

**Exercici 1.** Sabent que  $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$  i fent un factor de conversió, tenim

$$P_c = 44 \frac{\cancel{\text{MJ}}}{\cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{10^6 \cancel{\text{J}}}{1 \cancel{\text{MJ}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{cal}}}{4,18 \cancel{\text{J}}} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{10^3 \cancel{\text{cal}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{kg}}}{10^3 \cancel{\text{g}}} \cdot \frac{0,8 \cancel{\text{g}}}{1 \cancel{\text{cm}^3}} \cdot \frac{10^3 \cancel{\text{cm}^3}}{1 \text{ L}} = 8,42 \cdot 10^3 \text{ kcal/L}$$

\*       \*       \*

**Exercici 2.** Els  $15000 \text{ L}$  d'aigua equivalen a  $1,5 \cdot 10^4 \text{ kg}$ , llavors, la calor necessària per escalfar-la des de  $20^\circ$  fins a  $90^\circ$  val

$$Q = mC_e\Delta T = 1,5 \cdot 10^4 \cdot 4180 \cdot (90 - 20) = 4,389 \cdot 10^9 \text{ J}$$

on hem fet servir la dada de la calor específica de l'aigua en el Sistema internacional, ja que és una dada prou coneguda. Si fem servir la de l'enunciat necessitem l'equivalència entre calories i joules, que no es dona.

Ara, la quantitat de carbó que necessitem si el rendiment fos del 100 %

$$4,389 \cdot 10^9 \cancel{\text{J}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{MJ}}}{10^6 \cancel{\text{J}}} \cdot \frac{1 \text{ kg carbó}}{28 \cancel{\text{MJ}}} = 156,75 \text{ kg}$$

però com el rendiment és del 75 % en necessitarem més, en concret

$$\frac{156,75 \text{ kg}}{0,75} = 209 \text{ kg}$$

\*       \*       \*

**Exercici 3.** Calculem el poder calorífic del gas en les condicions de pressió i temperatura que ens diuen

$$\begin{aligned} p_c &= p_c(CN) \frac{p}{101325} \cdot \frac{273}{273 + T} \\ &= 46 \cdot \frac{506,5 \cdot 10^3}{101325} \cdot \frac{273}{273 + 20} \\ &= 214,247 \text{ MJ/m}^3 \end{aligned}$$

La potència consumida val

$$P_c = \frac{P_u}{\eta} = \frac{200 \cdot 10^6}{0,4} = 5 \cdot 10^8 \text{ W}$$

i en una hora li correspon una energia

$$E_c = P_c \cdot t = 5 \cdot 10^8 \cdot 3600 = 1,8 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

llavors

$$1,8 \cdot 10^{12} \cancel{\text{J}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{MJ}}}{10^6 \cancel{\text{J}}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{214,247 \cancel{\text{MJ}}} = 8,4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$



\* \* \*

**Exercici 4.** Calculem directament

$$Q = mC_e\Delta T = 100 \cdot 4180 \cdot (60 - 20) = 1,672 \cdot 10^7 J$$

\* \* \*

**Exercici 5.** Hem de fixar l'interval de temps en el qual volem calcular l'energia demanada, suposem que prenem una hora. En aquest temps la central produiria

$$1 \cancel{\text{h}} \cdot \frac{10^3 \cancel{\text{kg}}}{1 \cancel{\text{h}}} \cdot \frac{32 \cancel{\text{MJ}}}{1 \cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{10^6 \cancel{\text{J}}}{1 \cancel{\text{MJ}}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \cdot 10^6 \cancel{\text{J}}} = 8,89 \cdot 10^3 \text{ kWh}$$

tenint en compte el rendiment, l'energia útil real que es pot obtenir en una hora serà

$$E_u = 8,89 \cdot 10^3 \cdot \eta = 8,89 \cdot 10^3 \cdot 0,35 = 3,11 \cdot 10^3 \text{ kWh}$$

