

## LEYES DE LOS GASES

En su conjunto, utilizaremos esas relaciones a función de las leyes elementales de los gases, y las mismas serán utilizadas para la resolución de problemas.

### 4.1. Ley de Boyle.

En 1662, cuando trabajaba con aire, Robert Boyle (químico y físico irlandés) descubrió la primera de las leyes elementales de los gases, la que ahora llamamos Ley de Boyle cuyo enunciado es:

*“A temperatura constante, el volumen ocupado por un gas es inversamente proporcional a la presión que soporta”.*

Matemáticamente la ley puede expresarse así:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

donde:  $V_1$  = Volumen inicial

$V_2$  = Volumen final

$P_1$  = Presión inicial

$P_2$  = Presión final

**EJERCICIO RESUELTO:** Un cilindro de oxígeno tiene un volumen de 2 litros. La presión del gas es de 1,5 atmósferas a 20 °C; ¿Qué volumen ocupará el oxígeno a la presión atmosférica normal, si se supone que no hay cambio de temperatura?.

<u>Datos</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Operaciones</u>
$V_1 = 2 \text{ L}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$	$V_2 = \frac{2\text{L} \times 1,5\text{atm}}{1\text{atm}}$
$V_2 = 1,5 \text{ atm}$		
$V_2 = ?$	despejando $V_2$ :	$V_2 = 3 \text{ L}$
$P_2 = 1 \text{ atm}$	$V_2 = \frac{V_1 \times P_1}{P_2}$	
$T = \text{cte a } 20 \text{ }^\circ\text{C}$		

R: El oxígeno ocupará un volumen de 3 litros.

#### 4.2. Ley de Charles.

En 1878, el físico francés Jacques Charles estudió la relación entre la temperatura y el volumen de los gases.

El comportamiento de los gases de acuerdo a la temperatura absoluta (K) a que están sometidos está expresado por la Ley de Charles cuyo enunciado es:

***“El volumen de un gas a presión constante, es directamente proporcional a la temperatura absoluta que soporta”***

La expresión matemática de la Ley es:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

donde:  $V_1 =$  Volumen inicial  
 $V_2 =$  Volumen final  
 $T_1 =$  Temperatura inicial  
 $T_2 =$  Temperatura final

**EJERCICIO RESUELTO:** Un globo, en el interior de una habitación a 27 °C, tiene un volumen de 2.00 L ¿Cuál será su volumen en el exterior donde la temperatura es -23 °C?. Suponga que la presión atmosférica es constante.

<u>Datos</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Operaciones</u>
$V_1 = 2 \text{ L}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$	1) Es necesario reducir las temperaturas a la escala Kelvin.
$T_1 = 27 \text{ °C}$	despejando $V_2$ :	
$V_2 = ?$	$V_2 = \frac{V_1 \times T_1}{T_2}$	
$T_2 = 23 \text{ °C}$		
$K = \text{°C} + 273 \quad \therefore \quad T_1 = 27 \text{ °C} + 273 = 300 \text{ K}$		
$T_2 = -23 \text{ °C} + 273 = 250 \text{ K}$		

2) sustituyendo los valores en la fórmula:

$$V_2 = \frac{2\text{L} \cdot 250\text{K}}{300\text{K}} = 1,671$$

R: El volumen del globo en el exterior será de 1,67 L.

### 4.3. Ley de Gay-Lussac.

Simultáneamente, en la época en que Charles realizaba experimentos con la temperatura y el volumen de los gases, Joseph Gay-Lussac, un químico francés, investigaba la relación entre la presión y la temperatura de un gas. La ley que expresa esta relación se conoce como la Ley de Gay-Lussac cuyo enunciado es:

*“A Volumen constante, la presión que ejerce una muestra de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta (K)”*

La expresión matemática de la Ley es:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

donde:  $P_1$  = Presión inicial  
 $P_2$  = Presión final  
 $T_1$  = Temperatura inicial  
 $T_2$  = Temperatura final

**EJERCICIO RESUELTO:** Cuando una lata “vacía” de fijador para el cabello con una presión de 850 mmHg a 21 °C, se arroja al fuego que tiene una temperatura de 450 °C ¿Qué presión alcanzará la lata?. Si suponemos que a 2 atm de presión la lata estalla, ¿Estallará la lata en el fuego a 450 °C?.

<u>Datos</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Operaciones</u>
$P_1 = 850 \text{ mmHg}$	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$	1) Reducimos la presión de mmHg atmósferas
$T_1 = 21 \text{ °C}$		
$P_2 = ?$	despejando $P_2$ :	$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$
$T_2 = 450 \text{ °C}$	$P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1}$	$\therefore P_1 = \frac{850}{760} = 1,12 \text{ atm}$

2) Reducimos la temperatura a la escala absoluta

$$\therefore T_1 = 21 \text{ °C} + 273 = 294 \text{ K}$$

$$T_2 = 450 \text{ °C} + 273 = 723 \text{ K}$$

3) Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$P_2 = \frac{1,12 \text{ atm} \times 723 \text{ K}}{294 \text{ K}} = 2,75 \text{ atm}$$

R: La lata alcanzará una presión de 2,75 atm.

La lata si estallará en el fuego a 450 °C.

#### 4.4. Ley Combinada.

Al variar al mismo tiempo la presión y la temperatura de un gas, las leyes de Boyle, Charles y Gay-Lussac, dan como resultado una expresión que se conoce como Ecuación Combinada o Ley Combinada de los gases:

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

donde:  $P_1$  = Presión inicial  
 $P_2$  = Presión final  
 $V_1$  = Volumen inicial  
 $V_2$  = Volumen final  
 $T_1$  = Temperatura inicial  
 $T_2$  = Temperatura final

**EJERCICIO RESUELTO:** Calcula el volumen a TPN de una muestra de dióxido de carbono que tiene un volumen de 1.0 L a 25 °C y a una presión de 4 atm.

<u>Datos</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Operaciones</u>
$V_1 = 1 \text{ L}$	$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$	1) Reducimos la temperatura a escala Kelvin
$T_1 = 25 \text{ °C}$		$T_1 = 25\text{°C} + 273 = 298 \text{ K}$
$P_1 = 4 \text{ atm}$	despejando $V_2$ :	2) sustituyendo los valores en la fórmula:
$V_2 = ?$	$V_2 = \frac{P_1 \times V_1 \times T_2}{T_1 \times P_2}$	$V_2 = \frac{4\text{atm} \times 1\text{L} \times 273\text{K}}{298\text{K} \times 1\text{atm}}$
$T_2 = 273 \text{ K}$		$V_2 = 3,66\text{L}$
$P_2 = 1 \text{ atm}$		

R: El volumen a TPN será de 3,66 L