



PHYSICS

VERANO UNI
2021

TEMA: CAMBIO DE FASE Y
LEY DE COULOMB



 **SACO OLIVEROS**

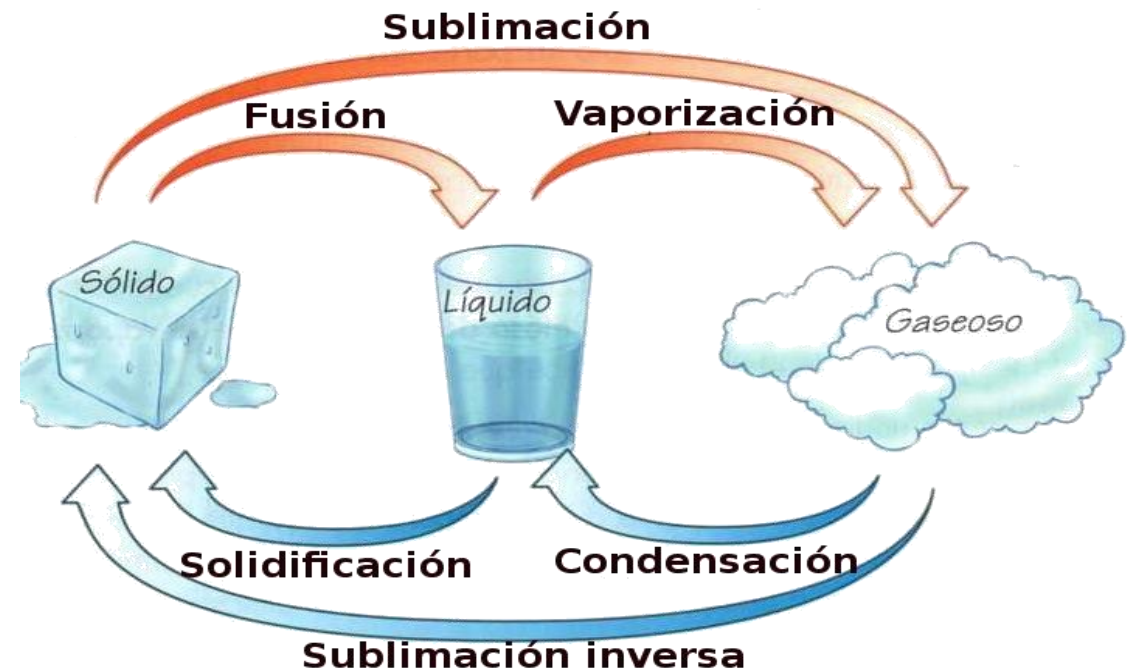
CAMBIO DE FASE

¿Qué es el cambio de fase?

Es el fenómeno que consiste en el reordenamiento molecular que experimenta una sustancia debido a la variación de su energía interna, manteniéndose constante la presión y temperatura.

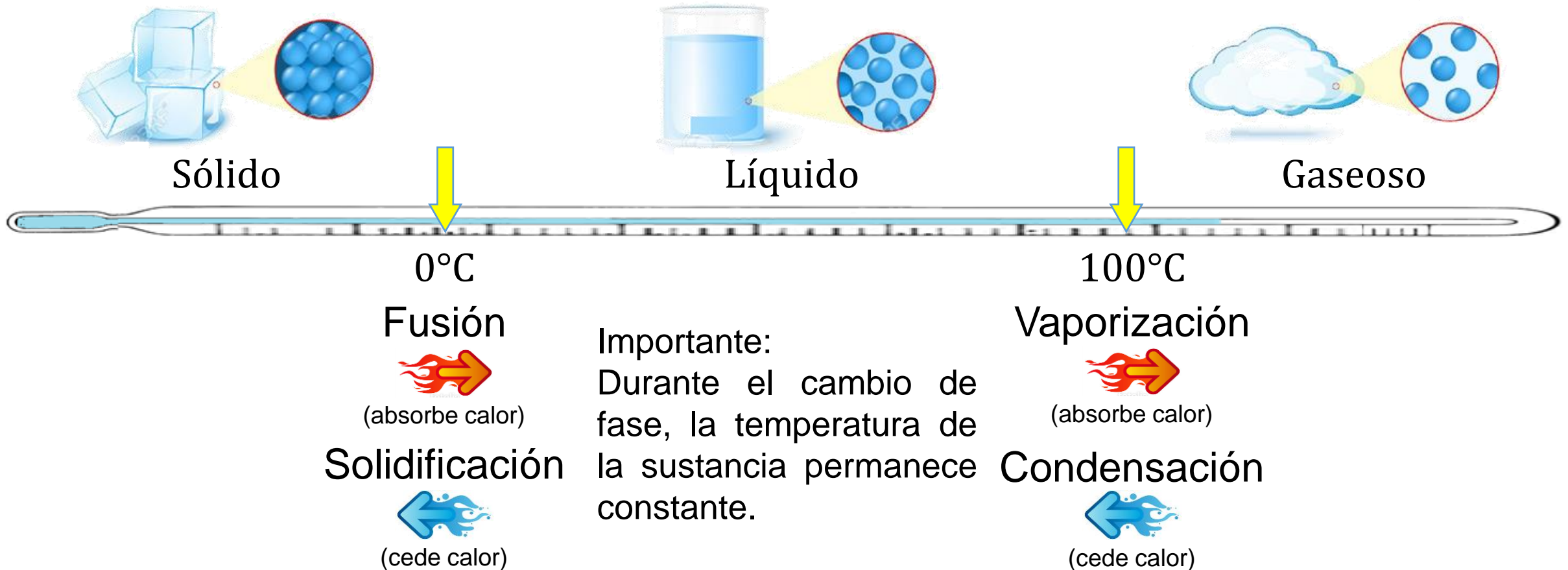
Para que se produzca este reordenamiento molecular es necesario que la sustancia absorba o ceda energía en forma de calor (calor de transformación).

