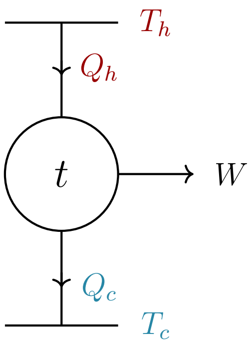
1. (*a*) Representem l'esquema de la màquina tèrmica



Amb $T_h = 650\,K$, $T_c = 320\,K$ i $W = 120 \cdot 10^3\ J/kg$. El rendiment màxim teòric (que correspon a la màquina de Carnot) es calcula com

$$\eta_C = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{320}{650} = 0,5077 = 50,77\,\%$$

Per calcular l'energia calorífica, fem

$$\eta_t = \frac{W}{Q_h} \to Q_h = \frac{W}{\eta_t} = \frac{120 \cdot 10^3}{0,4} = 3 \cdot 10^5\ J/kg = 300\,kJ/kg$$

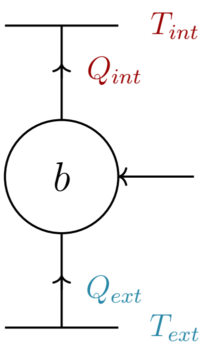
(*b*) Per la calor residual tenim

$$Q_h = W + Q_c \to Q_c = Q_h - W = 300 \cdot 10^3 - 120 \cdot 10^3 = 180 \cdot 10^3\ J/kg = 180\,kJ/kg$$

Ara, per calcular la temperatura,

$$0,6 = 1 - \frac{T_c}{T_h} \to \frac{T_c}{T_h} = 1 - 0,6 \to T_c = 650 \cdot 0,4 = 260\,K$$

2. (*a*) Representem la bomba de calor amb un esquema



Amb $T_h = 20 + 273 = 293\,K$ i $T_c = 0 + 273 = 273\,K$, el coeficient d'eficiencia màxim (que correspon a la màquina de Carnot) es pot calcular com

$$COP_{b,c}^{C} = \frac{T_h}{T_h - T_c} = \frac{293}{293 - 273} = 14,65$$

El treball demanat es pot calcular com

$$COP_{b,c} = \frac{Q_h}{W} \rightarrow W = \frac{Q_h}{COP_{b,c}} = \frac{30 \cdot 10^6}{5,5} = 5,45 \cdot 10^6\,J$$

(b) Ara, per calcular Q_c

$$W + Q_c = Q_h \rightarrow Q_c = Q_h - W = 30 \cdot 10^6 - 5,45 \cdot 10^6 = 24,55 \cdot 10^6\,J$$

i la potència valdrà

$$P = \frac{W}{t} = \frac{5,45 \cdot 10^6}{30 \cdot 60} = 3,027 \cdot 10^3\,W = 3,027\,kW$$

3. (a) Es tracta d'un procés a volum constant. Escrivint la llei del gas ideal pels dos estats

$$p_1V_1 = nRT_1$$
$$p_2V_1 = nRT_2$$

dividint les equacions

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

d'on

$$p_2 = p_1\frac{T_2}{T_1} = 300 \cdot 10^3 \cdot \frac{280}{400} = 210 \cdot 10^3\,Pa = 210\,kPa$$

(b) Ara el procés és a pressió constant, llavors

$$p_1V_1 = nRT_1$$

$$p_1V_2 = nRT_2$$

dividint les equacions

$$\frac{\cancel{p_1}V_1}{\cancel{p_1}V_2} = \frac{\cancel{nR}T_1}{\cancel{nR}T_2}$$

d'on

$$V_2 = V_1\frac{T_2}{T_1} = 2 \cdot \frac{500}{400} = 2,5\,m^3$$

4. (a) Comencem amb un factor de conversió per la velocitat angular

$$1450\,\frac{\cancel{rev}}{\cancel{min}}\cdot\frac{2\pi\,rad}{1\,\cancel{rev}}\cdot\frac{1\,\cancel{min}}{60\,s}=48,33\pi\,rad/s$$

ara podem calcular el parell

$$P=\Gamma\omega\rightarrow\Gamma=\frac{P}{\omega}=\frac{15\cdot10^3}{48,33\pi}=98,79\,Nm$$

