

Soluciones de Ley de las presiones parciales de Dalton

La presión parcial de un gas (p_i) en una mezcla, es la presión que ejercería este gas si ocupase todo el volumen que ocupa la mezcla.

$$p_i = \frac{n_i R T}{V}$$

También se puede calcular como:

$$p_i = x_i P$$

1. Una mezcla de 0,197 moles de CO_2 (g) y 0,00278 moles de H_2O (g) está a 30°C y 2,5 atmósferas.
 ¿Cuál es la presión parcial de cada gas?

Datos: $R = 0,082 \text{ atm L/ mol K} = 8,314 \text{ J/ mol K}$

Datos: $n \text{ CO}_2 = 0,197 \text{ moles}$
 $n \text{ H}_2\text{O} = 0,00278 \text{ moles}$
 $T = 30^\circ\text{C}$
 $P = 2,5 \text{ atm}$

Cálculo a partir de $p_i = \frac{n_i R T}{V}$

Para utilizar esta ecuación, la temperatura debe expresarse en grados Kelvin (K). Para pasar la temperatura expresada en grados centígrados a grados Kelvin debe sumarse 273.

$$T = 30^\circ\text{C} + 273 = 303 \text{ K}$$

Antes de calcular la presión parcial de cada uno de los gases, necesitamos calcular el volumen total que ocupa la mezcla (V).

$$V = \frac{n R T}{P}$$

Donde n es el número total de moles gaseosas:

$$n = \sum n_i$$

$$n = n_{CO_2} + n_{H_2O} = 0,197 + 0,00278 = 0,19978 \text{ moles}$$

Puesto que tenemos la presión expresada en atmósferas, utilizaremos la $R=0,082 \text{ atm L/ mol K}$

$$V = \frac{n R T}{P} = \frac{0,19978 \text{ moles} \times 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 303 \text{ K}}{2,5 \text{ atm}} = 1,985 \text{ L}$$

$$P_{CO_2} = \frac{n_{CO_2} R T}{V} = \frac{0,197 \text{ moles} \times 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 303 \text{ K}}{1,985 \text{ L}} = 2,466 \text{ atm}$$

$$P_{H_2O} = \frac{n_{H_2O} R T}{V} = \frac{0,00278 \text{ moles} \times 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 303 \text{ K}}{1,985 \text{ L}} = 0,034 \text{ atm}$$

Comprobamos que hemos hecho bien los cálculos sabiendo que:

$$P = \sum p_i$$

$$P = p_{CO_2} + p_{H_2O} = 2,466 + 0,034 = 2,5 \text{ atm}$$

Correcto. La suma de presiones totales es la presión total.

La presión parcial de CO_2 (p_{CO_2}) es 2,466 atm y la presión parcial del H_2O (p_{H_2O}) es 0,034 atm.

Cálculo a partir de $p_i = x_i P$

Para utilizar esta ecuación, antes debemos calcular la fracción molar de cada uno de los gases de la mezcla.

$$x_i = \frac{n_i}{n}$$

$$n = \sum n_i$$

$$n = n_{CO_2} + n_{H_2O} = 0,197 + 0,00278 = 0,19978 \text{ moles}$$

$$x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n} = \frac{0,197 \text{ moles}}{0,19978 \text{ moles}} = 0,986$$

$$x_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n} = \frac{0,00278 \text{ moles}}{0,19978 \text{ moles}} = 0,014$$

Comprobamos que hemos hecho bien los cálculos sabiendo que la suma de las fracciones molares ha de dar 1,000:

$$1,000 = \sum x_i$$

$$x_{CO_2} + x_{H_2O} = 0,986 + 0,014 = 1,000$$

$$p_{CO_2} = x_{CO_2} P = 0,986 \times 2,5 \text{ atm} = 2,465 \text{ atm}$$

$$p_{H_2O} = x_{H_2O} P = 0,014 \times 2,5 \text{ atm} = 0,035 \text{ atm}$$

Comprobamos que hemos hecho bien los cálculos sabiendo que:

$$P = \sum p_i$$

$$P = p_{CO_2} + p_{H_2O} = 2,465 + 0,035 = 2,5 \text{ atm}$$

Correcto. La suma de presiones totales es la presión total.

La presión parcial de CO₂ (pCO₂) es 2,465 atm y la presión parcial del H₂O (pH₂O) es 0,035 atm.

2. Se tiene una mezcla de gases a 47 °C en un tanque de 2 L. La mezcla gaseosa está formada por un 23% de N₂, un 46% de H₂O y un 31% de CO₂. Los porcentajes son en % en peso.

¿Qué presión ejerce la mezcla gaseosa?

¿Cuál es la presión parcial de cada uno de los gases en la mezcla?