Por ejemplo, para el agua, tenemos:



CAMBIOS DE FASE EN EL AGUA

Para la sustancia agua y a la presión de 1 atm, se tiene los cambios de fase:

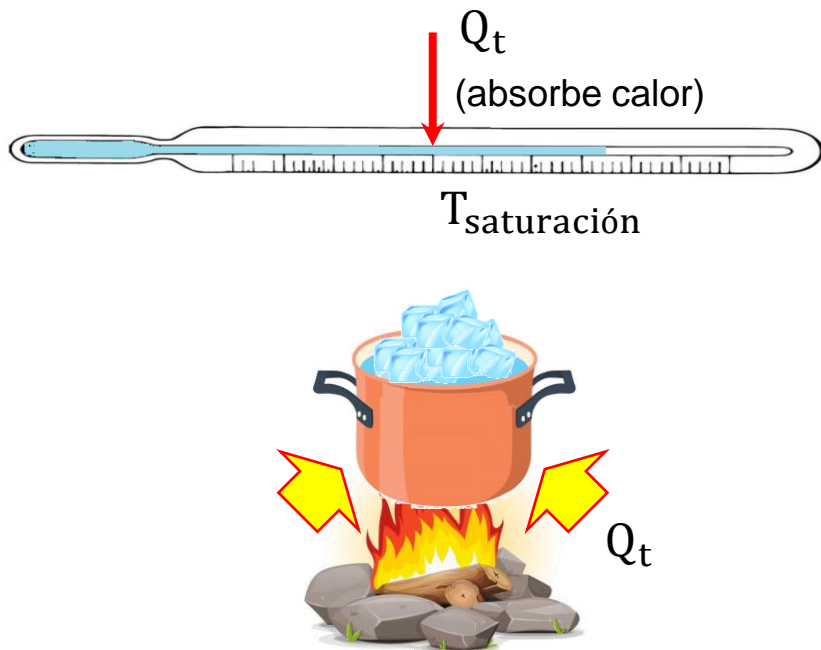


CALOR DE TRANSFORMACIÓN

¿Qué es el calor de transformación?

Es la cantidad de calor que debe de absorber o ceder toda sustancia, para que experimente un cambio de fase a la condición de saturación.

Sea la experiencia:



El calor de transformación se calcula como:

$$Q_t = L_t m$$

Unidad: caloria(cal)

Siendo:

L_t : calor latente (cal/g)

m : masa de la sustancia que se transforma (g)

Observación:

El cambio de fase de una sustancia se da a una determinada presión y temperatura.

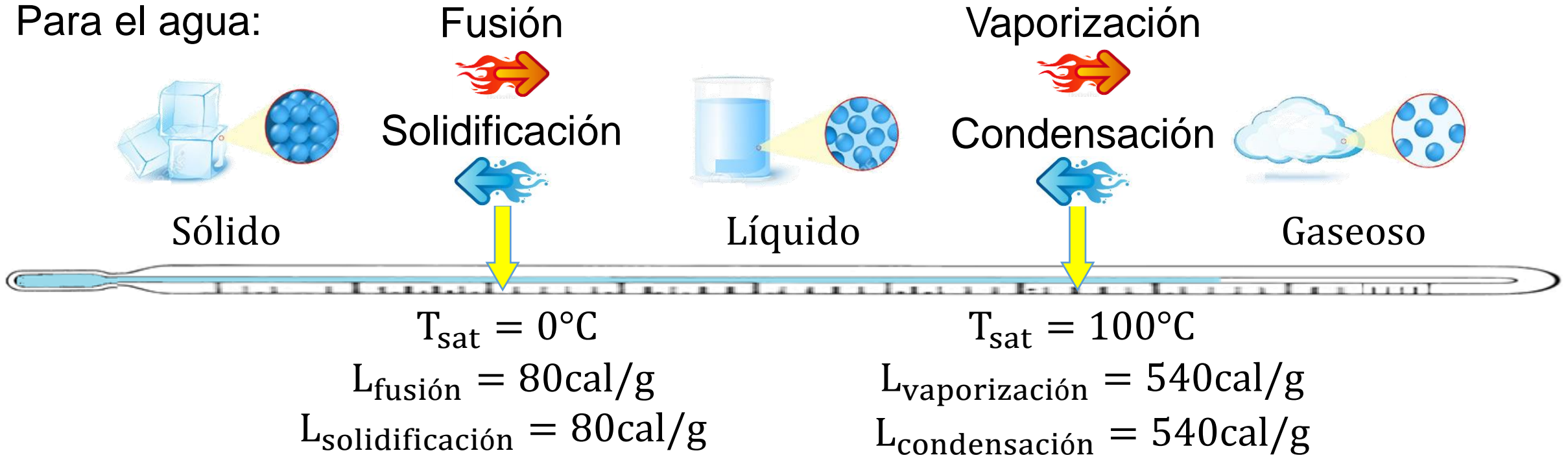
CALOR LATENTE DEL AGUA (L_t)

¿Qué es el calor latente?

El calor latente nos indica: “La cantidad de calor necesaria que requiere 1g de una sustancia para cambiar de fase, a una determinada presión y temperatura”.

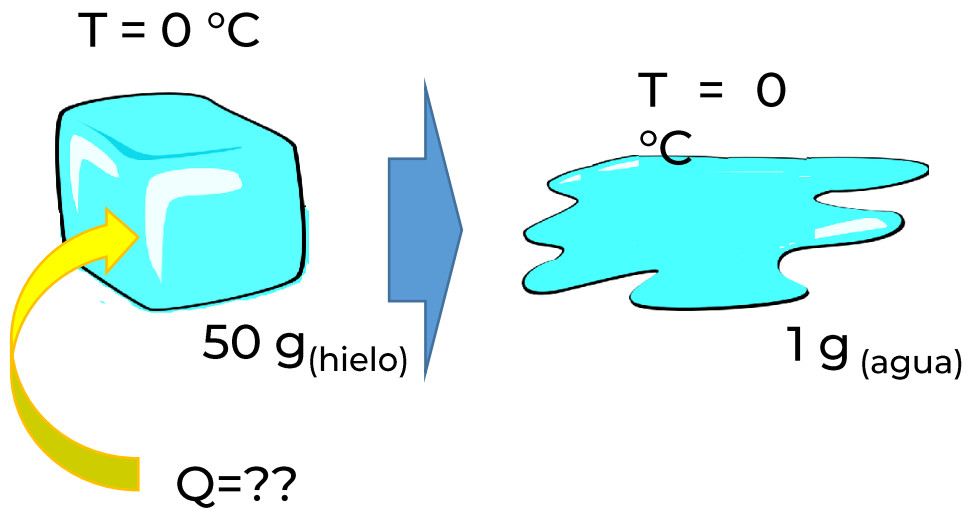
¿Cuánto es el calor latente del agua?

Para el agua:



1 Se tiene 50 g de hielo a 0 °C. Determine la cantidad de calor necesario para fundirlo.

RESOLUCIÓN:



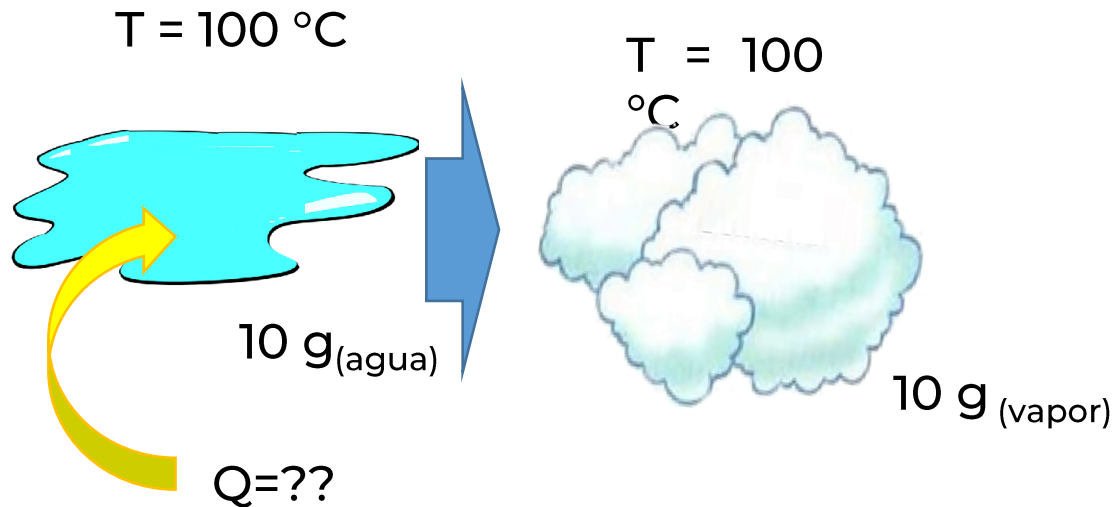
El calor necesario es aquel que solamente fusiona el hielo:

$$Q = Q_{\text{hielo}(CF)}^{\text{gana}} = m \cdot L_f = 50\text{g} \cdot 80\text{cal/g}$$

$$Q = 4000\text{ cal} = 4\text{kcal}$$

2 Se tiene 10 g de agua a 100 °C. Determine el calor necesario para vaporizarlo.

RESOLUCIÓN:



El calor necesario es aquel que solamente vaporiza el agua:

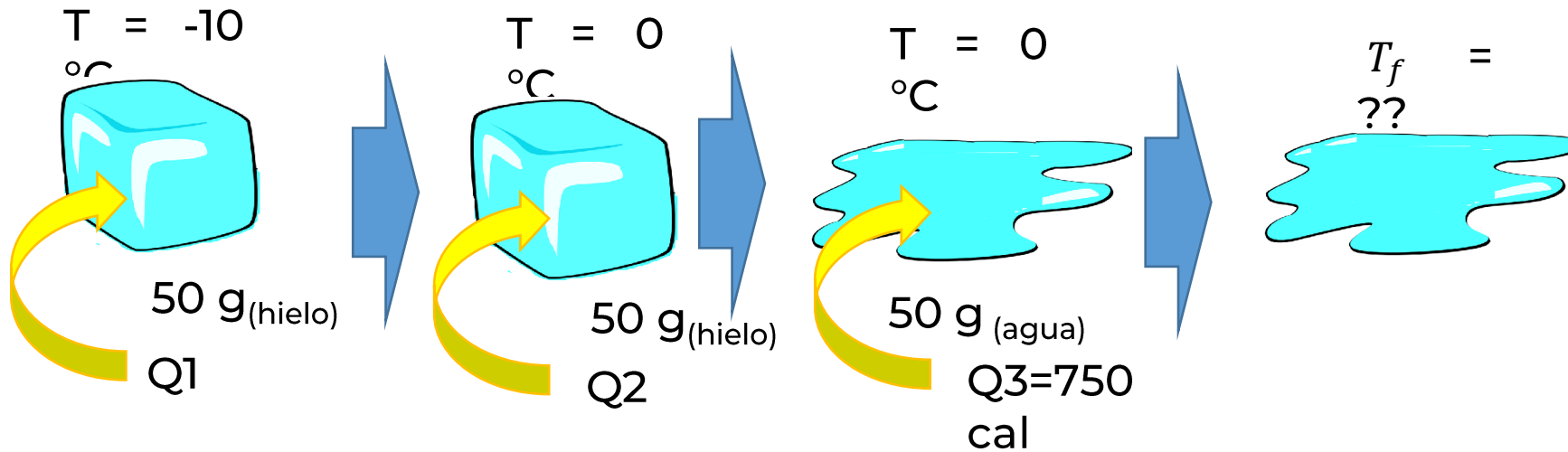
$$Q = Q_{\text{agua}(CF)}^{\text{gana}} = m \cdot L_V = 10\text{g} \cdot 540\text{cal/g}$$

$$Q = 5400 \text{ cal} = 5,4 \text{ kcal}$$

3

Se tiene 50 g de hielo a -10°C al cual se le agregan 5 kcal. Determine la temperatura final.

RESOLUCIÓN



$$Q_1 = Q_{\text{hielo}(\Delta T)}^{\text{gana}} = c_{\text{hielo}} \cdot m_{\text{hielo}} \cdot \Delta T_{\text{hielo}}^* = 0,5 \cdot 50 \cdot 10 = 250\text{ cal}$$

$$Q_2 = Q_{\text{hielo}(CF)}^{\text{gana}} = m \cdot L_F = 50\text{g} \cdot 80\text{cal/g} = 4000\text{ cal}$$

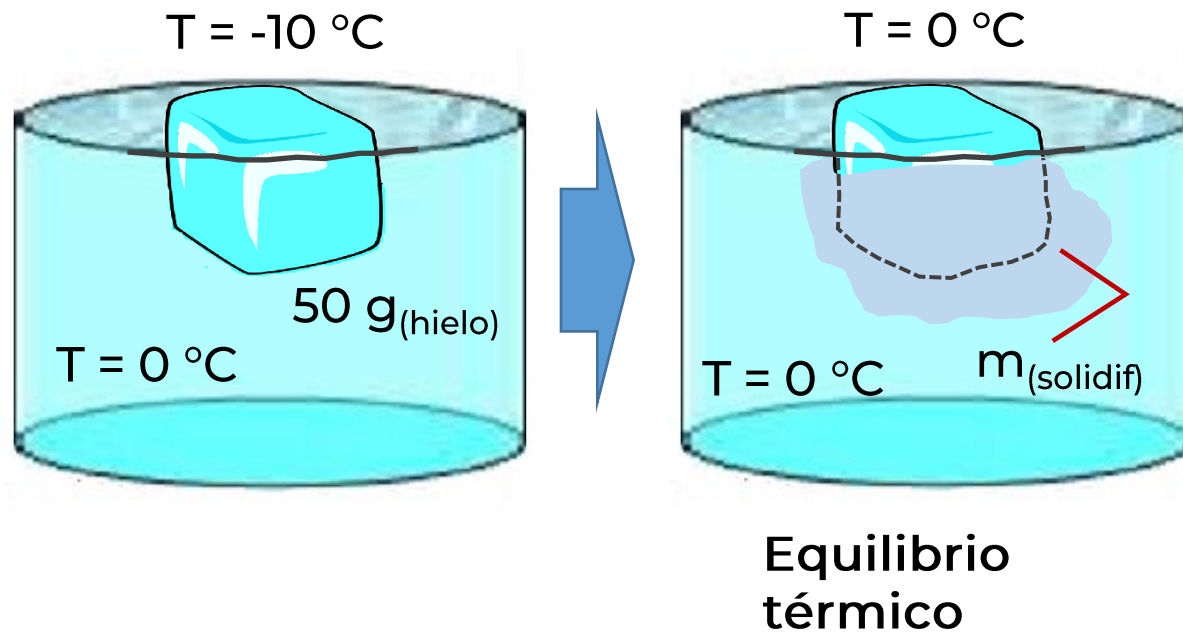
$$Q_3 = 750\text{ cal} = Q_{\text{agua}(\Delta T)}^{\text{gana}} = c_{\text{agua}} \cdot m_{\text{agua}} \cdot \Delta T_{\text{agua}}^* = 1 \cdot 50 \cdot (T_f - 0)$$

$$T = 15^{\circ}\text{C}$$

4

Un cubo de hielo cuya masa es 50 g y cuya temperatura es $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, se coloca en un estanque de agua, la cual se encuentra a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; ¿Qué cantidad de agua se solidificará?

