

## VI - EL MUNDO ATÓMICO EN MOVIMIENTO 2: tareas resueltas

### Volumen burbuja gas

VI.9 – En el fondo de un lago, a 12 m por debajo de la superficie, se forma una burbuja de volumen  $V = 15 \text{ cm}^3$  ¿Cuál será el volumen de la burbuja cuando alcance la superficie del agua? Realiza alguna consideración sobre el buceo con botellas (suponer que no varía la temperatura)

Sol.:  $32.4 \text{ cm}^3$

Resolución:

$$P_1 - P_0 = \rho g h = 1000 \text{ kg/m}^3 * 9.8 \text{ m/s}^2 * 12 \text{ m} = 117\,600 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ atm} = 1.033 \text{ kp/cm}^2 = 1.033 * 9.8 \text{ N/cm}^2 = 1.0133 * 10^5 \text{ N/m}^2 = 1.01337 * 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa} = 9.87 * 10^{-6} \text{ atm}$$

$$P_1 - P_0 = 117\,600 * 9.87 * 10^{-6} \text{ atm} = 1.16 \text{ atm} \quad \Rightarrow \quad P_1 = 2.16 \text{ atm}$$

$$P_0 * V_0 = P_1 * V_1 \quad \Rightarrow \quad V_0 = 2.16 * 15 = 32.4 \text{ cm}^3$$

### Energía interna y Trabajo de un gas ideal.

VI.10 – Un gas ideal se encuentra a una temperatura  $T = 300 \text{ K}$ , una presión  $P = 5 \text{ atm}$  y ocupa un volumen  $V = 1 \text{ L}$ ,

- ¿cuál es el número de moléculas que lo forman?
- ¿cuántos moles tiene el gas?
- si el gas se expande hasta ocupar dos litros realizando un trabajo de  $100 \text{ J}$  ¿cuál es la variación de su energía interna si no varía la temperatura?
- ¿qué cantidad de calor se ha transferido?

$$k = 1.38 * 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

Sol.: a)  $1.22 * 10^{23}$ ; b)  $0.2 \text{ moles}$ ; c) no varía; d)  $24 \text{ cal}$

Resolución:

$$a) \quad P V = N k T$$

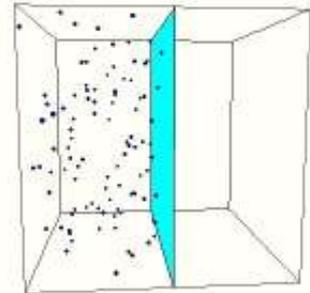
$$N = P V / (k T) = 5 \text{ atm} * 101325 \text{ Pa/atm} * 10^{-3} \text{ m}^3 / (1.38 * 10^{-23} \text{ J K}^{-1} * 300 \text{ K})$$

$$N = 5 * 1.01325 / (1.38 * 3) * 10^{23} \text{ Pa} * \text{m}^3 / \text{J} = 1.22 * 10^{23}$$

$$b) \quad n = N / N_A = 1.22373 * 10^{23} / 6 * 10^{23} = 0.20395 \text{ moles}$$

c) no varía porque no varía la temperatura que nos da la energía cinética media de las partículas del gas, si no varía esta energía media ni el número de partículas no varía la energía total.

$$d) \quad \Delta U = W + Q \quad Q = -W = 100 / 4.18 = 24 \text{ cal}$$



Diagramas PV. Energía interna, calor, trabajo en gases ideales.

VI.11 – Un mol de un gas ideal, que ocupa un volumen inicial  $V_1$ , tiene una presión  $P_1$  y una temperatura  $T$ , alcanza un volumen  $V_2$  y una presión  $P_2$  tales que  $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

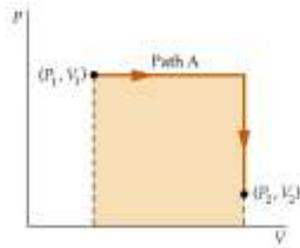


Figura A

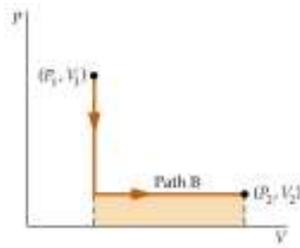


Figura B

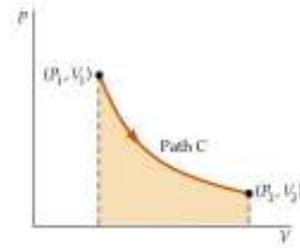


Figura C

- Describe los procesos que se muestran en las figuras A, B y C.
- ¿Cuál será la temperatura del gas en el estado final 2?
- ¿Cuál será la variación de energía interna del gas en cada uno de los procesos representados en las figuras A, B y C?
- ¿Cuál será el trabajo realizado en cada uno de los procesos representados en las figuras A, B y C?
- ¿Cuál será el calor transferido en cada uno de los procesos representados en las figuras A, B y C?

