

Presiones parciales: ley de Dalton

En 1801, John Dalton realizó un experimento en el cual añadió vapor de agua en aire seco y notó un incremento en la presión de la mezcla resultante. Para explicar este cambio, Dalton postuló la ley de presiones parciales:

“La presión total de una mezcla de gases (que no reaccionan entre sí) es igual a la suma de las presiones parciales de todos los gases presentes”

Se denomina presión parcial de un gas en una mezcla a la presión que el gas ejercería si ocupara sólo el volumen total del recipiente. Si se toma como ejemplo el aire y se consideran sólo tres de sus constituyentes (el nitrógeno, el oxígeno y el vapor de agua), la presión total del aire o presión atmosférica será:

$$P_{\text{atm}} = p_{\text{O}_2} + p_{\text{N}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}$$

en donde: $p_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2} \cdot R \cdot T}{V}$; $p_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2} \cdot R \cdot T}{V}$ y $p_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot R \cdot T}{V}$.

Dado que toda la mezcla está a la misma temperatura y presión, y ocupa el mismo volumen, se tiene:

$$P_{\text{atm}} = \frac{(n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{\sum n \cdot R \cdot T}{V}$$

Ahora, se puede hacer el cálculo de la presión parcial del oxígeno (p_{O_2}). Si $p_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2} \cdot R \cdot T}{V}$; entonces:

$$\frac{p_{\text{O}_2}}{P_{\text{atm}}} = \frac{n_{\text{O}_2} \cdot R \cdot \frac{T}{V}}{\sum n \cdot R \cdot \frac{T}{V}} = \frac{n_{\text{O}_2}}{\sum n} \Rightarrow p_{\text{O}_2} = \frac{P_{\text{atm}} \cdot n_{\text{O}_2}}{\sum n}$$

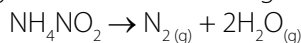
Finalmente: $p_{\text{O}_2} = P_{\text{atm}} \cdot X_{\text{O}_2}$

donde X_{O_2} es la fracción molar del oxígeno en el aire o, en este caso: $X_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}}$

Entonces, la presión parcial del oxígeno en el aire es igual al valor de la presión atmosférica por la fracción molar del oxígeno. Lo mismo ocurre en el caso de los otros componentes del aire.

EJERCICIO

- Un recipiente a 27 °C contiene una mezcla de tres gases, A, B y C, con presiones parciales de 300, 250 y 650 torr, respectivamente. Calcula la presión total y la fracción molar de cada uno de los gases.
- Calcula la fracción molar de los gases B y C si el gas A se separa en forma selectiva.
- Una muestra de 2,55 g de nitrito de amonio (NH_4NO_2) se calienta en un tubo de ensayo. Se espera que el nitrito de amonio se descomponga de acuerdo con la siguiente ecuación:



- Si se descompone de esta forma, ¿qué volumen de N_2 debe recogerse si la temperatura es de 26 °C y la presión barométrica es de 745 mm Hg? La presión parcial de agua (presión de vapor) a 26 °C es 25 mm Hg.