RESOLUCIÓN



- Debido a la diferencia de temperaturas iniciales, el hielo ganará energía calorífica mientras eleva su temperatura y el agua perderá energía calorífica mientras se va solidificando.
- Hasta que el sistema alcanza el equilibrio térmico:

$$Q_{\text{hielo}(\Delta T)}^{\text{gana}} = Q_{\text{agua}(CF)}^{\text{pierde}}$$

$$ce_{\text{hielo}} \cdot m_{\text{hielo}} \cdot \Delta T_{\text{hielo}}^* = m_{\text{solidif}} \cdot L_s$$

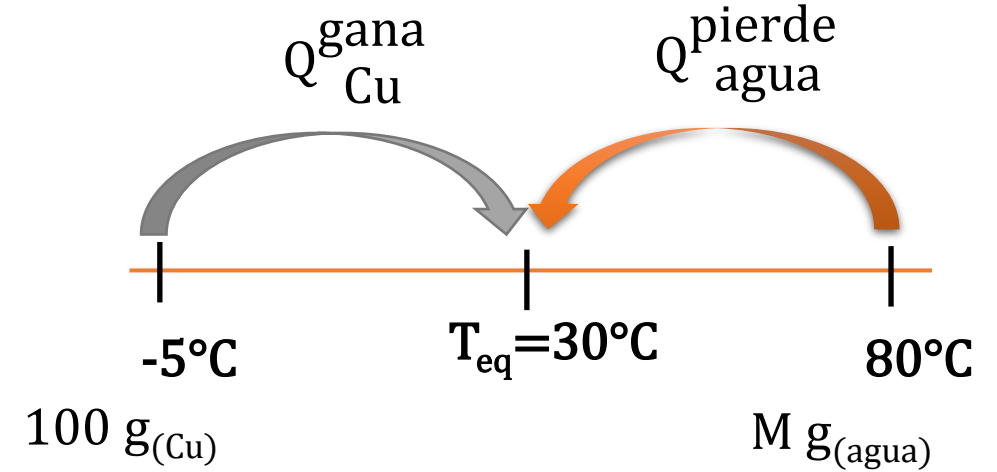
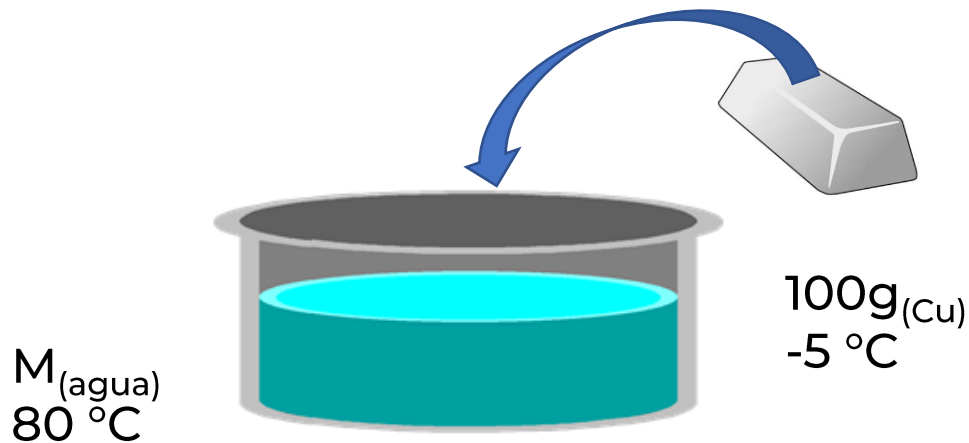
$$0,5 \cdot 50 \cdot 10 = m_{\text{solidif}} \cdot 80$$

$$m_{\text{solidif}} = 3,125\text{ g}$$

5

¿Con qué cantidad de agua a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ se debe combinar 100 g de cobre a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para alcanzar el equilibrio a la temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$? $C_e(\text{cobre}) = 0.095\text{ cal/gr }^{\circ}\text{C}$.

RESOLUCIÓN



$$Q_{\text{Cu}}^{\text{gana}} = Q_{\text{agua}}^{\text{pierde}}$$

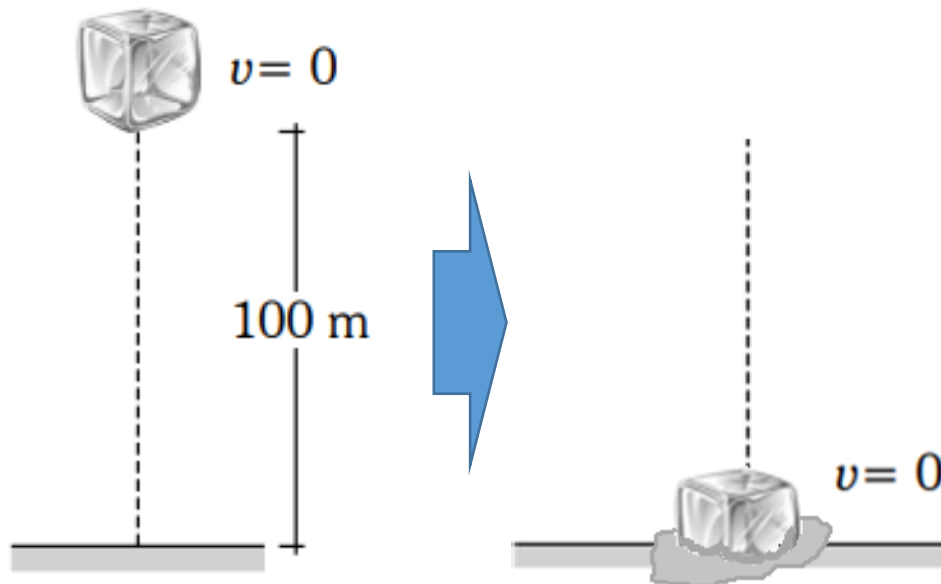
$$ce_{\text{Cu}} \cdot m_{\text{Cu}} \cdot \Delta T_{\text{Cu}}^* = ce_{\text{agua}} \cdot m_{\text{agua}} \cdot \Delta T_{\text{agua}}^*$$

$$0,095 \cdot 100 \cdot (35) = 1 \cdot M \cdot (50)$$

$$M = 6,65\text{ g}$$

6

En un recipiente de capacidad calorífica despreciable y aislado se tiene 400 g de hielo. Si luego del impacto no rebota, calcule la cantidad de hielo que se funda. Desprecie la masa del recipiente y considere que el hielo absorbe todo el calor disipado. ($g = 10 \text{ m/s}^2$:



