

## 8. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

### 8.1. El peso

El **peso** es la atracción gravitatoria que sufre todo cuerpo situado cerca de la Tierra. Cuando dicho cuerpo se encuentra sobre su superficie (o muy cerca de ella), la distancia entre el cuerpo y el centro de la Tierra es, exactamente, el radio de esta.

$$P = G \cdot \frac{m_{\text{Tierra}} \cdot m_{\text{Cuerpo}}}{R_{\text{Tierra}}^2}$$

En esta fórmula podemos agrupar todos los datos que conocemos y que son siempre fijos, es decir,  $G$ ,  $m_{\text{Tierra}}$  y  $R_{\text{Tierra}}$ . Tenemos:

$$g = G \cdot \frac{m_{\text{Tierra}}}{R_{\text{Tierra}}^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

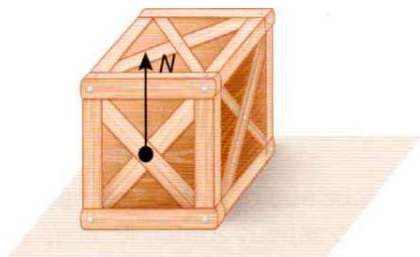
Nuestra fórmula queda:

$$P = m \cdot g$$

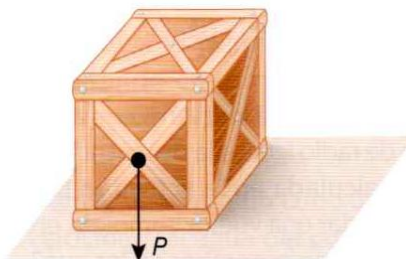
donde  $m$  es la masa del cuerpo y  $g$  es la **aceleración de la gravedad** en la Tierra.

### 8.2. La normal

Según el principio de acción y reacción, si un cuerpo se apoya sobre una superficie, recibe de esta superficie la misma fuerza que está realizando sobre ella. Esta fuerza se denomina **normal** y se simboliza con la letra  $N$ . Si no existen más fuerzas, la normal es igual al peso.



La normal.



El peso.

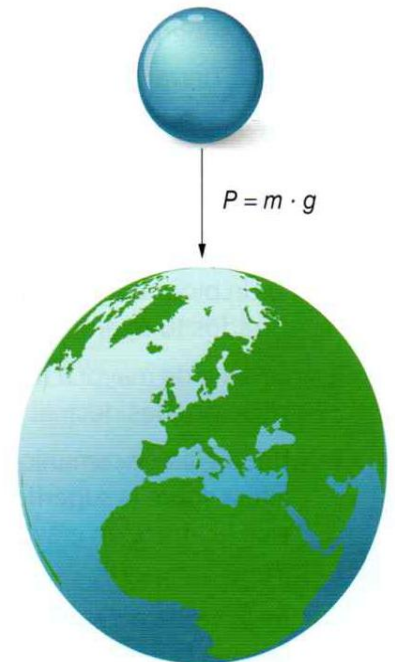
### 8.3. Fuerza de rozamiento

Cuando un cuerpo se desliza sobre una superficie, la fricción entre esta y el cuerpo provoca una fuerza que se opone al movimiento, denominada **fuerza de rozamiento**.

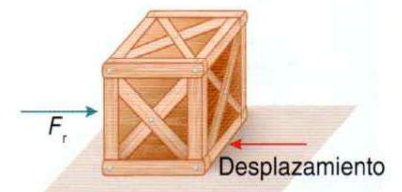
Esta fuerza depende de la rugosidad de las superficies y de la fuerza de contacto entre ambas, es decir, de la normal. En consecuencia, la fuerza de rozamiento viene dada por:

$$F_r = \mu \cdot N$$

donde  $\mu$  es el denominado **coeficiente de rozamiento**. Su valor depende de la naturaleza de las superficies en contacto.



El peso de un cuerpo es la intensidad de la fuerza con que la Tierra lo atrae.



La fuerza de rozamiento.

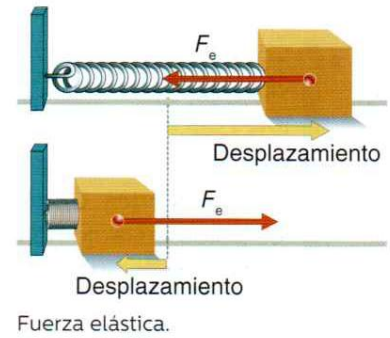
## 8.4. Fuerza elástica

Es la fuerza que realizan los muelles. Esta fuerza crece a medida que desplazamos el muelle de su posición estática, ya sea estirándolo o contrayéndolo, siempre en dirección contraria a este desplazamiento.

Su valor viene dado por la **ley de Hooke**:

$$F_e = k \cdot x$$

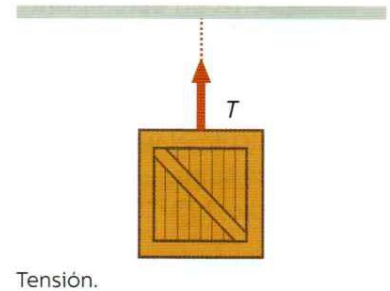
donde  $k$  es la **constante elástica** del muelle y  $x$  es el desplazamiento de su posición de equilibrio, es decir, la distancia a la que el muelle se elonga o se contrae.



## 8.5. Tensión

Siempre que un cuerpo esté atado a una cuerda, esta ejerce sobre él una fuerza que denominamos **tensión**.

