



Universidad Autónoma Chapingo
Dpto. de Preparatoria Agrícola
Área de Física



Física II

“Ley de Gay-Lussac”

Diciembre del 2020



Ley de Gay-Lussac:

- ¿Te has dado cuenta de que un globo aerostático se infla con solo calentar el aire contenido en él?
- ¿O qué una pelota de pingpong abollada, se puede reparar poniéndola en agua hirviendo?
- Estos fenómenos nos indican que el aire caliente tiende a expandirse y a contraerse cuando se enfría.
- La dilatación es el cambio de volumen de una sustancia al cambiar su temperatura.
- La dilatación es la causa de la circulación del aire caliente en los sistemas de calefacción.



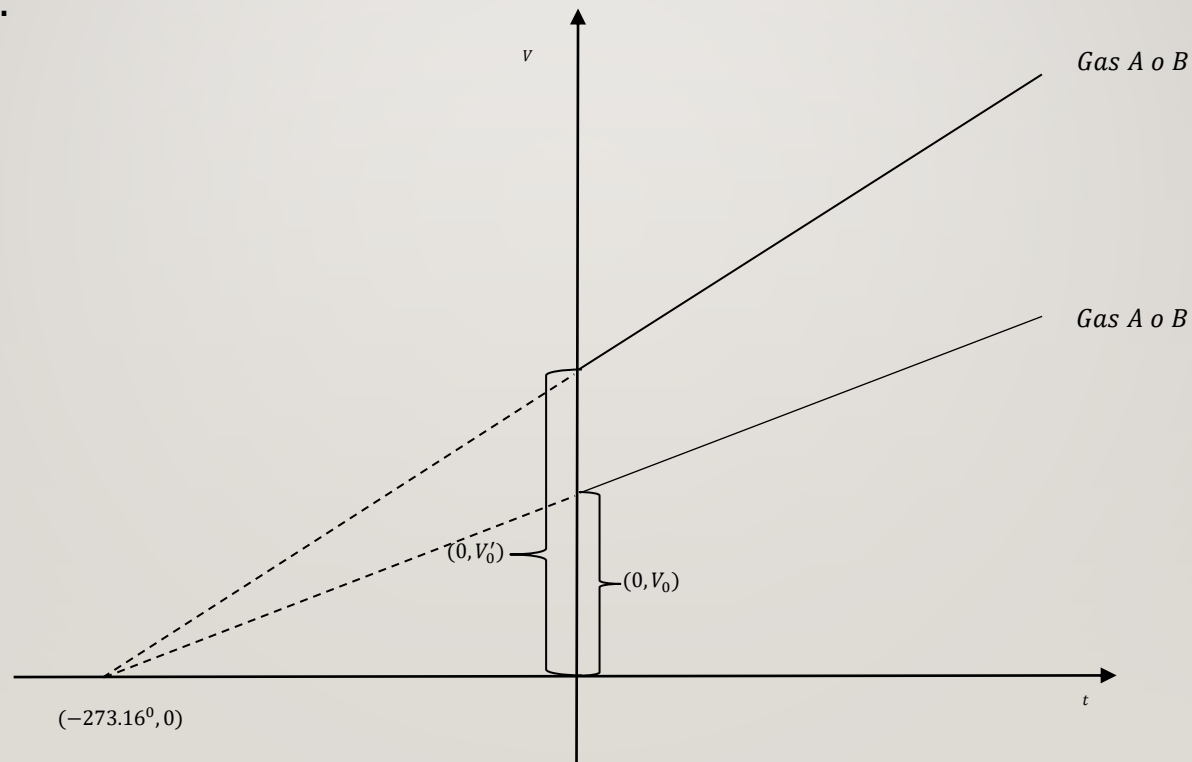
Ley de Gay-Lussac:

- De la circulación del aire frío en los refrigeradores.
- Del desplazamiento del humo en las chimeneas.
- De los vientos.
- Esto se debe a que asciende el aire caliente al expandirse, y desciende el aire frío al contraerse.
- Estos hechos nos hacen pensar que:
 - ***“El volumen de un gas varía proporcionalmente con la temperatura para un proceso en el cual la presión en el gas permanece constante”.***



Ley de Gay-Lussac:

La figura muestra las rectas de los volúmenes de dos gases en función de sus temperaturas.





