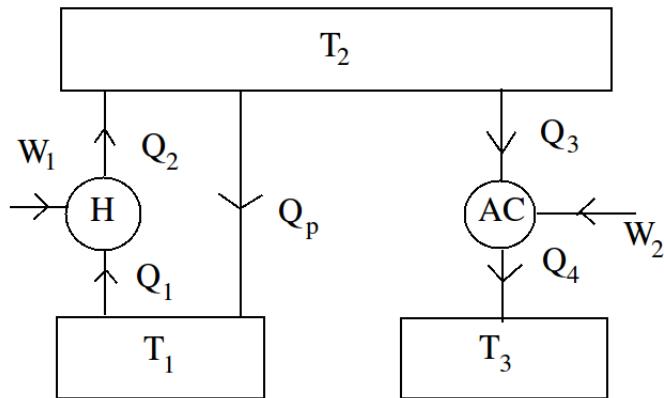


## Guía 2: Segundo principio, máquinas térmicas

Nota: Los problemas se explican en forma esquemática adrede para que se realice una lectura crítica y de elaboración personal. Sin embargo, si encuentra uno o varios errores por favor escríbame a [carlosv@df.uba.ar](mailto:carlosv@df.uba.ar), gracias. Carlos Vigh

**Problema 4:** En una cocina hay una heladera y un equipo de aire acondicionado que da al exterior. Se pretende mantener la cocina a una temperatura constante de  $17^\circ\text{C}$  y al congelador de la heladera a una temperatura constante de  $-3^\circ\text{C}$ . Por mala aislación en congelador absorbe de la cocina  $200 \text{ cal/min}$ . La temperatura externa es de  $27^\circ\text{C}$ . Sabiendo que el refrigerador tiene una eficiencia del 60% de uno ideal y que el equipo de aire acondicionado tiene una eficiencia del 50% del ideal. Calcule la potencia eléctrica consumida entre ambos artefactos.

**Solución:** El sistema es algo así



$T_1$  es el congelador,  $T_2$  es la cocina y  $T_3$  es el medio externo.

La eficiencia básicamente la podemos escribir como:

$$\eta = \frac{\text{ganancia}}{\text{inversión}} \quad (1)$$

En el caso de un refrigerador “la ganancia” es el calor extraído de la fuente fría o reservorio, y “la inversión” es el calor entregado. Puesto que es un porcentaje de la eficiencia ideal se puede escribir de la siguiente forma:

$$\eta = \frac{Q_{extraido}}{W_{entregado}} = \frac{Q_{extraido}}{Q_{entregado} - Q_{extraido}} = \frac{1}{\frac{Q_{ent}}{Q_{ext}} - 1} = \frac{1}{\frac{T_c}{T_f} - 1} = 13,5 \quad (2)$$

Dado que la máquina ideal es una máquina reversible, se cumple que:

$$\frac{T_c}{Q_{ent}} - \frac{T_f}{Q_{ext}} = 0 \quad (3)$$

Por lo que la eficiencia de esta heladera es:  $\eta = 13,5 \cdot 0,6 = 8,1$

El aire acondicionado también es una máquina frigorífica

$$\eta_{AC} = \frac{1}{2} \eta_{ideal} = 14,5 \quad (4)$$

Dado que el problema da el trabajo por unidad de tiempo es directamente la potencia, entonces hay que calcular el “trabajo” consumido:

$$W = W_1 + W_2 \quad (5)$$

Para ello, necesitamos  $W_1$  y  $W_2$ :

En realidad, el congelador para que funcione a temperatura constante, el calor neto intercambiado debe ser nulo, es decir:  $Q_p = Q_1$

Por otro lado, la eficiencia de la heladera es  $\eta_H = \frac{Q_1}{W_1}$ ; de modo que:

$$W_1 = \frac{Q_p}{\eta_H} = \frac{200 \text{ cal/min}}{8,1} = 24,69 \frac{\text{cal}}{\text{min}} \quad (6)$$

Para calcular  $W_2$ , se necesita la eficiencia del aire acondicionado:  $\eta_{AC} = \frac{Q_3}{W_2}$ , en este caso el vínculo entre los calores para mantener a la cocina a temperatura constante es:

$$Q_3 = Q_2 - Q_p \quad (7)$$

y mirando la heladera se cumple que

$$Q_2 = Q_1 + W_1 \quad (8)$$

Así que tenemos que  $W_2$  es:

$$W_2 = \frac{Q_3}{\eta_{AC}} = \frac{Q_2 - Q_p}{\eta_{AC}} = \frac{W_1 + Q_1 - Q_p}{\eta_{AC}} = \frac{W_1}{\eta_{AC}} \approx 1,7 \frac{\text{cal}}{\text{min}} \quad (9)$$

cuenta mas, cuenta menos...  $W = 1,84 \text{ Watt}$ , en una hora el consumo es de  $6,63 \text{ kW}$  si se busca la tarifa eléctrica se tiene el consumo en pesos por hora.