

## BOLETÍN 5

### FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO TEORÍA Y EJERCICIOS. FUERZAS

#### REALIZA LOS EJERCICIOS CON EL ENUNCIADO EN ROJO

#### EL PESO

El **peso** de un cuerpo (en la Tierra) es la fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra sobre dicho cuerpo. Como cualquier tipo de fuerza, el peso es una magnitud vectorial cuyo sentido se dirige al centro de la Tierra. **Las unidades del peso son newton (N).**

El peso de un cuerpo de masa  $m$  viene dado por la expresión:

$$P = m \cdot g$$

P: peso del cuerpo, medido en newton (N)

m: masa del cuerpo, medido en kilogramos (kg)

g: aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )

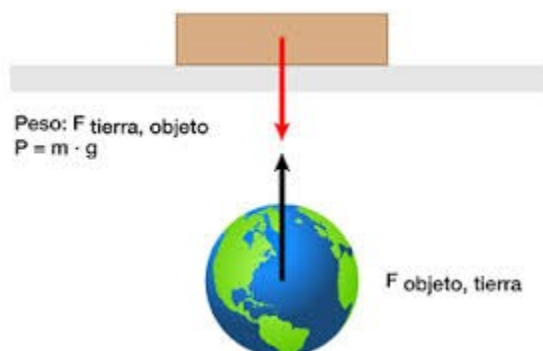
En el siguiente esquema el **peso del cuerpo (P)** se representa aplicado en el centro de masas (centro geométrico) del cuerpo, y dirigido al centro de la Tierra.

De acuerdo con el principio de acción-reacción de Newton se cumple lo siguiente:

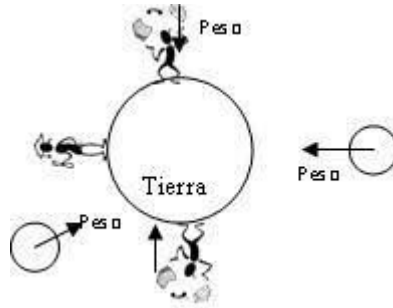
El **peso del cuerpo (P)** es la fuerza que ejerce la Tierra sobre el cuerpo.

A su vez, el cuerpo ejerce una **fuerza (F)** sobre la Tierra, aplicada en el centro de la Tierra, con la misma dirección pero sentido opuesto.

Dicha fuerzas, con la misma dirección, mismo módulo y sentidos opuestos no se anulan, porque actúan sobre cuerpos distintos.



El peso es una fuerza dirigida al centro del planeta.



La **masa de un cuerpo** es una **magnitud invariante** del lugar del espacio en el que se encuentre el cuerpo. La masa de un cuerpo es la misma en la Tierra, en la Luna, en Júpiter, etc.

**El peso de un cuerpo es una magnitud que depende de la aceleración de la gravedad en la que se encuentre el cuerpo.**

Ejemplo: un alumno tiene una masa de 60 kg, ¿cual es su peso en la Tierra?.

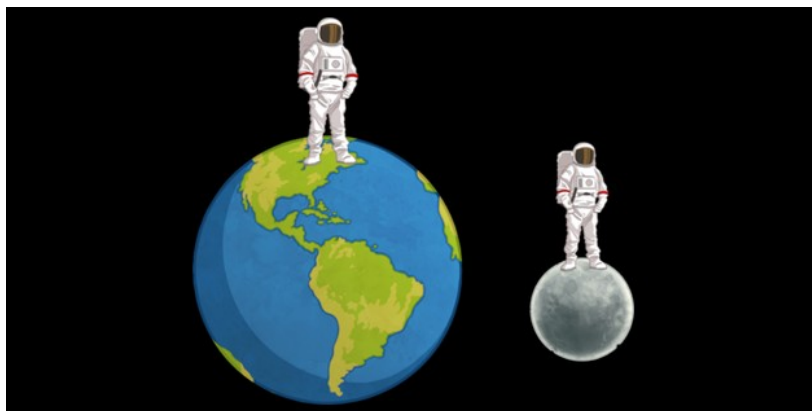
$$P_T = m \cdot g_T \quad \text{gravedad en la superficie de la Tierra} \quad g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$P_T = 60 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 588 \text{ N}$$

