

1.- Una máquina ideal que funciona entre dos depósitos a 500 K y 400 K, absorbe 900 J de calor del depósito a alta temperatura durante cada ciclo. Calcula su eficiencia y cuánto calor libera al medio.

$$e = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$e = 1 - \frac{400K}{500K} = 0.2$$

Para la transferencia de calor en máquina térmica se cumple que:

$$\frac{Q_C}{Q_H} = -\frac{T_C}{T_H}$$

El calor que se absorbe es $Q_H = 900 \text{ J}$, por lo tanto el calor liberado Q_C es:

$$Q_C = -\frac{T_C}{T_H} Q_H$$

$$Q_C = -\frac{400K}{500K} (900J)$$

$$Q_C = -720J$$

2.- Un refrigerador ideal funciona entre los 500 K y 400 K. En cada ciclo extrae 800 J de un depósito frío, ¿Cuánto trabajo se lleva a cabo en cada ciclo y cuánto calor es liberado al medio?

$$COP_R = \frac{T_C}{T_H - T_C}$$

$$COP_R = \frac{400K}{500K - 400K} = 4$$

$$COP_R = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|}$$

$$COP_R = \frac{|Q_C|}{|W|}$$

Despejando, $|W|$:

$$|W| = \frac{|Q_C|}{COP_R}$$

$$|W| = \frac{800J}{4} = 200J \quad \blacklozenge \quad W = -200J$$

$$|W| = |Q_H| - |Q_C|$$

Despejando, $|Q_H|$:

$$|Q_H| = |W| + |Q_C| = 200J + 800J$$

$$|Q_H| = 1000J \Rightarrow Q_H = -1000J$$

Dónde Q_C es el calor extraído del depósito frío y Q_H es el calor liberado al medio.

3.- ¿Cuál es la eficiencia de un motor que realiza 300 J de trabajo en cada ciclo, al tiempo que desecha 600 J hacia el medio?

$$Q_C = -600J$$

$$W = 300J$$

$$W = |Q_H| - |Q_C| = Q_H + Q_C$$

$$W = Q_H + Q_C$$

Despejando, Q_H :

$$Q_H = W - Q_C$$

$$Q_H = 300J - (-600J) = 900J$$

Para la eficiencia, tenemos:

$$e = 1 + \frac{Q_C}{Q_H}$$

$$e = 1 + \frac{-600J}{900J} = 1 - \frac{600J}{900J} = 0.3333$$

4.- Durante un ciclo completo, un sistema absorbe 600 cal de calor y libera 200 cal al medio. ¿Cuánto trabajo es realizado? ¿Cuál es la eficiencia?

$$Q_C = -200cal$$

$$Q_H = 600cal$$

$$W = |Q_H| - |Q_C| = |600cal| - |-200cal| = 600cal - 200cal = 400cal$$

O bien resolviendo sin usar los valores absolutos, tenemos:

$$Q_C = -200cal$$

$$Q_H = 600cal$$

$$W = Q_H + Q_C = 600cal + (-200cal) = 400cal$$

Ahora para la eficiencia, tenemos:

$$e = 1 + \frac{Q_C}{Q_H}$$

$$e = 1 + \frac{200cal}{600cal} = 1 - \frac{200cal}{600cal} = 0.6667$$

5.- Un motor con 37% de eficiencia pierde 400 J de calor en cada ciclo. ¿Qué trabajo se realiza y cuánto calor se absorbe en cada ciclo?

$$Q_C = -400J \therefore$$

$$e = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H + Q_C}{Q_H}$$

$$\text{Despejando, } Q_H :$$

$$Q_H + Q_C = (e)(Q_H)$$

$$Q_C = (e)(Q_H) - Q_H$$

$$Q_C = Q_H(e - 1)$$

$$Q_H = \frac{Q_C}{(e - 1)} = \frac{-400J}{(0.37 - 1)} = 634.92J$$

Q_H es el calor absorbido en cada ciclo

$$W = Q_H + Q_C$$

$$W = 634.92J - 400J$$

$$W = 234.92J$$

6.- ¿Cuál es la eficiencia de una máquina ideal que opera entre temperatura de 525 K y 300 K?

$$e = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$e = 1 - \frac{300K}{525K} = 0.4285$$

7.- Una máquina de vapor recibe vapor sobresaturado de una caldera que trabaja a 200 °C y que arroja directamente al aire a 100 °C. ¿Cuál es la eficiencia ideal?

