

por lo tanto: 50 joules = .47 B.T.U.

- 2.- Un bulto de 100 kg se levanta de la primera planta a la segunda. Si la segunda planta está a 3 metros de la primera, calcular la energía consumida, expresada en Kcal.

Solución.- Usando la ecuación de la energía potencial gravitacional:  $U_g = mgh$ , tenemos:

$$U_g = 100 \times 9.8 \times 3 = 2,940 \text{ joules}$$

Las unidades de  $m$ ,  $g$  y  $h$ , son del sistema M.K.S. según los datos del problema, por eso se obtienen joules.

Enseguida se transforman los joules a Kcal, de acuerdo con la sección anterior, obteniéndose:

$$U_g = .702 \text{ Kcal}$$

- 3.- Una bala lleva una velocidad de  $1500 \frac{\text{Pies}}{\text{seg}}$  si la masa de la bala es  $5.44 \times 10^{-3}$  slug, calcular su energía expresada en B.T.U.

Solución.- Empleando la ecuación de la

energía cinética:  $K = \frac{1}{2} mV^2$  y sustituyendo:

$$K = \frac{1}{2} (5.44 \times 10^{-3}) (1500)^2 = 2.72 \times 10^{-3} \times 2.25 \times 10^6$$

$$K = 6.12 \times 10^3 \text{ Lb}_f\text{-Pie}$$

Como las unidades de la masa y de la velocidad pertenecen al sistema inglés: masa en slugs y velocidad en  $\frac{\text{Pies}}{\text{seg}}$ , las unidades de la energía cinética serán:  $\text{Lb}_f\text{-Pie}$ .

Ahora, transformando estas unidades a B.T.U., resulta que:

$$6.12 \times 10^3 \text{ Lb}_f\text{-Pie} = 7.86 \text{ B.T.U.}$$

- 4.- Un block se arrastra sobre un piso horizontal, una distancia de 30 pies. Si la fuerza de fricción cinética es de  $50 \text{ Lb}_f$  pie, calcular el calor generado por la fricción, durante el movimiento del block.

Solución.- El trabajo hecho por la fuerza de fricción cinética:  $f_K$ , sobre el block es de:

$$T = f_K d = 50(30) = 1500 \text{ Lb}_f\text{-Pie}$$

Como las unidades del trabajo son energía mecánica, convertiremos estas unidades a unidades de energía calorífica, por lo tanto:

$$1500 \text{ Lb}_f\text{-Pie} = 1.93 \text{ B.T.U.}, \text{ o bien,}$$

$$1500 \text{ Lb}_f\text{-Pie} = 481.5 \text{ Cal}$$

5.- Un pistón realiza un trabajo de  $3000 \text{ Lb}_f\text{-Pie}$  sobre un gas, que a su vez se expande, efectuando un trabajo sobre sus alrededores de  $2500 \text{ Lb}_f\text{-Pie}$  ¿cuál es el cambio de la energía interna del gas, en B.T.U.?

Solución.- Como no se menciona la energía calorífica se considerará que el proceso es adiabático, es decir:  $Q = 0$ .

Además, como el gas recibe trabajo, pero también hace trabajo, entonces el trabajo neto que recibió es: -----

$W = 3000 - 2500 = 500 \text{ Lb}_f\text{-pie}$ . Como  $Q = 0$ , la primera Ley de la termodinámica se reduce a:  $\Delta U = W$ , en la cual,  $W$

será el trabajo neto desarrollado sobre el gas, así es que:

$$\Delta U = 500 \text{ Lb}_f\text{-pie}$$

que equivalen a:  $0.643 \text{ B.T.U.}$

6.- Durante la expansión isotérmica de un gas ideal, se absorben  $3 \text{ B.T.U.}$  de energía térmica. El embolo o pistón pesa  $2000 \text{ Lb}_f$ . ¿A que altura se elevará por arriba de su posición inicial?.

