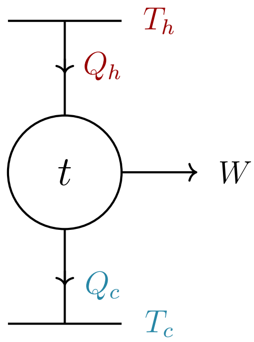
1. Representem l'esquema de la màquina tèrmica



El rendiment de la màquina de Carnot es pot calcular com

$$\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{50 + 273}{200 + 273} = 0,317$$

(a) Llavors tenim

$$\eta_t = \frac{\eta_c}{2} = \frac{0,317}{2} = 0,1586$$

(b) En una hora el treball produït es pot calcular com

$$W = Pt = 80 \cdot 10^3 \cdot 3600 = 2,88 \cdot 10^8 \, J$$

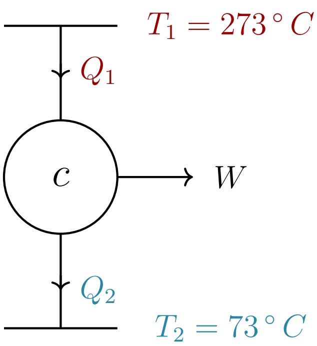
i, amb la definició de rendiment

$$\eta_t = \frac{W}{Q_h} \to Q_h = \frac{W}{\eta_t} = \frac{2,88 \cdot 10^8}{0,1586} = 1,82 \cdot 10^9 \, J$$

(c) Podem escriure directament

$$Q_c = Q_h - W = 1,82 \cdot 10^9 - 2,88 \cdot 10^8 = 1,53 \cdot 10^9 \, J$$

2. Fent servir l'esquema de la màquina tèrmica



(a) Calculem directament

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{73+273}{273+273} = 0,366$$

(b) A partir de la definició de rendiment

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \to W = Q_1 \eta = 1300 \cdot 0,366 = 476,19\,J$$

i la calor entregada al focus fred valdrà

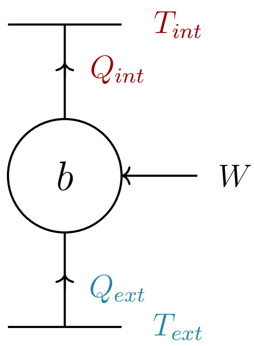
$$Q_2 = Q_1 - W = 1300 - 476,19 = 823,81\,J$$

(c) El treball ja l'hem calculat abans, $W = 476,19\,J$.

(d) Fent servir les dades de l'enunciat

$$0,5 = 1 - \frac{T}{2 \cdot 273} \to \frac{T}{2 \cdot 273} = 1 - 0,5 \to T = 2 \cdot 273 \cdot 0,5 = 273\,K$$

3. Representem la bomba de calor amb un esquema



(a) A partir de la definició de COP de la bomba de calor en mode calefacció

$$COP_b^C = \frac{Q_{int}}{W} = \frac{Q_{int}}{Q_{int}} - Q_{ext} = \frac{T_{int}}{T_{int}} - T_{ext} = \frac{22+273}{22+273-(12+273)} = 29,5$$

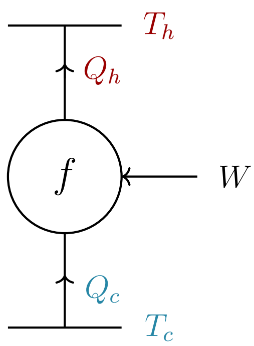
(b) Calculem directament

$$Q_{int} = W COP_b^C = 100 \cdot 10^3 \cdot 29,5 = 2,95 \cdot 10^6\,J$$

(c) Calculem senzillament

$$Q_{ext} = 2,95 \cdot 10^5 - 100 \cdot 10^3 = 2,85 \cdot 10^6\,J$$

4. Fent servir l'esquema de les màquines frigorífiques



(a) L'eficiència d'un refrigerador es calcula com

$$COP_f = \frac{Q_c}{W} = \frac{Q_c}{Q_h - Q_c}$$

que com ens diuen que podem considerar-lo ideal s'escriurà

$$COP_f = \frac{T_c}{T_h - T_c} = \frac{-18+273}{22+273-(-18+273)} = 6,375$$

Ara podem calcular el treball que consumeix la màquina en una hora

$$W = \frac{Q_c}{COP_f} = \frac{750 \cdot 10^3}{6,375} = 117,65 \cdot 10^3\, J$$

la potència desenvolupada serà

$$P = \frac{117,65 \cdot 10^3}{3600} = 32,68\, W = 0,03268\, kW$$

i l'energia consumida en kWh

$$0,03268 \cdot 8 \cdot 30 = 7,8432\, kWh$$

de forma que el cost serà

$$7,8432\, kW\, h \cdot \frac{0,20\, textN}{1\, kWh} = 1,57\,€$$

(b) Amb la nova eficiència

$$COP'_f = 0,6 \cdot 6,375 = 3,825$$

podem calcular el treball que consumirà la màquina

$$W = \frac{Q_c}{COP_f} = \frac{750 \cdot 10^3}{3,825} = 1,96 \cdot 10^5\, J$$

i finalment la potència serà

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1,96 \cdot 10^5}{3600} = 54,47\, W$$

5. (a) Calculem directament (amb la precaució d'escriure el volum en m^3)

$$W = p\Delta V = 10^6 \cdot (100 - 50) \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^4\, J$$

(b) Aplicant un resultat conegut pels processos isotèrmics

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 1 \cdot 8,31 \cdot (450 + 273) \ln \frac{3\cancel{V_1}}{\cancel{V_1}} = 6,6 \cdot 10^3\, J$$

(c) Calculem primer la pressió final

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \rightarrow p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 10^7 \cdot \left(\frac{12}{40}\right)^{1,66} = 1,355 \cdot 10^6\, J$$

ara podem calcular directament

$$W = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{\gamma - 1} = \frac{10^7 \cdot 12 - 1,355 \cdot 10^6 \cdot 40}{1,66 - 1} = 9,97 \cdot 10^7\, J$$