

### Exercici 1

Fem directament

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T = 800 \cdot 13 \cdot 10^{-6} \cdot 400 = 4,26 \text{ mm}$$

per tant

$$L = L_0 + \Delta L = 800 + 4,26 = 804,26 \text{ mm}$$

\* \* \*

### Exercici 2

A partir de la llei del gas ideal

$$pV = nRT$$

i tenint en compte que es tracta d'un procés a volum constant (el de la bombona), podem escriure

$$p_1 V_1 = nRT_1 \quad p_2 V_1 = nRT_2$$

dividint les equacions

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_1} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$$

tenim

$$p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1} = 303 \cdot \frac{273 + 600}{273 + 20} = 902,8 \text{ kPa}$$

on hem posat la pressió en  $\text{kPa}$  per comoditat i la temperatura en  $K$  (això és necessari).

\* \* \*

### Exercici 3

a) Considerem una hora de temps per fixar el càlcul, llavors, per la potència mínima

$$450 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{49,61 \text{ MJ}}{1 \text{ kg}} = 22,324 \text{ MJ}$$

$$P_{\min} = \frac{E_{\min}}{3600} = \frac{22,324 \cdot 10^6}{3600} = 6,2 \text{ kJ}$$

fem un càlcul semblant per trobar la potència màxima

$$800 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{49,61 \text{ MJ}}{1 \text{ kg}} = 39,688 \text{ MJ}$$

$$P_{\max} = \frac{E_{\max}}{3600} = \frac{39,688 \cdot 10^6}{3600} = 11,024 \text{ kW}$$



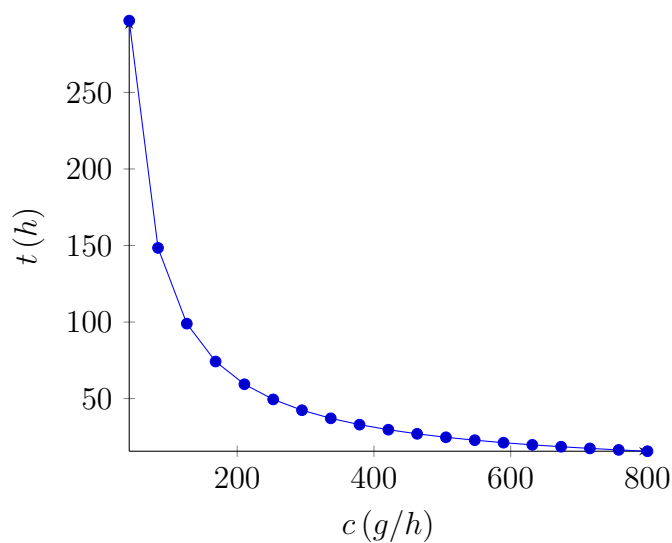
b) La durada màxima de la bombona es donarà amb el consum mínim, llavors

$$12,5 \text{ kg} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{450 \text{ g}} = 27,78 \text{ h} = t_{\max}$$

c) Podem escriure  $12500 = c \cdot t$ , d'on

$$t = \frac{12500}{c}$$

que és l'equació d'una hipèrbola



d) Plantegem un factor de conversió

$$10 \text{ kg} \cdot \frac{800 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{2,96 \text{ kg } CO_2}{1 \text{ kg}} = 23,68 \text{ kg } CO_2$$

aquest càlcul és per una bombona, llavors

$$m_{CO_2} = 23,68 \cdot 3 = 71,04 \text{ kg } CO_2$$

#### Exercici 4

a) L'energia consumida (provinent de diferents fonts) es pot calcular com

$$E_{cons} = P_{cons} \cdot t = 30 \cdot 0,75 \cdot 12 \cdot 365 = 98550 \text{ kWh}$$

on hem tingut en compte que el consum va variant al llarg del dia (no és sempre el mateix), i això està representat en el 75% de consum mitjà. En el Sistema Internacional tindrem

$$98550 \text{ kWh} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}}{1 \text{ kWh}} = 3,548 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

b) Tenint en compte que de l'energia calculada a l'anterior apartat el 15% ha de provenir de les plaques solars i el consum mitjà, podem escriure

$$P_{foto} = \frac{15}{100} \cdot 0,75 \cdot P_{cons} = \frac{15}{100} \cdot 0,75 \cdot 30 = 3,375 \text{ kW}$$

c) La potència que arriba a la placa val

$$P_{incident} = 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 1,45 \text{ m}^2 = 1450 \text{ W}$$