Solución.- Como el proceso es isotérmico, la temperatura del gas ha de permanecer constante, por lo que, su energía interna permanecerá invariable, es decir: ---

$\Delta U = 0$ , y aplicando la ecuación de la primera Ley:  $\Delta U = Q + W$ , y como  $\Delta U = 0$

entonces,  $Q + W = 0$ , o bien:  $W = -Q$  que quiere decir, que el calor aplicado al gas,

se transformó en trabajo:

$$W = Q = 3 \text{ B.T.U.} = 3 \times 777.9 = 2,333.7 \text{ Lb}_f\text{-pie}$$

y, como  $W = F.d$ , que representa el trabajo hecho por la fuerza  $F$  al mover a un cuer

po una distancia  $d$  en dirección de la -- fuerza, que en éste caso:  $F = \text{Peso del pistón} = 2,000 \text{ Lb}_f$ , despejamos  $d$ , y sustituyendo:

$$d = \frac{W}{F} = \frac{W}{\text{Peso}} = \frac{2,333.7}{2000} = 1.16 \text{ Pies}$$

ésta será la altura a que se elevará el pistón.

7.- En un proceso termodinámico se suministran 2000 Cal de energía térmica a un sistema, y se permite que éste realice un trabajo externo de 3,350 Joules. ---- ¿Cuál es el cambio en la energía interna del sistema?

Solución.- Este representa un proceso en el que:  $Q$ ,  $W$  y  $U$ , son variables, es decir, ninguno es constante.

Entonces, usaremos la ecuación completa de la primera Ley:  $\Delta U = Q + W$ , pero antes de sustituir, hemos de convertir el trabajo  $W$  desarrollado por el sistema a Cal, es decir:  $W = 3350 \text{ Joules} = 797.3 \text{ Cal}$ , --- siendo negativo éste valor, porque el sistema hace trabajo, por lo tanto: ----  $W = - 797.3 \text{ Cal}$ , y sustituyendo:

$$\Delta U = 2000 - 797.3 = 1202.7 \text{ Cal}$$

Como el resultado fué positivo, quiere decir que el sistema aumenta su energía interna y por lo tanto, también aumentó su temperatura.

8.- Un litro de agua se calienta, de  $25^\circ\text{C}$  a  $75^\circ\text{C}$ , dentro de un recipiente cerrado. Si el  $C_p$  del agua es de  $1 \frac{\text{cal}}{\text{gr} \cdot ^\circ\text{C}}$ , calcular el cambio en su energía interna.

Solución.- Este es un proceso Isocórico, pues el volumen del sistema es constante y por lo tanto, no hará ningún trabajo durante el calentamiento, por lo que: --  $W = 0$ , simplificándose la ecuación de la primera Ley:  $\Delta U = Q$ , y como:

$Q = mC_p(T - T_0)$ , entonces,  $\Delta U = mC_p(T - T_0)$ , un litro de agua equivale a una masa de 1000 gr, y sustituyendo, tenemos:

$$\Delta U = 1000 \times 1 (75 - 25) = 50,000 \text{ Cal}$$

El resultado es positivo porque se agregó calor al agua, aumentó por lo tanto -

su energía interna y su temperatura.

9.- Una máquina térmica opera con vapor como sustancia de trabajo, con una eficiencia de 12%. ¿qué cantidad de calor debe suministrarse a la máquina, por cada hora, para que desarrolle una potencia de 4 HP?.

Solución.- Los datos son:  $e = 12\% = \frac{12}{100} = .12$ ,

y como la potencia P es:  $P = \frac{W}{t}$  entonces: --

$W = Pt$ , pero la potencia está expresada en HP, hay que transformarla a  $\frac{\text{Joules}}{\text{seg}}$ , por lo tanto:  $P = 4 \text{ HP} = 4 \times 746 = 2984 \frac{\text{Joules}}{\text{seg}}$ ,

y como el tiempo es una hora, entonces: -----

$t = 1 \times 3600 = 3600 \text{ seg}$ , sustituyendo --

los valores de P y t encontrados:

$$W = Pt = 2984 \times 3600 = 1.074 \times 10^7 \text{ Joules}$$

La eficiencia de una máquina térmica es es tá dada por:

$$e = \frac{W}{Q_1}, \text{ despejando } Q_1 \text{ tenemos:}$$

$$Q_1 = \frac{W}{e} = \frac{1.074 \times 10^7}{0.12} = 8.9 \times 10^7 \text{ Joules}$$

