

# 99



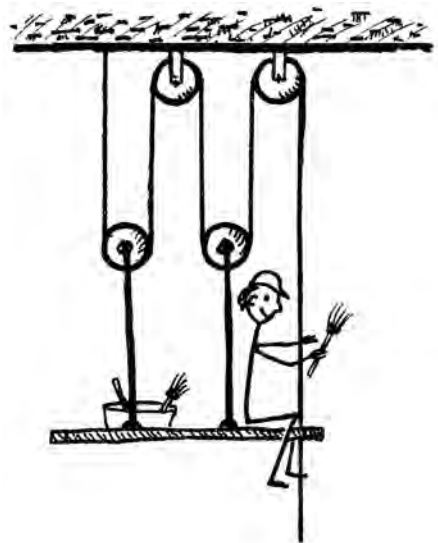
## A más poleas, menos esfuerzo. Pero, ¿para quién?

(26 febrero - 2 marzo 2007)

El pintor de la figura está en un andamio sostenido por un sistema de poleas (fijas las superiores y móviles las inferiores); estirando del cabo de cuerda libre (a la derecha de la figura) con la fuerza apropiada puede subir, bajar o mantener fijo el andamio en una posición. Pero también podría estirar de la cuerda un compañero que estuviera en el suelo.

¿Quién ejerce mayor fuerza al estirar de la cuerda para mantener el andamio en equilibrio?:

- (a) el pintor sobre el andamio.
- (b) el ayudante que se halla en el suelo.
- (c) ambos aplican la misma fuerza.



---

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/>

\*\*\* La ilustración de la cabecera fue realizada por Clàudia Garcia Abril a la edad de 7 años \*\*\*

**Resp. :** Para simplificar la discusión, supondremos que las masas de la cuerda y de las poleas son despreciables en comparación con la carga del sistema (andamio, pintor, utensilios...). La tensión  $f$  de una cuerda de masa nula es la misma en todos sus puntos; esto implica que la cuerda siempre ejercerá la misma fuerza (en módulo) en cualquier punto del que estire. Por lo tanto, la persona que sostenga la cuerda ha de ejercer una fuerza igual a la tensión  $f$ . Así pues, hemos de calcular la tensión de la cuerda en las dos situaciones consideradas.

La Fig. 1 representa el sistema (andamio, pintor y utensilios, rodeados por la línea discontinua) en equilibrio, sostenido por una persona que está en el suelo. Las fuerzas (externas) que mantienen en equilibrio el sistema son: el peso del sistema ( $mg$ , dirigido hacia abajo), y las fuerzas que ejercen las cuerdas que pasan por las poleas móviles ( $2f_j$ : dos fuerzas  $f_j$  iguales por cada polea  $j$ , dirigidas hacia arriba); al estar las fuerzas en equilibrio, obtenemos

$$mg = \sum_{j=1}^n 2f_j = 2nf,$$

donde se ha considerado el caso general de  $n$  poleas móviles y se ha tenido en cuenta que  $f_j = f$  para una cuerda de masa despreciable. Por lo tanto, la fuerza que ejerce una persona desde el suelo para mantener en equilibrio el andamio sostenido por  $n$  poleas móviles vale

$$f = mg/(2n).$$

Analicemos qué sucede cuando la cuerda está sostenida por el pintor que se halla en el andamio. Las fuerzas (externas) que actúan sobre el sistema son: su peso dirigido hacia abajo, las fuerzas hacia arriba debidas a las dos cuerdas que estiran de cada polea móvil (hasta aquí todo es igual que en el caso anterior) y, en este caso, hemos de añadir la fuerza que estira hacia arriba del pintor que sostiene la cuerda (Fig. 2). Ahora la ecuación del equilibrio de fuerzas es

$$mg = (2n+1)f,$$

de donde se obtiene que la fuerza ejercida por el pintor vale

$$f = mg/(2n+1).$$

Consideremos el caso en que el número de poleas móviles es  $n=2$ . Si sostiene la cuerda la persona desde el suelo ejerce una fuerza  $f = mg/4$ , mientras que si la sostiene el propio pintor desde el andamio, ejerce una fuerza  $f = mg/5$ .

Como vemos, siempre se ejerce menos fuerza sosteniendo la cuerda desde el propio andamio, por lo tanto la respuesta correcta es la del apartado (a).

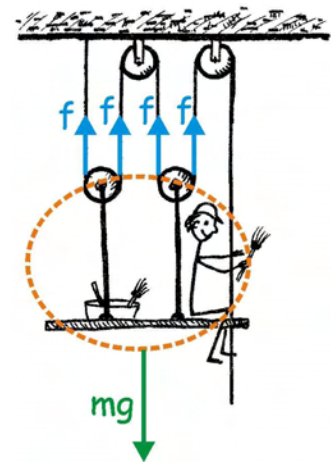


Fig. 1

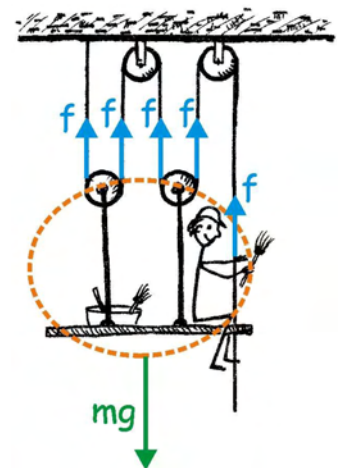


Fig. 2