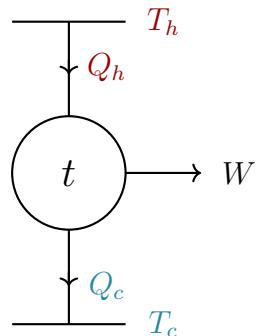


1. (a) Representem l'esquema de la màquina tèrmica



Amb $T_h = 650\text{ K}$, $T_c = 320\text{ K}$ i $W = 120 \cdot 10^3\text{ J/kg}$. 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

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

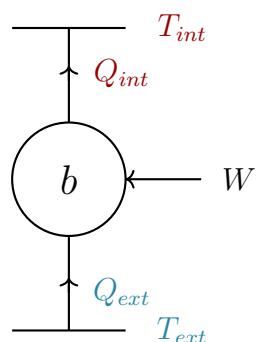
(b) Per la calor residual tenim

$$Q_h = W + Q_c \rightarrow Q_c = Q_h - W = 300 \cdot 10^3 - 120 \cdot 10^3 = 180 \cdot 10^3\text{ J/kg} = 180\text{ kJ/kg}$$

Ara, per calcular la temperatura,

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

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



Amb $T_h = 20 + 273 = 293\text{ K}$ i $T_c = 0 + 273 = 273\text{ K}$, el coeficient d'eficiència 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 demandat es pot calcular com

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

(b) Ara, per calcular Q_c

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

i la potència valdrà

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

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

$$p_1 V_1 = nRT_1$$

$$p_2 V_1 = nRT_2$$

dividint les equacions

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

d'on

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

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

$$p_1 V_1 = nRT_1$$

$$p_1 V_2 = nRT_2$$

dividint les equacions

$$\frac{p_1 V_1}{p_1 V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$$

d'on

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



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

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

ara podem calcular el parell

$$P = \Gamma\omega \rightarrow \Gamma = \frac{P}{\omega} = \frac{15 \cdot 10^3}{48,33\pi} = 98,79 \text{ Nm}$$

(b) Calclem la velocitat angular de sortida

$$\omega_2 = \tau\omega_1 = \frac{1}{6} \cdot 48,33\pi = 8,055\pi \text{ rad/s}$$

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

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} \rightarrow P_u = \eta P_c = 0,85 \cdot 15000 = 12750 \text{ W}$$

fnalment, el parell demandat valdrà

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

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

$$W = mgh = 5000 \cdot 9,8 \cdot 50 = 2,45 \cdot 10^6 \text{ J}$$

i la potència (útil) valdrà

$$P = \frac{W}{t} = \frac{2,45 \cdot 10^6}{60 + 20} = 30625 \text{ W} = 30,625 \text{ kW}$$

(b) Calclem 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

$$E_{diss} = Pt - mgh = 60 \cdot 10^3 \cdot (60 + 20) - 2,45 \cdot 10^6 = 2,35 \cdot 10^6 = 2350 \text{ kJ}$$



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

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

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

$$W = P \cdot t = 122500 \cdot 3600 = 441 \cdot 10^6 \text{ J}$$

i podem calcular el combustible consumit amb un factor de conversió

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

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

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

i a partir de la potència útil

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

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

$$V_c = \pi R^2 h = \pi \cdot (3,5)^2 \cdot 9 = 346,36 \text{ cm}^3$$

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

$$r V_{cambra} = V_c + V_{cambra} \rightarrow V_{cambra} = \frac{V_c}{r-1} = \frac{346,36}{9-1} = 43,30 \text{ cm}^3$$

(b) Fent un factor de conversió per la velocitat

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

podem calcular directament el parell demandat

$$\Gamma = \frac{P}{\omega} = \frac{51500}{116,67\pi} = 140,51 \text{ Nm}$$

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

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

i calculem el rendiment amb

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