Primero hay que convertir la temperatura en grados Celsius a la temperatura

absoluta (Kelvin), y posteriormente aplicar la ecuación:

$$e = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$T_C = 100 \text{ K} \quad T_C = 100 + 273.15 = 373.15 \text{ K}$$

$$T_H = 200 \text{ K} \quad T_H = 200 + 273.15 = 473.15 \text{ K}$$

$$e = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$e = 1 - \frac{373.15 \text{ K}}{473.15 \text{ K}} = 0.2113$$

8.- Un refrigerador de Carnot tiene un coeficiente de rendimiento de 2.33. Si el compresor realiza 600 J de trabajo en cada ciclo, ¿cuánto calor es extraído del recipiente frío y cuánto calor es arrojado al medio?

$$W = -600 \text{ J}$$

$$COP_R = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|} = \frac{|Q_C|}{|W|}$$

$$\text{Despejando, } |Q_C|:$$

$$|Q_C| = (COP_R)(|W|) = (2.33)(600 \text{ J})$$

$$|Q_C| = 1398 \text{ J} \quad Q_C = +1398 \text{ J}$$

$$|W| = |Q_H| - |Q_C|$$

$$\text{Despejando, } |Q_H|:$$

$$|Q_H| = |W| + |Q_C| = 600 \text{ J} + 1398 \text{ J}$$

$$|Q_H| = 1998 \text{ J} \quad Q_H = -1998 \text{ J}$$

Dónde Q_C es el calor extraído de la fuente fría y Q_H es el calor arrojado al medio.

9.- ¿Cuánto calor se extrae de un recipiente frío si el compresor de un refrigerador realiza 180 J de trabajo en cada ciclo? El coeficiente de rendimiento es 4. ¿Cuánto calor se expulsa hacia el recipiente caliente?

$$W = -180 \text{ J}$$

$$COP_R = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|} = \frac{|Q_C|}{|W|}$$

$$\text{Despejando, } |Q_C|:$$

$$|Q_C| = (COP_R)(|W|) = (4)(180 \text{ J})$$

$$|Q_C| = 720 \text{ J} \quad Q_C = +720 \text{ J}$$

$$|W| = |Q_H| - |Q_C|$$

Despejando, $|Q_H|$:

$$|Q_H| = |W| + |Q_C| = 180J + 720J$$

$$|Q_H| = 900J \quad \blacklozenge \quad Q_H = -900J$$

Dónde Q_C es el calor extraído de la fuente fría y Q_H es el calor expulsado hacia el recipiente caliente.

10.- Una máquina de Carnot absorbe 1200 cal durante cada ciclo cuando funciona entre 500 K y 300 K. ¿Cuál es la eficiencia? ¿Cuánto calor es expulsado y cuánto trabajo se realiza, en joules, durante el ciclo?

$$e = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$e = 1 - \frac{300K}{500K} = 0.4$$

$$e = \frac{W}{Q_H}$$

Despejando, W :

$$W = (e)(Q_H)$$

$$W = (0.4)(1200cal) = 480cal$$

$$W = Q_H + Q_C$$

Despejando, Q_C :

$$Q_C = W - Q_H$$

$$Q_C = 480cal - 1200cal = -720cal$$

Convirtiendo las cal a joules, tenemos:

$$(-720cal) \frac{4.184J}{1cal} = -3012.48J$$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Cengel Y.A & Boles M. A. (2006). *Termodinámica*. México: McGraw-Hill

Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria vol. 1*. México: PEARSON EDUCACIÓN.