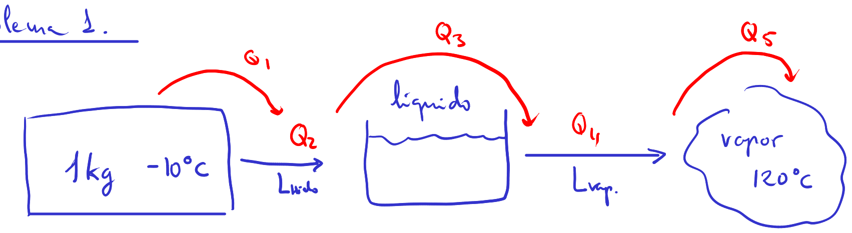
Problema 1.



$T_{0°C} = 273,15\,k$

$T_{-10°C} = 263,15\,k$

$T_{100°C} = 373,15\,k$

$T_{120°C} = 393,15\,k$

$Q_1 \rightarrow$ pasar hielo de -10°C a 0°C

$Q_2 \rightarrow$ calor de fusión del hielo.

$Q_3 \rightarrow$ calor para que el agua pase de 0°C a 100°C

$Q_4 \rightarrow$ calor de vaporización del agua

$Q_5 \rightarrow$ calor para alcanzar los 120°C

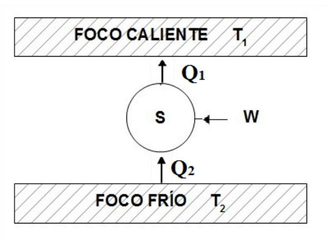
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = m\, C_{hielo} \cdot (T_{0°C} - T_{-10°C}) + m \cdot L_{hielo} + m \cdot C_{agua} \cdot (T_{100°C} - T_{0°C}) + m \cdot L_{vap} + m \cdot C_{vap} \cdot (T_{120°C} - T_{100°C}) =$$

$$= 1kg \cdot 0,5 \frac{kcal}{kg \cdot k} \cdot 10k + 1kg \cdot 80 \frac{kcal}{kg} + 1kg \cdot 1 \frac{kcal}{kg \cdot k} \cdot 100k + 1kg \cdot 537 \frac{kcal}{kg} + 1kg \cdot 0,46 \frac{kcal}{kg\, k} \cdot 20k =$$

$$= 5\,kcal + 80\,kcal + 100\,kcal + 537\,kcal + 9,2\,kcal = 731,2\,kcal.$$

Problema 2.

Según ciclo de Carnot



$T_2 = -10°C = 263,15\,k$

$T_1 = 28°C = 301,15\,k$

a) $$\varepsilon = \frac{|Q_2|}{|W|} = \frac{|Q_2|}{|Q_1| - |Q_2|} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{263,15\,k}{301,15\,k - 263,15\,k} = 6,925$$

$$|\dot{W}| = |\dot{Q}_2| / \varepsilon = \frac{700\,kJ/h}{6.925} = 101.08 \frac{kJ}{h} = 28,07\,W$$

b) $$|\dot{W}| = \frac{|\dot{Q}_2|}{\varepsilon^*} = \frac{700\,kJ/h}{0.6 \cdot \varepsilon} = \frac{28,07\,W}{0.6} = 46,8\,W$$

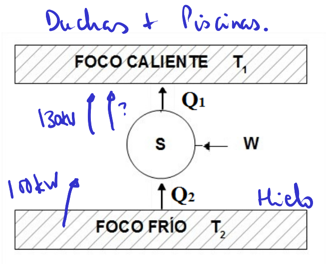
$\downarrow$ baja la eficiencia en un 60%

Es lógico. Debo emplear más trabajo para obtener el mismo efecto.