Calculem el rendiment a partir de la potència anterior i la que ella entrega a la xarxa

$$\eta = \frac{P_{placa}}{P_{incident}} = \frac{194}{1450} = 0,1338 = 13,38\%$$

d) Per trobar el nombre de plaques necessàries fem

$$\frac{3,375 \cdot 10^3}{194} = 17,396$$

llavors calen  $n_p = 18$  plaques.

e) En un any les 18 plaques solars generen una energia

$$E = n_p \cdot P_{placa} \cdot t = 18 \cdot 0,194 \text{ kW} \cdot 12 \text{ h} \cdot 365 = 15295 \text{ kWh}$$

que si fossin d'origen convencional correspondrien a

$$\Delta m = 15295 \text{ kWh} \cdot \frac{241 \text{ g CO}_2}{1 \text{ kWh}} = 3,686 \cdot 10^6 \text{ g CO}_2 = 3,686 \text{ t CO}_2$$

### Exercici 5

a) Podem calcular directament a partir de les dades de l'exercici

$$\eta_{alt} = \frac{P_{elec}}{P_{mot}} = \frac{5,5}{7,457} = 0,7376 = 73,76\%$$

b) Plantegem un factor de conversió per trobar el consum demanat

$$\frac{14\cancel{L}}{13\cancel{h}} \cdot \frac{0,85\cancel{kg}}{1\cancel{L}} \cdot \frac{10^3\cancel{g}}{1\cancel{kg}} = 915,385\cancel{g/h}$$

c) Necessitem calcular la potència consumida pel motor

$$915,385\frac{\cancel{g}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1\cancel{kg}}{10^3\cancel{g}} \cdot \frac{44,8\cancel{MJ}}{1\cancel{kg}} \cdot \frac{10^6\cancel{J}}{1\cancel{MJ}} \cdot \frac{1\cancel{h}}{3600\cancel{s}} = 11,39\cancel{kW}$$

llavors, el rendiment demanat val

$$\eta_{mot} = \frac{P_{mot}}{P_{cons}} = \frac{7,457}{11,39} = 0,6547 = 65,47\%$$

d) Finalment, la potència dissipada es pot calcular com

$$P_{diss} = P_{cons} - P_{elec} = 11,39 - 5,5 = 5,89\cancel{kW}$$

\* \* \*

### Exercici 6

Calculem l'emissió de  $CO_2$  que correspon a les estufes

$$4 \cdot \frac{600\cancel{g}}{1\cancel{kg}} \cdot \frac{8\cancel{h}}{1\cancel{dia}} \cdot \frac{1\cancel{kg}}{10^3\cancel{g}} \cdot \frac{2,96\cancel{kg\ CO_2}}{1\cancel{kg}} = 56,832\cancel{kg\ CO_2}$$

i ara, amb aquesta dada calculem la distància demanada

$$56,832\cancel{kg\ CO_2} \cdot \frac{1\cancel{L_{gasoil}}}{2,79\cancel{kg\ CO_2}} \cdot \frac{100\cancel{km}}{5,4\cancel{L_{gasoil}}} = 377,22\cancel{km}$$

\* \* \*

### Exercici 7

A partir de la llei del gas ideal

$$pV = nRT$$

i tenint en compte que és un procés a temperatura constant podem escriure

$$p_1V_1 = nRT_1 \quad p_2V_2 = nRT_1$$



d'on igualant les equacions

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

i

$$V_2 = V_1 \frac{p_1}{p_2} = 15 \cdot \frac{22 \cdot 10^6}{1013 \cdot 10^2} = 3,26 \cdot 10^3 L = 3,26 m^3$$

