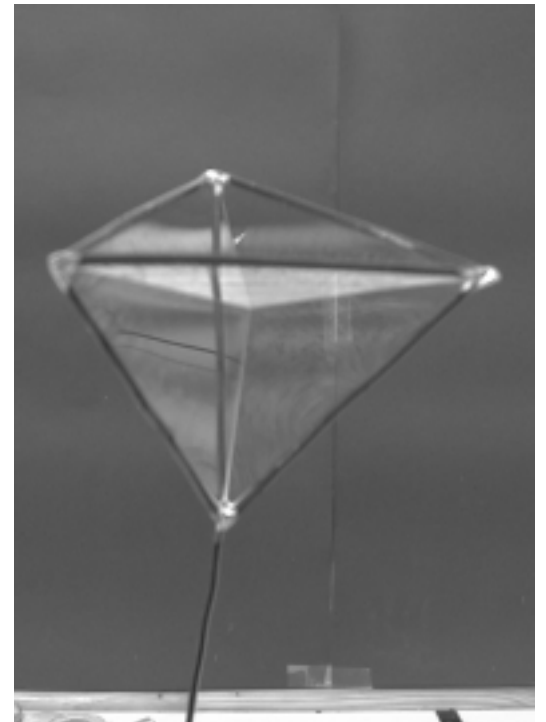
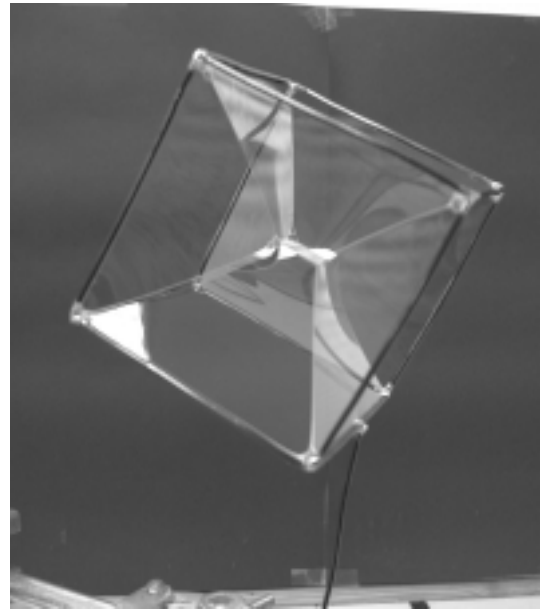


Descripción del dispositivo

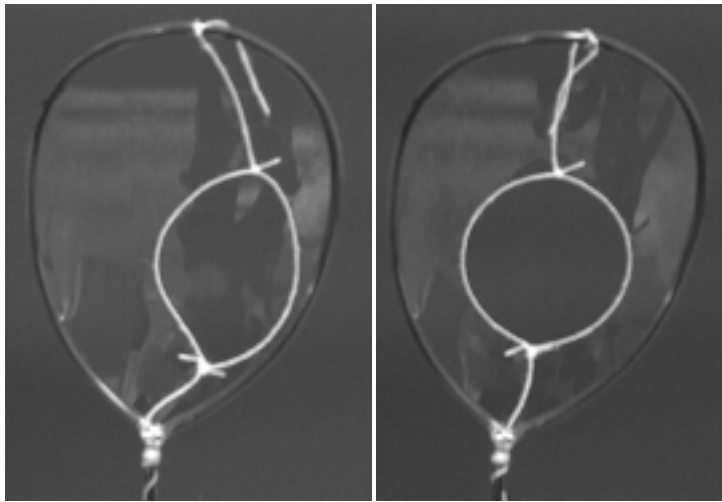
Cuando una cierta figura geométrica, tetraedro, cubo, etc., construida con alambres se introduce en una disolución jabonosa, agua con un poco de detergente y glicerina, se forman diversas superficies, películas jabonosas, que conectan los lados de la figura correspondiente.

Una circunferencia construida de alambre, tiene a su vez un hilo cerrado y atado a sus polos. Si se introduce todo ello en la solución jabonosa, se forma una superficie plana. Pero si la película del interior del hilo se rompe, la superficie jabonosa se tensa y el hilo cerrado forma una circunferencia perfecta.

SUPERFICIES JABONOSAS



Descripción del comportamiento



Para bastidores bidimensionales una configuración estable implica que en un mismo punto se junten tres superficies formando entre ellas ángulos de 120° , completando tres de ellos el círculo y anulándose las fuerzas, lo que produce una configuración estable.

