

EJERCICIO 01

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA FI10A-2003

PROF. MARCEL G. CLERC

AUXILIARES: CRISTIÁN FERNÁNDEZ OTO, SERGIO GODOY GONZÁLEZ,
JUAN PABLO ROJAS CURI

Superficie: La base de los diferentes componentes electrónicos de última generación usados en circuitos electrónicos, es el uso de películas delgadas de materiales conductores, aislantes y semiconductores (materiales sólidos). Una película delgada típicamente tiene una superficie de ancho 10^{-3} m y largo 10^{-3} m, y alto 10^{-6} m. Si la película es de átomos de oro

1-a ¿Cuántos átomos tiene esta película delgada?¹

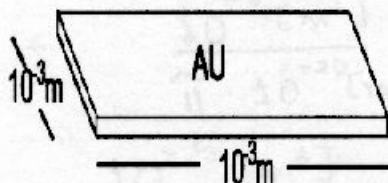
1-b ¿Cuántos átomos están en la superficie de esta película delgada?

1-c El oro en estado sólido tiene una densidad 19 gr/cm^3 , ¿cual es la masa de un átomo de oro y estime la masa de la película delgada?.

1-d Si la película delgada está a temperatura ambiente, es decir está a una temperatura de 20°C . Describa microscópicamente que ocurre con esta película si se aumenta o disminuye la temperatura².

1-e ¿Cuál es la altura de la película más delgada que uno puede imaginar, con la misma superficie?.

1-f Bajo la influencia de la fuerza de gravedad, si la altura de la película es aumentada en forma ilimitado (imagínese del orden de la decenas de miles de metros) ¿qué deberá ocurrir microscópicamente con las capas inferiores de esta película gorda?.



a Ejercicio 1

1-a) Volumen de la placa = $10^{-12} [\text{m}^3]$

Volumen átomo = $\frac{4}{3} \pi r^3$, el radio de oro: $\frac{1}{2} \text{Å}, 1 \text{Å}, 2 \text{Å}$

$$\Rightarrow n^\circ \text{ átomos} = \frac{10^{-12} [\text{m}^3]}{\frac{4}{3} \pi 10^{-30} [\text{m}^3]} = \frac{3 \cdot 10^{18}}{4 \pi}$$

($r = 1 \text{Å}$)

casos aceptados.

$$\begin{aligned} 1 \text{Å} &= 10^{-8} [\text{cm}] \\ \Rightarrow 1 \text{Å} &= 10^{-10} [\text{m}] \end{aligned}$$

si $\pi = 3$

$$\Rightarrow n^\circ \text{ átomos} = \frac{10^{18}}{4}$$

o a su vez $1 [\text{m}^3] = 1 [\text{m}] \cdot 1 [\text{m}] \cdot 1 [\text{m}] = 10^2 [\text{cm}] \cdot 10^2 [\text{cm}] \cdot 10^2 [\text{cm}] = 10^6 [\text{cm}^3]$

$$n^\circ \text{ átomos} = \frac{10^{-12} \cdot 10^6 [\text{cm}^3]}{\frac{4}{3} \pi \cdot 10^{-24} [\text{cm}^3]} = \frac{3 \cdot 10^{18}}{4 \pi} = \frac{10^{18}}{4}$$

1-b) (No es la única forma, en esta parte existió mucha tolerancia)

Area tapa superior = $10^{-6} [\text{m}^2]$

Area tapas laterales = $10^{-9} [\text{m}^2]$

Area átomo = $\pi r^2 \vee 4 \pi r^2$, $r = 10$

$$\Rightarrow n^\circ \text{ átomos tapa superior} = \frac{10^{-6} [\text{m}^2]}{\pi \cdot 10^{-20} [\text{m}^2]} = \frac{10^{14}}{\pi} = \frac{10^{14}}{3} \text{ átomos}$$

$$\Rightarrow n^\circ \text{ átomos tapa lateral} = \frac{10^{-9} [\text{m}^2]}{\pi \cdot 10^{-20} [\text{m}^2]} = \frac{10^{11}}{\pi} = \frac{10^{11}}{3} \text{ átomos}$$

$$N^\circ \text{ átomos en la sup} = \frac{10^{14}}{3} \cdot 2 + \frac{10^{11}}{3} \cdot 4$$

\downarrow tapas "grandes" \downarrow tapas "chicas"

Nota: No restamos los átomos de las esquinas debido a que hacemos una aprox.