\* \* \*

**Exercici 6.**

a) En un dia la central consumeix

$$5 \cdot 10^4 \cancel{\text{kg}} \cdot \frac{11 \cancel{\text{MJ}}}{1 \cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{10^6 J}{1 \cancel{\text{MJ}}} = 5,50 \cdot 10^{11} J$$

i l'energia útil que produeix

$$E_{elec} = E_{cons} \cdot \eta = 5,50 \cdot 10^{11} \cdot 0,28 = 1,54 \cdot 10^{11} J$$

fent el canvi d'unitats

$$1,54 \cdot 10^{11} \cancel{\text{J}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{kWh}}}{3,6 \cdot 10^6 \cancel{\text{J}}} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{10^3 \cancel{\text{kWh}}} = 42,77 \text{ MWh}$$

La potència elèctrica mitjana serà

$$P_{elec} = \frac{E_{elec}}{t} = \frac{42,77 \text{ MWh}}{24 \cancel{\text{h}}} = 1,782 \text{ MW}$$

b) L'energia perduda en el procés anterior val

$$5,50 \cdot 10^{11} - 1,54 \cdot 10^{11} = 3,96 \cdot 10^{11} J$$



que es fa servir per escalfar aigua. Calculem quina quantitat sense tenir en compte el rendiment

$$Q = mC_e\Delta T$$

$$m = \frac{Q}{C_e\Delta T} = \frac{3,96 \cdot 10^{11}}{4180 \cdot 40^\circ} = 2,368 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

si tenim en compte el rendiment en realitat podrem escalfar menys aigua

$$2,368 \cdot 10^6 \cdot \eta = 2,368 \cdot 10^6 \cdot 0,85 = 2,013 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

c) Per trobar el cabal mitjà podem partir de la quantitat d'aigua escalfada en un dia

$$2,013 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{24 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 23,296 \text{ L/s}$$

\*            \*            \*

**Exercici 7.** Calcularem el rendiment de la central com

$$\eta = \frac{W_u}{W_c}$$

Comencem calculant primer el poder calorífic en les condicions de pressió i temperatura que ens proposen

$$\begin{aligned} p_c &= p_c(CN) \frac{p}{101325} \cdot \frac{273}{273 + T} \\ &= 44 \cdot \frac{303,9 \cdot 10^3}{101325} \cdot \frac{273}{273 + 25} \\ &= 126,4 \text{ MJ/m}^3 \end{aligned}$$

Ara, en una hora l'energia consumida per la central es pot calcular com

$$3 \frac{\text{m}^3 \text{ gas}}{\text{s}} \cdot \frac{126,4 \text{ MJ}}{1 \frac{\text{m}^3 \text{ gas}}{\text{s}}} = 379,2 \text{ MJ}$$

per una altra banda l'energia (útil) que cal en una hora per escalfar l'aigua és

$$Q = mC_e\Delta T = 500 \cdot 4180 \cdot (90 - 20) = 146,3 \text{ MJ}$$

de forma que el rendiment de la central val,

$$\eta = \frac{W_u}{W_c} = \frac{146,3}{379,2} = 0,386$$

\* \* \*

**Exercici 8.**

a) A partir de les dades de l'enunciat podem fer un factor de conversió segons

$$72 \frac{\cancel{g}}{h} \cdot \frac{1 \cancel{kg}}{10^3 \cancel{g}} \cdot \frac{49,5 \cancel{MJ}}{1 \cancel{kg}} \cdot \frac{10^6 J}{1 \cancel{MJ}} \cdot \frac{1 \cancel{K}}{3600 s} = 990 W$$

llavors, la potència de l'estufa, suposant que estan encesos els sis cremadors, val

$$P_{es} = 6 \cdot 990 = 5940 W$$

b) Tenint en compte el consum dels sis cremadors encesos simultàniament, podem calcular

$$12,5 \cancel{kg} \cdot \frac{10^3 \cancel{g}}{1 \cancel{kg}} \cdot \frac{1 h}{(6 \cdot 72) \cancel{g}} = 28,935 h = 1,04 \cdot 10^5 s$$

c) Podem dividir el preu d'una bombona entre l'energia (en  $kWh$ ) que ens proporciona. Per calcular aquesta energia multipliquem la potència de l'estufa per la durada d'una bombona

$$E_{es} = P_{es} \cdot t_{bom} = 5,940 kW \cdot 28,935 h = 171,87 kWh$$

i finalment

$$\frac{17 \text{ €}}{171,87 kWh} = 0,099 \frac{\text{€}}{kWh}$$