\* \* \*

### Exercici 8

a) Trobem les velocitats en el SI

$$120 \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1 \cancel{h}}{3600 s} \cdot \frac{10^3 m}{1 \cancel{km}} = 33,33 m/s$$

$$80 \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1 \cancel{h}}{3600 s} \cdot \frac{10^3 m}{1 \cancel{km}} = 22,22 m/s$$

ara podem fer

$$P_{util} = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E_c}{t} = \frac{m}{2t} (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1650}{2 \cdot 6,9} (33,33^2 - 22,22^2) = 73791 W$$

b) Ara, a partir de la definició de rendiment

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{cons}}$$

podem trobar

$$P_{cons} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{73791}{0,4} = 184477,3 W$$

d'on l'energia demanada serà

$$E = Pt = 184477,3 \cdot 6,9 = 1272893,5 J$$

c) Plantegem un factor de conversió

$$1272893,5 \cancel{J} \cdot \frac{1 \cancel{MJ}}{10^6 \cancel{J}} \cdot \frac{1 \cancel{kg benz}}{46 \cancel{MJ}} \cdot \frac{10^3 \cancel{g benz}}{1 \cancel{kg benz}} \cdot \frac{1 cm^3 benz}{0,72 \cancel{g benz}} = 38,43 cm^3$$

\* \* \*

### Exercici 9

a) És immediat calcular

$$E_{subm} = P_{subm} \cdot t = 1758 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 3600 \cdot 170 = 4,30 \cdot 10^{12} J$$



i

$$E_{cons} = \frac{E_{subm}}{\eta} = \frac{4,30 \cdot 10^{12}}{0,91} = 4,73 \cdot 10^{12} J$$

b) Plantegem un factor de conversió

$$V = 4,73 \cdot 10^{12} \cancel{\text{J}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{MJ}}}{10^6 \cancel{\text{J}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{kg}}}{44,8 \cancel{\text{MJ}}} \cdot \frac{1 L}{0,85 \cancel{\text{kg}}} = 1,242 \cdot 10^5 L$$

c) El cost total es pot calcular fàcilment com

$$c_{tot} = 1,242 \cdot 10^5 \cancel{\text{L}} \cdot \frac{0,893 \text{€}}{1 \cancel{\text{L}}} = 110903 \text{€}$$

\*       \*       \*

d) Finalment, la massa de  $CO_2$  emesa durant un any val

$$m_{CO_2} = 1,242 \cdot 10^4 \cancel{\text{L}} \cdot \frac{2,79 \cancel{\text{kg } CO_2}}{1 \cancel{\text{L}}} = 3,465 \cdot 10^3 \text{ kg } CO_2$$

\*       \*       \*

### Exercici 10

a) En un minut de temps la caldera produeix

$$E_{util} = P_{util} \cdot t = 28 \cdot 10^3 \cdot 60 = 1,68 \cdot 10^6 J$$

i escalfa una quantitat d'aigua

$$m = \frac{Q}{C_e \Delta T} = \frac{E_{util}}{C_e \Delta T} = \frac{1,68 \cdot 10^6}{4180 \cdot 25} = 16,076 L/min$$

b) En quant a la potència consumida

$$P_{cons} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{28 \cdot 10^3}{0,87} = 32,184 \cdot 10^3 W$$

Considerant un segon de temps tenim

$$32,184 \cdot 10^3 W \rightarrow 32,184 \cdot 10^3 J$$

de forma que podem calcular

$$q_{comb} = 32,184 \cdot 10^3 \cancel{\text{J}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{MJ}}}{10^6 \cancel{\text{J}}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{62 \cancel{\text{MJ}}} = 5,2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

c) En quant al temps demanat

$$t = 0,1 \cancel{\text{m}^3} \cdot \frac{10^3 \cancel{\text{kg}}}{1 \cancel{\text{m}^3}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{L}}}{1 \cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{min}}}{16,076 \cancel{\text{L}}} \cdot \frac{60 s}{1 \text{ min}} = 373,23 s$$

i finalment, el combustible utilitzat en aquest temps

$$373,23 \cancel{\text{s}} \cdot \frac{5,2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}}{1 \cancel{\text{s}}} = 0,194 \text{ kg}$$

**Exercici 11** Plantegem un factor de conversió amb les dades de l'enunciat

$$\frac{75 \text{ X}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{0,75 \text{ kg}}{1 \text{ X}} \cdot \frac{5,488, \text{ km}}{1 \text{ volta}} = 3,087 \text{ kg/volta}$$

