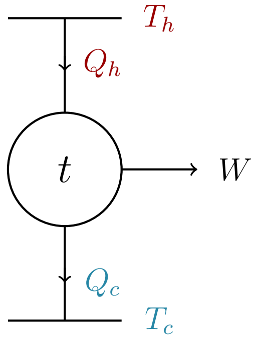
1. A partir de l'esquema de la màquina tèrmica



i les definicions del seu rendiment

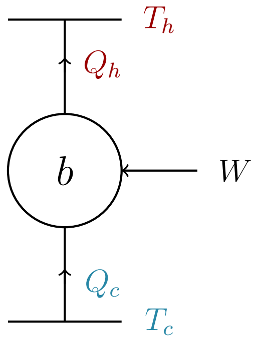
$$\eta_t = \frac{W}{Q_h} = \frac{200}{500} = 0,4$$

i del rendiment de la màquina de Carnot

$$\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{25+273}{700+273} = 0,306$$

veiem que el rendiment màxim teòric d'aquesta màquina és del $30,6\%$ mentre que ens prometien un 40%, cosa impossible.

2. Representem la bomba de calor amb un esquema



(a) Cada segon la bomba ha de proporcionar $5000\,J$ a l'interior de l'establiment, a partir de la definició de COP de la bomba de calor en mode calefacció

$$COP_{b,c} = \frac{Q_h}{W} \rightarrow W = \frac{Q_h}{COP_{b,c}} = \frac{5000}{12} = 416,67\,J$$

llavors la potència serà

$$P = \frac{W}{t} = \frac{416,67}{1} = 416,67\,W$$

(b) A banda del Q_h, també es pot considerar que el treball consumit per la bomba és injectat a l'establiment, de forma que

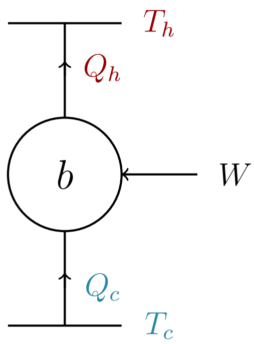
$$E_{total} = Q_h + W = 5416,67\,J$$

(c) Calculem senzillament

$$COP^C_{b,c} = \frac{T_h}{T_h - T_c} = \frac{24+273}{24+273-(2+273)} = 13,5$$

Aquest valor és més gran que el que ens han donat. Si fos més petit haguéssim hagut de concloure que una bomba de calor amb les característiques de l'enunciat no podria existir.

3. Suposarem que el refrigerador es comporta com una bomba de calor



ara fem un factor de conversió

$$1500\,\frac{KJ}{h}\cdot\frac{10^3\,J}{1\,kJ}\cdot\frac{1\,h}{3600\,s} = 416,67\,W$$

de forma que s'han d'extreure $416,67\,J$ dels aliments cada segon. Com ens diuen que el refrigerador és ideal, podem escriure

$$COP^C_{b,r} = \frac{T_c}{T_h - T_c} = \frac{-40+273}{19+273-(-40+273)} = 3,95$$

llavors, cada segon, la bomba ha de fer un treball que es pot calcular a partir de

$$COP^C_{b,r} = \frac{Q_c}{W} \rightarrow W = \frac{Q_c}{COP^C_{b,r}} = \frac{416,67}{3,95} = 105,49\,J$$

i finalment la potència serà

$$P = \frac{W}{t} = \frac{105,49}{1} = 105,49\,W$$

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

$$W = p\Delta V = 10^4 \cdot (50 - 15) \cdot 10^{-3} = 350\,J$$

(b) Aplicant un resultat conegut pels processos isotèrmics

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 1 \cdot 8,31 \cdot (45 + 273) \ln \frac{3\cancel{V_1}}{\cancel{V_1}} = 2,9 \cdot 10^3\,J$$

(c) Calculem primer la pressió final

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \rightarrow p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 10^7 \cdot \left(\frac{10}{50}\right)^{1,7} = 6,48 \cdot 10^5\,J$$

ara podem calcular directament

$$W = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{\gamma - 1} = \frac{10^7 \cdot 10 - 6,48 \cdot 10^5 \cdot 50}{\gamma - 1} = 9,66 \cdot 10^7\,J$$