(b) Calculem la velocitat angular de sortida

$$\omega_2=\tau\omega_1=\frac{1}{6}\cdot48,33\pi=8,055\pi\,rad/s$$

i a partir de la dada del rendiment podem calcular la potència útil

$$\eta=\frac{P_u}{P_c}\rightarrow P_u=\eta P_c=0,85\cdot15000=12750\,W$$

fnalment, el parell demanat valdrà

$$\Gamma=\frac{P_u}{\omega_2}=\frac{12750}{8,055\pi}=503,84\,Nm$$

5. (a) El treball que fa la grua és igual a la variació d'energia potencial de la massa que s'eleva

$$W=mgh=5000\cdot9,8\cdot50=2,45\cdot10^6\,J$$

i la potència (útil) valdrà

$$P=\frac{W}{t}=\frac{2,45\cdot10^6}{60+20}=30625\,W=30,625\,kW$$

(b) Calculem el rendiment directament, ja que hem calculat la potència útil i la consumida ens la donen com a dada a l'enunciat

$$\eta=\frac{P_u}{P_c}=\frac{30,625}{60}=0,51=51\,\%$$

i l'energia total dissipada valdrà

$$E_{diss}=Pt-mgh=60\cdot10^3\cdot(60+20)-2,45\cdot10^6=2,35\cdot10^6=2350\,kJ$$

6. (a) Amb la dada del rendiment i la potència desenvolupada pel motor calculem

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} \rightarrow P_c = \frac{P_u}{\eta} = \frac{36750}{0,3} = 122500\,W = 122,5\,kW$$

(b) En una hora, el combustible proporciona una energia

$$W = P \cdot t = 122500 \cdot 3600 = 441 \cdot 10^6\,J$$

i podem calcular el combustible consumit amb un factor de conversió

$$441 \cdot 10^6\,J = 441\,\cancel{MJ} \cdot \frac{1\,\cancel{kg}}{41\,\cancel{MJ}} \cdot \frac{1000\,\cancel{g}}{1\,\cancel{kg}} \cdot \frac{1\,\cancel{cm^3}}{0,67\,\cancel{g}} \cdot \frac{1\,l}{1000\,\cancel{cm^3}} = 16,05\,l$$

(c) Fem un factor de conversió per la velocitat angular

$$4500\,\frac{\cancel{rev}}{\cancel{min}} \cdot \frac{2\pi\,rad}{1\,\cancel{rev}} \cdot \frac{1\,\cancel{min}}{60\,s} = 150\pi\,rad/s$$

i a partir de la potència útil

$$\Gamma = \frac{P}{\omega} = \frac{36750}{150\pi} = 78\,Nm$$

7. (a) El volum de cada cilindre es pot calcular com

$$V_c = \pi R^2 h = \pi \cdot 7^2 \cdot 9 = 1385,44\,cm^3$$

i a partir de la definició de relació de compressió

$$r = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_c - V_{cambra}}{V_{cambra}}$$

podem escriure

$$rV_{cambra} = V_c + V_{cambra} \rightarrow V_{cambra} = \frac{V_c}{r-1} = \frac{1385,44}{9-1} = 173,18\,cm^3$$

(b) Fent un factor de conversió per la velocitat

$$3500\,\frac{\cancel{rev}}{\cancel{min}} \cdot \frac{2\pi\,rad}{1\,\cancel{rev}} \cdot \frac{1\,\cancel{min}}{60\,s} = 116,67\pi\,rad/s$$

podem calcular directament el parell demanat

$$\Gamma = \frac{P}{\omega} = \frac{51500}{116,67\pi} = 441,43\,Nm$$

(c) Fem un factor de conversió per trobar la potència consumida

$$8\,\frac{\cancel{l}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1\,\cancel{h}}{3600\,s} \cdot \frac{0,9\,\cancel{kg}}{1\,\cancel{l}} \cdot \frac{50\,\cancel{MJ}}{1\,\cancel{kg}} \cdot \frac{10^6\,J}{1\,\cancel{MJ}} = 10^5\,W$$

i calculem el rendiment amb

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{51500}{10^5} = 0,515 = 51,5\,\%$$