Aplicación numérica:

$$P_1 = 4 \text{ atm}, P_2 = 1 \text{ atm}, V_1 = 1 \text{ L}, R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}, 1 \text{ atm L} = 101.3 \text{ J}, 1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

Resolución:

- a) Para el proceso representado en la figura A:

*Expansión a presión constante aumentando su temperatura seguida de una disminución de presión y temperatura hasta alcanzar la temperatura inicial.*

Para el proceso representado en la figura B:

*El proceso consiste en una disminución de la presión a volumen constante disminuyendo su temperatura, seguida de una expansión a presión constante y un aumento de temperatura hasta alcanzar la temperatura inicial.*

Para el proceso representado en la figura C:

*El proceso consiste en una disminución de la presión y un aumento del volumen a temperatura constante, es un proceso isotermo.*

- b) Para los tres procesos representados en las figuras A, B y C.

*La T en el estado 2, es la misma que en 1 dado que en el estado inicial y final el producto presión volumen es el mismo en ambos estados, lo cual es válido para los tres procesos, su valor:*

$$\begin{aligned} T &= PV/(nR) = 4 \text{ atm } 1 \text{ L} / (1 \text{ mol } 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) = \\ &= 4 \text{ atm } 101325 \text{ Pa/atm} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / 8.31 \text{ J K}^{-1} = 48.7 \text{ K} \end{aligned}$$

- c) Para los tres procesos representados en las figuras A, B y C.

*La energía interna es la misma en el estado inicial que en el final porque no varía la temperatura que nos da la energía cinética media de las partículas del gas, si no varía esta energía media ni el número de partículas no varía la energía total lo cual es válido para los tres procesos.*

$$\Delta U = 0$$

d) El trabajo se realizará, para los procesos mostrados en las figuras A y B, en el tramo en el que hay variación de volumen:

Para la figura A:

$$W_A = -P_1 (V_2 - V_1) = -4 \text{ atm} (4 - 1) \text{ L} = -12 \text{ atm L} = -1215.6 \text{ J}$$

Para la figura B:

$$W_B = -P_2 (V_2 - V_1) = -1 \text{ atm} (4 - 1) \text{ L} = -3 \text{ atm L} = -303.9 \text{ J}$$

Para el proceso isoterma representado en la figura C el trabajo vendrá dado por:

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} P dV = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = -P \cdot V \cdot \ln \frac{4}{1} = -4 \text{ atm L} \cdot 1.38 = -5.52 \cdot 101.3 \text{ J} = -559 \text{ J}$$

El trabajo será negativo en los tres casos puesto que lo realiza el sistema, ya que se expande en los tres procesos.

e) Puesto que la variación total de energía interna es cero, el calor, en los tres procesos, será igual al trabajo con signo opuesto, si queremos expresarlo en calorías dividimos por 4.18.

Para la figura A: En la primera parte del proceso para aumentar el volumen manteniendo la presión constante tenemos que comunicarle al gas una cierta cantidad de calor y para disminuir la presión sin variar el volumen hay que enfriar el gas, el calor que interviene será igual al trabajo realizado por el sistema

$$Q = -W = 1215.6/4.18 = 290 \text{ cal} \text{ Se transfieren 290 calorías al gas}$$

Para la figura B: En la primera parte del recorrido, para disminuir la presión a volumen constante el sistema debe enfriarse y por lo tanto ceder energía en forma de calor, en el siguiente tramo, para que el gas se expanda y la presión permanezca constante debemos suministrarle calor, el cómputo total lo podemos obtener teniendo en cuenta que, como la energía interna del sistema no ha variado teniendo en cuenta todo el proceso, el balance del calor que interviene será igual al trabajo realizado por el sistema.

$$Q = -W = 303.9/4.18 = 72.7 \text{ cal} \text{ Se transfieren 72.7 calorías al gas}$$

Para la figura C: El volumen va aumentando y la presión disminuyendo manteniendo constante la temperatura, el calor involucrado en el proceso será:

$$Q = -W = 519/4.18 = 124.1 \text{ cal} \text{ Se transfieren 124 calorías al gas}$$