Ley de Gay-Lussac:

- Es decir, la gráfica resultante del volumen de un gas en función de su temperatura para un proceso isobárico (presión constante), es una línea recta.
- Un hecho aún más interesante se presenta cuando realizamos este experimento bajo las mismas condiciones iniciales de presión, volumen y temperatura, pero ahora con un gas diferente.
- Lo importante es que al graficar el volumen del nuevo gas con su respectiva temperatura observamos que la recta resultante es idéntica a la del gas anterior.



Ley de Gay-Lussac:

Del análisis hecho se puede concluir que:

“Todos los gases se dilatan de igual manera, independientemente de su naturaleza”

La afirmación anterior se puede enunciar de forma equivalente diciendo que todos los gases poseen el mismo coeficiente de dilatación volumétrica.

Además, si los experimentos anteriores se hubiesen realizado con un volumen diferente al que ocupaban los gases para la misma presión a una temperatura de cero grados centígrados, tendríamos de nuevo una recta, aunque con diferente inclinación. Esto da pauta para pensar que la inclinación de la recta depende del volumen que tenga un gas para una presión y temperatura determinada.



Ley de Gay-Lussac:

Para deducir completamente la ecuación de una recta, como las que se han mencionado, es necesario y suficiente conocer un par de puntos de esa recta.

Por ejemplo, en la recta con menor inclinación que se muestra en la figura, se ubican dos puntos cuyas coordenadas son fácilmente identificables.

El primero de ellos es el formado por el cruce de la recta y el eje vertical y el segundo, es el formado por el cruce con el eje horizontal.

El primer punto tiene como coordenadas $(0, V_0)$ que físicamente representa el volumen del gas a cero grados centígrados.

El segundo punto tiene como coordenadas $(-273.16\text{ }^{\circ}\text{C}, 0)$ expresándonos que el volumen del gas a esa temperatura es igual a cero.



Ley de Gay-Lussac:

De esta manera, al conocer las coordenadas de los puntos antes señalados, podemos deducir la ecuación que relaciona el volumen del gas con su temperatura.

Al tomar un punto arbitrario sobre la recta observamos que las proporciones entre las diferencias de volumen y las diferencias de temperatura son iguales, es decir:

$$\frac{V - 0}{t - (-273.16^{\circ}\text{C})} = \frac{V_0 - 0}{0 - (-273.16^{\circ}\text{C})}$$

Despejando, se tiene:

$$V = \frac{V_0(t + 273.16^{\circ}\text{C})}{273.16^{\circ}\text{C}} = \frac{V_0}{273.16^{\circ}\text{C}}(t + 273.16^{\circ}\text{C}) = V_0\gamma(t + 273.16^{\circ}\text{C})$$



Ley de Gay-Lussac:

Donde:

$$\gamma = 1/273.16 \text{ } ^\circ\text{C} = 3.66 * 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

A γ se le conoce como coeficiente de dilatación volumétrico.

Sustituyendo, se tiene:

De esta forma, se puede afirmar que la pendiente de la recta depende directamente de estos dos parámetros.

Para mayor V_0 y γ se tendrá mayor pendiente.

También concluimos que se puede obtener el valor del cero absoluto y que no depende del tipo de gas que se use. ¡Es independiente de la naturaleza del gas!



Ley de Gay-Lussac:

De esta forma, se puede afirmar que la pendiente de la recta depende directamente de estos dos parámetros.

Para mayor V_0 y γ se tendrá mayor pendiente.

También concluimos que se puede obtener el valor del cero absoluto y que no depende del tipo de gas que se use. Es independiente de la naturaleza del gas.