¿cual es su peso en la Luna?.

$$P_L = m \cdot g_L \quad \text{gravedad en la superficie de la Luna} \quad g_L = 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$P_L = 60 \text{ kg} \cdot 1,6 \text{ m/s}^2 = 96 \text{ N}$$



## FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE UN CUERPO APOYADO EN UNA SUPERFICIE HORIZONTAL

Si tenemos un objeto encima de una mesa (la cual se encuentra a su vez apoyada sobre la superficie de la Tierra) actúan las siguientes fuerzas sobre dicho objeto:

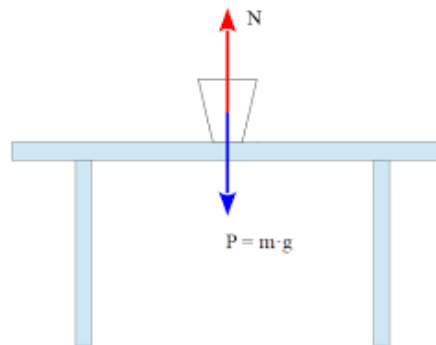
El **peso del objeto (P)**, que es la fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra sobre dicho objeto.

De acuerdo con el principio de acción-reacción de Newton, la superficie horizontal sobre la que se encuentra apoyado el objeto, ejerce una fuerza de reacción sobre dicho objeto (**N**).

La fuerza de reacción que ejerce la superficie sobre el objeto se llama **fuerza normal (N)**.

La **fuerza normal (N)** es siempre una fuerza perpendicular a la superficie (forma un ángulo de  $90^\circ$  con la superficie).

El **peso del objeto (P)** y la **fuerza normal (N)** son dos fuerzas aplicadas en el centro de masas (centro geométrico) del objeto, tienen la misma dirección, el mismo módulo y sentidos opuestos. Debido a que están aplicadas en el mismo objeto, se anulan, en consecuencia el objeto se encuentra en reposo.



## FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE UN OBJETO SITUADO EN UN PLANO INCLINADO

Si tenemos un objeto encima de un plano inclinado actúan las fuerzas siguientes:

El **peso del objeto (P)**, fuerza dirigida al centro de la Tierra.

**Fuerza normal (N)** que ejerce la superficie sobre el objeto. La **fuerza normal (N)** es siempre una fuerza perpendicular a la superficie (forma un ángulo de  $90^\circ$  con la superficie).

La fuerza normal (N) se puede descomponer en dos fuerzas rectangulares (que forman un ángulo de  $90^\circ$ ) que la sustituyen.

- Una componente según la dirección de la fuerza normal,  $P_n$  (Pnormal):

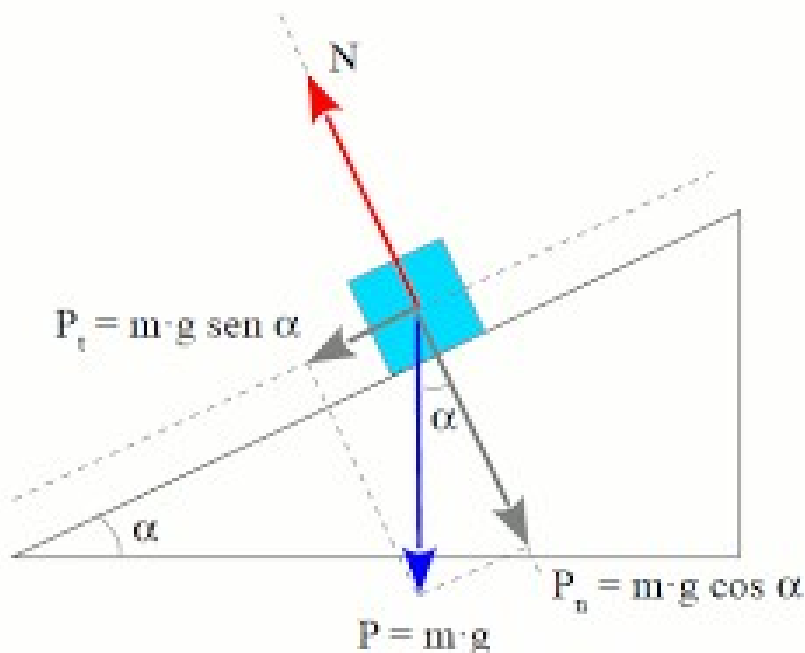
$$P_n = P \cdot \cos\alpha = m \cdot g \cdot \cos\alpha$$

