztatikai nyomóerőt is ellensúlyoznia kell, melynek nagysága

$$F_{\text{ny}}' = p_2 \cdot (A_1 - A_2) = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot (A_1 - A_2) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,3 \text{ m} \cdot (0,015 \text{ m}^2 - 0,005 \text{ m}^2) = 30 \text{ N}. \text{ (vagyis éppen}$$

a kért két erő különbsége)

(Kevésbé pontosan, kb. a diákoktól elvárható szinten fogalmazva: az edény alját nemcsak a víz súlya, hanem az edény "válla" által kifejtett erő is nyomja lefelé.)