Exercici 1
Fem directament

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

per tant

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

* * *

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

$$p_1V_1 = nRT_1 \qquad p_2V_1 = nRT_2$$

dividint les equacions

$$\frac{p_1\cancel{V_1}}{p_2\cancel{V_1}} = \frac{\cancel{nR}T_1}{\cancel{nR}T_2}$$

tenim

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

on hem posat la pressió en 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

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

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

fem un càlcul semblant per trobar la potència màxima

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

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

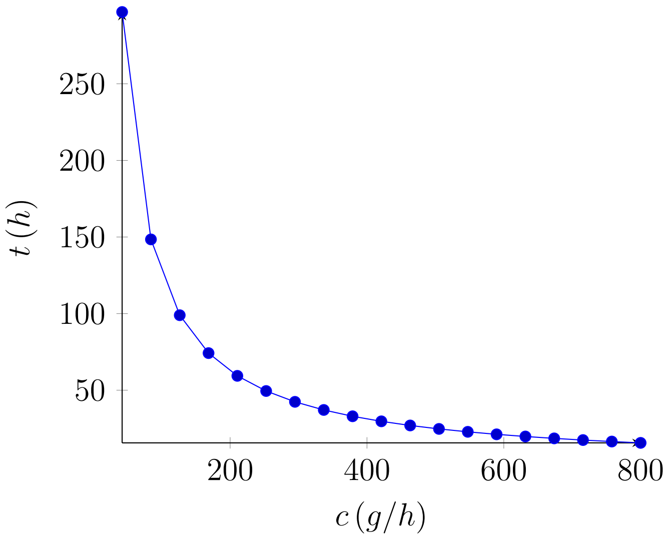
b) La durada màxima de la bombona es donarà amb el consum mínim, llavors

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

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

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

aquest càlcul és per una bombona, llavors

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

Exercici 4

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

$$E_{cons} = P_{cons} \cdot t = 30 \cdot 0,75 \cdot 12 \cdot 365 = 98550 \cdot 10^4\, kWh$$

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

$$98550 \cdot 10^4\, \cancel{kWh} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^6\, J}{1\, \cancel{kWh}} = 3,548 \cdot 10^{11}\, J = 354,8\, GJ$$

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

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

c) La potència que arriba a la placa val

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

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

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

que si fossin d'origen convencional correspondrien a

$$\Delta m = 15295\, \cancel{kWh} \cdot \frac{241\, g\, CO_2}{1\, \cancel{kWh}} = 3,686 \cdot 10^6\, g\, CO_2 = 3,686\, t\, CO_2$$

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

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

c) Necessitem calcular la potència consumida pel motor

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

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

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

* * *

Exercici 6

Calculem l'emissió de CO_2 que correspon a les estufes

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

i ara, amb aquesta dada calculem la distància demanada

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

* * *

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

$$p_1V_1 = nRT_1 \qquad p_2V_2 = nRT_1$$

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

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

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

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

c) El cost total es pot calcular fàcilment com

$$c_{tot} = 1,242 \cdot 10^4\,\cancel{L} \cdot \frac{0,893\,€}{1\,\cancel{L}} = 110903\,€$$

* * *

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

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

* * *

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

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

c) En quant al temps demanat

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

i finalment, el combustible utilitzat en aquest temps

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

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

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

* * *

Exercici 12

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

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

b) Per una banda

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

i el cost serà

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

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

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

i

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

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

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

llavors la potència (útil) associada que cal, val

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

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

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

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

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

és clar que per satisfer les necessitats en calen 3.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