Este resultado lo transformamos a unidada

des de calor:

$$Q_1 = 8.9 \times 10^7 \text{ Joules} = 8.44 \times 10^3 \text{ Kcal} = 8.44 \times 10^4 \text{ B.T.U.}$$

10.- Una máquina térmica, toma vapor de un recalentador a  $200^\circ\text{C}$  y lo expulsa directamente al aire a  $100^\circ\text{C}$ . Calcular su eficiencia.

Solución.- Los datos son:  $T_1 = 200^\circ\text{C}$ , --  
 $T_2 = 100^\circ\text{C}$  y como la ecuación de la eficiencia se puede expresar también así:

$$e = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \text{ y sustituyendo:}$$

$$e = \frac{200 - 100}{200} = 0.5$$

El resultado de la eficiencia al multiplicarlo directamente por 100, estará expresado en por ciento, es decir:

$$e = .5 (100) = 50\%$$

11.- Una máquina de Carnot absorbe calor de un recipiente a  $500^\circ\text{K}$  y expulsa calor a un recipiente a  $300^\circ\text{K}$ ; en cada ciclo la máquina recibe 1,200 Cal de calor del recipiente a alta temperatura. a) ¿Cuál es

el rendimiento del ciclo de Carnot? b) ¿Qué cantidad de calor expulsará al recipiente de baja temperatura, expresada en cal? c) ¿Cuánto trabajo realiza la sustancia usada en el ciclo de Carnot?.

Soluciones.- (a) Con los datos:  $T_1 = 500^\circ\text{K}$  y  $T_2 = 300^\circ\text{K}$ , calcularemos el rendimiento o eficiencia de la máquina, o sea: -

$$e = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{500 - 300}{500} = .400, \text{ o bien}$$

$$e = .400 \times 100 = 40.0\%$$

(b) En este caso, los datos son:  $Q_1 = 1200 \text{ Cal}$ ,  $e = .666$  (obtenido en el inciso anterior), y como:  $e = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ , despejando  $Q_2$ :

$$Q_1 - Q_2 = eQ_1, \quad - Q_2 = eQ_1 - Q_1$$

$$Q_2 = (Q_1 - eQ_1) = Q_1(1 - e), \text{ y sustituyendo:}$$

$$Q_2 = 1200(1 - .400) = 1200 \times .600 = 720$$

$$\text{o sea, } Q_2 = 720 \text{ Cal}$$

$$(c) \text{ Ahora, como también: } e = \frac{W}{Q_1}$$

despejamos  $W$ :  $W = eQ_1$  y sustituyendo:

$$W = .4(1200)(4.186) = 2009.3 \text{ Joules}$$

4.186 es el factor de conversión para pasar de cal a Joules.

12.- Si la máquina del problema anterior se opera inversamente, actuando como un refrigerador y extrae 1,200 Cal de calor, del recipiente a baja temperatura ¿Cuántas calorías ingresarán al recipiente de alta temperatura? ¿cuánto trabajo mecánico de entrada es necesario?

Solución.- El rendimiento máximo de un refrigerador está dado por:  $e = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$

$$\text{y sustituyendo: } e = \frac{300}{500 - 300} = 1.5$$

El rendimiento de un Refrigerador también se expresa así:  $e = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$ , por lo tanto, despejamos  $Q_1$ ,

$$Q_1 - Q_2 = \frac{Q_2}{e}, \quad Q_1 = \frac{Q_2}{e} + Q_2$$

$Q_1 = Q_2 \left( \frac{1}{e} + 1 \right)$ , y sustituyendo:

$$Q_1 = 1200 \left( \frac{1}{1.5} + 1 \right) = 1999.2 \text{ Cal}$$

Este será el calor que ingresará al recipiente de alta temperatura:  $500^\circ\text{K}$ .

