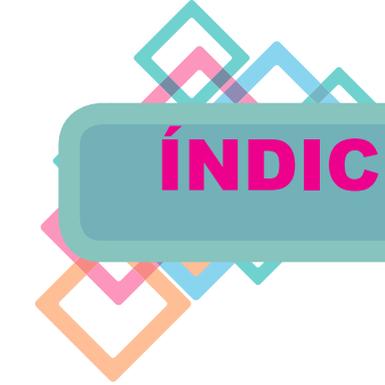




# Aplicaciones: normal, tensión y roce

Por: Juan Piloña



# ÍNDICE

Fuerza normal y tensión

3

Fuerzas de roce

11

Glosario

14



# FUERZA NORMAL Y TENSIÓN

## EJEMPLO 1

Claudia pesa 60 kgf, y viaja en un ascensor desde el piso cuatro hasta la planta baja. Halla el trabajo que realiza la fuerza normal que hace el piso del ascensor sobre ella, en los siguientes tramos de 4m de longitud cada uno:

- Arranque con aceleración constante, de  $0.5 \text{ m/s}^2$ .
- Descenso con velocidad constante de  $2 \text{ m/s}$ .
- Frenado con aceleración constante, de  $0.5 \text{ m/s}^2$ .

Para el análisis de este viaje lo dividimos en tres tramos de dinámica diferente, que llamaremos a, b y c y que representan un viaje común en ascensor bajando del cuarto piso hasta la planta baja.

En los tres casos hay sólo dos fuerzas actuando sobre Claudia: su peso,  $W$ , o sea la fuerza con que la Tierra la tiene atrapada, y la normal,  $N$ , la fuerza con que la sostiene el piso del ascensor, que se llama normal porque forma 90 grados con el piso.

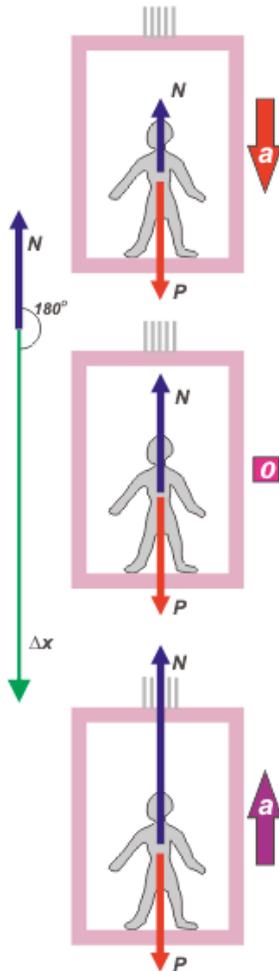
Los tres casos, entonces, son muy parecidos dinámicamente. Para los tres, la ecuación de Newton dirá:

$$\Sigma F = ma$$

Alcanza con una sola ecuación pues ambas fuerzas son verticales. Y si elegimos un sistema de referencia positivo hacia arriba la ecuación queda así:

$$N - W = ma$$

En cada uno de los tres casos varía la aceleración y eso modifica el segundo miembro. Luego, del primer miembro sólo puede modificarse la normal ya que el peso de Claudia no puede variar mucho en el transcurso de su viaje del cuarto piso a la planta baja. Una vez que sabemos cuánto vale, podemos calcular su trabajo en 4m de descenso.



**a.** Si arranca y se mueve cada vez más rápido la aceleración debe apuntar hacia abajo. En nuestro Sistema de Referencia será negativa,  $a = -0.5 \text{ m/s}^2$

Primero debemos de transformar el peso de Claudia a kilogramos. Si revisas el enunciado principal, nos indican que Claudia pesa 60 kgf (kilogramos fuerza).

Como recordarás la conversión de kilogramo fuerza a kilogramo es tan fácil como multiplicar el valor por la gravedad, en este caso tomaremos:

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W = (60 \text{ kgf}) (10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$W = 600 \text{ Newton}$$

Ahora con  $W$ , solucionemos para el valor de la Normal.  
Por fórmula:

$$N = (m (-a) + W$$

Sustituyamos:

$$N = (60 \text{ kgf}) (-0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) + 600$$

$$N = (-30) + 600$$

$$N = 570\text{N}$$

Ahora que tenemos el valor de  $N$ , trabajemos para encontrar el Trabajo en el tramo (a).

$$T_a = N \cos\alpha$$

Debemos considerar que cada tramo es de 4 metros según el enunciado.

$$T_a = (570\text{N}) (4\text{m}) (\cos 180^\circ)$$

$$T_a = (570\text{N}) (4\text{m}) (-1)$$

$$T_a = -2.280\text{J}$$

**b.** Cuando baja a velocidad constante, si lo hace a 2 m/s o a 200 m/s es lo mismo para los fines de lo que estamos calculando. La aceleración vale cero.

$$N = W$$

$$N = (60 \text{ kgf}) (10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$N = 600\text{N}$$

En este caso, la Normal es igual al Peso.

$$T_b = N \cos \alpha$$

$$T_b = (588\text{N}) (4\text{m}) (\cos 180^\circ)$$

$$T_b = (588\text{N}) (4\text{m}) (-1)$$

$$T_b = -2.4\text{J}$$

**c.** Cuando baja frenando la aceleración apunta hacia arriba y en nuestro sistema de referencia es positiva.

$$N = ma + W$$

$$N = (60) (0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) + 600$$

$$N = 30 + 600$$

$$N = 630\text{N}$$

$$T_c = N \cos \alpha$$

$$T_c = (630\text{N}) (4\text{m}) (\cos 180^\circ)$$

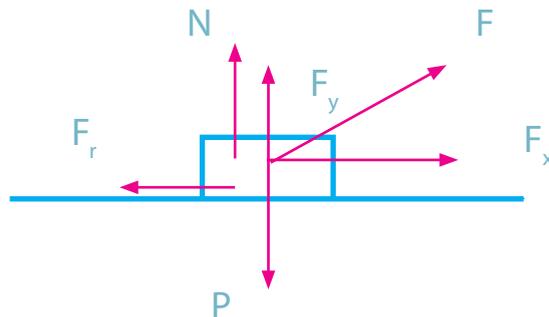
$$T_c = (630\text{N}) (4\text{ m}) (-1)$$

$$T_c = -2.520\text{J}$$

## EJEMPLO 2

Sobre un cuerpo de 10 kg de masa actúa una fuerza de 100N que forma un ángulo de  $30^\circ$  con la horizontal que hace que se desplace 5m.

Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el suelo es 0.2, calcula la fuerza realizada por la normal, el peso, la fuerza de rozamiento y la fuerza aplicada sobre el cuerpo.



La normal y el peso son perpendiculares a la dirección del desplazamiento y, por lo tanto, no realizan trabajo.

La fuerza de rozamiento se opone al movimiento del cuerpo, por lo que realiza un trabajo negativo.

Para calcular la fuerza de rozamiento necesitamos conocer la normal "N". De la figura se deduce que  $N + F_y = P$ , de donde:  $N = P - F_y$ .

Aplicando la definición de seno y coseno de un ángulo se deduce que:

$$F_y = F \sin 30^\circ$$

$$F_x = F \cos 30^\circ$$

El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento será igual a:

$$W = (\text{Fuerza}) (\text{Estático})$$

$$W = \mu N e$$

$$W = \mu (P - F) e$$

$$W = \mu (mg - F \sin 30^\circ) e$$

$$W = 0.2((10)(9.8) - (0.98)(0.5)) 5$$

$$W = 0.2(-48.02)5$$

$$W = -48.02 \text{ J}$$

Sólo realiza trabajo la componente  $F_x$  de la fuerza aplicada sobre el cuerpo:

$$W = F_x e$$

$$W = F \cos 30^\circ e$$

$$W = (100) (0.866)(5)$$

$$W = 433 \text{ J}$$

### EJEMPLO 3

Un elevador de 6200 lb es jalado hacia arriba por un cable con una aceleración de  $3.8 \text{ pies/s}^2$ .

En este problema, vamos a trabajar las dimensionales en el sistema inglés.

¿Cuál es la tensión del cable?

$$T = mg + ma$$

$$T = m (g + a)$$

$$T = 6200(32+3.8)$$

$$T = 221,600 \text{ poundal (poundal} = \text{lb pie/seg}^2)$$

# FUERZAS DE ROCE

## EJEMPLO 1

Una fuerza de fricción de 470N disminuye la velocidad de un futbolista que tiene una masa de 79 kg y que se desliza para anotar un gol.

¿Cuál es el coeficiente de fricción cinético entre el futbolista y el suelo?

$F = \mu N$ , donde  $N$  es la fuerza normal. La fuerza normal  $N = mg$ , de modo que:

$$F = \mu mg.$$

Despejando el coeficiente de fricción, se obtiene que:

$$\mu = \frac{f}{mg}$$

$$\mu = \frac{470}{(79)(9.8)}$$

$$\mu = 0.61$$

## EJEMPLO 2

El coeficiente de fricción estática entre las llantas de un automóvil y una carretera seca es 0.62. La masa del automóvil es 1500 kg.

¿Qué fuerza máxima de frenado puede obtenerse **(a)** en una carretera horizontal y **(b)** en una carretera con una pendiente de  $8.6^\circ$ ?

**(a)**

La fuerza de fricción máxima está dada por  $f_s = \mu N$ , donde  $N$  es la fuerza normal. La fuerza normal  $N = mg$ , de modo que:

$$f_s = \mu mg$$

$$f_s = (0.62)(1500)(9.81)$$

$$f_s = 9,123.3 \text{ N}$$

**(b)**

En este caso la fuerza normal  $N = mg\cos\theta$ . Por lo tanto la fuerza de fricción máxima es:

$$f_s = \mu N$$

Sustituyendo N

$$f_s = \mu mg\cos\theta$$

$$f_s = (0.62)(1500)(9.81)(\cos 8.6^\circ)$$

$$f_s = 9,030.97 \text{ N}$$



# GLOSARIO

**Estático.** Que permanece en un mismo estado, sin mudar del mismo.

**Masa.** La masa, en física, es una medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo. Es una propiedad intrínseca de los cuerpos que determina la medida de la masa inercial y de la masa gravitacional.

**Normal.** La Fuerza Normal se define como la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado sobre la misma. Ésta es de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario a la fuerza ejercida por el cuerpo sobre la superficie.

**Peso.** Es una medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto. El peso equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.

**Tensión.** Es la fuerza interna aplicada, que actúa por unidad de superficie o área sobre la que se aplica. También se llama tensión, al efecto de aplicar una fuerza sobre una forma alargada aumentando su elongación.

**Por: Juarn Piloña**  
**Palabras 1,074**  
**Imágen: Shutterstock**

Fuentes:

Alonso - Finn. Física. Edi. Addison-Wesley Iberoamerica, 1995.

Tipler, PA. Física para la Ciencia y Tecnología. Editorial Reverté, 2005.

Martinez Fernandez, Santiago. (1989-2006) (en español). Lecciones de física (4 volúmenes). Monytex. ISBN 84-404-4290-4

<http://issuu.com/ernestoyanezrivera/docs/name8ba894>

<http://leyesdnewton1727.wordpress.com/ejercicios-resueltos-2/>