Problema 3

$T_1 = 315,15\,k = 42°C$ $\quad T_2 = -4°C = 269,15\,k$

Duchas + Piscinas.



a) Si fuese de Carnot $$\varepsilon = \frac{|Q_2|}{|W|} = \frac{|Q_2|}{|Q_1| - |Q_2|} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{269,15\,k}{315,15\,k - 269,15\,k} = 5,85$$

La eficiencia real $$\varepsilon^* = \frac{|Q_2|}{2\,|W|} = \frac{\varepsilon}{2} = 2.93$$ $\rightarrow$ Doble de trabajo.

b) $$\varepsilon^* = \frac{|\dot{Q}_2|}{|\dot{Q}_1| - |\dot{Q}_2|} \Rightarrow |\dot{Q}_1| = \frac{|\dot{Q}_2|}{\varepsilon^*} + |\dot{Q}_2| = |\dot{Q}_2| \left(\frac{1}{\varepsilon^*} + 1\right) = 100kW \left(\frac{1}{2.93} + 1\right) = 134,13\,kW$$

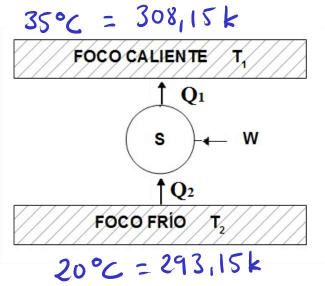
luego $|\dot{Q}_1| = |\dot{Q}_1|_{pisc} + |\dot{Q}|_{duchas} \Rightarrow |\dot{Q}_1|_{duchas} = 4,13\,kW$

Problema 4

a) Verano.

$35°C = 308,15\,k$

exterior



$20°C = 293,15\,k$

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{293,15\,k}{308,15\,k - 293,15\,k} = \frac{293.15\,k}{15\,k} = 19,54$$

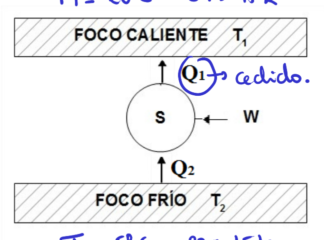
$$\varepsilon = \frac{|Q_2|}{W} \Rightarrow |\dot{Q}_2| = \varepsilon \cdot |\dot{W}| = 19.54\,kWh$$

$\downarrow$ 1 kWh

$$|\dot{Q}_2| = 19,54\,kW \cdot h \cdot \frac{3600\,s}{1\,h} = 7,0356 \cdot 10^4\,kJ \cdot \frac{1\,cal}{4,19\,J} = 16791\,kcal.$$

---

b) $T_1 = 20°C = 293.15\,k$



$Q_1 \rightarrow$ cedido.

exterior

$T_2 = 5°C = 278,15\,k$

Invierno (Bomba de calor) Calor cedido a la habitación

$$\varepsilon' = \frac{|Q_1|}{|W|} = \frac{|W| + |Q_2|}{|W|} = 1 + \varepsilon \quad (\varepsilon' \text{ bomba de calor})$$

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{278.15\,k}{293.15\,k - 278.15\,k} = \frac{278.15\,k}{15\,k} = 18.54$$

$$\varepsilon' = 1 + \varepsilon = 19.54$$

$$|\dot{Q}_1| = \varepsilon' \cdot |\dot{W}| = 19,54 \cdot 1\,kW \cdot h = 16791\,kcal$$

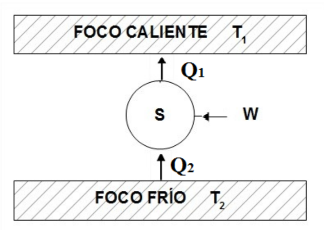
Problema 5

Invierno

Interior $20°C$

Bomba de Calor

Exterior $0°C$



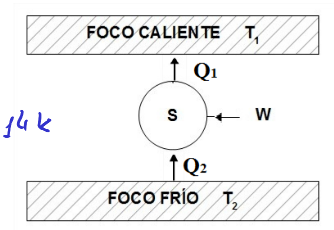
$293,15\,k$

$\Delta T = 20\,k$

$273,15\,k$

Verano

$\Delta T = 14\,k$



Exterior $38°C$ $311,15\,k$

Aire acondicionado.