El rendimiento de un refrigerador está expresado también por:  $e = \frac{Q_2}{W}$ , entonces:

$W = \frac{Q_2}{e}$  antes de sustituir a  $Q_2$ , debemos convertir su valor a Joules, o sea:

$$Q_2 = 1200 \text{ Cal} = 5023.2 \text{ Joules, ahora sí,}$$

$$\text{Sustituyamos: } W = \frac{Q_2}{e} = \frac{5023.2}{1.5} = 3,348.8 \text{ J}$$

Por lo tanto, el trabajo de entrada será de:  $3,348.8 \text{ Joules}$ .

13.- En un refrigerador mecánico el serpentín de baja temperatura del evaporador está a  $-30^\circ\text{C}$ , y el gas comprimido en el condensador tiene una temperatura de  $60^\circ\text{C}$  - ¿cual es el máximo coeficiente de funcionamiento posible?

Solución.- El rendimiento de un refrigerador y el coeficiente de máximo rendimiento, también llamado: Coeficiente de

ejecución, están dados por la misma ecuación

$$e = \frac{T_1 - T_2}{T_2} \text{ y sustituyendo, tenemos:}$$

mos:

$$e = \frac{60 - (-30)}{30} = \frac{60 + 30}{30} = 3$$

14.- ¿Cuántos Joules de trabajo debe realizar un compresor en un refrigerador a fin de cambiar 1 Kg de agua a  $20^\circ\text{C}$  a hielo a  $-10^\circ\text{C}$ . El coeficiente de ejecución es 3.5

Solución.- Partiendo de la ecuación: -

$$e = \frac{Q_2}{W} \text{ despejamos } W \text{ y tenemos: } W = \frac{Q_2}{e}$$

Ahora, calcularemos  $Q_2$ :

$$Q_2 = Q_E + Q_C + Q_S$$

Siendo  $Q_E$  el calor que perderá el agua al enfriarse desde  $20^\circ\text{C}$  hasta  $0^\circ\text{C}$ , o sea:  $Q_E = mC_p(T - T_0) = 1 \times 1(0 - 20) = -20 \text{ Kcal}$

$Q_C$  es calor que liberará el agua al congelarse, o sea:

$$Q_c = -mL_f = -1 \times 80 = -80 \text{ Kcal, y}$$

$Q_s$  es el calor que liberará el hielo - al enfriarse desde  $0^\circ\text{C}$  hasta  $-10^\circ\text{C}$ , -- por lo tanto:

$$Q_s = mC_p(T - T_o) = 1 \times 0.5(-10-0) = -5 \text{ Kcal}$$

por lo tanto:

$$Q_2 = -20 + (-80) + (-5) = -105 \text{ Kcal}$$

Este será el calor total que perderá el -- agua, desde  $20^\circ\text{C}$  hasta  $-10^\circ\text{C}$ . Este calor lo convertimos a energía mecánica;  $105 \text{ Kcal} = 105 \times 4186 = 439,530 \text{ J}$  y usando la ecuación:  $W = \frac{Q_2}{e} = \frac{439,530}{3.5}$

$W = 1.25 \times 10^5$  Joules = trabajo desarrollado por el motor del compresor.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

El alumno:

- Describirá las partes del átomo que tienen carga positiva y negativa respectivamente.
- Enunciará las principales formas de electrificar los cuerpos.
- Enunciará las conclusiones que se obtienen cuando se interaccionan dos cargas eléctricas.

### UNIDAD 2

## ELECTROSTATICA Y ELECTRODINAMICA

- Definirá los conceptos de corriente eléctrica, corriente directa y corriente alterna.
- Explicará los efectos de la corriente eléctrica.
- Enunciará la Ley Ohm y la unidad para medir la resistencia.
- Explicará el funcionamiento del amperímetro y del voltímetro.
- Resolverá problemas aplicando la Ley Ohm.
- Resolverá problemas aplicando las Leyes de Kirchhoff