$$d = 19 \left[\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right], \quad m = V \cdot d$$

$$\Rightarrow m_{\text{átomo}} = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot d \quad (\text{ojo: } r \text{ en } [\text{cm}])$$

$$= 4 \cdot 10^{-24} [\text{cm}^3] \cdot 19 \left[\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right] = 76 \cdot 10^{-24} [\text{gr}]$$

$$\text{masa placa} = \text{volumen placa} \cdot d$$

$$= 10^{-12} [\text{cm}^3] \cdot 19 \left[\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right] = 19 \cdot 10^{-12} [\text{gr}]$$

1-d)

Aumenta T° : Debido a la excesivo aumento en la t° , los átomos adquieren mayor mov. y comienzan a chocar con mucha mayor frecuencia y rapidez, provocando un aumento en la presión sobre las paredes. Este aumento en la t° produce un cambio de estado de la placa, haciéndose líquida e incluso vapor si el aumento de la t° es tal que produzca este fenómeno.

Disminuye T° : Los átomos se desplazan con menor rapidez, aumentando con ello las atracciones atómicas entre ellos. Debido a esto disminuye la presión sobre las paredes. Los átomos vibran suavemente configurando redes cristalinas.

1-e)

La película más delgada es aquella que tiene como altura 1 átomo, es decir, $2 \cdot r$. ($r = 1 \text{ Å} \vee \frac{1}{2} \text{ Å} \vee 2 \text{ Å}$).

1-f) Las capas inferiores estarán sometidas a una gran presión producto del peso de las capas sup. Este aumento en la presión provoca un aumento en la t° , lo cual puede llevar a un derretimiento de las capas inferiores.

1.- El aire gaseoso tiene una densidad $\rho_a = 0,001 \frac{g}{cm^3}$ mientras que el aire liquido tiene una densidad $\rho_l = 1,0 \frac{g}{cm^3}$.

a) Estime el numero de moléculas de aire por cm^3 en aire gaseoso y aire liquido.

b) Estime la masa de una molécula de aire.

c) Estime la distancia media que una molécula de aire puede recorrer entre colisiones en condiciones de temperatura y presión normal.

2.- Un vaso de agua es dejado en la cercanía de una ventana.

a) Cuánto tiempo crees que tardará en evaporarse completamente?

b) Cuántas moléculas $\frac{1}{cm^2 \cdot s}$ de agua dejan el vaso a ese ritmo?

3.- Calcule la presión atmosférica sobre la superficie del sol dado que $r_{sol} = 695,000 km$, $Temp = 5796 K$ y $\rho_{He} = 0,178 \frac{Kg}{m^3}$. Dato: $K_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$.

Desarrollo

1-) a) Radio átomo = $1 \text{ Å} = 10^{-10} [m]$

Asumimos átomo como esfera de radio 1 Å

$$\Rightarrow Vol \text{ átomo} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \cdot 10^{-30} [m^3] \approx 4 \cdot 10^{-30} [m^3]$$

\downarrow
 $\pi = 3$

$$\Rightarrow Vol \text{ átomo} = 4 \cdot 10^{-30} [m^3] = 4 \cdot 10^{-30} \cdot 10^6 [cm^3]$$

$$= 4 \cdot 10^{-24} [cm^3]$$

$$\Rightarrow n_{molécula} = \frac{1 [cm^3]}{4 \cdot 10^{-24} [cm^3]} = 0,25 \cdot 10^{-24} \text{ átomos}$$

Radio molécula \approx Radio átomo

b) masa = vol. densidad

$$\Rightarrow m_{\text{moléculas aire}} = 0,001 \left[\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right] \cdot 4 \cdot 10^{-24} [\text{cm}^3] = m_1$$

$$\Rightarrow m_{\text{moléculas aire}} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-24} [\text{gr}] = 4 \cdot 10^{-27} [\text{gr}] = m_1$$

$$\Rightarrow m_{\text{moléculas agua}} = 1 \left[\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right] \cdot 4 \cdot 10^{-24} [\text{cm}^3] = 4 \cdot 10^{-24} [\text{gr}] = m_2$$

pero $m_1 \neq m_2$ ¿por qué?

Método de aprox. no es el mejor. En estado gaseoso las partículas están más separadas $\Rightarrow \rho_a < \rho_l$. El método aprox. sólo cuando consideramos líquido.

$$\Rightarrow \text{mejor aprox. masa} = 4 \cdot 10^{-24} [\text{gr}]$$

c) camino libre medio = distancia sin chocar

Aprox:

- depende del número de partículas que hayan
- depende del área de las partículas obstáculo.

