Buscad información sobre el dispositivo denominado "Frasco de Mariotte" con objeto de explicar para qué sirve y en qué se basa su funcionamiento.

Consideremos el recipiente mostrado de forma esquemática en la figura 1 siguiente:

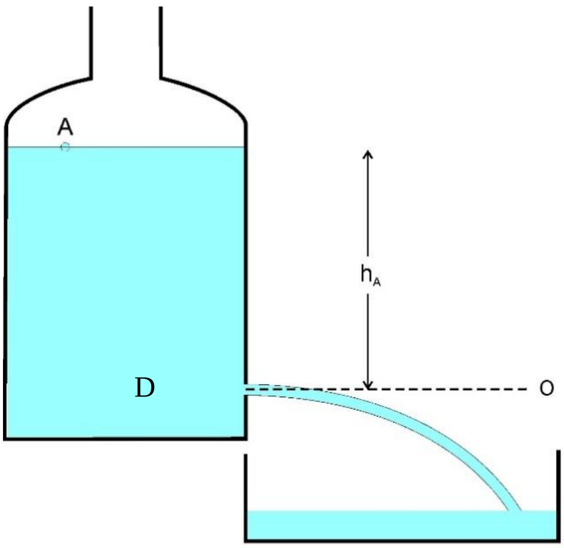


Figura 1

Podemos ver que se ha practicado un orificio (D) en su superficie lateral por el cual sale el líquido que contiene.

Sabemos que es posible determinar el valor v_D de la velocidad con que sale dicho líquido, sin más que aplicar Bernoulli a los puntos A y D. En efecto:

$$P_A + \frac{1}{2}\rho \cdot v_A^2 + \rho \cdot g \cdot h_A = P_D + \frac{1}{2}\rho \cdot v_D^2 + \rho \cdot g \cdot h_D \quad (1)$$

Considerando que $S_A \cdot v_A = S_D \cdot v_D$ y que, en este caso, $S_A >> S_D$, se cumplirá también que: $v_A << v_D$, por lo que podremos despreciar el sumando $\frac{1}{2}\rho \cdot v_A^2$.

Además, sabemos que:

$$P_A = P_D = P_{atm} \text{ y que } h_D = 0.$$

Aplicando las consideraciones anteriores en (1), nos queda:

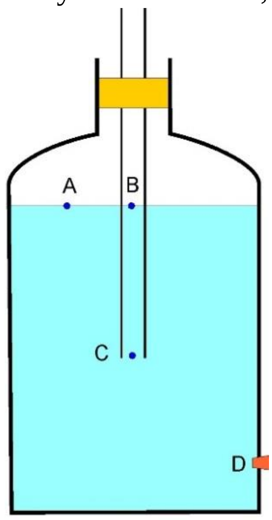
$$\rho \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2}\rho \cdot v_D^2$$

Y despejando:

$$v_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A} \quad (2)$$

El resultado anterior se conoce como "Teorema de Torricelli" y nos muestra que: La velocidad de salida de un líquido por un orificio practicado en la pared del recipiente que lo contiene, es numéricamente igual a la velocidad final que tendría un cuerpo que se dejase caer libremente desde una altura igual a la existente entre la superficie del líquido y el orificio. Podemos plantearnos ahora, *qué es lo que le ocurre al valor de esa velocidad conforme va descendiendo el nivel del líquido*.

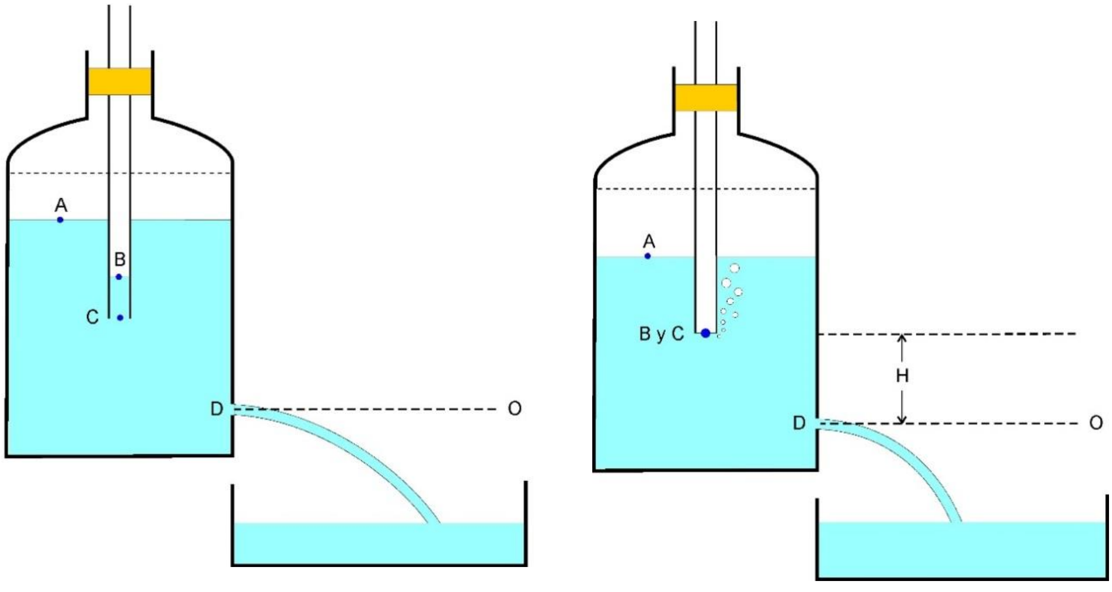
Experimentalmente se puede comprobar que, al ir bajando el nivel del líquido, la velocidad de salida va haciéndose cada vez menor. Esta relación está implícita en el resultado anterior (2), en el que se ve que v_D disminuye conforme disminuye h_A y también se comentó en los ejercicios 2 y 6. Ahora bien, en determinadas situaciones (por ejemplo, en el vaciado de un depósito para llenar otros recipientes), nos puede interesar que dicha velocidad de salida se mantenga constante. *¿Cómo podemos conseguir esto?*