\*       \*       \*

**Exercici 12**

a) Tenint en compte que per l'aigua  $50 \text{ L} = 50 \text{ kg}$  podem escriure

$$E = Q = mC_e\Delta T = 50 \cdot 4180 \cdot (65 - 15) = 1,045 \cdot 10^7 \text{ J}$$

b) Per una banda

$$E_{elec} = P_{elec} \cdot t = 1,5 \text{ kW} \cdot \left(2 + \frac{5}{60}\right) \text{ h} = 3,125 \text{ kWh}$$

i el cost serà

$$3,125 \text{ kWh} \cdot \frac{0,125 \text{ €}}{1 \text{ kWh}} = 0,39 \text{ €}$$

c) Calculem el rendiment amb

$$\eta = \frac{E}{E_{elec}} = \frac{1,045 \cdot 10^7}{1,125 \cdot 10^7} = 0,928$$

d) Calculem primer la resistència elèctrica

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{1,5 \cdot 10^3} = 35,257 \Omega$$

i ara la resistivitat

$$\rho = \frac{RA}{L} = \frac{35,267 \cdot \pi \cdot \frac{(0,25 \cdot 10^{-3})^2}{4}}{1,5} = 1,154 \cdot 10^{-6} \Omega m$$

\*       \*       \*

**Exercici 13**

a) Calculem aplicant directament l'expressió que ens proporcionen

$$\eta_A = \eta_0^A - k_1^A \cdot \frac{T_m - T_a}{I} = 0,80 - 8,9 \cdot \frac{50^\circ - 18^\circ}{800} = 0,444$$

i

$$\eta_B = \eta_0^B - k_1^B \cdot \frac{T_m - T_a}{I} = 0,66 - 3,2 \cdot \frac{50^\circ - 18^\circ}{800} = 0,532$$

es veu que l'opció més eficient és la B

b) Calculem l'energia que cal per escalfar els 390 L (= 390 kg) d'aigua en les 8 hores

$$Q = mC_e\Delta T = 390 \cdot 4180 \cdot 35 = 57,06 \text{ MJ}$$

llavors la potència (útil) associada que cal, val

$$P_u = \frac{57,06 \cdot 10^6}{8 \cdot 3600} = 1,98 \text{ kW}$$

La potència (consumida) que han de subministrar els captadors serà

$$P_{cons} = \frac{P_u}{\eta_B} = \frac{1,98 \cdot 10^3}{0,532} = 3,72 \text{ kW}$$

Com la radiació solar present val  $I = 800 \text{ W/m}^2$ , calculem el nombre de captadors necessaris amb factors de conversió

$$3,72 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{800 \text{ W}} \cdot \frac{1 \text{ captador}}{2,1 \text{ m}^2} = 2,21 \text{ captadors}$$

és clar que per satisfer les necessitats en calen 3.

c) Ara la radiació solar val  $I' = 400 \text{ W}$ . Als 3 captadors, els arriba la següent potència

$$3 \text{ captadors} \cdot \frac{2,1 \text{ m}^2}{1 \text{ captador}} \cdot \frac{400 \text{ W}}{1 \text{ m}^2} = 2520 \text{ W}$$

La potència que proporcionen els captadors és menor, ja que hi ha un rendiment associat  $\eta'_B$  (que s'ha de recalculer perquè depenia de la radiació que arriba)

$$\eta'_B = \eta_0^B - k_1^B \cdot \frac{T_m - T_a}{I} = 0,66 - 3,2 \cdot \frac{50^\circ - 18^\circ}{400} = 0,404$$

$$P_u = 2520 \cdot \eta'_B = 2520 \cdot 0,404 = 1018,08 \text{ W}$$

Llavors, l'energia que proporcionen els captadors en 8 hores, val

$$E_{captadors} = P_u t = 1018,08 \cdot 8 \cdot 3600 = 29,32 \text{ MJ}$$

L'energia total que calia per escalfar l'aigua l'haviem calculat abans i valia

$$E_{total} = Q = 57,06 \text{ MJ}$$

per tant, l'energia suplementària que caldrà subministrar en forma d'electricitat serà

$$E_{electr} = 57,06 - 29,32 = 27,74 \text{ MJ}$$



i finalment

$$27,74 \cancel{MJ} \cdot \frac{10^6 \cancel{J}}{1 \cancel{MJ}} \cdot \frac{1 kWh}{3,6 \cdot 10^6 \cancel{J}} = 7,706 kWh$$