Interior $24°C$ $297,15\,k$

Invierno

a) $$\varepsilon' = \frac{|Q_1|}{W} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{293,15\,k}{293,15\,k - 273,15\,k} = \frac{293.15\,k}{20\,k} = 14,65$$

$\varepsilon' = 1 + \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = 13,65$

b) $$\dot{W} = \frac{|\dot{Q}_2|}{0.6\,\varepsilon} = \frac{800\,kcal/\cancel{h}}{0,6 \cdot 13,65} \cdot \frac{1\,\cancel{h}}{60\,s} \cdot \frac{4,19\,J}{1\,\cancel{cal}} = 6,821\,kW = 6821\,W$$

Verano

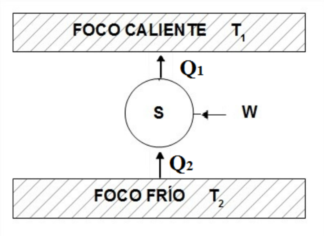
a) $$\varepsilon = \frac{|Q_2|}{W} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{297,15\,k}{311,15\,k - 297,15\,k} = 21,225$$

b) $$\dot{W} = \frac{|\dot{Q}_2|}{\varepsilon \cdot 0,6} = \frac{800\,k\cancel{cal}/\cancel{h}}{21,225 \cdot 0,6} \cdot \frac{1\,\cancel{h}}{60\,s} \cdot \frac{4.19\,J}{1\,\cancel{cal}} = 4,38\,kW = 4387\,W$$

$\hookrightarrow$ Más desfavorable. Se gasta más trabajo en la situación de Invierno, donde la diferencia de t^a es $20°C$ que en verano, que son $14°C$.

Problema 6

Invierno



$22°C = 295{,}15\,K$

$\Delta T = 22\,K$

$0°C = 273{,}15\,K$

a) $\varepsilon' = \dfrac{|Q_1|}{W} = \dfrac{T_1}{T_1 - T_2} = \dfrac{295{,}15\,K}{22\,K} = 13{,}41$

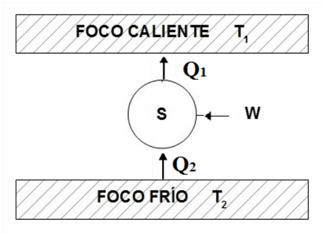
b) Foco frío $|\dot{Q}_2| = 700\,\dfrac{kcal}{min} = 700\,\dfrac{\cancel{kcal}}{\cancel{min}} \cdot \dfrac{1\cancel{min}}{60\,s} \cdot \dfrac{4{,}19\,J}{\cancel{cal}}$
$= 48{,}88\,kW$

$\varepsilon = \varepsilon' - 1 = 12{,}41$

$\varepsilon = \dfrac{|Q_2|}{W} \Rightarrow \dot{W} = \dfrac{|\dot{Q}_2|}{0{,}6 \cdot \varepsilon} = \dfrac{48.88\,kW}{0.6 \cdot 12{,}41} = 6{,}56\,kW$

mayor

Verano



$44°C = 317{,}15\,K$

$\Delta T = 22\,K$

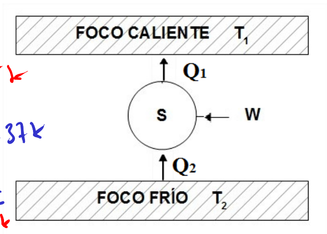
$22°C = 295{,}15\,K$

a) $\varepsilon = \dfrac{|Q_2|}{W} = \dfrac{T_2}{T_1 - T_2} = \dfrac{295{,}15\,K}{22\,K} = 13{,}41$

b) Foco frío $|\dot{Q}_2| = 700\,kcal/min = 48.88\,kW$

$\dot{W} = \dfrac{|\dot{Q}_2|}{0{,}6 \cdot \varepsilon} = \dfrac{48.88\,kW}{0.6 \cdot 13{,}41} = 6{,}08\,kW$

