

# 15. Termodinámica

(3, 6, 9, 14, 24, 31, 36, 47) termodinámica

(2, 3, 7, 11) óptica

La termodinámica estudia las relaciones entre el calor y el resto de energías.

## Temperatura:

Partículas en continua agitación, la temperatura es consecuencia de la velocidad media (magnitud escalar), no depende del número de partículas. Si las vibraciones son suficientemente grandes se romperán los enlaces, formando líquido o gas.

Si se calienta, la vibración aumenta y si se enfría disminuye la vibración hasta llegar a detenerse (cero absoluto).

Refleja la capacidad para ceder energía calorífica.

## Principio Cero:

Si ponemos dos cuerpos, cada uno a una temperatura, en contacto, alcanzarán la misma temperatura. Al igualarse se alcanza el equilibrio térmico. Habrá una transferencia de calor del cuerpo con mayor temperatura al de menos.

## Termómetros:

Al aumentar la temperatura del mercurio se dilata ascendiendo por el tubo. La longitud que asciende es proporcional a la temperatura.

## Escala de temperaturas:

- Celsius: Congelación del agua  $0^{\circ}\text{C}$  y ebullición  $100^{\circ}\text{C}$
- Fahrenheit: Congelación del agua  $32^{\circ}\text{F}$  y ebullición  $212^{\circ}\text{F}$ .  $\frac{C^{\circ}}{100} = \frac{F^{\circ} - 32}{180}$
- Kelvin: Punto inferior cuando partículas están detenidas (cero absoluto). El punto de referencia es el punto triple del agua (coexisten sólido, líquido y gaseoso).  
con valor de  $273\text{K}$   $K = ^{\circ}\text{C} + 273$
- Rankine: Al cero absoluto se le asigna  $0^{\circ}\text{R}$ , al punto triple del agua  $492^{\circ}\text{R}$

## Calor:

El calor es el flujo de energía que se pierde o gana entre dos cuerpos a diferentes temperaturas. Es energía que se transmite, no se almacena.

Intercambios entre calor y trabajo:

-Frenos, combustión exotérmica, motores, estufa eléctrica, dilataciones.

## Calor específico: (c)

Cantidad de calor necesaria para aumentar un grado la temperatura de una masa de 1 kilogramo. Es una magnitud intensiva, no depende de la cantidad de sustancia.

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

calor            masa            calor específico            temp. final            temp. inicial

## Capacidad calorífica:

Cantidad de calor necesario para aumentar 1 grado la temperatura de una masa de 1kg por aquí SÍ depende la cantidad de sustancia.

## Transmisión del calor:

- \* **Conducción:** Por contacto. Los conductores son los materiales que transmiten gran cantidad de calor. Los aislantes transmiten poco calor. Los sólidos conducen mejor que los líquidos, y los líquidos mejor que los gases.
- \* **Convección:** Movimiento de partículas de un fluido (líquido o gas) donde las más pesadas descienden y las ligeras ascienden. Corrientes convectivas.
- \* **Radiación:** Emiten energía radiante (ondas electromagnéticas). Si la cantidad de radiación recibida es mayor que la emitida, el cuerpo aumentará de temperatura.

## Expansión volumétrica:

Al aumentar la temperatura aumenta el volumen (dilatación). Los líquidos se dilatan más que los sólidos. Al disminuir la temperatura los cuerpos sufren contracción.

En los gases depende de la temperatura pero también de la presión.

La longitud cambiará según la temperatura:

$$L = L_0 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (T - T_0) \right]$$

(m) longitud a una temperatura T  
(m) longitud inicial a una temp. T<sub>0</sub>  
(1/k) coeficiente de dilatación lineal.  
(k) temp. final e inicial.  
 $\gamma = 3 \cdot \alpha$   
(k) coeficiente de dilatación volumétrica

Cambios en sección y volumen de cuerpos:  $V = V_0 \cdot \left[ 1 + \gamma \cdot (T - T_0) \right]$

### Leyes de la Termodinámica:

Un sistema termodinámico es una parte del universo aislada para su estudio. Puede intercambiar energía con su entorno en forma de calor y/o trabajo acumulándose en energía interna.