i finalment

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

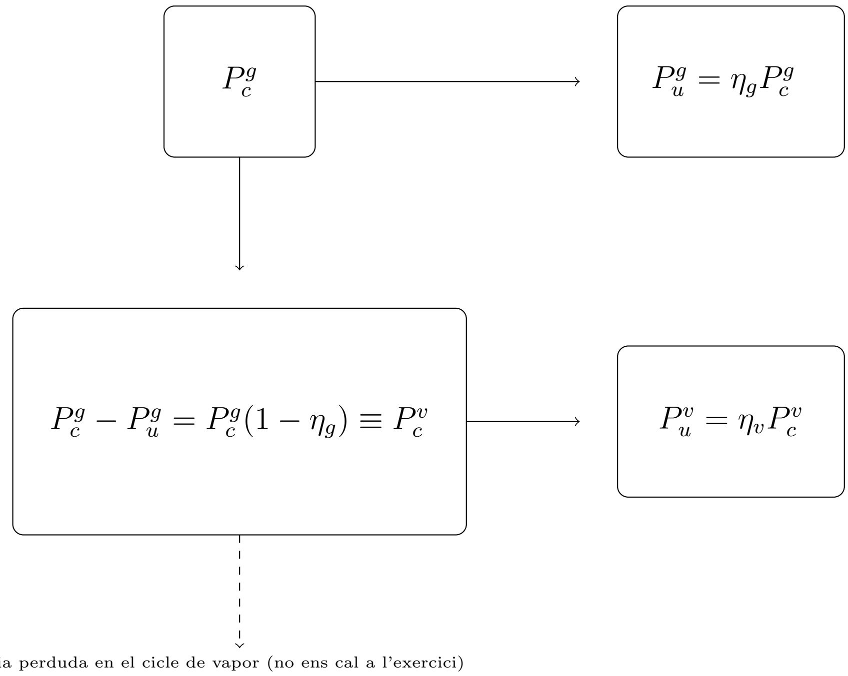
* * *

Exercici 14

Fem les següents 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

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

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, $P_u^g + P_u^v$

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

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

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

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

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

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

$$P_{gasol} = \frac{8\cancel{L_{gasol}}}{100\cancel{km}} \cdot \frac{120\cancel{km}}{1\cancel{h}} \cdot \frac{0,75\cancel{kg_{gasol}}}{1\cancel{L_{gasol}}} \cdot \frac{42,5\,MJ}{1\cancel{kg_{gasol}}} \cdot \frac{1\cancel{h}}{3600\,s} =$$

$$= 0,085\,MJ/s = 85\,kW$$

En quant a la potència tèrmica consumida amb GLP

$$P_{GLP} = \frac{9,3\cancel{L_{GLP}}}{100\cancel{km}} \cdot \frac{120\cancel{km}}{1\cancel{h}} \cdot \frac{0,56\cancel{kg_{GLP}}}{1\cancel{L_{GLP}}} \cdot \frac{46\,MJ}{1\cancel{kg_{GLP}}} \cdot \frac{1\cancel{h}}{3600\,s} =$$

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

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

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

i

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

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

$$2000\,\cancel{€} \cdot \frac{100\,km}{4,091\cancel{€}} = 48887,8\,km$$

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

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

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

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

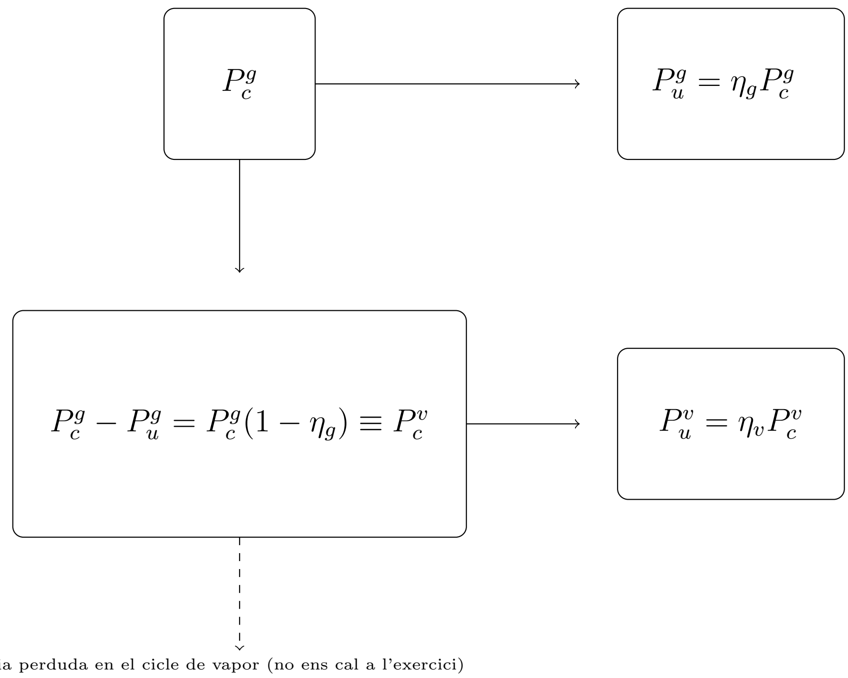
* * *

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

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

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

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

llavors la potència consumida val

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

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

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

llavors, el consum en litres per km és

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

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

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

* * *

Exercici 18
a) Podem escriure

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

Aquesta energia correspon a una potència

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

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

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

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

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

* * *

Exercici 19
a) Tenim, a partir de les dades del problema, i tenint en compte que per l'aigua $1\,L = 1\,kg$

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

b) Ara

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

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

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

* * *

Exercici 21

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

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

llavors

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

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

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

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

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

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

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

* * *

Exercici 22
A partir de les dades que proporciona l'enunciat i fent factors de conversió

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

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

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

* * *

Exercici 23
a) Plantegem un factor de conversió

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

b) És immediat calcular

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

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

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

el volum que ocupa dins la bombona val

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

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