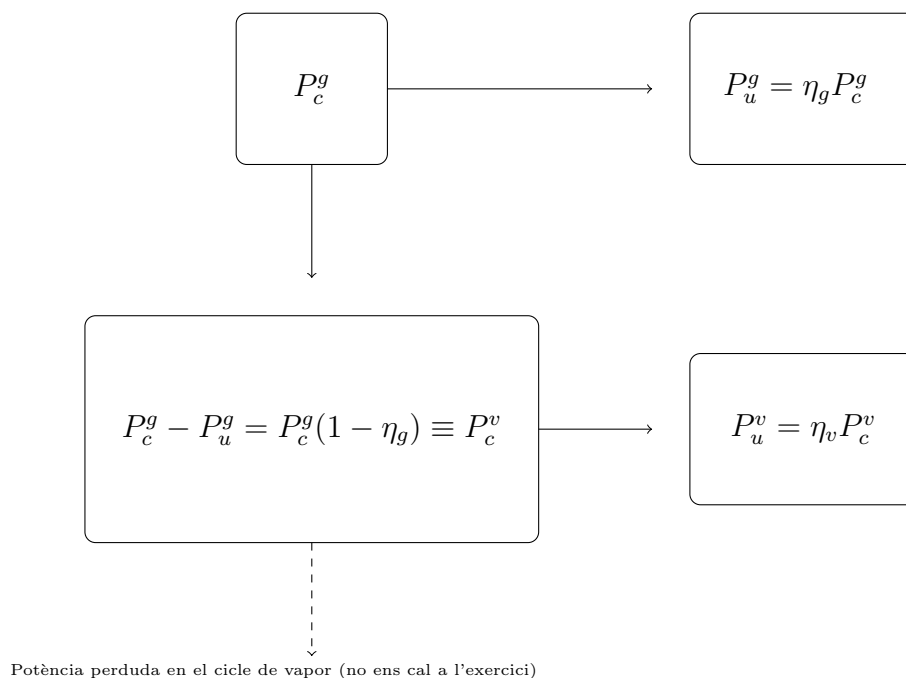
\*            \*            \*

#### Exercici 14

Fem les següents identifications per tal de resoldre el problema:

- Potència útil del cicle de gas  $\equiv P_u^g$
- Potència consumida del cicle de gas  $\equiv P_c^g$
- Potència útil del cicle de vapor  $\equiv P_u^v$
- Potència consumida del cicle de vapor  $\equiv P_c^v$

i considerem el diagrama de blocs següent



Pel procés global és

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{P_u^g + P_u^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g P_c^g + \eta_v P_c^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g \cancel{P_c^g} + \eta_v \cancel{P_c^g}(1 - \eta_g)}{\cancel{P_c^g}} = \eta_g + \eta_v(1 - \eta_g)$$

a) Per calcular la potència consumida,  $P_{cons}$  per la central, apliquem la definició de rendiment al procés global, ja que la potència útil la coneixem, val  $P_u = 500 MW$ . Cal notar que la potència consumida per la central és el que

hem anomenat  $P_c^g$  i la potència útil de la central és la suma de la potència útil del cicle de gas i del cicle de vapor,  $P_u^g + P_u^v$

$$P_{cons} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{500 \cdot 10^6}{0,575} = 869,6 \text{ MW} = 869,6 \text{ MJ/s} = P_c^g$$

b) Ara, per calcular el volum de gas demanat, fem factors de conversió a partir de la potència consumida

$$24 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{869,6 \text{ MJ}}{1 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{32,5 \text{ MJ}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{0,423 \text{ kg}} = 5,46 \cdot 10^6 \text{ L} = 5,46 \text{ ML}$$

c) En quant a aquest apartat, la potència dissipada en el cicle de gas, que és la que es farà servir com a potència consumida pel cicle de vapor, és el que hem anomenat  $P_c^v$  i és

$$P_c^v = P_c^g(1 - \eta_g) = 869,6 \cdot (1 - 0,32) = 591,33 \text{ MW}$$

d) Ara fem servir un resultat obtingut abans que relaciona tots els rendiments que apareixen a l'exercici

$$\eta = \eta_g + \eta_v(1 - \eta_g) \longrightarrow \eta_v = \frac{\eta - \eta_g}{1 - \eta_g} = \frac{0,575 - 0,32}{1 - 0,32} = 0,375$$

