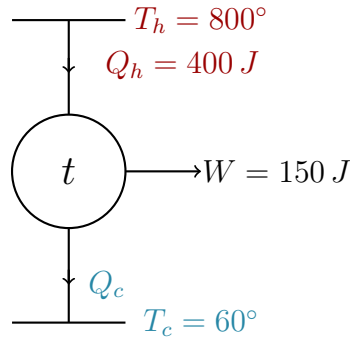


1. (a) Representem les dades en l'esquema de la màquina tèrmica



i calculem el rendiment com a màquina tèrmica general

$$\eta_t = \frac{W}{Q_h} = \frac{150}{400} = 0,375$$

ara calculem el rendiment de la corresponent màquina ideal

$$\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{60 + 273}{800 + 273} = 0,6896$$

Com que és $\eta_t < \eta_c$ es conclou que aquesta màquina tèrmica sí que pot existir.

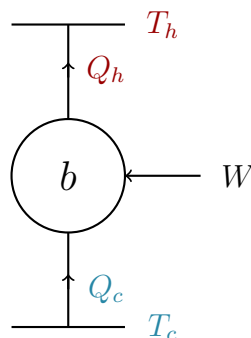
(b)

$$Q_h = W + Q_c$$

llavors

$$Q_c = Q_h - W = 400 - 150 = 250 \text{ J}$$

2. (a) L'esquema de la bomba de calor és



la calor que hem d'evacuar cada segon de l'habitatge per refrigerar-lo val

$$Q_c = 4224 \text{ J}$$

Segons la definició de COP d'una bomba actuant com a refrigerador

$$COP = \frac{Q_c}{W} \quad \left(= \frac{Q_c}{Q_h - Q_c} \right)$$

llavors el treball per segon que ha de fer la bomba per mantenir la temperatura desitjada és

$$W = \frac{Q_c}{COP} = \frac{4224}{4} = 1056 \text{ J}$$

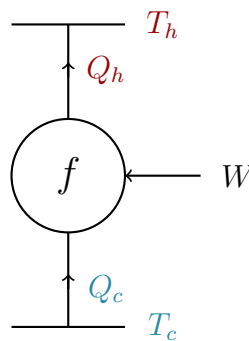
(b) L'energia total evacuada a l'exterior (se suposa per segon)

$$Q_h = Q_c + W = 4224 + 1056 = 5280 \text{ J}$$

(c) Si la bomba fos ideal

$$COP = \frac{T_c}{T_h - T_c} = \frac{24 + 273}{34 + 273 - (24 + 273)} = 29,7$$

3. (a) L'esquema de la màquina frigorífica és



Fem un factor de conversió per la calor que cal extreure per tenir la dada en J/s

$$850 \frac{kJ}{h} \cdot \frac{10^3 J}{1 kJ} \cdot \frac{1 h}{3600 s} = 236,11 \text{ J/s} = 236,11 \text{ W}$$

Ara calculem el COP del congelador sabent que és ideal

$$COP^c = \frac{T_c}{T_h - T_c} = \frac{-20 + 273}{21 + 273 - (-20 + 273)} = 6,17$$

de forma que el treball que ha de fer cada segon és

$$COP^c = \frac{Q_c}{W} \rightarrow W = \frac{Q_c}{COP^c} = \frac{236,11}{6,17} = 38,267 \text{ J}$$

i per tant la potència val

$$P = 38,267 \text{ W}$$

(b) Si el COP fos el 50 % de l'ideal valdria

$$COP = \frac{COP^c}{2} = \frac{6,17}{2} = 3,085$$

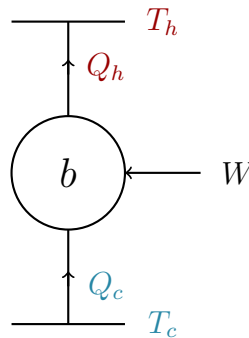
el treball que hauria de fer cada segon és

$$W = \frac{Q_c}{COP} = \frac{236,11}{3,085} = 76,535 \text{ J}$$

i la potència que hauria de tenir val doncs,

$$P = 76,535 \text{ W}$$

4. (a) L'esquema de la bomba de calor és



L'eficiència d'una bomba de calor genèrica actuant com a calefacció es pot calcular com

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

en el nostre cas, al ser ideal

$$COP^c = \frac{T_h}{T_h - T_c} = \frac{25 + 273}{25 + 273 - (5 + 273)} = 14,9$$

(b) En una hora el treball consumit per la bomba és

$$W = P \cdot t = 2500 \cdot 3600 = 9 \cdot 10^6 \text{ J}$$

i la calor cedida al focus calent es pot derivar de la definició de COP per la bomba de calor actuant com a calefacció

$$COP = \frac{Q_h}{W} \rightarrow Q_h = W \cdot COP = 9 \cdot 10^6 \cdot 14,9 = 1,341 \cdot 10^8 \text{ J}$$

(c) La calor absorbida del focus fred es pot trobar a partir de la relació

$$Q_c + W = Q_h \rightarrow Q_c = Q_h - W = 1,341 \cdot 10^8 - 9 \cdot 10^6 = 1,251 \cdot 10^8 J$$

5. (a) Es tracta d'una expansió a pressió constant, llavors

$$W = P \cdot \Delta V = 150000 \cdot (35 - 20) \cdot 10^{-3} = 2250 J$$

(b) Ara es tracta d'una expansió isotèrmica, el treball val

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 1 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot \ln \frac{192}{71} = 2480 J$$