

63



Simple+  
física

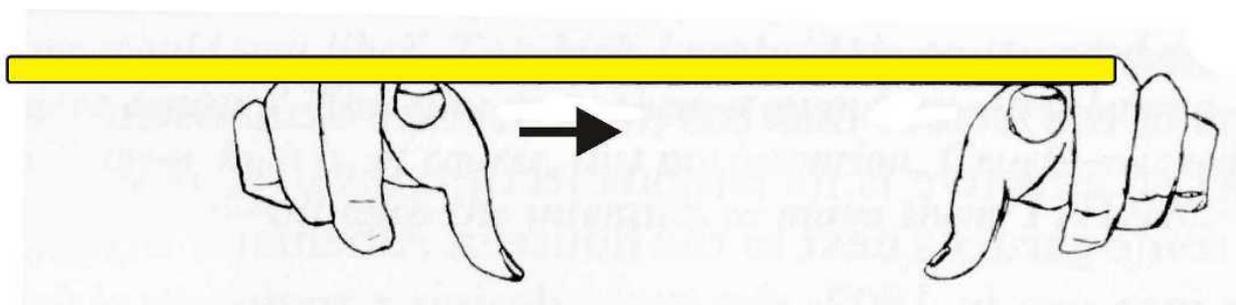


## Espagueti sobre dedos... deslizantes

(17 - 21 enero 2005)

Coloca un espagueti (o una regla, una varilla...) apoyándose horizontalmente sobre un dedo de cada mano, tal como se muestra en la ilustración. Si mueves suavemente el dedo de la mano derecha hasta juntarlo con el de la mano izquierda, que se mantiene inmóvil, ¿qué le sucederá al espagueti?:

- (a) se caerá hacia el lado de la mano derecha.
- (b) se caerá hacia el lado de la mano izquierda.
- (c) se mantendrá horizontal, sin caer hacia ningún lado.



---

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.inf.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

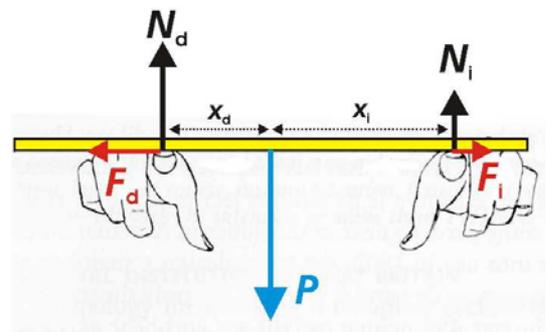
\*\*\*\*La ilustración de la cabecera fue realizada por Clàudia Garcia Abril a la edad de 5 años\*\*\*\*

## RESPUESTA

**Resp.:** Dada la disponibilidad del material empleado, es inmediato realizar la experiencia propuesta y comprobaremos que el espagueti (o la regla, la varilla...) no se cae hacia ningún lado, manteniéndose horizontal; esto sucede tanto si acercamos un solo dedo o los dos hacia al centro. Así pues, la respuesta correcta es la (c).

Si prestamos atención a lo que sucede, veremos que el espagueti va resbalando alternativamente por encima de cada dedo, hasta que ambos se juntan en el centro geométrico del espagueti. A continuación se justifica este comportamiento.

La fuerza de rozamiento entre dos superficies en contacto se opone al desplazamiento relativo entre éstas; si movemos un dedo, arrastrará al espagueti que tiene encima... a menos que actúe otra fuerza que se oponga a la de rozamiento. En nuestro caso actúan las fuerzas de rozamiento  $F_d$  y  $F_i$ , aplicadas en los puntos donde el espagueti está en contacto con cada dedo (aunque movamos sólo uno!), y tienen sentido contrario al del acercamiento entre los dedos, tal como se muestra en la figura; también se ha representado el peso  $P$  del espagueti (aplicado en su centro de masa, que en este caso coincide con su centro geométrico) y las fuerzas normales entre las superficies de contacto,  $N_d$  y  $N_i$ , que se encuentran a las distancias  $x_d$  y  $x_i$  a la derecha e izquierda, respectivamente, del centro de masa.



La fuerza de rozamiento es  $F = \mu N$ , donde  $N$  es la fuerza normal (o perpendicular) entre las superficies en contacto y  $\mu$  es el coeficiente de rozamiento (que depende de la naturaleza y condiciones de estas superficies). Para que comience el deslizamiento relativo entre las superficies ha de actuar una fuerza mayor que la de rozamiento estático  $F_e = \mu_e N$ . Una vez se ha producido el deslizamiento relativo entre las superficies en contacto, actúa la fuerza de fricción cinética  $F_c = \mu_c N$ . En las expresiones anteriores  $\mu_e$  y  $\mu_c$  son los coeficientes de rozamiento estático y cinético, respectivamente; de forma universal se cumple que  $\mu_e > \mu_c$ .

Como la naturaleza de las superficies en contacto es la misma (aproximadamente) a la derecha y a la izquierda del espagueti, la fuerza de rozamiento (y, el hecho de que el deslizamiento se produzca sobre un dedo u otro) no dependerá de  $\mu$ , sino de  $N_d$  y  $N_i$ . Aplicando las leyes del equilibrio de un sólido rígido ( $\sum \text{fuerzas} = 0$  y  $\sum \text{momentos de fuerzas} = 0$ ) se obtiene que  $N_d = Px_i / (x_d + x_i)$  y  $N_i = Px_d / (x_d + x_i)$ . Si inicialmente  $x_i > x_d$ , entonces se cumplirá que  $N_i < N_d$  y el deslizamiento comenzará en la parte izquierda, manteniéndose hasta que la fuerza de rozamiento cinética en la izquierda se iguale con la fuerza de fricción estática en la derecha; en ese instante el espagueti comienza a deslizarse sobre el dedo derecho, hasta que sucede algo similar a lo anterior. Este proceso se repite, alternándose el deslizamiento sobre cada dedo, hasta que ambos coinciden en la vertical del centro de masa del espagueti.