- Cuando el bloque de hielo choca contra el piso, toda la energía mecánica se convierte en energía calorífica que funde parte del hielo: luego planteamos:

$$E_{M(i)} = Q_{hielo(CF)}^{gana}$$

$$0,24 \cdot m \cdot g \cdot H = m_{hielo(CF)} \cdot L_f$$

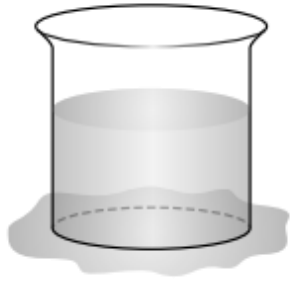
$$0,24 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 100 = m_{hielo(CF)} \cdot 80$$

$$m_{hielo(CF)} = 1,2 \text{ g}$$

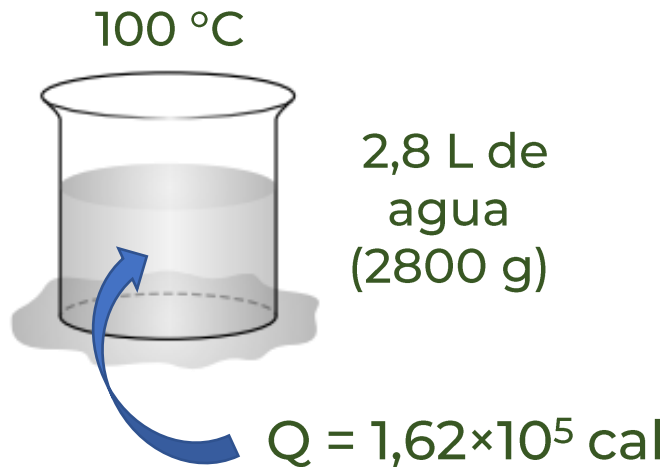


7

Se muestra un recipiente de $27 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ de capacidad calorífica con $2,8 \text{ L}$ de agua a 100°C . Si transfiere $1,62 \times 10^5 \text{ cal}$, calcule cuánta agua queda en el recipiente.



RESOLUCIÓN



- Cuando el agua recibe la energía calorífica empieza a vaporizar.

$$Q = Q_{\text{agua}(CF)}^{\text{gana}}$$

$$1,62 \cdot 10^5 = m_{\text{vaporiza}} \cdot L_V$$

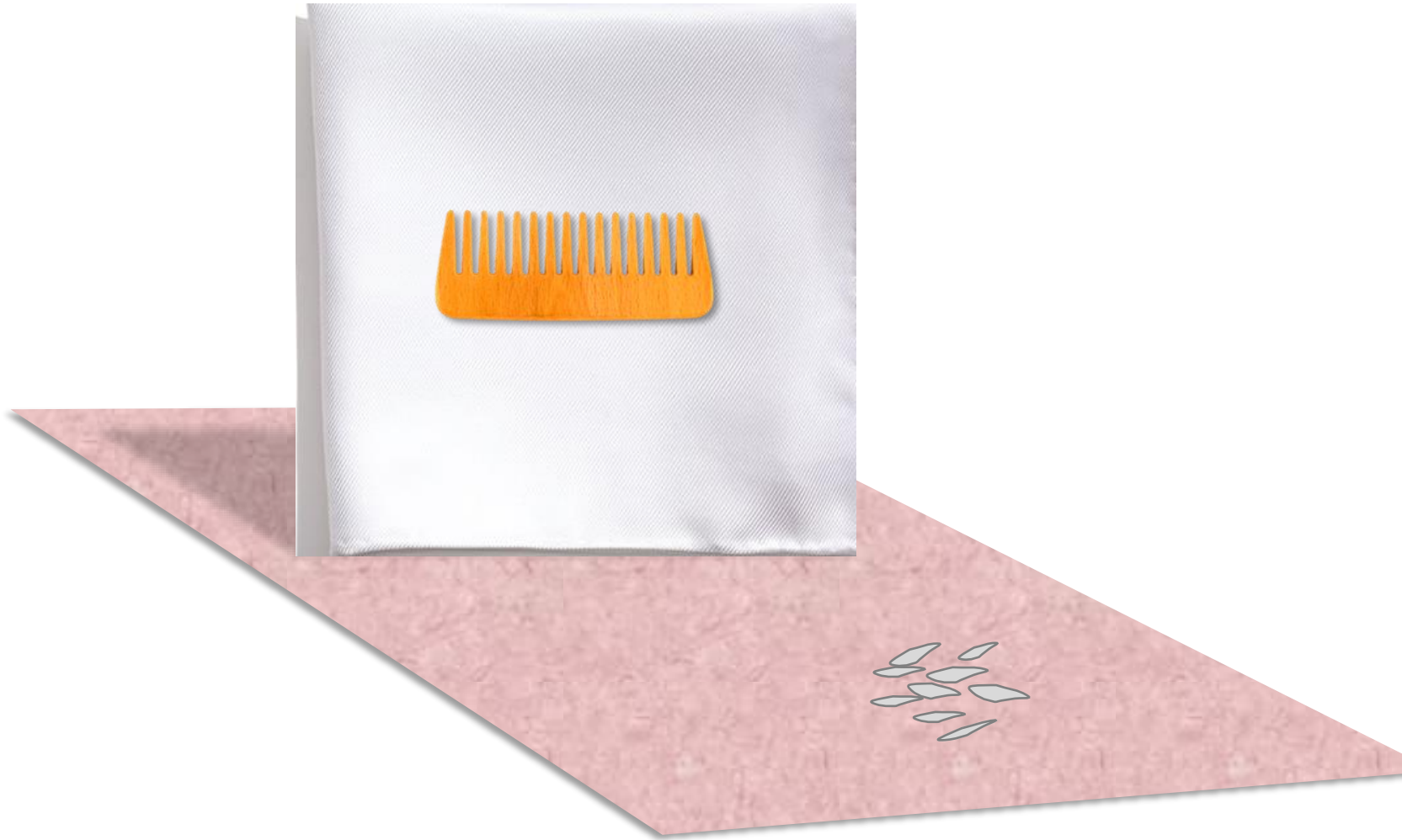
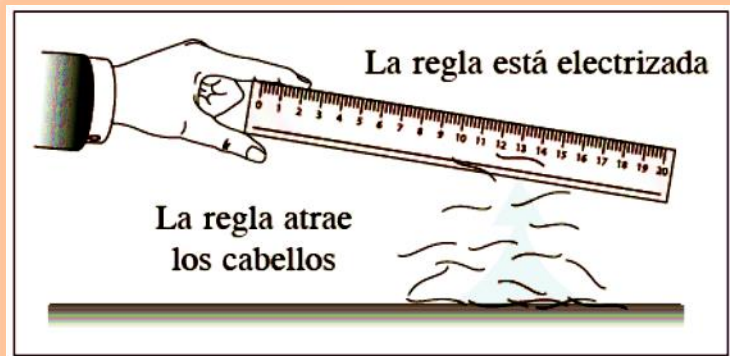
$$1,62 \cdot 10^5 = m_{\text{vaporiza}} \cdot 540$$

$$m_{\text{vaporiza}} = 300 \text{ g}$$

$$m_{\text{agua que queda}} = 2500 \text{ g} \quad (2,5 \text{ L agua})$$

Cuerpos electrizados

Denominamos así a un cuerpo que adquiere la capacidad de atraer cuerpos ligeros, por ejemplo podemos tener una regla de mica después de haber sido frotado