\* \* \*

### Exercici 15

a) En quant a la potència tèrmica consumida amb gasolina

$$P_{gasol} = \frac{8 \text{ L}_{gasol}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{120 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{0,75 \text{ kg}_{gasol}}{1 \text{ L}_{gasol}} \cdot \frac{42,5 \text{ MJ}}{1 \text{ kg}_{gasol}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} =$$

$$= 0,085 \text{ MJ/s} = 85 \text{ kW}$$

En quant a la potència tèrmica consumida amb GLP

$$P_{GLP} = \frac{9,3 \text{ L}_{GLP}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{120 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{0,56 \text{ kg}_{GLP}}{1 \text{ L}_{GLP}} \cdot \frac{46 \text{ MJ}}{1 \text{ kg}_{GLP}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} =$$

$$= 0,07986 \text{ MJ/s} = 79,86 \text{ kW}$$

b) En quant al cost per cada 100 km de cada un dels combustibles

$$c_{gasol} = \frac{8, \text{ L}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{1,36 \text{ €}}{1 \text{ L}} = 10,88 \text{ €/100 km}$$

i

$$c_{GLP} = \frac{9,3 \text{ ¤}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{0,73 \text{ ¤}}{1 \text{ ¤}} = 6,789 \text{ ¤}/100 \text{ km}$$

c) Fent servir el sistema basat en GLP estalviem, cada 100 km una quantitat  $10,88 - 6,789 = 4,091 \text{ ¤}$ , llavors la distància que hem de recórrer en total per amortitzar la despesa d'instal·lació es pot calcular com

$$2000 \text{ ¤} \cdot \frac{100 \text{ km}}{4,091 \text{ ¤}} = 48887,8 \text{ km}$$

i en tres anys, caldrà una distància anual  $d_{any}$

$$d_{any} = \frac{48887,8 \text{ km}}{3 \text{ any}} = 16296 \text{ km/any}$$

d) El dipòsit de GLP tenia un volum  $V = 40 \text{ L}$ , de forma que al 85% de la seva capacitat podrà recórrer

$$40 \text{ ¤} \cdot \frac{85}{100} \cdot \frac{100 \text{ km}}{9,3 \text{ ¤}} = 365,6 \text{ km}$$

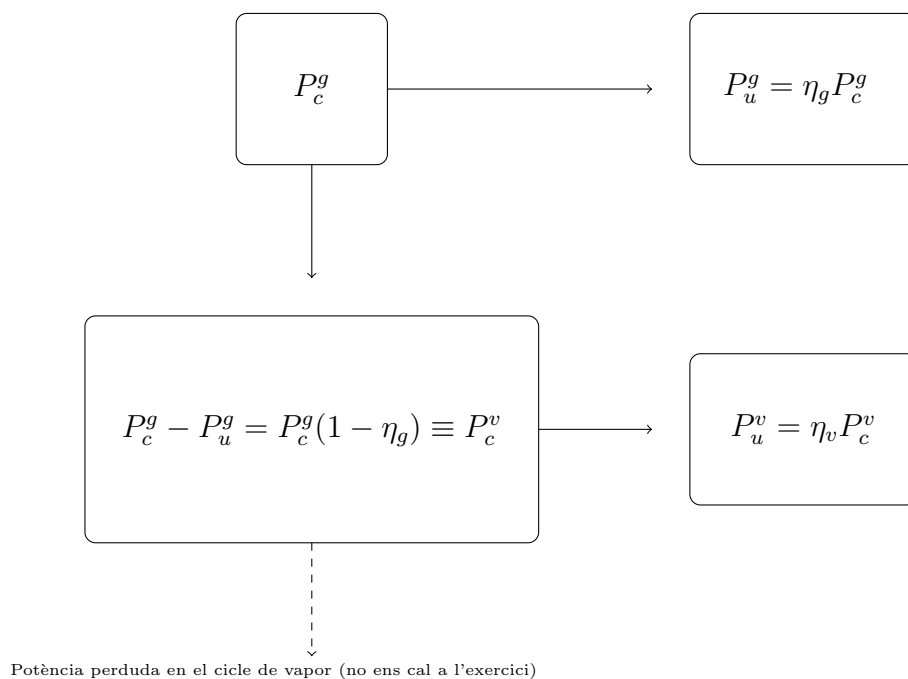
\*       \*       \*

### Exercici 16

Fem les següents identificacions per tal de resoldre el problema:

- Potència útil del cicle de gas  $\equiv P_u^g$
- Potència consumida del cicle de gas  $\equiv P_c^g$
- Potència útil del cicle de vapor  $\equiv P_u^v$
- Potència consumida del cicle de vapor  $\equiv P_c^v$

i considerem el diagrama de blocs següent



Pel procés global és

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{P_u^g + P_u^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g P_c^g + \eta_v P_c^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g P_c^g + \eta_v P_c^g(1 - \eta_g)}{P_c^g} = \eta_g + \eta_v(1 - \eta_g)$$

**a)** L'energia procedent de la combustió del gas natural que consumeix la central en 24 hores es pot calcular amb factors de conversió

$$4515 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{10^3 \frac{L}{m^3}}{1 \frac{m^3}} \cdot \frac{0,423 \frac{kg}{L}}{1 \frac{kg}} \cdot \frac{32,1 \frac{MJ}{kg}}{1 \frac{kg}} = 6,13 \cdot 10^7 \text{ MJ}$$

llavors la potència consumida val

$$P_c^g = \frac{W_c}{t} = \frac{6,13 \cdot 10^{13}}{24 \cdot 3600} = 709,6 \text{ MW}$$

**b)** Calculem el quocient entre la potència útil (és una dada de l'exercici) i la consumida que acabem de calcular

$$\eta = \frac{390}{709,6} = 0,55$$

**c)** Tenim que

$$\eta_g = \frac{\eta - \eta_v}{1 - \eta_v} = \frac{0,55 - 0,31}{1 - 0,31} = 0,348$$

**Exercici 17** Calculem primer el consum per volta en litres

$$2,9 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ L}}{0,75 \text{ kg}} = 3,867 \text{ L}$$

llavors, el consum en litres per km és

$$\frac{3,867}{5,543} = 0,6976 \text{ L/km}$$

d'on el consum en litres per cada 100 km serà

$$0,6976 \text{ L/km} \cdot \frac{100 \cancel{\text{km}}}{100 \cancel{\text{km}}} = 69,76 \text{ L/100 km}$$

\*       \*       \*

**Exercici 18**

a) Podem escriure

$$Q = mC_e\Delta T = 1,4 \cdot 4180 \cdot (95 - 20) = 4,39 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Aquesta energia correspon a una potència

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{4,39 \cdot 10^5}{4 \cdot 60 + 30} = 1,626 \cdot 10^3 \text{ W}$$

b) A partir de l'expressió de la potència que dissipa la resistència d'escalfament i igualant amb el valor obtingut a l'apartat anterior

$$1,626 \cdot 10^3 = P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{230^2}{1,626 \cdot 10^3} = 32,54 \Omega$$

c) Quan s'obre l'interruptor A les dues resistències estan en sèrie i si volem que dissipin 300 W podem aplicar

$$P = \frac{V^2}{R_e + R_m} \rightarrow R_m = \frac{V^2}{P} - R_e = \frac{230^2}{300} - 32,54 = 143,8 \Omega$$

\*       \*       \*

**Exercici 19**

a) Tenim, a partir de les dades del problema, i tenint en compte que per l'aigua  $1 \text{ L} = 1 \text{ kg}$

$$E_1 = Q = mC_e\Delta T = 0,5 \cdot 4180 \cdot (120 - 20) = 209 \text{ kJ}$$



b) Ara

$$P_1 = \frac{E_1}{t} \longrightarrow t = \frac{E_1}{P_1} = \frac{209000}{700} = 298,57 \text{ s} \approx 5 \text{ min}$$

c) Del curs passat sabem que la potència que entrega una font d'alimentació  $U$  en un circuit amb resistència equivalent  $R$ , val

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Llavors, quan està connectada només  $R_e$  podem escriure

$$700 = \frac{230^2}{R_e} \longrightarrow R_e = \frac{230^2}{700} = 75,57 \Omega$$

i quan es connecten en sèrie  $R_e$  i  $R_m$

$$260 = \frac{230^2}{R_e + R_m} \longrightarrow R_m = \frac{230^2}{260} - R_e = 127,9 \Omega$$

