

**SERIE 6: Gases ideales**

La ecuación de estado del gas ideal es

$$PV = n RT$$

donde P, V y T son las variables termodinámicas presión, volumen y temperatura, y n es el número de moles. Esta ecuación era conocida como "Ley de los gases ideales", una ley empírica, pero con la llegada de la termodinámica estadística y la teoría cinética de los gases se demostró que la misma se obtiene bajo la suposición de partículas (los átomos o moléculas del gas) sin interacciones y sin correlación cuántica (superposición de las funciones de onda)

Es decir, cualquier gas se comporta como gas ideal si su densidad es suficientemente pequeña (menor que  $10^{20}$  moléculas/cm<sup>3</sup>, o también puede expresarse como menor que 0.16 moles/l)

Unidades útiles:

$$R=8.314 \text{ J/K}=1.987 \text{ cal/K}=8.205 \cdot 10^{-2} \text{ atm l/K}=62.4 \text{ mmHg l/K}$$

$$1 \text{ atm l}=24.22 \text{ cal}=101.33 \text{ J,}$$

1. Se miden los volúmenes que ocupa un mol de un gas manteniendo a la temperatura constante  $T_0$ , en función de la presión, y se obtiene la siguiente tabla:

P (atm.)	1	2	3	4	5	6
V (litros.)	30,0	15,0	9,9	7,2	5,1	4,5

a) Haga un diagrama de Amagat (PV en función de P) de la isoterma del gas a  $T_0$ , e indique aproximadamente la zona en la que el gas se comporta como ideal.

b) ¿Cuánto vale  $T_0$ ?

Resp: 365.6 K

2. Considerando el aire atmosférico seco como un gas ideal constituido por una mezcla cuya composición es: 78.1% de nitrógeno, 20.9% de oxígeno, 0.9% de argón y 0.03% de dióxido de carbono

a) ¿cuántos moles de  $N_2$  y cuántos  $O_2$  hay contenidos en un volumen de  $1m^3$  de aire en condiciones normales de presión y temperatura (CNPT:  $1atm, 0^\circ C$ )? ¿Y en  $1l$ ? ¿Qué presión ejerce en la mezcla cada uno de los dos gases mayoritarios?

b) ¿Cuál es la masa de aire seco (considerar sólo los dos componentes mayoritarios (80%  $N_2$  – 20%  $O_2$ )) contenida en una habitación de  $4m \times 3m \times 4m$  a  $1atm$  y  $27^\circ C$ ?

c) El aire de los pulmones (aire alveolar) tiene una composición diferente del aire atmosférico. Por ejemplo, si la presión de los pulmones es de  $1atm$ , la presión parcial del dióxido de carbono en el aire alveolar es de  $40mm$  de Hg y el oxígeno sólo un 13.6% de su contenido. Hallar el porcentaje de  $CO_2$  en el aire alveolar y la presión parcial que ejerce el  $O_2$  en los pulmones.

Resp: a) 34.87 moles de  $N_2$  y 9.33 moles de  $O_2$ ;  $p_{O_2}=0.209 \text{ atm}$ ,  $p_{N_2}=0.781 \text{ atm}$ ; b) 56.2 kg; c) 5.26 % de  $CO_2$  y  $P_{O_2}=0.136 \text{ atm}$

**3.** Un cilindro contiene un gas a  $27^{\circ}\text{C}$  y está dividido en dos partes iguales de  $100\text{cm}^3$  de volumen por un pistón de  $15\text{cm}^2$  de sección. El gas en ambas divisiones está a la misma presión. Se eleva hasta  $100^{\circ}\text{C}$  la temperatura del gas de una de las divisiones y se mantiene la temperatura del gas en la otra división en el valor original. Se supone que el pistón del cilindro es aislador perfecto.

¿Hasta dónde se desplaza el pistón como consecuencia de la variación de la temperatura?

Resp: se desplaza 7.2 mm

**4.** Dos bulbos de igual volumen que están unidos por medio de un tubo delgado de volumen despreciable, contienen hidrógeno a  $0^{\circ}\text{C}$  y 1 atm. de presión. El volumen de cada bulbo es de  $10^{-3}\text{cm}^3$ , y la densidad del hidrógeno a  $0^{\circ}\text{C}$  y 1 atm es de  $0,09\text{kg/m}^3$ .

**a)** ¿Cuál es la presión del gas cuando un bulbo está sumergido en un baño de vapor a  $100^{\circ}\text{C}$  y el otro en oxígeno líquido a  $-190^{\circ}\text{C}$ ?

**b)** ¿Qué cantidad de hidrógeno se transferirá por el tubo de conexión?

Resp: a) 0.5 atm; b) pasan  $2.84 \cdot 10^{-8}$  moles del bulbo 1 (a  $100^{\circ}\text{C}$ ) al bulbo 2 (a  $-190^{\circ}\text{C}$ ).