CARGA ELÉCTRICA

Propiedad asociada al electrón y también al protón. La magnitud que mide la propiedad asociada a estas partículas se llama **cantidad de carga eléctrica** (Q o q) su unidad es el coulomb (C).

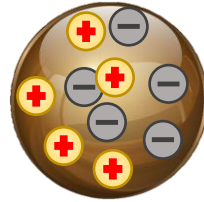
Carga del electrón

$$q_{e^-} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Carga del Protón

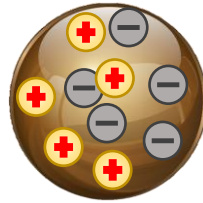
$$q_{e^+} = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

CUERPO NEUTRO



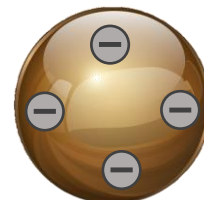
$$\# e^- = \# p^+$$

CUERPO ELECTRIZADO POSITIVAMENTE



$$\# e^- < \# p^+$$

CUERPO ELECTRIZADO NEGATIVAMENTE



$$\# e^- > \# p^+$$



Cuantización de un cuerpo electrizado

$$Q = \pm n |q_{e^-}|$$

Unidad:
coulomb (C)

$$|q_{e^-}| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

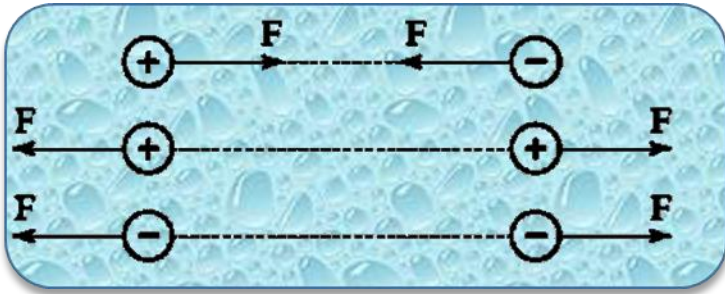
n : numero de protones
o
electrones en exceso

$Q(+)$: ELECTRIZADO POSITIVAMENTE

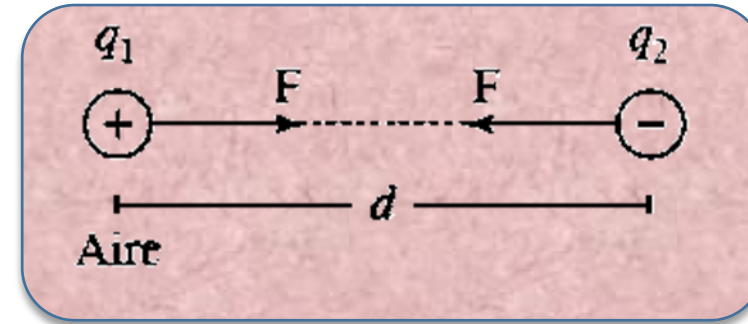
$Q(-)$: ELECTRIZADO NEGATIVAMENTE

Leyes electrostáticas

1.- Los cuerpos electrizados del mismo signo se repelen y las de signo contrario se atraen.



2.- Coulomb estableció por vía experimental que la fuerza de interacción F entre dos cuerpos electrizadas (q_1 y q_2) es directamente proporcional a (q_1 y q_2) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos.



$$F = \frac{K |q_1| |q_2|}{d^2}$$

K: constante de Coulomb

$$K = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

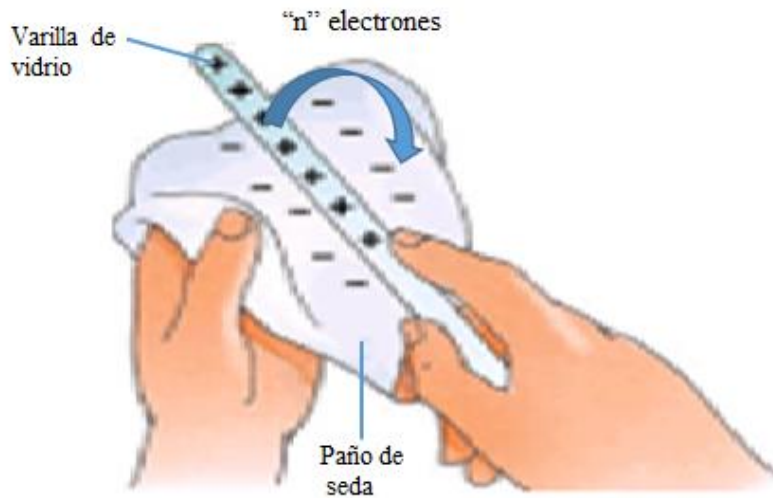
En el aire o vacío

8

Una barra de cierto material descargada pierde 50 electrones, determinar la carga que adquiere.

RESOLUCIÓN

Para una barra de vidrio:



- Como la barra pierde electrones, se electriza positivamente (defecto de electrones)
- Por cuantización de la carga eléctrica:

$$q = + n|q_{e-}|$$

$$q_{\text{vidrio}} = +50(1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})$$

$$q_{\text{vidrio}} = +80 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_{\text{vidrio}} = +8 \cdot 10^{-18} \text{ C}$$

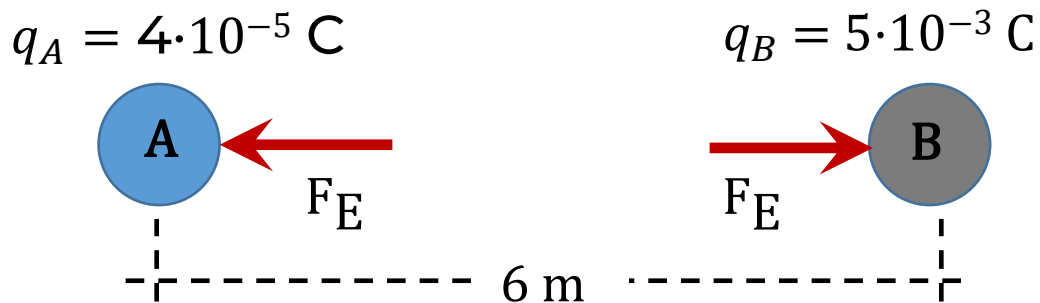


9

Dos cargas puntuales de $4 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ y $5 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ se encuentran a 6 m de distancia una de la otra. Determine el módulo de la fuerza eléctrica que se establece entre ellas.