- Otra componente según la dirección de la superficie del plano inclinado,  $P_t$  (Ptangente):

$$P_t = P \cdot \operatorname{sen}\alpha = m \cdot g \cdot \operatorname{sen}\alpha$$

En la dirección de la fuerza normal (N) actúan dos fuerzas aplicadas en el centro de masas (centro geométrico) del cuerpo, con el mismo módulo y sentidos opuestos. La fuerza normal (N) se anula con la fuerza  $P_n$ .

En la dirección de la superficie del plano inclinado solo actúa la fuerza  $P_t$ . Como consecuencia, el cuerpo desliza hacia abajo del plano inclinado, con un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.



## EJERCICIOS. Una fuerza llamada peso

Ejercicio 35. Página 179

Un astronauta se encuentra en un punto del espacio donde la aceleración de la gravedad es la mitad de la que hay en la superficie de la Tierra. Indica si los siguientes enunciados son verdaderos o falsos.

- a) El peso del astronauta es el mismo que el que tiene en la Tierra.
- b) La masa del astronauta es el doble que en la superficie terrestre.
- c) El astronauta pesa allí la mitad que en la superficie de nuestro planeta.

Ejercicio 37. Página 179

Señala si estos enunciados son verdaderos o falsos:

- a) El peso es la cantidad de materia de un cuerpo.
- b) La masa de un cuerpo se mide en una balanza comparándola con una masa patrón.
- c) El peso de un cuerpo no depende del lugar de la Tierra o del universo donde se encuentre.
- d) El peso de un cuerpo está aplicado en el centro de gravedad y dirigido verticalmente hacia el centro de la Tierra.

Ejercicio 39. Página 180

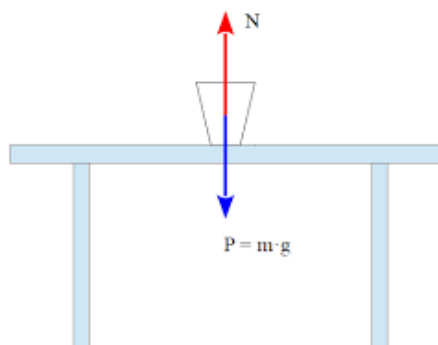
Completa la tabla siguiente:

LOCALIZACIÓN	Masa (kg)	Peso (N)
Espacio vacío ( $g = 0 \text{ m/s}^2$ )	50	
Superficie Tierra ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )	50	
Superficie Luna ( $g = 1,6 \text{ m/s}^2$ )	50	
Superficie Júpiter ( $g = 26,4 \text{ m/s}^2$ )	50	

- a) ¿En cuál de los cuerpos del sistema solar de esta tabla intentarías batir tu récord de salto de altura?.
- b) ¿En cuál no lo intentarías nunca?

Ejercicio 40. Página 180

Dibuja las fuerzas que actúan sobre este cuerpo de 5 kg de masa apoyado sobre una superficie horizontal. Calcula los módulos de la fuerza normal y la fuerza peso.



$$P = m \cdot g$$

$$P = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 49 \text{ N}$$

El módulo de la fuerza normal es igual al módulo del peso en una superficie horizontal.

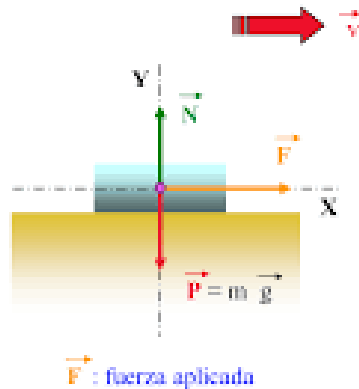
$$N = P = 49 \text{ N}$$

### Ejercicio 41. Página 180

Dibuja las fuerzas que actúan sobre un cuerpo de 10 kg de masa apoyado sobre una superficie horizontal y al que se le aplica una fuerza horizontal de 10 N.

