



Buceando con Boyle y Mariotte

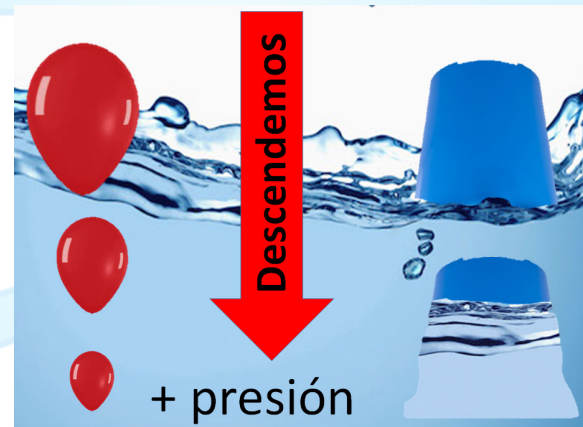


www.buceo.com.ar
Juan Jose Rodriguez
Evaluador de Instructores
Recreativos / Tecnico

Bucear con un Ingles y un Frances nos puede traer problemas, ambos desarrollaron la ley que demuestra que el volumen de un gas se modifica con la presión, y acá nuestro problema, buceamos a presión y respiramos aire (gas). En cada inmersión respiramos por el regulador aire a presión que ingresa a nuestros pulmones, por lo tanto Boyle y Mariotte están presente en cada momento de nuestro buceo.

Como decía Boyle y Mariotte el volumen del gas se modifica con la presión, quiere decir que cuando descendemos, como la presión aumenta, el volumen del gas se achicara debido a que todos los gases se pueden comprimir (son compresibles)

Podemos ver en acción al Ingles y al Frances en un ejemplo muy simple. Si colocamos un balde sobre el agua, este balde seria un pequeño modelo de una campana, y lo hacemos descender, el aire dentro del balde se ira comprimiendo y el agua ira subiendo. Este fenómeno, que hoy fácilmente lo podemos explicar, en al siglo IV aC cuando el filósofo griego Aristóteles (284-322 aC) dijo que si los buceadores debían bajar dentro de un caldero boca abajo así se mantendría el aire y no entraría agua. Pero las experiencias mostraban que cuanto mas bajaba el caldero más subía el agua y no entendían el porque. Recién se pudo explicar este fenomeno y entender lo que ocurría después de 1600 .



Lo que veía Aristoteles era que cuando la campana descendía el agua subía dentro de la campana o caldero. Cuando la campana empezaba a ascender el aire volvía a aparecer y el agua bajaba dentro de la campana o caldero. Este fenómeno generaba grandes dudas y no se podía entender, porque el aire desaparecía y luego volvía a aparecer.

Por suerte gracias a Boyle y Mariotte hoy ya sabemos correctamente lo que pasa. Al bajar la campana aumentaba la presión, el aire dentro de la campana se comprimía, al comprimirse aumentaba su presión para equilibrar la presión exterior. Quiere decir que el aire dentro de la campana siempre tendrá la misma presión que el agua circundante. Al subir la campana la presión disminuía y el aire se expandía. Resumiendo todo esto tendremos

1. Al descender la presión aumenta.
2. El aire se comprime y se va achicando, el agua sube dentro de la campana.
3. No es que hay menos aire, sino que el aire está más apretado, por lo tanto el aire tiene más densidad.
4. La presión del aire dentro de la campana siempre busca el equilibrio con la presión del agua en el exterior.
5. Al comenzar a ascender, el proceso es inverso. El aire se va expandiendo, bajará su presión y volverá a ocupar el mismo espacio que ocupaba al comienzo dentro de la campana.

Si ahora vemos lo que ocurre en el oído, este es nuestro sensor de profundidad, en cuanto descendemos notamos que la presión aumenta porque lo sentimos en nuestros oídos. Los tímpanos, membrana elástica que separa el oído medio con el oído exterior y que transmite las vibraciones de los sonidos, cuando la presión aumenta se arquea para adentro, nosotros compensamos haciendo entrar aire al oído medio a través de la trompa de Eustaquio.

Al ascender ese aire que ingresó en el oído medio cuando compensamos en el descenso, se expandirá con la disminución de la presión exterior y buscará salir nuevamente. Un claro ejemplo de la variación del volumen del aire con la disminución de la presión.

Analizando la ley de Boyle y Mariotte tenemos que el volumen de un gas disminuye cuando aumenta la presión, en otras palabras, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión que soporta.

Más presión = menos volumen
Menos presión = más volumen

Si lo vemos en una fórmula tenemos que:

$$P_{\text{inicial}} \times V_{\text{inicial}} = P_{\text{final}} \times V_{\text{final}} = \text{Constante}$$

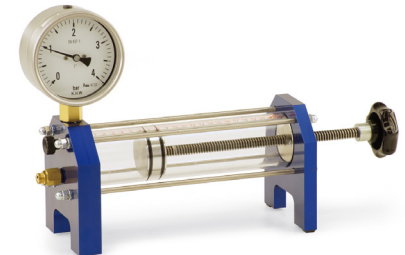
$$P \times V = \text{Constante}$$

Maquina de Boyle y Mariotte

Para completar esta definición decimos que a una misma temperatura se cumple que:

“El volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión absoluta que soporta”

Si regresamos a los párrafos iniciales veremos que, para poder respirar cómodamente de un regulador, la presión del aire que sale debe estar a la misma presión del lugar donde estamos buceando. Por ejemplo, si estamos a 10 metros la presión del aire será de 2 ATA (1 atm del aire + 1 atm del agua). El aire deberá salir del regulador a 2 ATA. El doble de presión que en la superficie.



Si el aire que se encuentra en los pulmones no lo dejáramos salir durante el ascenso, este se expandirá a causa de la disminución de la presión. Cuando llegemos a la superficie nuestros pulmones tendrían el doble del volumen normal.

Analizándolo con la fórmula anterior, tendremos que con un volumen pulmonar de 6 litros y respirando a 10 metros = 2 ATA, si regresamos reteniendo el aire a la superficie que hay una presión de 1 ATA, veremos que:

$$P \text{ inicial} \times V \text{ inicial} = P \text{ final} \times V \text{ final}$$

P inicial = 2,

P final = 1,

V inicial = 6 litros,

V final = ?

En este ejemplo es fácil ver que, si la presión fue a la mitad, el volumen irá al doble.

Por lo tanto, en nuestro ejemplo el volumen de los pulmones luego de respirar a 10 metros, retener el aire y ascender, el volumen de los pulmones irá al doble de su tamaño natural. Claramente como eso no puede ocurrir, los pulmones sufrirán y se lesionarán.

Boyle y Mariotte no solo interviene en algo tan visible como es el ejemplo anterior sino en todos los gases que se encuentran dentro de nuestro cuerpo, inclusive en los accidentes descompresivos ya que la burbuja que se forma incrementará su volumen durante el ascenso.

Podemos decir que esta ley interviene en:

Barotraumas: Accidente por sobre expansión pulmonar, oído, senos paranasales, máscara, dental, abdominal

Accidente por descompresión

Entender el comportamiento de los gases durante una inmersión nos ayudará a entender que ocurre en nuestro cuerpo en cada una de ellas y podremos evitar cualquier inconveniente