\*       \*       \*

### Exercici 20

El % de nitrogen que hi ha en aquest gas és

$$100 - (86,15 + 12,68 + 0,4 + 0,09) = 0,68\%$$

llavors

$$4500 \cancel{L_{gas}} \cdot \frac{0,68 \cancel{L_{N_2}}}{100 \cancel{L_{gas}}} \cdot \frac{1,251 \text{ g } N_2}{1 \cancel{L_{N_2}}} = 38,28 \text{ g } N_2 = 0,03828 \text{ kg } N_2$$

\*       \*       \*

### Exercici 21

a) L'energia que cal per escalfar els 240 L (= 240 kg) d'aigua es calcula com

$$Q = mC_e\Delta T = 240 \cdot 4180 \cdot (45 - 10) = 35,112 \text{ MJ}$$

llavors

$$I_{dia} = 35,112 \text{ MJ} \cdot \frac{1 \text{ captador}}{2,2 \text{ m}^2} = 15,96 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

b) Per una banda cal tenir en compte el 60% de l'energia que calia abans per escalfar l'aigua, i per l'altre, cal tenir en compte que la irradiació s'ha reduït a la tercera part, llavors

$$\frac{60}{100} \cdot 35,112 \cancel{\text{MJ}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{m}^2}}{\frac{15,96 \cancel{\text{MJ}}}{3}} \cdot \frac{1 \text{ captador}}{2,2 \cancel{\text{m}^2}} = 1,8 \text{ captadors}$$



llavors, és clar que calen 2 captadors. c) Ara, els dos captadors proporcionen la següent quantitat d'energia

$$2 \cancel{\text{captadors}} \cdot \frac{2,2 \cancel{\text{m}^2}}{1 \cancel{\text{captador}}} \cdot \frac{15,96 \text{ MJ}}{3 \cancel{\text{m}^2}} = 23,408 \text{ MJ}$$

i l'energia que ha de proveir l'escalfador elèctric és

$$E_{electr} = 35,112 - 23,408 = 11,704 \cancel{\text{MJ}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \cancel{\text{MJ}}} = 3,25 \text{ kWh}$$

\*       \*       \*

### Exercici 22

A partir de les dades que proporciona l'enunciat i fent factors de conversió

$$34,1 \frac{\text{MJ}}{\cancel{\text{X}}} \cdot \frac{7 \cancel{\text{X}}}{100 \text{ km}} = 2,387 \text{ MJ/km}$$

com volem el valor per passatger i l'ocupació mitjana és 1,8

$$\frac{2387 \text{ MJ/km}}{1,18 \cancel{\text{passatger}}} = 2,023 \text{ MJ}/(\text{Km} \cdot \text{passatger})$$

\*       \*       \*

### Exercici 23

a) Plantegem un factor de conversió

$$c = 3,05 \cancel{\text{kWh}} \cdot \frac{10^3 \cancel{\text{Wh}}}{1 \cancel{\text{kWh}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{h}}}{1 \cancel{\text{h}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{MJ}}}{10^6 \cancel{\text{J}}} \cdot \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{4961 \cancel{\text{MJ}}} = 0,221 \text{ kg/h}$$

b) És immediat calcular

$$t_b = 12,5 \cancel{\text{kg}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{0,221 \cancel{\text{kg}}} = 56,48 \text{ h}$$

c) El volum en forma de gas abans d'introduir-lo en la bombona és

$$12,5 \cancel{\text{kg}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{2,52 \cancel{\text{kg}}} = 4,96 \text{ m}^3$$

el volum que ocupa dins la bombona val

$$V = A_{base} \cdot altura = \pi \cdot \left(\frac{0,3}{2}\right)^2 \cdot 0,45 = 0,032 \text{ m}^3$$

per tant, el percentatge de reducció és

$$\frac{4,96 - 0,032}{4,96} = 0,9935 = 99,35\%$$

d) Del primer i segon apartat es veu que la relació entre la potència, el temps i la massa del butà dins la bombona és

$$t = 12,5 \cdot \frac{1}{P \cdot \frac{10^3}{10^6} \cdot \frac{3600}{49,61}} = \frac{172,26}{P}$$

que és l'equació d'una hipèrbola, llavors