Problema 7



$27°C$

$300{,}15\,K$

$\Delta T = 37\,K$

$-10°C$

$263{,}15\,K$

$|\dot{Q}_2| = 3500\,kJ/h = 0.972\,kW$

$\dot{W} = 1500\,kJ/h = 0{,}41\,kW$

a) $\varepsilon = \dfrac{|\dot{Q}_2|}{W} = \dfrac{3500\,kJ/h}{1500\,kJ/h} = 2{,}33$

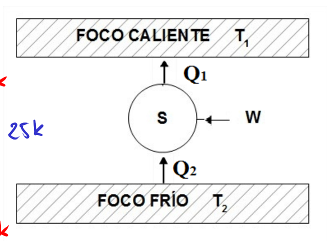
b) $\varepsilon = \dfrac{T_2}{T_1 - T_2} = \dfrac{263.15\,K}{37\,K} = 7{,}11$

La máquina real es sólo el 32,7% de eficiente que la de Carnot

---

Problema 8

Bomba de calor.



$20°C$

$293{,}15\,K$

$\Delta T = 25\,K$

$-5°C$

$268{,}15\,K$

$|\dot{Q}_1| = 1{,}5 \cdot 10^6\,kJ/día = 1{,}5 \cdot 10^6\,\dfrac{kJ}{\cancel{día}} \cdot \dfrac{1\,\cancel{día}}{24\,\cancel{h}} \cdot \dfrac{1\,\cancel{h}}{3600\,s} = 17{,}36\,kW$ necesita.

Suponiendo que es ideal

$\varepsilon' = \dfrac{|\dot{Q}_1|}{|\dot{W}|} = \dfrac{T_1}{T_1 - T_2} \Rightarrow |\dot{W}| = \dfrac{|\dot{Q}_1|}{T_1}(T_1 - T_2) = \dfrac{17{,}36\,kW}{293{,}15\,K} \cdot 25\,K = 1{,}48\,kW$

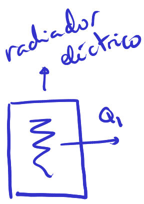
Consume 1,48 kW, entonces en un día...

$W = |\dot{W}| \cdot t = 1{,}48\,kW \cdot 24\,h = 35{,}52\,kWh$

$\text{Coste} = W \cdot \text{precio} = 35{,}52\,\cancel{kWh} \cdot \dfrac{0{,}1\,€}{1\,\cancel{kWh}} = 3{,}56\,€$ al día

---

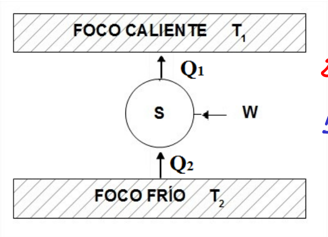
b)



Radiador eléctrico que suministra directamente $|\dot{Q}_1| = 17{,}36\,kW$

$\text{Coste} = 17{,}36\,\cancel{kW} \cdot 24\,\cancel{h} \cdot \dfrac{0{,}1\,€}{1\,\cancel{kWh}} = 41{,}67\,€$

Problema 9.



24°C

297,15 K

$\Delta T = 22\,K$

275,15 K

2°C

$\dot{Q}_2 = 12000$ frig. $= -12000\ kcal/h = -12000\ \frac{kcal}{h} \cdot \frac{1h}{3600s} \cdot \frac{4.18J}{cal} = -13,96\,kW$

$|\dot{W}| = 1000\ W$ ¿Nos miente?

Suponemos que es ideal.

$$\varepsilon = \frac{|\dot{Q}_2|}{|\dot{W}|} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \Rightarrow |\dot{W}| = \frac{|\dot{Q}_2|}{T_2}(T_1 - T_2) =$$

$$|\dot{W}| = \frac{|\dot{Q}_2|}{T_2}(T_1 - T_2) = \frac{13.96\ kW}{275,15\ K} \cdot 22\ K = 1,1167\ kW = 1116,7\ W$$

Nos está mintiendo porque una máquina ideal frigorífica de Carnot, que es la de mayor eficiencia, tiene un consumo mayor, de 1116,7 kW.

Es imposible que consuma menos.