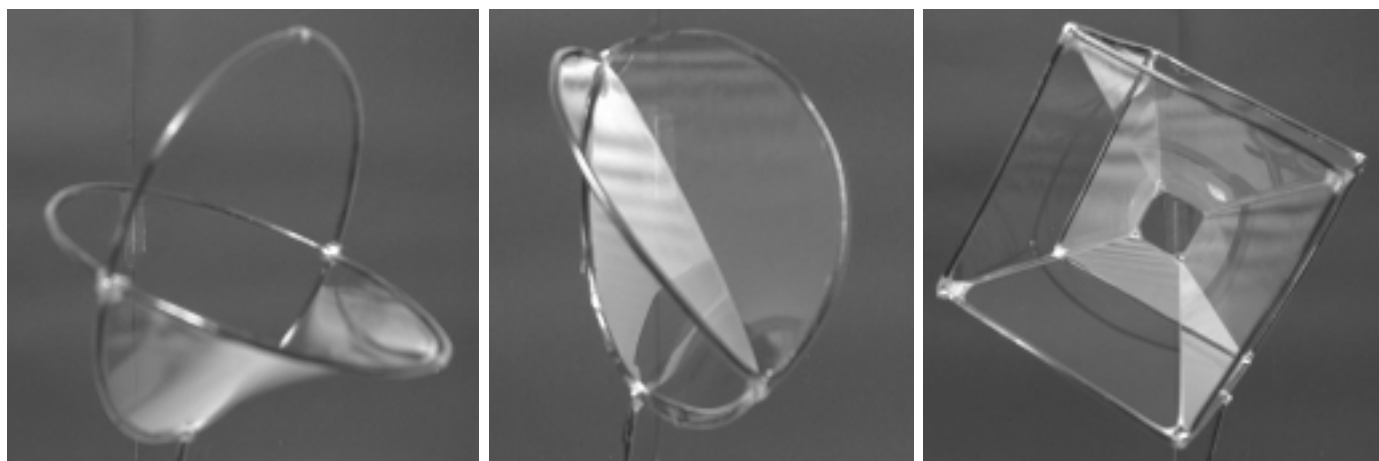
Para bastidores tridimensionales si tres superficies se juntan a lo largo de un eje, forman entre ellas ángulos de 120° . Cada configuración de equilibrio es estable.

Sobre un bastidor metálico de forma circular se coloca un hilo de algodón cerrado también en círculo. Cuando el conjunto se introduce en una solución jabonosa y luego se extrae, se forma una película jabonosa que engloba el hilo.

Fundamento físico

En el caso de la circunferencia y el hilo cerrado, si la película del interior del hilo se rompe, *la tensión superficial* del resto de la película jabonosa actúa sobre el hilo. Al intentar minimizar su superficie, ésta película tira del hilo en todas direcciones y con la misma intensidad haciendo que éste adopte una forma perfectamente circular. Esto demuestra que el área de la película jabonosa tiende a minimizarse, pues la circunferencia es la figura geométrica con mayor área para un perímetro dado.

Las películas tienden a adoptar el mínimo de superficie (mínimo de la *función de Helmholtz* del sistema), por lo que se adaptan a los distintos bastidores formando figuras características.



En cada punto de una superficie se define su curvatura $\kappa = 1/r$, siendo r el radio de la circunferencia tangente a la misma. Cuando en un punto de una superficie coexisten dos curvaturas, $\kappa_1 = 1/r_1$ y $\kappa_2 = 1/r_2$, la superficie mínima exige que ambas sean iguales y de signo contrario, $\kappa_1 = -\kappa_2$. En ese caso, y de acuerdo con la *ecuación de Young-Laplace*, el exceso de presión

$$P = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right),$$

es cero.

Se define la curvatura media de una superficie como $H = (\kappa_1 + \kappa_2)/2$. Las superficies que corresponden a un equilibrio inestable deben tener curvatura media cero.

En el caso del cubo, por ejemplo, soplando débilmente se puede conseguir que el cuadrado central cambie de posición, pasando de horizontal a vertical y viceversa. Esto demuestra que hay varias configuraciones estables para la la misma configuración. Como ya se ha indicado, un mínimo estable puede ser un mínimo local y competir con otros mínimos, por lo que se pueden producir *transiciones de fase estructurales* cuando el bastidor cambie ligeramente.