

94

Simple + mente física



Carrete caprichoso

(11 - 15 diciembre 2006)

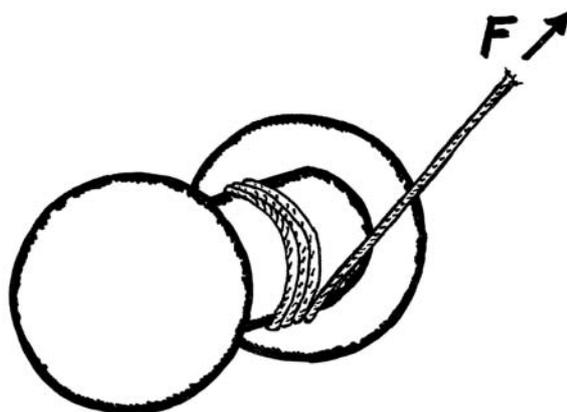
La figura muestra una cuerda enrollada alrededor de un carrete, que puede rodar sin deslizar sobre la superficie horizontal en que se apoya.

Se estira (suavemente) con una fuerza \vec{F} del cabo libre de la cuerda, que sobresale por la parte inferior del carrete, formando un ángulo con la superficie.

La componente horizontal de la fuerza aplicada está dirigida hacia la derecha y, de acuerdo con la segunda ley de Newton, el carrete debería de moverse hacia ese lado. Pero al desenrollarse la cuerda el carrete girará en sentido antihorario, con lo cual se desplazaría hacia la izquierda.

La posibilidad de moverse hacia un lado u otro, tal como se deduciría de la fuerza aplicada o del sentido de giro, respectivamente, da lugar a una disyuntiva que el carrete resuelve:

- (a) desplazándose hacia la izquierda.
- (b) quedándose inmóvil.
- (c) desplazándose hacia la derecha.



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

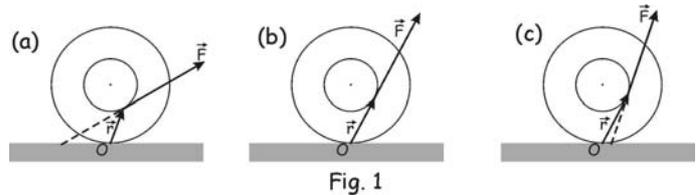
<http://bohr.fcu.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

Resp.: Para deducir el sentido del movimiento del carrito nos basaremos en la ecuación de la dinámica de la rotación de un sólido rígido: $\sum_j \vec{\tau}_j = I \vec{\alpha}$, donde $\vec{\alpha}$ es la aceleración angular del carrito (con momento de inercia I) producida

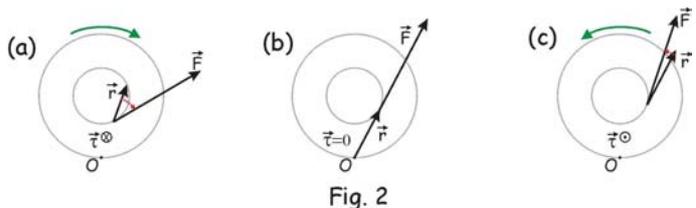
por los torques $\vec{\tau}_j$ de cada fuerza que actúa sobre el carrito. Además de la fuerza aplicada \vec{F} , las otras fuerzas que actúan sobre el carrito son su peso \vec{P} , la fuerza normal \vec{N} que la superficie ejerce sobre el carrito y la fuerza de fricción \vec{f} .

Para facilitar los cálculos, tomaremos un eje de momentos que pasa por el punto de contacto entre el carrito y la superficie horizontal (punto O en las figuras adjuntas). Teniendo en cuenta que $\vec{\tau}_j = \vec{r}_j \times \vec{F}_j$, donde \vec{r}_j es el vector que va desde el origen de torques hasta el punto de aplicación de la fuerza \vec{F}_j , es fácil deducir que $\vec{\tau}_p = 0$ (porque $\vec{r}_p \parallel \vec{P}$), $\vec{\tau}_N = 0$ (porque $\vec{r}_N \parallel \vec{N}$) y $\vec{\tau}_f = 0$ (porque $\vec{r}_f = 0$).

Para calcular el sentido de la rotación del carrito debido al torque de la fuerza aplicada hemos de fijarnos por dónde pasa la línea de acción de \vec{F} respecto del punto de contacto entre el carrito y la superficie. En la figura 1 vemos las tres posibilidades: (a) por la izquierda, (b) por el mismo punto y (c) por la derecha.



Podemos obtener el sentido de $\vec{\tau}_F = \vec{r} \times \vec{F}$ mediante la regla de la mano derecha: haciendo coincidir los orígenes de \vec{r} y \vec{F} , empleamos los dedos índice, corazón... de la mano derecha para llevar el primer vector hasta el segundo por el camino más corto; el dedo pulgar nos indica el sentido del torque.



La figura 2 muestra los resultados: en el caso (a) el carrito gira en sentido horario, desplazándose hacia el lugar desde donde se aplica la fuerza, en el caso (b) no hay giro, por lo que el carrito no se desplaza, y en el caso (c) el carrito gira en sentido antihorario, por lo cual se desplaza hacia el lado contrario del que se aplica la fuerza.

Como vemos, son posibles las tres respuestas. El carrito se moverá hacia el lugar desde donde se aplica la fuerza, en el sentido opuesto o no se moverá, dependiendo de por dónde pase la prolongación de la cuerda tensa en relación al punto de apoyo del carrito.

Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades...): "Nunca subestimes el placer que le proporcionas al público contándoles algo que ya comprenden". [Felix Bloch (1905 - 1983, Premio Nobel de Física en 1952)]