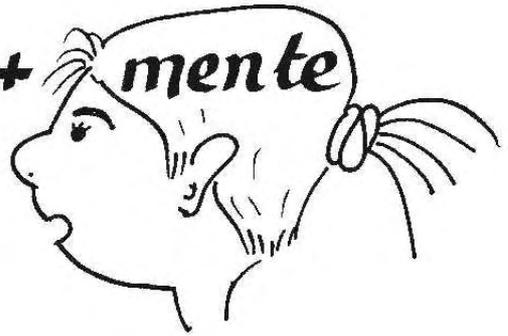


123

Simple + mente física

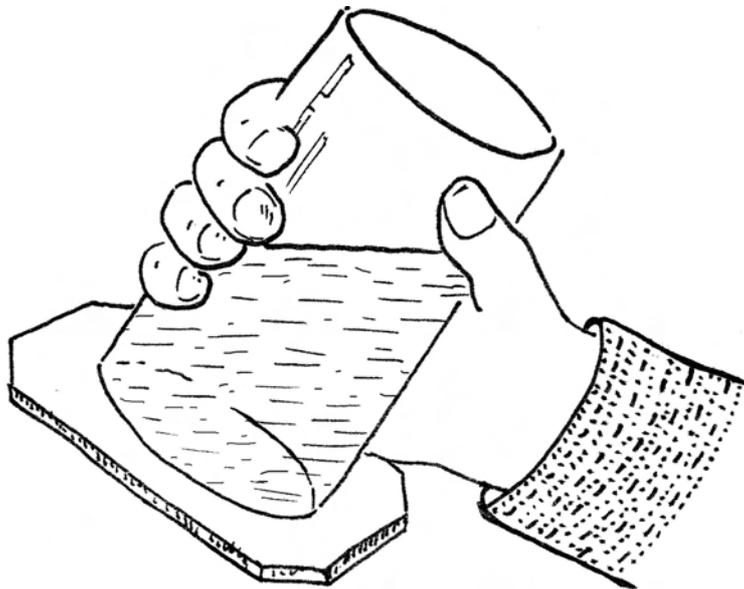


Lo que el agua ha unido...

(24 - 28 noviembre 2008)

Habréis comprobado que cuesta mucho separar dos superficies lisas que están unidas por una fina película de agua (ique no es pegamento!). Esto es lo que sucede con dos placas de vidrio o dos azulejos o dos CD entre los cuales se ha colocado una gota de agua entre ellos; el mismo fenómeno se observa cuando se levanta un vaso y se le queda adherido el posavasos sobre el que reposaba.

¿Cuál es la explicación de estos comportamientos?



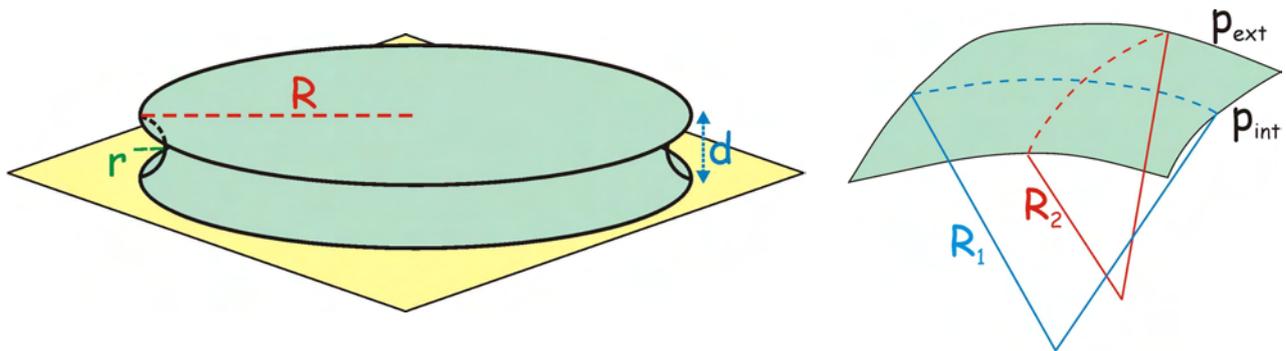
AVISO: El objeto de *Simple+mente física* no va más allá del placer que proporciona plantearse y resolver sencillas cuestiones razonando (y experimentando) de acuerdo con principios básicos de la física. No hay ningún tipo de compensación, excepto la satisfacción personal y no van dirigidas a ningún grupo de personas en particular (es decir, están abiertas a todo el mundo).

El primer día hábil de cada semana se intentará presentar una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión anterior.

Rafael Garcia Molina, Departamento de Física - CIOyN, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

<http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

Resp.: El agua moja al vidrio limpio formando un ángulo de contacto de $\theta_c=0^\circ$; el valor exacto de θ_c no afecta sustancialmente al razonamiento que sigue, basta con saber que el líquido moja la superficie sólida. Decir que el agua moja un sólido significa que las moléculas del agua y del sólido se atraen más que las del agua entre ellas (es decir, que las fuerzas de adhesión son mayores que las de cohesión) y por ello el agua tiende a extenderse por la superficie sólida. La figura de la izquierda ilustra una fina capa de agua entre dos superficies planas y paralelas a las cuales moja; por claridad, sólo se muestra la superficie inferior. Las características geométricas de esta capa de agua son su espesor (d) y los dos radios de curvatura de la interficie líquido-aire (R y r); si la capa de agua es muy delgada se puede emplear la aproximación $r = d/2$.



La ley de Laplace-Young relaciona la diferencia de presión a ambos lados de una interficie líquido-aire que tiene radios de curvatura principales R_1 y R_2 (ilustrados en la figura de la derecha) y la tensión superficial del líquido, γ : $p_{\text{int}} - p_{\text{ext}} = \gamma(1/R_1 + 1/R_2)$; un radio de curvatura es positivo cuando se halla en el interior del líquido. Si se tiene en cuenta que $R \gg r$, la ecuación de Laplace-Young se simplifica, y se obtiene $p_{\text{int}} - p_{\text{ext}} = -\gamma/r$, donde se ha puesto $-r$ porque la curvatura está dirigida hacia fuera del líquido.

El resultado final es que la presión atmosférica (que es la presión exterior, en este caso) es mayor que la presión interior del agua que hay entre las placas. La fuerza de adhesión entre dichas placas se obtiene multiplicando esta diferencia de presiones por el área cubierta por el agua. A continuación se calcula esta fuerza de adhesión para un caso concreto.

Teniendo en cuenta que la tensión superficial del agua a 20°C vale $72 \times 10^{-3} \text{ N/m}$, la fuerza mínima para separar (perpendicularmente) dos placas circulares de radio $R=5 \text{ cm}$, separadas por una película de agua de espesor $d=0.01 \text{ mm}$ resulta ser $F = \pi R^2 \gamma / r = (\pi \times 0.05^2 \times 72 \times 10^{-3}) / (0.005 \times 10^{-3}) = 113 \text{ N}$. Como vemos, este valor equivale aproximadamente a la fuerza necesaria para sostener una masa de 10 kg .

Cuanto más grandes sean las placas entre las cuales se deposita una fina capa de agua, más costará separarlas perpendicularmente. En cambio, apenas costará esfuerzo separar las placas si se aplica una fuerza tangencial para que resbalen paralelamente una a la otra, pues los líquidos ideales no ofrecen resistencia a las fuerzas de cizalladura; la fuerza de resistencia que ofrecería un líquido real se debe a la viscosidad, que en el caso del agua tiene un valor pequeño.