RESOLUCIÓN

Graficando lo planteado:



Aplicamos la ley de Coulomb.

$$F_E = \frac{K|q_A||q_B|}{d^2}$$

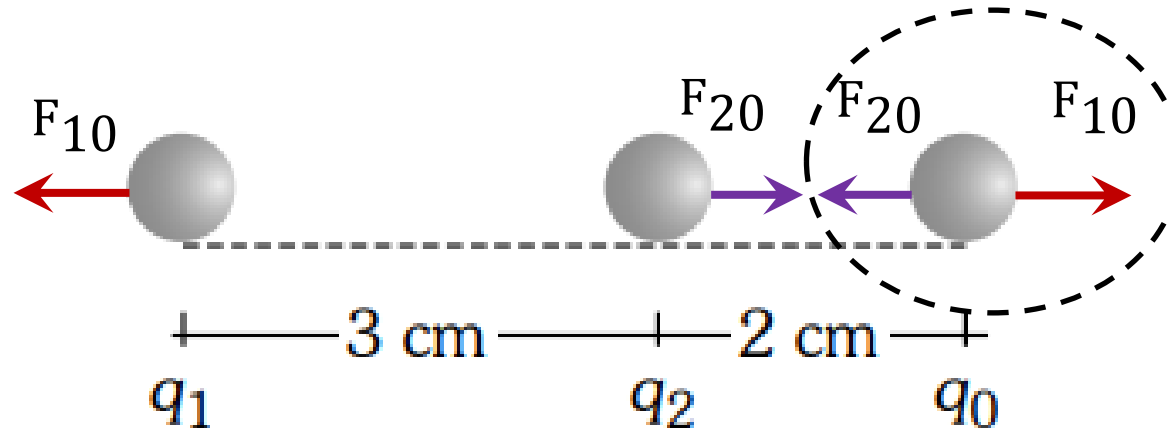
Reemplazando datos:

$$F_E = \frac{(9 \cdot 10^9)(4 \cdot 10^{-5})(5 \cdot 10^{-3})}{(6)^2}$$

$$F_E = 50 \text{ N}$$

10

Determinar la fuerza eléctrica total sobre la carga $q_0 = 2 \mu\text{C}$, si : $q_1 = 50 \mu\text{C}$, $q_2 = -40 \mu\text{C}$



RESOLUCIÓN:

Usamos la ecuación de Coulomb:

$$F_{10} = \frac{K|q_1||q_0|}{d_{10}^2} = \frac{(9 \cdot 10^9)(50 \cdot 10^{-6})(2 \cdot 10^{-6})}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 360 \text{ N}$$

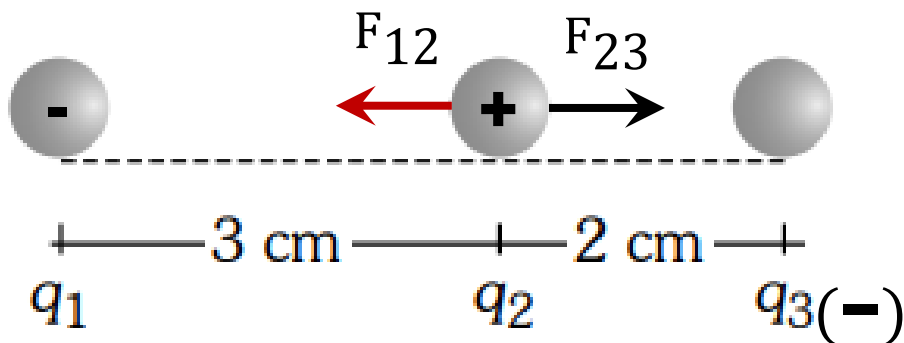
$$F_{20} = \frac{K|q_2||q_0|}{d_{20}^2} = \frac{(9 \cdot 10^9)(40 \cdot 10^{-6})(2 \cdot 10^{-6})}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = 1800 \text{ N}$$

$$F_{Re(q_0)} = F_{20} - F_{10}$$

$$F_{Re(q_0)} = 1440 \text{ N}$$

11

Determine el valor y signo de q_3 , para que q_2 se mantenga en equilibrio $q_1 = -8 \mu\text{C}$.



RESOLUCIÓN:

1. Consideramos q_2 positivo y graficamos las fuerzas eléctricas sobre la esfera electrizada con q_2 .
2. Notamos que q_1 atrae a q_2 , entonces q_3 también debe atraer a q_2 . Por lo tanto q_3 es negativo.

En el equilibrio de q_2 .

$$F_{12} = F_{23}$$

$$\frac{K|q_1||q_2|}{d_{12}^2} = \frac{K|q_2||q_3|}{d_{23}^2}$$

$$\frac{|q_1|}{d_{12}^2} = \frac{|q_3|}{d_{23}^2}$$

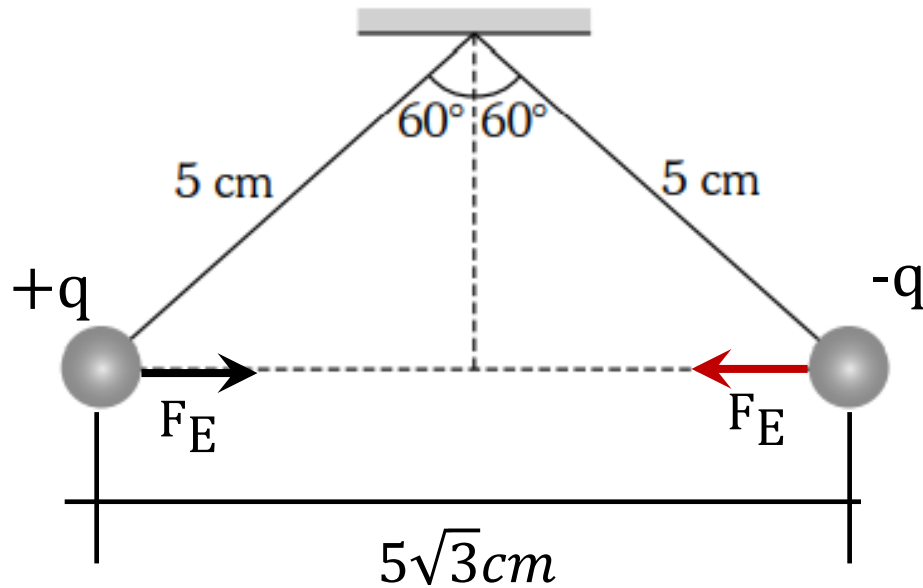
$$\frac{8\mu\text{C}}{(3\text{cm})^2} = \frac{|q_3|}{(2\text{cm})^2}$$

$$\Rightarrow |q_3| = \frac{32}{9} \mu\text{C}$$

$$\therefore q_3 = -\frac{32}{9} \mu\text{C}$$

12

¿Qué valor debe tener q para que exista una fuerza de atracción igual a $12 \times 10^5 \text{ N}$ entre las partículas de igual cantidad de carga?