¿Con qué aceleración se mueve este cuerpo?

Movimiento de un cuerpo sobre un plano horizontal liso (1)



#### + Fuerzas en la dirección del eje X

$$\sum f_x = F = m a_x$$

El cuerpo adquiere un MRUA de aceleración

$$a_x = \frac{F}{m}$$

#### • Fuerzas en la dirección del eje Y

$$\sum f_y = N - P = 0 \Rightarrow N = m g$$

### FUERZAS QUE ACTÚAN EN EL EJE VERTICAL (EJE Y):

El **peso (P)** y la **fuerza normal (N)**, que ejerce la superficie horizontal sobre el cuerpo. En este caso se anulan estas dos fuerzas.

### FUERZA QUE ACTÚA EN EL EJE HORIZONTAL (EJE X):

En este esquema se ha dibujado una fuerza motriz (fuerza que provoca el movimiento) con el sentido positivo del eje X

La **fuerza motriz (F)** le comunica una aceleración al cuerpo con su misma dirección y sentido, según el principio fundamental de la dinámica de Newton.

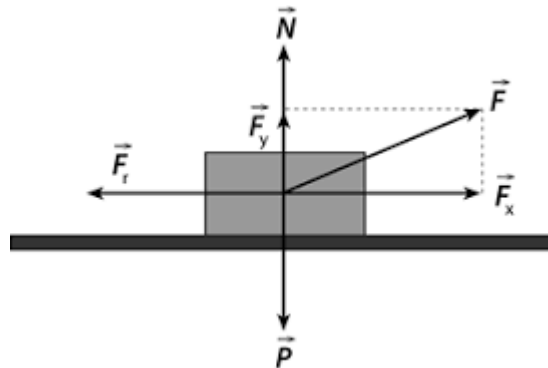
$$F = m \cdot a$$

$$a = F / m = 10 \text{ N} / 10 \text{ kg} = 1 \text{ m/s}^2$$

### Ejercicio 42. Página 180

Dibuja las fuerzas que actúan sobre un cuerpo de 5 kg de masa apoyado sobre una superficie horizontal y al que se le aplica una fuerza horizontal de 20 N que forma un ángulo de 30° con la horizontal.

¿Con qué aceleración se mueve este cuerpo?



La fuerza  $F_r$  que aparece en el esquema no existe en este problema.

**P:** peso del cuerpo, dirigido hacia el centro de la Tierra.

**F:** fuerza motriz, que forma un ángulo de 30° con la superficie horizontal.

**F<sub>x</sub>:** componente horizontal de la fuerza motriz  $F$

**F<sub>y</sub>:** componente vertical de la fuerza motriz  $F$

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 20 \cdot 0,87 = 17,4 \text{ N}$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ N}$$

En el eje horizontal (eje X) en este problema solo actúa la fuerza  $F_x$ , que le comunica al cuerpo una aceleración con su misma dirección y sentido, según la ley fundamental de la dinámica:

$$F = m \cdot a$$

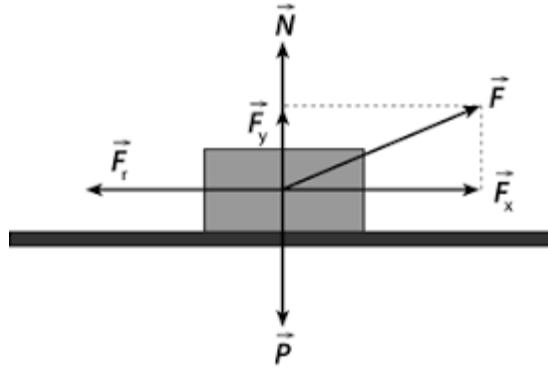
$$F_x = m \cdot a \quad \blacktriangleright \quad a = F_x / m = 17,4 \text{ N} / 5 \text{ kg} = 3,48 \text{ m/s}^2$$

### Ejercicio 43. Página 180

Dibuja las fuerzas que actúan sobre el bloque de la figura. Si  $F = 20 \text{ N}$ , ¿con qué aceleración arrancará el bloque?