Se define área efectiva de impacto para una partícula de radio r a $\pi (2r)^2$ ~~el área de las partículas~~
~~obstáculo~~ ó $\left(\frac{d}{2}\right)$

Entonces:

si partícula se mueve con veloc cte " V " en un lapso de tiempo " t " enfrentará a X partículas.

$$X = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi n_{\text{part. obstáculo}} \cdot V \cdot t$$

Entonces al recorrer un tiempo " t " chocará con x partículas

$$\Rightarrow \text{camino libre medio} = \frac{v \cdot t}{\sqrt{2} \cdot v \cdot t \cdot n_{\text{part. obstáculo}}}$$

$$\boxed{\text{c.l.m} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot n_{\text{part. obstáculo}}} [\text{m}]}$$

2.-) el vaso disminuye el nivel de agua a una tasa de $1 [\text{cm}]$ por día.

$$\text{diámetro vaso} = 4,6 [\text{cm}] \Rightarrow \text{radio} = 3,8 [\text{cm}]$$

$$\text{Vol átomo} = 4 \cdot 10^{-24} [\text{cm}^3].$$

$$\text{Vol evaporado} = \sqrt{2} \cdot 3,8^2 [\text{cm}^2] \cdot 1 [\text{cm}] = 14,44 \cdot \sqrt{2} [\text{cm}^3]$$

$$\Rightarrow n_{\text{part}} = \frac{14,44 \cdot \sqrt{2} [\text{cm}^3]}{\frac{4}{3} \sqrt{2} \cdot 10^{-24} [\text{cm}^3]} = 10,83 \cdot 10^{24} \text{ átomos.}$$

$$\approx 1,1 \cdot 10^{25} \text{ átomos.}$$

$$\Rightarrow n_{\text{part.}} = \frac{1,1 \cdot 10^{25} \text{ átomos}}{\text{día}} = \frac{1,1 \cdot 10^{25} \text{ átomos}}{24 \cdot 60 \cdot 60 [\text{seg}]}$$

~~$$1,1 \cdot 10^{25}$$~~

$$\approx 1,24 \cdot 10^{20} \frac{\text{átomos}}{[\text{seg}]}$$

$$\boxed{\frac{[\text{m}]}{[\text{m}]}}$$

$$\Rightarrow n \approx \frac{1,27 \cdot 10^{20}}{11 \cdot (3,8^2)} \frac{1}{(\text{cm}^2) \cdot (\text{seg})}$$

$$n \approx 2,8 \cdot 10^{18} \frac{1}{[\text{cm}^2] [\text{s}]}$$

3) $PV = n k \cdot T$, n = número de partículas.

$$\Rightarrow P = \frac{n}{V} k \cdot T$$

$$\text{masa He} = \rho_{\text{He}} \cdot \text{Vol He} = \rho_{\text{He}} \cdot \text{Vol He}$$

$$\Rightarrow \text{masa He} = 0,148 \frac{[\text{kg}]}{[\text{m}^3]} \cdot 4 \cdot 10^{-30} [\text{m}^3]$$

$$\Rightarrow \text{masa He} = 0,412 \cdot 10^{-30} [\text{kg}]$$

$$\Rightarrow \frac{1 \text{ átomo}}{x \text{ átomos}} = \frac{0,412 \cdot 10^{-30} [\text{kg}]}{0,148 [\text{kg}]}$$

$$\Rightarrow x = \frac{0,148}{0,412 \cdot 10^{-30}} = 0,25 \cdot 10^{30} \text{ átomos}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{He}} = 0,25 \cdot 10^{30} \frac{\text{átomos}}{[\text{m}^3]} = 0,148 \frac{[\text{kg}]}{[\text{m}^3]}$$

$$\Rightarrow P = 0,25 \cdot 10^{30} \frac{1}{[\text{m}^3]} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} [\text{J}] \cdot 5496$$

$$P \approx 2000 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{[\text{m}^2]} \Rightarrow$$

$$P \approx 2 \cdot 10^{10} \frac{[\text{N}]}{[\text{m}^2]}$$

$$1 \text{ atm} = 10^5 [\text{Pa}] \Rightarrow P \approx 2 \cdot 10^5 [\text{atm}]$$