Datos: R = 0,082 atm L/ mol K = 8,314 J/ mol K
M(C) = 12 g/mol
M(N) = 14 g/mol
M(O) = 16 g/mol

Datos: porcentaje en peso N₂ = 23%
porcentaje en peso H₂O = 46%
porcentaje en peso CO₂ = 31%
T = 47°C
V = 2 L

Cálculo a partir de
$$p_i = \frac{n_i R T}{V}$$

Para utilizar esta ecuación, la temperatura debe expresarse en grados Kelvin (K). Para pasar la temperatura expresada en grados centígrados a grados Kelvin debe sumarse 273.

$$T = 47^\circ\text{C} + 273 = 320 \text{ K}$$

Para calcular la presión parcial de cada gas (p_i) necesitamos calcular primero el número de moles de cada uno de los gases en la mezcla.

Sabemos que la cantidad de cada uno de los gases está expresado en porcentaje en peso. Si suponemos que la masa de la mezcla son 100 gramos:

masa N₂ = 23 gramos
masa H₂O = 46 gramos
masa CO₂ = 31 gramos

Una vez conocemos la masa de cada uno de los gases en la mezcla, calculamos el número de moles a partir del peso molecular de cada uno de ellos.

$$23 \text{ g } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{(2 \times 14) \text{ g } N_2} = 0,821 \text{ moles } N_2$$

$$46 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{(2 \times 1 + 16) \text{ g } H_2O} = 2,556 \text{ moles } H_2O$$

$$31 \text{ g } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{(12 + 2 \times 16) \text{ g } H_2O} = 0,705 \text{ moles } CO_2$$

Puesto que tenemos el volumen expresado en litros, utilizaremos la $R=0,082 \text{ atm L/ mol K}$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2} R T}{V} = \frac{0,821 \text{ moles} \times 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 320 \text{ K}}{2 \text{ L}} = 10,771 \text{ atm}$$

$$P_{H_2O} = \frac{n_{H_2O} R T}{V} = \frac{2,556 \text{ moles} \times 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 320 \text{ K}}{2 \text{ L}} = 33,535 \text{ atm}$$

$$P_{CO_2} = \frac{n_{CO_2} R T}{V} = \frac{0,705 \text{ moles} \times 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 320 \text{ K}}{2 \text{ L}} = 9,250 \text{ atm}$$

Sabemos que la presión total de la mezcla es la suma de presiones parciales:

$$P = \sum p_i$$

$$P = p_{N_2} + p_{H_2O} + p_{CO_2} = 10,771 + 33,535 + 9,250 = 53,556 \text{ atm}$$

La presión de la mezcla gaseosa es 53,556 atmósferas.

La presión parcial de N_2 es 10,771 atm, la presión parcial del H_2O (p_{H_2O}) es 33,535 atm y la presión parcial de CO_2 (p_{CO_2}) es 9,250 atm.

Cálculo a partir de $p_i = x_i P$

Para utilizar esta ecuación, antes debemos calcular la fracción molar de cada uno de los gases de la mezcla y la presión total de la mezcla.

Para calcular la fracción molar, antes debemos calcular el número de moles de cada uno de los gases de la mezcla.

Sabemos que la cantidad de cada uno de los gases está expresado en porcentaje en peso. Si suponemos que la masa de la mezcla son 100 gramos:

masa N_2 = 23 gramos
masa H_2O = 46 gramos
masa CO_2 = 31 gramos

Una vez conocemos la masa de cada uno de los gases en la mezcla, calculamos el número de moles a partir del peso molecular de cada uno de ellos.

$$23 \text{ g } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{(2 \times 14) \text{ g } N_2} = 0,821 \text{ moles } N_2$$

$$46 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{(2 \times 1 + 16) \text{ g } H_2O} = 2,556 \text{ moles } H_2O$$

$$31 \text{ g } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{(12 + 2 \times 16) \text{ g } H_2O} = 0,705 \text{ moles } CO_2$$

Ahora ya podemos calcular la fracción molar mediante:

$$x_i = \frac{n_i}{n}$$

$$n = \sum n_i$$

$$n = n_{N_2} + n_{H_2O} + n_{CO_2} = 0,821 + 2,556 + 0,705 = 4,082 \text{ moles}$$

$$x_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n} = \frac{0,821 \text{ moles}}{4,082 \text{ moles}} = 0,201$$

$$x_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n} = \frac{2,556 \text{ moles}}{4,082 \text{ moles}} = 0,626$$

$$x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n} = \frac{0,705 \text{ moles}}{4,082 \text{ moles}} = 0,173$$

Comprobamos que hemos hecho bien los cálculos sabiendo que la suma de las fracciones molares ha de dar 1,000:

$$1,000 = \sum x_i$$

$$x_{N_2} + x_{H_2O} + x_{CO_2} = 0,201 + 0,626 + 0,173 = 1,000$$

Ahora necesitamos calcular la presión total de la mezcla gaseosa (P):

$$P = \frac{n R T}{V}$$

Para utilizar esta ecuación, la temperatura debe expresarse en grados Kelvin (K). Para pasar la temperatura expresada en grados centígrados a grados Kelvin debe sumarse 273.

