Pontificia Universidad Católica de Chile
FIS1523 - Termodinámica

Ayudantía Termodinámica n.2

Profesor: Francisco Castillo
Ayudante: Alessandro Santoni - asantoni@uc.cl
Viernes 25 de Marzo de 2022

Problema 1

- Cuantos afinadores de pianos hay en Santiago?

Esta pregunta es un ejemplo de "Problema de Fermi", un problema que involucra el cálculo rápido y aproximado de cantidades que parecen imposibles de estimar dada la limitada información disponible. Toman el nombre del físico Enrico Fermi que solía hacer preguntas de este estilo en los Examenes de Calificación de Doctorado. Pueden encontrar un interesante ejemplo al siguiente link:
https://www.quora.com/How-did-Fermi-estimate-the-power-of-the-Trinity-bomb

Problema 2

El núcleo de un átomo se puede modelar como un cierto numero de protones y neutrones juntos. Cada particula tiene una masa de $m = 1.67 \times 10^{-27} kg$ y un radio del orden de $r = 10^{-15} m$.

a) Ocupando este modelo y los datos entregados, estimar la densidad del nucleo de un atomo.

b) Comparar el resultado obtenido con la densidad de un material como el hierro ($7874\, kg/m^3$). Que puedes concluir sobre la estructura de la materia a partir de esta comparación?

Problema 3

Una esfera de plástico flota en el agua con el 50% de su volumen sumergido. La misma esfera flota en la glicerina con el 40% de su volumen sumergido.

i. Determinar la densidad de la glicerina.

ii. Determinar la densidad de la esfera.

Problema 4

Un vaso de precipitados hecho de Pyrex y calibrado a los 20 grados Celsius es rellenado con $100mL$ de acetona a la temperatura de 35 grados Celsius. El sistema vaso + acetona llega a la temperatura de equilibrio de 32 grados Celsius, y luego se enfría de nuevo a la temperatura de 20 grados Celsius.

I) Cual es el volumen de la acetona a los 20 grados Celsius? (El coeficiente de dilatación volumetríca de la acetona es $\alpha_V = 1.5 \times 10^{-4}\ C^{-1}$)

II) A la temperatura de 32 grados Celsius, el nivel de la acetona es más alto o más bajo de la marca de $100mL$ en el vaso? y porqué?

P1) Datos que conocemos:

- Población de Santiago: $\sim 6{\cdot}000{\cdot}000 = 6 \times 10^6$

Para llegar a un resultado apparoximado hay que hacer algunas suposiciones:

- Cada familia tiene aprox. 3 componentes:
  $\longrightarrow 6 \times 10^6 / 3 = 2 \times 10^6$ familias

- Hay 1 piano cada 20 familias:
  $\longrightarrow 2 \times 10^6 / 20 = 10^5$ pianos

- 1 afinador logra afinar 4 pianos al día en promedio x 5 días a la semana x 52 semanas al año:
  $\longrightarrow 4 \times 5 \times 52 = 1040$ pianos al año

Suponendo que cada piano tiene que ser afinado una vez al año obtenemos un mínimo de:
$\longrightarrow 10^5 / 1040 \sim 100$ afinadores de piano

(P2) Si las particulas estan muy cercanas en el interior del núcleo entonces:

a) la densidad nuclear promedio ρ será la misma de los protones/neutrones y esa la podemos calcular facilmente asumiendo para ellos una forma esferica:

$$\rho = \rho_{P/N} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{1.67 \times 10^{-27}\,kg}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (10^{-15}\,m)^3} =$$

$$\approx 4 \times 10^{17}\ kg/m^3$$

b) La densidad del hierro es de $7874\ kg/m^3$, practicamente 14 ordenes de magnitud menor respecto la densidad del nucleo.

$\Rightarrow$ Esto nos indica que la mayoría de la masa de un material es concentrada en los nucleos de sus átomos.