#### Primer principio termodinámica:

Conservación de la energía:  $\Delta U = Q - W$

$\Delta U$  = incremento energía interna sistema (J)  
 $Q$  = calor aportado al sistema (J)  
 $W$  = trabajo hecho por el sistema (J)

La energía siempre se conserva transformándose en calor, trabajo y/o energía interna. Todo el trabajo se puede transformar en calor pero no todo el calor se puede transformar en trabajo.

#### Segundo principio termodinámica:

No es posible construir una máquina térmica que transforme íntegramente todo el calor absorbido en trabajo.

Máquina térmica (cíclica) rendimiento:  $Q_1 = W$      $W = Q_1 - Q_2$

entropía: mide la parte no utilizable de la energía contenida en un sistema.

Idea del desorden: un sólido tiene moléculas ordenadas por lo que su entropía es mucho menor que si la misma sustancia fuera gaseosa.

La entropía es una variable de estado, unidad J/K. Durante un proceso irreversible (real) siempre aumenta.

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

entropía (J/K)    transferencia calor (J)    temperatura (K)

La variación de entropía es proporcional al calor transmitido e inversamente proporcional a la temperatura.

#### Tercer principio termodinámica:

El cero absoluto no se puede alcanzar por un número finito de pasos.

### Problema 1

Se pretende calentar 2L. de agua hasta el punto de ebullición (100°C) para cocer pasta. Si temperatura inicial es de 18°C, ¿qué cantidad de calor necesitamos?

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) ; \quad 2L = 2kg.$$

calor masa calor espec.

$$C_{\text{agua}} = 4'18 \text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$$

$$100^\circ\text{C} = 100 + 273 = 373^\circ\text{K}$$

$$18^\circ\text{C} = 18 + 273 = 291^\circ\text{K}$$

$$Q = 2 \cdot 4'18 \cdot (373 - 291) = 685'52 \text{ kJ}$$

### Problema 2

Una aeronave mata un largero de aluminio en su ala de 10m. Si la temperatura en pista de despegue es de 30°C y a la altitud de vuelo durante el cruce es de -56°C, ¿cuántos mm se habrá encogido el largero?  $\alpha_{\text{Al}} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

$$L = L_0 \cdot [\Delta + \alpha \cdot (T - T_0)] \quad L = 10 \cdot [\Delta + 23 \cdot 10^{-6} \cdot (-56 - 30)] = 9'98 \text{ m} = 9980 \text{ mm.}$$

L Final.

$$L_{\text{inicial}} - L_{\text{final}} = \text{lo que se ha encogido.} \quad 10000 - 9980 = \Delta 978 \text{ mm ha encogido.}$$

3) ¿A qué temperatura un termómetro centígrado marca lo mismo que un termómetro Fahrenheit?

$$^\circ\text{C} = ^\circ\text{F} \rightarrow \text{misma incógnita}$$

$$\frac{^\circ\text{C}}{100} = \frac{^\circ\text{F} - 32}{180} ; \quad 180x = 100x - 320 ; \quad 80x = -320 ; \quad x = \frac{-320}{80} = -4 //$$

6) una barra de 10m de longitud a 0°C experimenta un cambio de <sup>0'014 m</sup> 1'4 cm cuando su temperatura se incrementa hasta 58°C. ¿cuál es el coeficiente de dilatación lineal del material de que está fabricada la barra?

$$L = L_0 \cdot [\Delta + \alpha \cdot (T_2 - T_1)] \Rightarrow 10'014 = 10 \cdot [\Delta + \alpha \cdot (58 - 0)] ; \quad 10'014 = 10 + 580\alpha ;$$

$$\frac{10'014 - 10}{580} = \alpha ; \quad \alpha = 2'4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

9) Depósito de gasolina de coche tiene un volumen de 56'8 l. Está lleno de gasolina hasta el borde. siendo el coeficiente medio de dilatación de la gasolina 0'00096 K<sup>-1</sup>. Calcular qué volumen de gasolina se derramará si la temperatura se eleva a 20°C.

$$V = V_0 \cdot [\Delta + \gamma \cdot (T_2 - T_1)] ; \quad V = 56'8 \cdot [\Delta + 0'00096 \cdot (20)] ; \quad V = 57'89056$$

$$57'89056 - 56'8 = \Delta 0'9056 \text{ l se derraman.}$$

14) Se mezclaron 5kg de agua hirviendo con 20kg de agua a 25°C en un recipiente. la temperatura de la mezcla es de 40°C. Si no se considera el calor absorbido por el recipiente, calcular el calor entregado por el agua hirviendo y el recibido por el agua fría.  $c(H_2O) = 1 \text{ cal/(g} \cdot \text{K)}$