En el esquema aparece dibujada  $F_r$ , que no corresponde al enunciado del ejercicio.

El ángulo que forma la fuerza motriz  $F$  con la dirección horizontal es de 30°.



- P:** peso del cuerpo, dirigido hacia el centro de la Tierra.
- F:** fuerza motriz, que forma un ángulo de  $30^\circ$  con la superficie horizontal.
- F<sub>x</sub>:** componente horizontal de la fuerza motriz F
- F<sub>y</sub>:** componente vertical de la fuerza motriz F

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 20 \cdot 0,87 = 17,4 \text{ N}$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ N}$$

En el eje horizontal (eje X) en este problema solo actúa la fuerza  $F_x$ , que le comunica al cuerpo una aceleración con su misma dirección y sentido, según la ley fundamental de la dinámica:

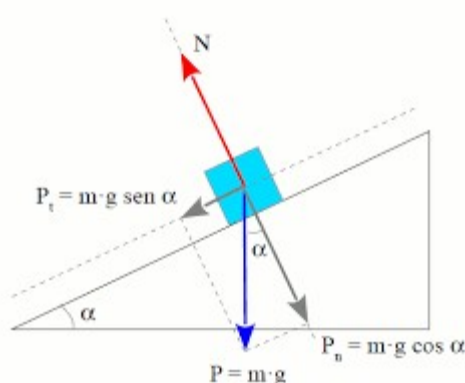
$$F = m \cdot a$$

$$F_x = m \cdot a \quad \blacktriangleright \quad a = F_x / m = 17,4 \text{ N} / 10 \text{ kg} = 1,74 \text{ m/s}^2$$

### Ejercicio 44. Página 180

**Un cuerpo desciende por un plano inclinado de  $45^\circ$  sobre la horizontal debido a la acción de su propio peso. ¿Con qué aceleración lo hará?**

En el siguiente esquema se muestran las fuerzas que actúan sobre un cuerpo cuando desciende por un plano inclinado por acción de su propio peso.





**P**: peso, fuerza dirigida hacia el centro de la Tierra

**P<sub>n</sub>**: componente vertical del peso

**P<sub>t</sub>**: componente del peso en la dirección del plano inclinado

**N**: fuerza normal que ejerce la superficie sobre el cuerpo

$$P_n = P \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot \cos 45^\circ$$

$$P_t = P \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot \sin 45^\circ$$

En el eje vertical se cumple que el módulo de la fuerza normal es igual al módulo de  $P_n$

En el eje del plano inclinado, solo actúa la componente  $P_t$  del cuerpo, responsable de que el cuerpo se deslice hacia abajo con un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

De acuerdo con la ecuación fundamental de la dinámica, calculamos la aceleración con la que desciende el cuerpo.

$$F = m \cdot a$$

$$P_t = m \cdot a \rightarrow m \cdot g \cdot \sin \alpha = m \cdot a \rightarrow \text{Simplificamos la masa } m \text{ que aparece en los dos miembros} \rightarrow g \cdot \sin \alpha = a \rightarrow a = g \cdot \sin 45^\circ = 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,707 = 6,9 \text{ m/s}^2$$

Cuando un cuerpo desciende por un plano inclinado sin rozamiento, la aceleración sólo depende de la gravedad  $g$  y del ángulo del plano inclinado, pero no de la masa  $m$  del objeto.

### Ejercicio 45. Página 180

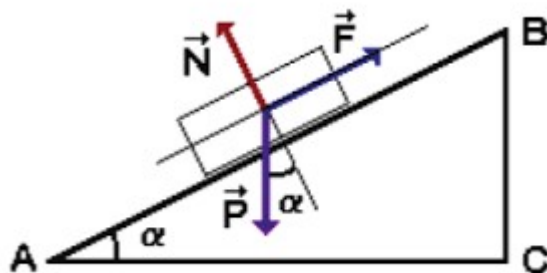
**Calcula la aceleración con la que asciende un cuerpo de 20 kg, apoyado sobre un plano inclinado de 30° respecto de la horizontal, si es empujado hacia arriba con una fuerza de 200 N.**