$$T = 47^\circ\text{C} + 273 = 320 \text{ K}$$

Puesto que tenemos el volumen expresado en litros, utilizaremos la $R=0,082 \text{ atm L/ mol K}$

$$P = \frac{n R T}{V} = \frac{4,082 \text{ moles} \times 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 320 \text{ K}}{2 \text{ L}} = 53,556 \text{ atm}$$

Ahora calcularemos la presión parcial de cada uno de los gases de la mezcla:

$$p_i = x_i P$$

$$p_{N_2} = x_{N_2} P = 0,201 \times 53,556 \text{ atm} = 10,765 \text{ atm}$$

$$p_{H_2O} = x_{H_2O} P = 0,626 \times 53,556 \text{ atm} = 33,526 \text{ atm}$$

$$p_{CO_2} = x_{CO_2} P = 0,173 \times 53,556 \text{ atm} = 9,265 \text{ atm}$$

Comprobamos que hemos hecho bien los cálculos sabiendo que:

$$P = \sum p_i$$

$$P = p_{N_2} + p_{H_2O} + p_{CO_2} = 10,765 + 33,526 + 9,265 = 53,556 \text{ atm}$$

Correcto. La suma de presiones totales es la presión total.

La presión de la mezcla gaseosa es 53,556 atmósferas.

La presión parcial de N_2 es 10,765 atm, la presión parcial del H_2O (p_{H_2O}) es 33,526 atm y la presión parcial de CO_2 (p_{CO_2}) es 9,265 atm.

3. Una mezcla de gases a 42 °C ocupa un tanque de 5L. La presión parcial que ejerce cada uno de ellos es:

$$p_{N_2} = 0.13 \text{ atm}$$

$$p_{H_2O} = 0.58 \text{ atm}$$

$$p_{CO_2} = 0.49 \text{ atm}$$

¿Cuál es la presión total de la mezcla?

¿Cuál es la fracción molar de cada uno de los gases en la mezcla?

Datos: $R = 0,082 \text{ atm L/ mol K} = 8,314 \text{ J/ mol K}$

$$M(C) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(N) = 14 \text{ g/mol}$$

$$M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

Datos: $p_{N_2} = 0,13 \text{ atm}$

$$p_{H_2O} = 0,58 \text{ atm}$$

$$p_{CO_2} = 0,49 \text{ atm}$$

$$T = 42^\circ\text{C}$$

$$V = 5 \text{ L}$$

Sabemos que la presión total de la mezcla es la suma de presiones parciales:

$$P = \sum p_i$$

$$P = p_{N_2} + p_{H_2O} + p_{CO_2} = 0,13 + 0,58 + 0,49 = 1,2 \text{ atm}$$

A partir de la siguiente ecuación podemos calcular el número de moles de cada uno de los gases:

$$n_i = \frac{p_i V}{R T}$$

Para utilizar esta ecuación, la temperatura debe expresarse en grados Kelvin (K). Para pasar la temperatura expresada en grados centígrados a grados Kelvin debe sumarse 273.

$$T = 42^\circ\text{C} + 273 = 315 \text{ K}$$

$$n_{N_2} = \frac{P_{N_2} V}{R T} = \frac{0,13 \text{ atm} \times 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 315 \text{ K}} = 0,025 \text{ moles}$$

$$n_{H_2O} = \frac{P_{H_2O} V}{R T} = \frac{0,58 \text{ atm} \times 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 315 \text{ K}} = 0,112 \text{ moles}$$

$$n_{CO_2} = \frac{P_{CO_2} V}{R T} = \frac{0,49 \text{ atm} \times 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 315 \text{ K}} = 0,095 \text{ moles}$$

Ahora calculamos el número total de moles:

$$n = \sum n_i$$

$$n = n_{N_2} + n_{H_2O} + n_{CO_2} = 0,025 + 0,112 + 0,095 = 0,232 \text{ moles}$$

También se puede calcular el número total de moles a partir de la ecuación:

$$n = \frac{P V}{R T}$$

$$n = \frac{P V}{R T} = \frac{1,2 \text{ atm} \times 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 315 \text{ K}} = 0,232 \text{ moles}$$

Para calcular la fracción molar de cada uno de los gases:

$$x_i = \frac{n_i}{n}$$

$$x_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n} = \frac{0,025 \text{ moles}}{0,232 \text{ moles}} = 0,11$$

$$x_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n} = \frac{0,112 \text{ moles}}{0,232 \text{ moles}} = 0,48$$

$$x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n} = \frac{0,095 \text{ moles}}{0,232 \text{ moles}} = 0,41$$

Comprobamos que hemos hecho bien los cálculos sabiendo que la suma de las fracciones molares ha de dar 1,000:

$$1,00 = \sum x_i$$

$$x_{N_2} + x_{H_2O} + x_{CO_2} = 0,11 + 0,48 + 0,41 = 1,00$$

La presión que ejerce la mezcla gaseosa es 1,2 atmósferas

La fracción molar de N_2 es 0,11, la fracción molar de H_2O es 0,48 y la fracción molar de CO_2 es 0,41.

Pequeñas diferencias en los valores pueden deberse al número de decimales utilizados en los cálculos.