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q = 5 \cdot 1 \cdot (40 - 100) ; Q = -300 \text{ kcal} = 5000 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot (373\text{K} - 313\text{K}) = 60000 \text{ cal} = 60 \text{ kcal}$$

24) Se tiene un recipiente de aluminio de 450g que contiene 120g de agua a 16°C. Si dentro del recipiente se deja caer un bloque de hierro de 220g a 84°C. ¿Cuál es la temperatura final del sistema? [ $c(H_2O) = 1 \text{ cal/(g} \cdot \text{K)}$ ;  $c(Al) = 0.21 \text{ cal/(g} \cdot \text{K)}$ ;  $c(Fe) = 0.11 \text{ cal/(g} \cdot \text{K)}$ ]

$$16^\circ\text{C} = 289^\circ\text{K}$$

$$84^\circ\text{C} = 357^\circ\text{K}$$

$$\bullet \text{ Al } Q = 450 \cdot 0.21 \cdot (T_2 - 289)$$

$$\bullet \text{ H}_2\text{O } Q = 120 \cdot 1 \cdot (T_2 - 289)$$

$$\bullet \text{ Fe } Q = 220 \cdot 0.11 \cdot (T_2 - 357)$$

$Q_{Al} + Q_{H_2O} + Q_{cedido} = 0$   
 lo que absorbe es igual a lo que pierde, por eso es igual a 0.

$$450 \cdot 0.21 \cdot (T_2 - 289) + 120 \cdot 1 \cdot (T_2 - 289) + 220 \cdot 0.11 \cdot (T_2 - 357) = 0$$

$$94.5T_2 - 27310.5 + 120T_2 - 34680 + 24.2T_2 - 8639.4 = 0 ; T_2 = \frac{70629.9}{238.7} = 295.89^\circ\text{K}$$

31) Disponemos de un recipiente de volumen variable. Inicialmente presenta un volumen de 500 cm³ y contiene 34g de amoníaco (NH₃). Si manteniendo constante la P y la T, se introducen 68g de amoníaco, ¿qué volumen presentará finalmente el recipiente?

$$[N = 14 \text{ g/mol} ; H = 1 \text{ g/mol}]$$

$$V_0 = 500 \text{ cm}^3 \quad V_f? \quad 34 \text{ g NH}_3 \text{ --- } 500 \text{ cm}^3$$

$$m \text{ NH}_3 = 34 \text{ g} \quad 68 \text{ g NH}_3 \text{ --- } x$$

$$T \text{ 68 g NH}_3$$

$$x = 1000 \text{ cm}^3$$

$$V_0 + V_1 = V_f \rightarrow 1000 + 500 = 1500 \text{ cm}^3$$

36) El aire contiene aprox. 21% oxígeno, 78% nitrógeno y 0.9% Argón (maxi)

a) ¿cuántas moléculas de O₂ habrá en 2 l. de aire?

$$\rho = \frac{m}{V} ; m = \rho \cdot V = 1.293 \text{ g/l} \cdot 2 \text{ l} = 2.586 \text{ g}$$

$$\rho_{\text{aire}} = 1.293 \text{ g/l} ; \rho_{\text{O}_2} = 1.6 \text{ g/l} ; \rho_{\text{N}_2} = 1.4 \text{ g/l} ; \rho_{\text{Ar}} = 1.78 \text{ g/l}$$

$$0.21 \cdot 2.586 = 0.54306 \text{ g (O}_2) \quad 0.78 \cdot 2.586 = 2.01708 \text{ g (N}_2) \quad 0.009 \cdot 2.586 = 0.023274 \text{ g (Ar)}$$

$$N_A(\text{O}) = 16 \text{ g/mol} \quad Q_{\text{O}_2} = 2 \cdot 16 = 32 \text{ g/mol}$$

$$\frac{32 \text{ g} \cdot \text{mol O}_2}{6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}} = \frac{0.543 \text{ g} \cdot \text{O}_2}{x}$$

$$x = 1.02 \cdot 10^{22}$$

b) presión ejercida si se mete el aire anterior en recipiente de 0.5 l a temperatura 25°C?