Como a la temperatura de -273.16°C el volumen del gas es igual a cero, se ha conformado una nueva escala de temperatura dada por la siguiente ecuación:

$$T = t + 273.16$$

Así, la nueva escala de temperatura es igual a la suma de la temperatura centígrada más 273.16. Esta escala comúnmente se conoce como escala absoluta o escala Kelvin.



Ley de Gay-Lussac:

Como a la temperatura de -273.16°C el volumen del gas es igual a cero, se ha conformado una nueva escala de temperatura dada por la siguiente ecuación:

$$T = t + 273.16$$

Así, la nueva escala de temperatura es igual a la suma de la temperatura centígrada más 273.16. Esta escala comúnmente se conoce como escala absoluta o escala Kelvin.

Sustituyendo la nueva escala en la ecuación de la presión, se tiene:





Ley de Gay-Lussac:

Al sustituir la ecuación para el volumen, la nueva escala de temperatura se tiene:

$$V = V_0 \gamma T$$

Es decir:

$$\frac{V}{T} = V_0 \gamma$$

Para dos volúmenes y temperaturas absolutas diferentes, se tiene:

$$\frac{V_1}{T_1} = P_0 \gamma = \textit{Constante} \quad \text{y} \quad \frac{V_2}{T_2} = P_0 \gamma = \textit{Constante}$$



Ley de Gay-Lussac:

Si dos términos son iguales a un tercero, entonces son iguales entre sí. Es decir:

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

Esta expresión corresponde a la ecuación para la Ley de Gay-Lussac y nos dice que:

“Para dos estados diferentes de un gas dado, el cociente del volumen de un gas entre su respectiva temperatura absoluta permanece constante para un proceso isobárico”

¡Esta ecuación sólo es válida si la temperatura está expresada en Kelvin!





Ley de Gay-Lussac:

Como consecuencia de esta ley, podemos afirmar lo siguiente:

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

“Al duplicarse la temperatura absoluta de un gas, también se duplicará su volumen y al disminuir su temperatura absoluta a la mitad, también disminuirá su volumen a la mitad, para un proceso isobárico”

Es por ello que un globo aerostático se infla con solo calentar el aire contenido en él o que una pelota de pingpong abollada se repara colocándola en agua hirviendo o que el aire caliente tiende a subir y el aire frío tiende a bajar, provocando los vientos y la circulación del aire dentro de los refrigeradores y de los sistemas de calefacción.



Ley de Gay-Lussac:

Como ejemplo, supongamos que un gas tiene un volumen de 20 litros a una temperatura de 10°C . Si aumentamos su temperatura hasta 60°C , calcule el volumen que tendrá a esa temperatura.

La temperatura de 10°C equivale a:

$$T_1 = 273.16 + 10 = 283.16 \text{ K}$$

Y que la temperatura de 60°C , es igual a:

$$T_2 = 273.16 + 60 = 333.16 \text{ K}$$

Por lo que el volumen final es:

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} T_2 = \frac{20 \text{ l}}{283.16 \text{ K}} 333.16 \text{ K} = 23.53 \text{ l}$$



Ley de Gay-Lussac:

Como siguiente ejemplo, suponga que un gas tiene un volumen de 20 litros a una temperatura de 10°C . Si aumentamos su volumen hasta 25 litros, a qué temperatura se encontrará.

La temperatura de 10°C equivale a:

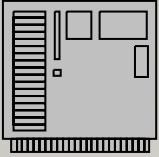
$$T_1 = 273.16 + 10 = 283.16 \text{ K}$$

Despejando la temperatura final, se tiene:

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

Sustituyendo:

$$T_2 = \frac{T_1}{V_1} V_2 = \left(\frac{283.16 \text{ K}}{20 \text{ l}} \right) (25 \text{ l}) = 353.95 \text{ K}$$



Atentamente:

Dr. Guillermo Becerra Córdova

Página: <http://virtual.chapingo.mx/fis>