

# LEY DE BOUGUER-LAMBERT-BEER

La ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER también se conoce como ley de Beer-Lambert-Bouguer y fue descubierta de formas diferentes e independientes en primer lugar por el matemático y astrónomo francés Pierre Bouguer en 1729. Luego por el filósofo y matemático alemán, Johann Heinrich Lambert en 1760 y por último el físico y matemático también alemán, August Beer en el año 1852.

Se puede decir que esta ley se trata de un medio o método matemático, el cual es utilizado para expresar de que modo la materia absorbe la luz. En óptica (Rama de la física que se encarga del estudio de la luz) La ley de Beer afirma que la totalidad de luz que emana de una muestra puede disminuir debido a tres fenómenos de la física, que serían los siguientes:

1. El número de materiales de absorción en su trayectoria, lo cual se denomina concentración
2. Las distancias que la luz debe atravesar a través de la muestra. Denominamos a este fenómeno, distancia del trayecto óptico
3. Las probabilidades que hay de que el fotón de esa amplitud particular de onda pueda absorberse por el material. Esto es la absorbencia o también coeficiente de extinción.

La relación anterior puede ser expresada de la siguiente manera:

$$A = -\epsilon cd$$

Donde,

A = Absorbencia

$\epsilon$  = Coeficiente molar de extinción

d = Recorrido (en cm)

c = Concentración molar

A medida que la luz atraviesa un medio que la absorbe, la cantidad de luz absorbida en cualquier volumen corresponde a la intensidad de luz que incide, luego se multiplica por el coeficiente de la absorción. Frecuentemente la intensidad de un haz de luz incidente declina significativamente a medida que pasa a través del medio absorbente. Cuando esta relación se expresa como Ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER, tenemos que:

$$T = 10^{-\epsilon cd} \quad \text{o} \quad T = 10^{-A}$$

Donde,

T = Transmitancia

$\epsilon$  = Coeficiente molar de extinción

c = Concentración molar del absorbente

d = Recorrido en cm

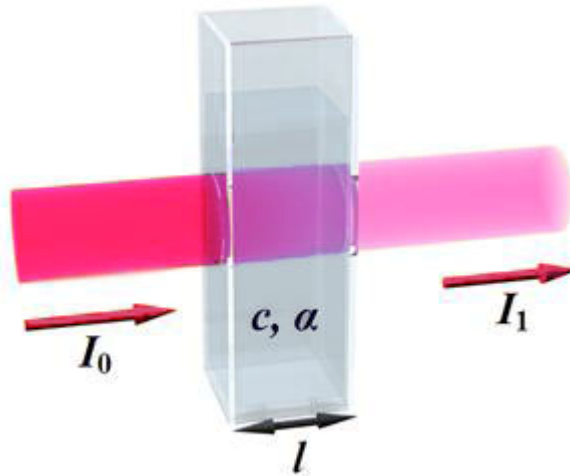
La transmitancia se puede expresar como la intensidad de la radiación incidente,  $I_0$ . Esto puede dividirse a la luz que emerge de la muestra,  $I$ . Se refiere a la relación  $I/I_0$  como transmitancia o como  $T$ .

La transmitancia se puede trazar con relación a la concentración, pero esta relación no sería lineal. Aunque el logaritmo negativo en base 10 de la transmitancia sí es lineal con la concentración.

De esta forma, la absorción es medida como:

$$A = -\log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \bullet \quad A = -\log_{10}(T)$$

A continuación podemos observar un diagrama de la absorción de un haz que atraviesa un recipiente de tamaño  $l$



Esta ley es también aplicada para representar la disminución de la radiación solar al pasar por la atmósfera. En este caso hay una propagación de la radiación además de la absorción. La **ley de BOUGUER-LAMBERT-BEER para la atmósfera** se suele expresar de la siguiente forma,

$$I_n = I_0 e^{-(k_a + k_g + k_{NO_2} + k_\omega + k_{O_3} + k_r)m}$$

Cada  $k_x$  corresponde a un coeficiente de extinción en el cual el subíndice se encarga de identificar la fuente de absorción:

$a \rightarrow$  hace referencia a los aerosoles densos, estos absorben y dispersan.

$g \rightarrow$  corresponde a los gases uniformemente mezclados, en especial dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y oxígeno molecular ( $O_2$ ) el cual solo absorbe.

$NO_2 \rightarrow$  corresponde al dióxido de nitrógeno, debido especialmente a la contaminación (sólo absorbe)

$\omega \rightarrow$  corresponde a la absorción que se produce por el vapor de agua

$O_3 \rightarrow$  corresponde al ozono (sólo absorbe)

$r \rightarrow$  es correspondiente a la dispersión de Rayleigh para el oxígeno molecular ( $O_2$ ) y nitrógeno ( $N_2$ )