RESOLUCIÓN:

Por condición del problema:

$$F_E = 12 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\frac{K|q_1||q_2|}{d_{12}^2} = 12 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times q \times q}{(5\sqrt{3} \times 10^{-2})^2} = 12 \times 10^5 \text{ N}$$

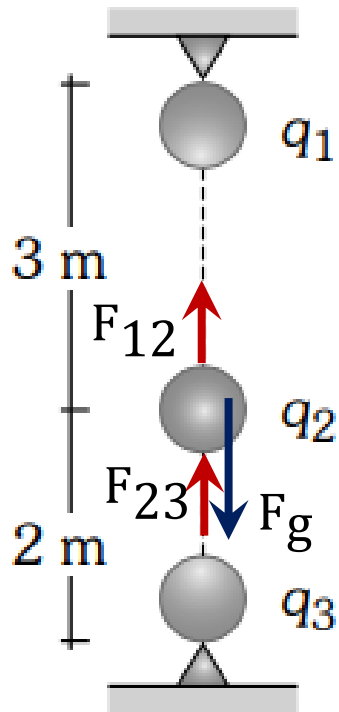
$$q^2 = 1 \times 10^{-6}$$

$$q = 1 \times 10^{-3} \text{ C} = 0,001 \text{ C}$$



13

Si la partícula q_2 está en equilibrio, determine su masa. ($q_1 = -1 \text{ uC}$; $q_2 = 1 \text{ uC}$; $q_3 = 4 \text{ uC}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$)



RESOLUCIÓN

Graficamos las fuerzas sobre q_2 .

$$F_{12} + F_{23} = F_g$$

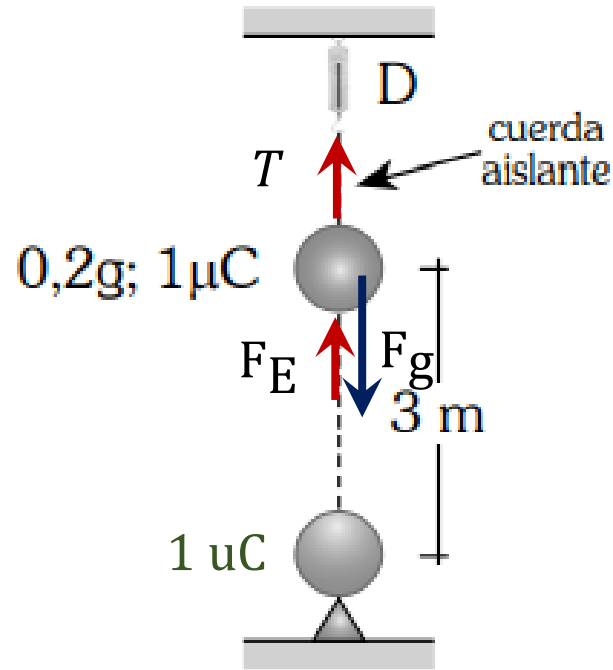
$$\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{3^2} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{2^2} = m \cdot 10$$

$$10^{-3} + 9 \cdot 10^{-3} = m \cdot 10$$

$$m = 10^{-3} \text{ kg} = 1 \text{ g}$$

14

Si las esferas tienen igual cantidad de carga eléctrica, determine la lectura del dinamómetro ideal. ($g=10 \text{ m/s}^2$).



RESOLUCIÓN

1. El dinamómetro marca la tensión en la cuerda.

2. Graficamos las fuerzas sobre la esfera superior.

3. En el equilibrio de la esfera superior.

$$T + F_E = F_g$$

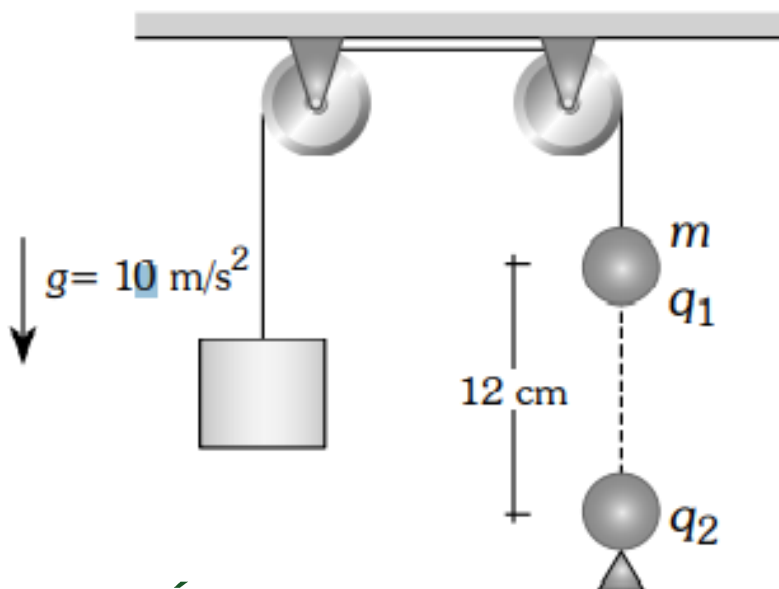
$$T + \frac{9 \cdot 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{3^2} = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 10$$

$$T + 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$T = 3 \cdot 10^{-3} \text{ N} = 0,003 \text{ N}$$

15

El bloque de madera de 5 kg está en equilibrio; determine q_1 . ($m = 1$ kg; $q_2 = +4$ uC)

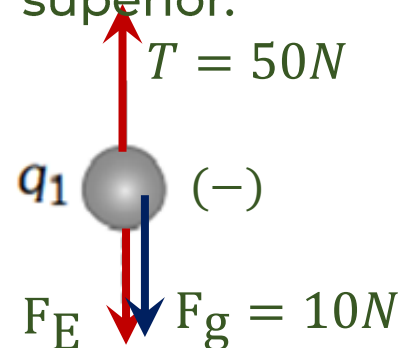


RESOLUCIÓN

1. El peso del bloque se transmite por la cuerda superior hasta la esfera electrizada con q_1 .

$$T = 50N$$

2. Haciendo el D.C.L. de la esfera superior.



“ q_2 debe generar atracción sobre q_1 ”

3. En el equilibrio de la esfera superior.

$$50N = F_E + 10N$$

$$F_E = 40N$$

$$\frac{9 \cdot 10^9 |q_1| 4 \cdot 10^{-6}}{(12 \cdot 10^{-2})^2} = 40$$

$$|q_1| = 16 \cdot 10^{-6} C = 16 \mu C$$

$$\therefore q_1 = -16 \mu C$$