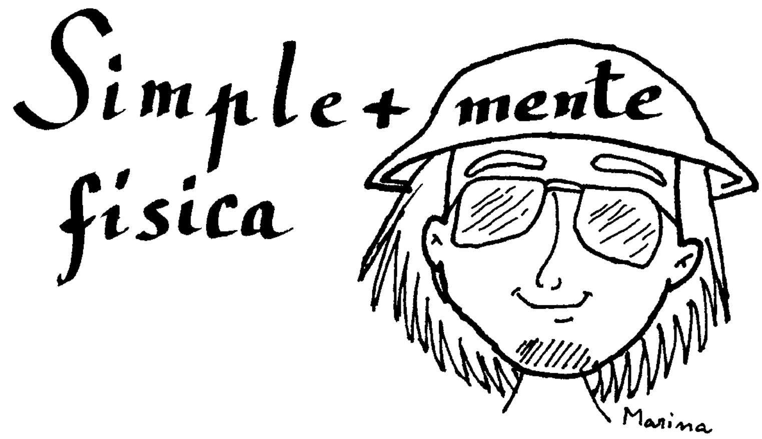
101



Equilibrio en el vacío

(12 – 17 marzo 2007)

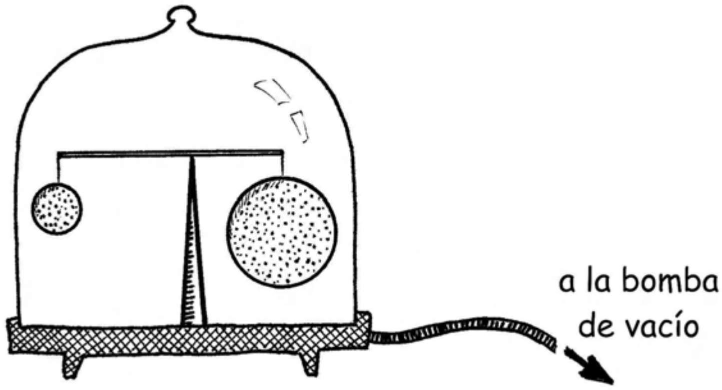
Disponemos de dos esferas macizas fabricadas con el mismo material, pero cuyas masas son diferentes. Colocamos cada una en los extremos de una varilla delgada, que equilibramos apoyándola sobre un pivote.[1]

Si introducimos todo el conjunto dentro de una campana de vacío y extraemos el aire, la varilla:

(a) se inclinará hacia la esfera de mayor masa.

(b) se inclinará hacia la esfera de menor masa.

(c) no se desequilibrará.



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 presentará una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión de la semana anterior.

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

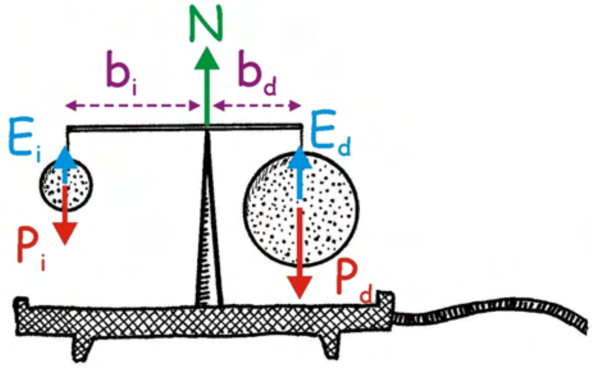
http://bohr.fcu.um.es/miembros/rgm/s+mf/

***** El dibujo de la cabecera fue realizado por Marina Garcia Abril a la edad de 11 años *****

[1] Su nombre técnico es fulcro.

Resp.: La figura adjunta ilustra las fuerzas que actúan sobre la varilla en equilibrio cuando se halla fuera de la campana de vacío:[2]

P_i = peso de la esfera izquierda
P_d = peso de la esfera derecha
E_i = empuje debido al aire desplazado por la esfera izquierda
E_d = empuje debido al aire desplazado por la esfera derecha
N = fuerza normal en el punto de apoyo



De las dos ecuaciones que se aplican en el equilibrio del sólido rígido, sólo nos interesa la correspondiente al equilibrio de torques. Tomando como origen de torques el punto de apoyo de la varilla sobre el fulcro, se obtiene $b_i(E_i - P_i) = b_d(E_d - P_d)$, donde b_i y b_d son los brazos de aplicación del peso y el empuje de la esfera izquierda y de la derecha, respectivamente.[3] El peso y el empuje se pueden escribir como $P_{i\text{-}d} = V_{i\text{-}d}\rho g$ y $E_{i\text{-}d} = V_{i\text{-}d}\rho_a g$, respectivamente, donde ρ y ρ_a son las densidades de las esferas y del aire respectivamente; $V_{i\text{-}d}$ representa el volumen de cada esfera. Sustituyendo $P_{i\text{-}d}$ y $E_{i\text{-}d}$ en la ecuación del equilibrio de torques y simplificando, obtenemos $b_i V_i(\rho_a - \rho) = b_d V_d(\rho_a - \rho)$, de donde se deduce que $b_i V_i = b_d V_d$. Así pues, siempre se mantendrán en equilibrio ambas esferas, independientemente del medio en que se hallen inmersas; por ello, la respuesta correcta es la (c).

Tanto si se extrae el aire de la campana (suavemente, para evitar turbulencias), como si todo el sistema se sumerge en agua u otro medio, se mantendrá el equilibrio entre ambas esferas.

<u>Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades…)</u>: Robert A. Millikan (1868-1953; premio Nobel de Física en 1923) era un excelente relaciones públicas, capaz de obtener grandes sumas de dinero incluso en tiempos difíciles. No vacilaba en hacer publicidad de sí mismo (debido a su prestigio por los éxitos científicos y administrativos) y le gustaba hablar de ciencia y religión. En las paredes del CalTech (Instituto de Tecnología de California en Pasadena), un grupo religioso pintó las palabras "Jesús salva", a lo que algunos estudiantes añadieron "pero Millikan se lleva el mérito".

---

[2] Por simplificar la discusión, no consideramos el peso y el empuje de los brazos de la varilla; aunque el resultado final no cambiaría si se tuviesen en cuenta.

[3] El equilibrio de fuerzas establece que $N + E_i + E_d - P_i + P_d = 0$, y no es relevante en la discusión que sigue, pues de aquí se obtendría el valor de N, que no interviene en la ecuación de los torques.