Una cuerda no podría realizar esta fuerza por sí sola. En la figura se puede apreciar que quien realiza realmente la fuerza  $T$  es la pared a la que está atada la cuerda, que lo único que hace es comunicársela al bloque.



## 8.6. ¿Qué hacemos con todas estas fuerzas?

Normalmente, sobre un cuerpo están actuando simultáneamente varias fuerzas. Para saber cómo afectan al movimiento del cuerpo debemos sumarlas. Lo más sencillo es sumar solamente las fuerzas que están en la misma dirección, descomponiendo el movimiento en dos ejes.

### EJEMPLO

Si sobre un cuerpo de masa  $m = 10$  kg aplicamos una fuerza horizontal  $F = 20$  N, ¿con qué aceleración se mueve?

El coeficiente de rozamiento es  $\mu = 0,2$ .

Dibujamos todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Observa que todas están en dos direcciones: horizontal y vertical.

En el eje vertical tenemos la normal y el peso. Como el cuerpo no se mueve en esta dirección, ambas fuerzas deben ser iguales, de manera que se anulen.

$$N = P = m \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 98 \text{ N}$$

Ahora podemos calcular la fuerza de rozamiento, que resulta ser:

$$F_r = \mu \cdot N = 0,2 \cdot 98 \text{ N} = 19,6 \text{ N}$$

Como es menor que  $F$ , en el eje horizontal surge una aceleración que podemos calcular utilizando la segunda ley del movimiento. Teniendo en cuenta que la fuerza total que actúa sobre este cuerpo es  $F - F_r$ , tenemos:

$$F - F_r = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F - F_r}{m} = \frac{20 \text{ N} - 19,6 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 0,04 \text{ m/s}^2$$

### Equilibrio

Para que un cuerpo esté en equilibrio, la suma de las fuerzas que actúan sobre él debe ser nula.

## Actividades:

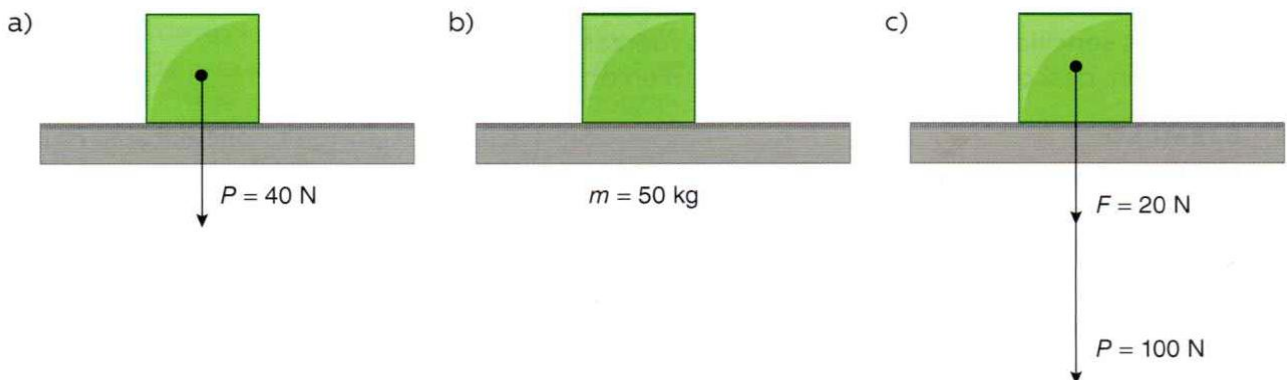
- 1 > Comprueba que el valor de  $g$  que hemos visto es el correcto. Utiliza para ello los valores del epígrafe 7 de esta unidad.
- 2 > Ya sabes que la Tierra no es completamente esférica. Como está achatada por los polos, su radio no es igual en estos que en el ecuador, por lo que  $g$  tendrá valores distintos.

Calcula el valor de  $g$  en los polos y en el ecuador sabiendo que el radio de la Tierra en estos puntos es:

$$R_{\text{ecuador}} = 6,39 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$R_{\text{polos}} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

- 3 > Calcula el valor de  $g$  en la Luna, sabiendo que la masa de esta es de  $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  y su radio,  $1,73 \cdot 10^6 \text{ m}$ .
- 4 > Utilizando el resultado de la actividad anterior, calcula el peso de una persona de 65 kg de masa en la Luna. ¿Cuánto pesaría en la Tierra?
- 5 > Calcula el valor de la normal en las siguientes situaciones. Ten en cuenta que, en todas ellas y dado que el objeto está en reposo sobre una superficie, la resultante de las fuerzas verticales debe ser cero:



- 6 > Un cuerpo de 30 kg de masa está deslizando por una superficie con un coeficiente de rozamiento  $\mu = 0,4$ . ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento?
- 7 > Un cuerpo de 0,75 kg se desliza por una superficie experimentando una fuerza de rozamiento de 2,25 N. ¿Cuánto vale el coeficiente de rozamiento?
- 8 > Un objeto de 50 kg de masa se encuentra en reposo sobre una superficie con la que presenta un coeficiente de rozamiento  $\mu = 0,2$ . Calcula el valor de la fuerza de rozamiento en los siguientes casos:
  - a) El cuerpo permanece en reposo, sin que actúe sobre él ninguna fuerza horizontal.
  - b) Sobre el cuerpo actúa una fuerza horizontal de 50 N.
  - c) Sobre el cuerpo actúa una fuerza horizontal de 200 N.
- 9 > Un cuerpo de 20 kg de masa se encuentra en reposo sobre una superficie con la que presenta un coeficiente de rozamiento  $\mu = 0,3$ . ¿Qué fuerza habrá que hacer para que el cuerpo se mueva?