

DEMO 112

Sustancias tensioactivas en el cuerpo humano



Fig. 1a. Produciendo burbujas en agua



Fig. 1b. Produciendo burbujas en agua jabonosa

Autor de la ficha	Roberto Pedrós (30/7/14)
Palabras clave	Fluidos, tensión superficial; tensioactivos; respiración; digestión
Objetivo	Ilustrar el papel de los tensioactivos en la respiración y la digestión
Material	Vasos con agua; cañita de beber; lavavajillas; aceite; cucharas
Tiempo Montaje	nulo

Descripción

Respiración

Echar agua en un vaso. Introducir una cañita y soplar. Al soplar fuerte se producirán burbujas. Ahora echar en el agua unas gotas de lavavajillas. Observaremos que podremos producir burbujas con facilidad.

Explicación

1) Respiración

Para formar burbujas en un líquido es necesario ejercer una cierta fuerza. Esta fuerza hará que la presión en el interior de la burbuja (P_{in}) sea mayor que la exterior (P_{out}). Esta diferencia de presiones está relacionada con el radio R de la burbuja y con la tensión superficial del líquido a través de la ecuación de Laplace (1). Un agente externo, en este caso nosotros soplando, ha de suministrar esa diferencia de presiones para formar las burbujas.

$$\Delta P = P_{in} - P_{out} = \frac{2\sigma}{R} \quad (1)$$

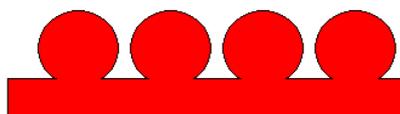


Fig. 2. Alveolos como burbujas interconectadas

Si se reduce la tensión superficial (como sucede al añadir jabón), la diferencia de presiones es menor y resulta más sencillo hacer las burbujas. Este hecho lo podemos aplicar al cuerpo humano.

La oxigenación de la sangre en los pulmones se puede aproximar a un proceso de formación de burbujas. El aire llega a los pulmones por la faringe y la laringe. Pasa por los bronquios que se bifurcan en los bronquiolos de manera semejante a las ramas de un árbol, en aproximadamente 23 niveles de bifurcación. En el extremo están los alveolos, que son esferas de diámetro $\sim 0,2-0,3$ mm con paredes de espesor $\sim 0,4$ μ m. El oxígeno se difunde desde los alveolos a los glóbulos rojos de la sangre, mientras que el CO_2 se difunde desde la sangre hacia los alveolos. Los alveolos son similares a pequeñas gotas interconectadas (Fig. 2), con una presión interior P_{in} mayor que la presión exterior P_{out} . Para formar las burbujas es necesario que el diafragma ejerza presión para hincharlas, que se relaciona con el radio de la burbuja R y la tensión superficial (agua-aire) σ a través de la ecuación (1). En los alveolos existe una sustancia tensioactiva que reduce la tensión superficial y facilita la formación de burbujas. De esta manera el diafragma necesita realizar menos presión para respirar. Aunque los alveolos son muy pequeños, existe un gran número de ellos, de modo que en un adulto promedio la superficie total es de unos 80 m^2 . Por ello, la fuerza necesaria para llenar los alveolos es equivalente a un peso de 15 kg a levantar con el diafragma. Con el tensioactivo pulmonar, esta fuerza necesaria se reduce a solo unos 5 kg. Este hecho es especialmente crítico en los neonatos. Existe el llamado síndrome de estrés

respiratorio hace que no tengan suficiente tensioactivo pulmonar y por tanto dificultades para respirar. Uno de los posibles tratamientos es suministrarle al neonato un tensioactivo de origen animal.

Digestión

Llenar dos vasos de agua por la mitad y preparar una cuchara para cada uno. Añadir a uno de los vasos un chorrito de lavavajillas. A continuación añadir una cucharada sopera de aceite a cada vaso. Remover ambos vasos, cada uno con una cuchara, el mismo número de vueltas y con una intensidad lo más parecida posible. En el vaso que solo contiene agua y aceite observaremos que el aceite formará gotas como las de la figura 3a.

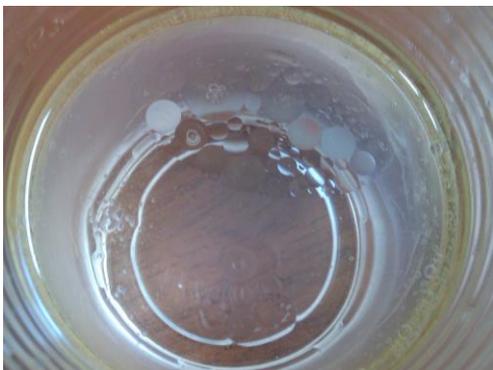


Fig. 3a. Gotas de aceite en agua



Fig. 3b. Gotas de aceite en agua jabonosa

En cambio, en el vaso que contiene agua, aceite y lavavajillas podremos observar cómo se forman gotas más pequeñas (Fig. 3b). Dependiendo de la cantidad de detergente que se haya echado, incluso se formará un líquido blanquecino.

Explicación

El detergente es un tensioactivo que reduce la tensión superficial. Aplicando la ecuación de Laplace para la formación de gotas, ecuación (1), al reducirse la tensión superficial será necesario ejercer menos presión (y por tanto fuerza) para formar gotas.

Aplicado a la digestión, sucede que al ingerir grasas, como no son solubles en agua tienen tendencia a aglutinarse en el estómago. Ello hace que las enzimas digestivas no puedan atacarlas con facilidad por su reducida superficie en comparación con su masa. La bilis, segregada por el hígado, actúa como tensioactivo. Reduce la tensión superficial de las grasas y por tanto la presión necesaria para formar gotitas. Los movimientos del estómago rompen las bolas de grasa en gotas más pequeñas, con lo que se aumenta el área expuesta de las grasas, que pueden ser atacadas y digeridas por las enzimas del estómago. La importancia de la bilis es tal, que su ausencia motivaría que no fuéramos capaces de absorber las grasas durante la digestión.

Tensioactivos

Los tensioactivos (o surfactantes) son sustancias que disminuyen la tensión superficial de los líquidos. Pueden actuar como detergentes (para limpieza), humidificantes (para crear humedad homogénea en un cierto medio), espumantes (facilitando la formación de espumas), y emulsificantes (favoreciendo la formación de emulsiones entre agua y grasas). Las moléculas de los tensioactivos tienen dos partes diferenciadas: una es hidrófila (soluble en agua) y la otra es hidrófoba (insoluble en agua) (Fig. 4a). Cuando las moléculas tensioactivas se ponen en contacto con el agua se alinean en la superficie con la parte hidrófoba fuera del agua (Fig. 4b). Esta disposición reduce la tensión superficial del agua.



Fig. 4a. Molécula tensioactiva

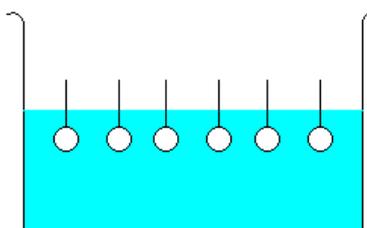


Fig. 4b. Moléculas tensioactivas en agua

Recomendaciones

Este demo sería una continuación de la de sustancias tensioactivas (demo 39).