El científico francés Edme Mariotte, en el siglo XVII, elaboró una respuesta sencilla a esta pregunta. Basta tapar el recipiente con un tapón perforado al cual se acopla un tubo de vidrio en la forma que se muestra en la figura 2 adjunta.

La situación de partida que se observa en la figura, es una situación de equilibrio, en la que se cumple que la presión en los puntos A y B es la misma e igual a la presión atmosférica: $P_A = P_B = P_{atm}$.

Al quitar el tapón que obstruye el agujero D, comienza a fluir el líquido y, consecuentemente, a descender el nivel en el frasco, con lo que el aire interior va ocupando cada vez un volumen mayor y, por tanto, la presión en el punto A va disminuyendo, mientras que la presión en B se mantiene igual a la atmosférica. Esto hace que el nivel de líquido en el interior del tubo (donde hemos situado el punto B), vaya disminuyendo cada vez más por debajo de A, de modo que, llega un momento en el que alcanza el punto C situado en el extremo inferior del tubo (ved figuras 3 y 4 siguientes).



Dado que el agua sigue saliendo, seguirá descendiendo el nivel de A, pero en el caso de B, situado ya en el extremo inferior del tubo, esto no es posible y ello trae como consecuencia que se produzca una succión de aire exterior el cual entrará por el extremo superior del tubo y burbujeará por el inferior ascendiendo a la cámara situada por encima del punto A, de modo que, aunque A siga descendiendo, la presión en B se mantiene constante e igual a la atmosférica. A partir de ese instante, la velocidad de salida permanece constante y dada por:

$$v_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (3)$$

Puesto que depende de H, el valor de esta velocidad constante de vaciado se puede modificar, si se desea, subiendo o bajando el extremo inferior del tubo en el frasco.

La velocidad anterior, se mantendrá constante hasta que el nivel de A llegue al punto C. *¿Qué le ocurrirá a partir de ese momento?*

En el momento en que el nivel de A llegue al punto C, la situación será la misma que la descrita al comienzo de este ejercicio y la velocidad de salida del líquido restante situado por encima del orificio D pero por debajo del extremo inferior del tubo, irá disminuyendo conforme disminuya el nivel de A.

Históricamente, el principio del frasco de Mariotte fue utilizado en el siglo XIX en los quinqués y lámparas del alumbrado doméstico. Hoy se aprovecha en el desarrollo de varios dispositivos hidrodinámicos, que tienen importantes aplicaciones industriales y medioambientales. Algunos ejemplos de estos dispositivos son los lisímetros (se introducen en el suelo en lugares con vegetación y sirven para medir la evapotranspiración de los cultivos; ved figura 5 siguiente), los permeámetros de nivel constante (como su propio nombre indica, sirven para medir la permeabilidad de los materiales ante el paso de fluidos a través de ellos), los infiltrómetros (miden la capacidad de infiltración de los suelos) y los goteros, que se utilizan en los sistemas hidrodinámicos de riego por goteo.

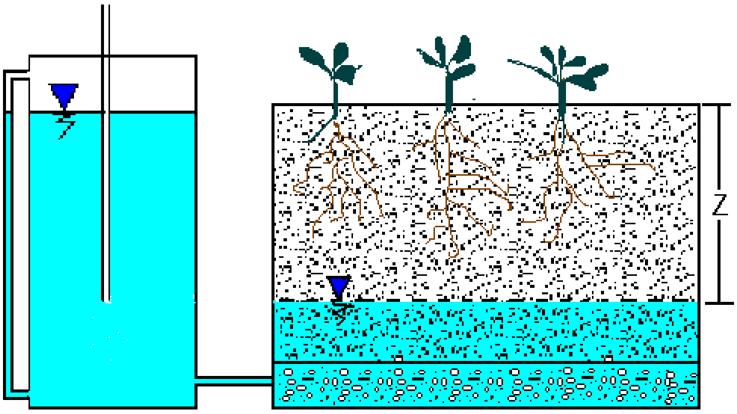


Figura 5: Representación esquemática de un lisímetro[1] en el que se simula la presencia de un nivel freático abastecido con una botella de Mariotte. Referencia: Tafur. H., Ríos, L. *Aplicaciones prácticas del principio del frasco o botella de Mariotte*. Disponible en:

https://www.academia.edu/35701141/Conferencia_Aplicaciones_botella_Mariotte

[1] El nivel freático viene marcado por la profundidad que alcanza la capa superior del agua acumulada (por filtraciones) en el subsuelo.