**5.** Un tubo capilar de  $50\text{cm}$  de longitud, cerrado en ambos extremos, contiene en su interior dos espacios con aire (suponerlo gas ideal) separados por una columna de mercurio de  $10\text{cm}$  de largo. Cuando el tubo está horizontal, ambas columnas de aire tienen  $20\text{cm}$  de largo. Cuando el tubo se coloca en forma vertical, las mismas tienen  $15\text{cm}$  y  $25\text{cm}$ , respectivamente.

**a)** Proponer una hipótesis razonable para la temperatura durante el intervalo que duran las mediciones.

**b)** Proponer una hipótesis razonable acerca de la influencia de la gravedad en ambas posiciones del capilar.

**c)** Hallar la presión en el tubo cuando está en posición horizontal.

Resp: c)  $P=0.25\text{ atm}$

**6.** En un lago de 30 m. de profundidad, se forma una burbuja de 1,5 cm. de radio. A esta profundidad la temperatura es de  $4^{\circ}\text{C}$ . La burbuja sube lentamente hasta la superficie, donde la temperatura es de  $25^{\circ}\text{C}$ . Calcule el radio de la burbuja cuando ésta llega a la superficie. Considere la presión atmosférica de 760 mmHg.

Resp: radio=2.44 cm

**7.** Un tanque de  $0,5\text{cm}^3$  de volumen contiene  $\text{O}_2$  a una presión de 150 atm. y a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ .

**a)** Calcule cuántos moles de  $\text{O}_2$  hay en el tanque.

**b)** Si se calienta el tanque hasta  $500^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál será el valor de la presión?

c) ¿Cuántos moles habría que sacar del recinto para que (manteniéndose en 500°C la temperatura) la presión volviese al valor de 150 atm. (PM O<sub>2</sub> = 32)

## Humedad relativa

Se define la humedad relativa como:

$$H = \frac{P_{H_2O}}{P_{vapor}} \times 100$$

donde

$P_{H_2O}$  es la presión parcial de agua en el aire (proporcional al número de moles de agua en el aire)

y

$P_{vapor}$  es la presión de vapor saturado de agua (proporcional a la máxima concentración posible de agua gaseosa en el aire a una dada temperatura).

Por ejemplo a 100°C tenemos que  $P_{vapor} = 1\text{atm}$ . Cuando  $P_{vapor} = P_{amb}$  el agua ebulle

**8.** Si la presión ambiente es de 76 cm. de mercurio, la temperatura de 15°C y la humedad relativa del 71,9%, ¿cuál es la masa de 1 litro de aire húmedo? El peso molecular del aire puede tomarse como 28,9 g. y la presión de vapor saturado del agua a 15°C es de 12,8 mm. de mercurio.

Resp: 1.255 g

**9.** El peso de 5kg. de ropa lavada es de 6,8kg. Si se pone a secar en un ambiente aislado de 60 m<sup>3</sup> a 30°C y con una humedad relativa del 40%. ¿Se podrá secar completamente la ropa en estas condiciones? ( $P_{vap.sat.} = 42,8$  mm de Hg a 30°C).

Resp: No se seca. Quedan 330 g de agua en la ropa

**10.** Una masa de aire que se extiende a una altura de 500 m. sobre un área de 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup> se encuentra a 15°C. Suponiendo que inicialmente la humedad relativa es del 100%, ¿cuántos cm<sup>3</sup> de lluvia caerán si la temperatura del aire desciende a 10°C? La presión de vapor saturado del agua a 15°C y a 10°C, es de 12,8mmHg. y 9,2 mmHg., respectivamente.

Resp: caen 0.173 cm<sup>3</sup>

**11.** Una habitación cerrada de 40 m<sup>3</sup> de volumen se encuentra a una temperatura de 30°C y a presión atmosférica. En su interior, un recipiente metálico se enfría gradualmente agregándole agua fría. Cuando llega a los 15°C, la superficie del recipiente se recubre de gotitas de agua. La presión de vapor saturado del agua a 15°C y a 30°C es de 12,8 mmHg y 42,8 mmHg respectivamente.

a) Calcule la humedad relativa en la habitación.

b) Estime el número de moles de aire seco presente en la habitación y la presión parcial del O<sub>2</sub>, considerando que representa un 20% de su contenido.

- c) Luego de un tiempo, el recipiente y el agua que contiene alcanzan la misma temperatura que la habitación. Estime la masa de agua que se evaporará.
- d) Se retira el recipiente con lo que quede de agua de la habitación y se prende un equipo de aire acondicionado, que extrae 6 g de vapor de agua por minuto. Halle la humedad relativa en la habitación luego de 2 horas de prendido el equipo.

Resp: a) Hr = 29,9%; b)  $n(\text{aire seco}) = 1583$  moles;  $p(\text{O}_2) = 0,1966$  atm;

c)  $m = 1144$  g; d) Hr = 55,9%