De hecho, si suponemos de tener $1\ m^3$ de hierro, de masa $7874\ kg$, despreciando el contributo electronico, tendriamos que el volumen "nuclear" V_n necesario para llegar a esa masa sería

$$V_n = \frac{7874\ kg}{\rho} = \frac{7874\ kg}{4 \times 10^{17}\ kg/m^3} =$$

$$\approx 10^{-14}\ m^3$$

Implicando que la fracción f de espacio "lleno" en ese m^3 de hierro es:

$$f = \frac{10^{-14}\ m^3}{1\ m^3} = 10^{-14}$$

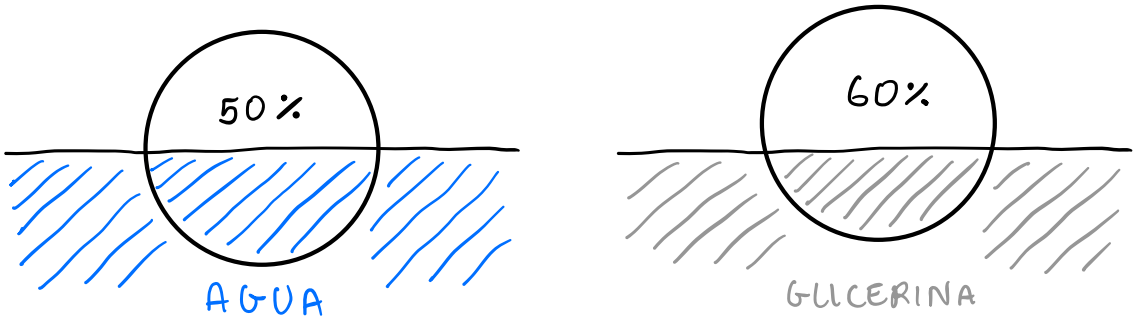
o en porcentaje

$$10^{-14} \cdot 10^2\ \% = 10^{-12}\ \% =$$

$$= 0,000000000001\ \%$$

La materia es practicamente ... vacía!

P3



i. La fuerza peso de la esfera tiene que ser balanceada por la fuerza de Archímedes del agua F_A y de la glicerina F_g

- $F_P = \rho_{esfera} V g$
- $F_A = \rho_{agua} \frac{V}{2} g$
- $F_g = \rho_{glicer} (0.4V) g$

NOTA:
V = Volumen de la esfera

Entonces: $F_P = F_A = F_g \rightarrow \rho_{agua} \frac{V}{2} g = \rho_{glicer} (0.4V) g$

Donde la cual: $\rho_{glicer} = \frac{1}{2 \cdot 0.4} \rho_{agua} =$

$= \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{0.8} = 1250 \text{ kg/m}^3$

ii. Desde lo anterior

$$F_p = F_g \rightarrow \rho_{esfera} V g = \rho_{agua} \frac{V}{2} g$$

Implicando que:

$$\rho_{esfera} = \rho_{agua}/2 = \frac{1000\ kg/m^3}{2} =$$

$$= 500\ kg/m^3$$

P4)

I) La acetona pasa de un volumen $V_0 = 100\,mL$ a temperatura $T_0 = 35°C$ a un volumen V a $T = 20°C$ dado por:

$$V = V_0 + \Delta V = V_0 + \alpha_V V_0 \Delta T =$$

$$= V_0 (1 + \alpha_V \Delta T) =$$

$$= 100\,mL \left(1 + (1.5 \times 10^{-4}\,°C^{-1})(-15\,°C)\right) =$$

$$= 99.8\,mL$$

II) Inicialmente la acetona está a la temperatura inicial de 35°C y el vaso de precipitados a 20°C.

Esto implica que al llegar a la temperatura de equilibrio de 32°C

- El vaso pasando de 20°C → 32°C, experimenta una dilatación

- la acetona pasando de 35°C → 32°C experimenta reducción

Ambos efectos hacen que, luego de llegar a la temperatura de 32°C, la acetona estará debajo del marco de 100 ml en el vaso