

# 68

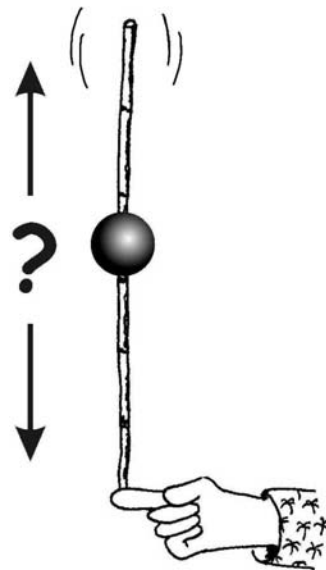


## Varilla en equilibrio precario

(14 - 18 marzo 2005)

Consigue una varilla larga (de metro y medio, o más) y una bola de plastilina (del tamaño de una naranja). ¿En qué parte de la varilla colocarás la bola de plastilina para poder sostener todo el conjunto verticalmente sobre el dedo índice durante el mayor tiempo posible?:

- (a) En el extremo inferior.
- (b) A mitad de altura.
- (c) En el extremo superior.
- (d) No importa dónde se coloque.
- (e) Es mejor no colocar la plastilina.



---

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, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

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

<http://www.fisimur.org>

\*\*\*\*La ilustración de la cabecera fue realizada por Clàudia Garcia Abril a la edad de 5 años\*\*\*\*

**Resp.:** La varilla (con la bola de plastilina) está en una situación de equilibrio inestable, pues tiene su centro de masa por encima de la pequeñísima base sobre la que se apoya. Ya que la más mínima perturbación hará que la varilla comience a inclinarse, deberemos de mover el dedo sobre el que se apoya para procurar mantenerla vertical, evitando así que caiga.

El movimiento que describe la varilla al iniciar la caída es de rotación alrededor de un eje horizontal que pasa por el dedo en que se apoya. Cuanto más lentamente comience a inclinarse la varilla, dispondremos de más tiempo para reaccionar y mover el dedo para tenerlo colocado siempre debajo del centro de masa de la varilla. Para que la caída de la varilla sea lenta su velocidad angular  $\omega$  ha de aumentar lentamente desde su valor nulo inicial; es decir, la varilla ha de tener una aceleración angular  $\alpha$  pequeña.

De acuerdo con la dinámica de la rotación, la aceleración angular de la varilla (con la masa) vale  $\alpha = \tau / I$ , siendo  $\tau$  el torque que actúa sobre la varilla (con la masa) e  $I$  su momento de inercia. Por simplificar el razonamiento, consideraremos que la masa de la varilla es despreciable en comparación con la masa que se le añade; entonces, su momento de inercia respecto al eje de giro (el punto de apoyo sobre el dedo) es  $I = mr^2$ , y el torque valdrá  $\tau = mgr \sin \vartheta$ , donde  $r$  es la distancia desde la masa  $m$  hasta el dedo y  $\vartheta$  es el ángulo que forma el vector peso ( $mg$ ) con el vector que va desde el dedo hacia la masa. De las expresiones anteriores se deduce que  $\alpha \sim 1/r$ . Es decir, cuanto mayor es  $r$  (más alejada está la masa  $m$  del punto de apoyo de la varilla) menor es la aceleración angular de la varilla y ésta no se habrá alejado mucho de la vertical en el tiempo que tarda en reaccionar una persona<sup>1</sup> para reajustar la posición del dedo justo en la vertical de la varilla, volviendo a estar todo el sistema en situación de equilibrio (aunque inestable). Esta operación se repite continuamente de manera que la varilla está (casi) siempre en situación de equilibrio (inestable).

Así pues, la respuesta correcta es la correspondiente al apartado (c). Añadiendo plastilina a la varilla lo más lejos posible del eje de giro (que pasa por el dedo) tendrá menos aceleración angular, por lo que su velocidad angular cambiará más lentamente. De este modo, la varilla comenzará a caer lo suficientemente despacio para darnos tiempo a mover el dedo y tenerlo siempre debajo del centro de masa de la varilla y la plastilina.

Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades...): Sergey Brin y Larry Page fundaron en septiembre de 1998 el buscador *Google*. Le pusieron ese nombre en homenaje al número "googol", que es  $10^{100}$  (¡el número 1 seguido de cien ceros!); este nombre fue inventado por el matemático Edward Kasner quien, no sabiendo cómo denominar un número tan grande, le pidió a su sobrino de 9 años que le buscara un nombre para esa cifra.

---

<sup>1</sup> El tiempo de reacción de una persona es aproximadamente 1/5 s.