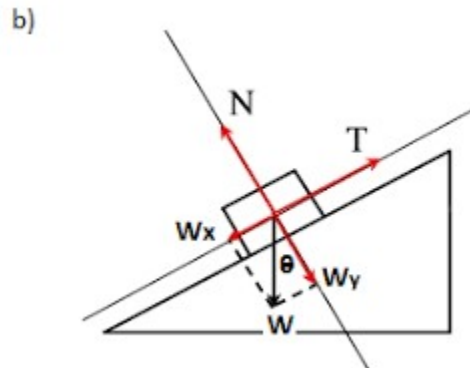
En el siguiente esquema se muestran las fuerzas que actúan sobre el cuerpo:

**P**: peso, fuerza dirigida al centro de la Tierra ( $P = m \cdot g$ )

**N**: fuerza normal, fuerza que ejerce la superficie sobre el cuerpo

**F**: fuerza motriz, que impulsa al cuerpo hacia arriba en el plano inclinado





Podemos descomponer el peso en dos componentes rectangulares:

$$P_y = P \cdot \cos\alpha$$

$$P_x = P \cdot \operatorname{sen}\alpha = m \cdot g \cdot \operatorname{sen}30^\circ = 20 \cdot 9,8 \cdot 0,5 = 98 \text{ N}$$

Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica, a la dirección de la superficie del plano inclinado:

$$F_{\text{neta}} = m \cdot a$$

La fuerza neta o fuerza resultante en la dirección de la superficie del plano inclinado es la fuerza motriz menos  $P_x$ :

$$F_{\text{neta}} = F - P_x = m \cdot a$$

$$200 - 98 = 20 \cdot a \quad \blacktriangleright \quad a = (200 - 98) / 20 = 5,1 \text{ m/s}^2$$

### Ejercicio 46. Página 180

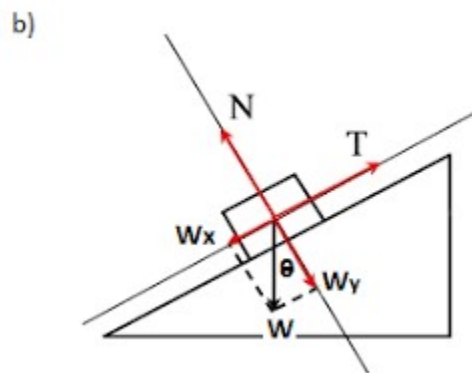
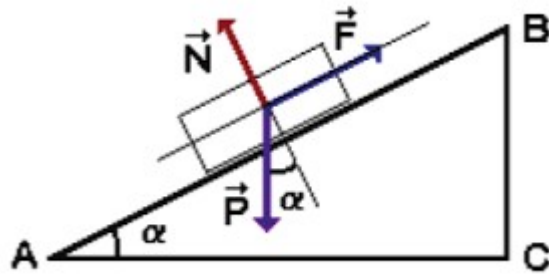
**Calcula la fuerza que hay que aplicar a un cuerpo de 10 kg de masa para que ascienda por un plano inclinado de  $30^\circ$  sobre la horizontal con una aceleración de  $5,1 \text{ m/s}^2$ .**

En el siguiente esquema se muestran las fuerzas que actúan sobre el cuerpo:

**P:** peso, fuerza dirigida al centro de la Tierra ( $P = m \cdot g$ )

**N:** fuerza normal, fuerza que ejerce la superficie sobre el cuerpo

**F:** fuerza motriz, que impulsa al cuerpo hacia arriba en el plano inclinado



Podemos descomponer el peso en dos componentes rectangulares:

$$P_y = P \cdot \cos\alpha$$

$$P_x = P \cdot \operatorname{sen}\alpha = m \cdot g \cdot \operatorname{sen}30^\circ = 10 \cdot 9,8 \cdot 0,5 = 49 \text{ N}$$

Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica, a la dirección de la superficie del plano inclinado:

$$F_{\text{neta}} = m \cdot a$$

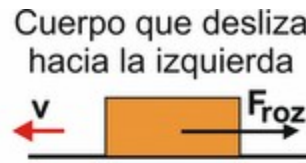
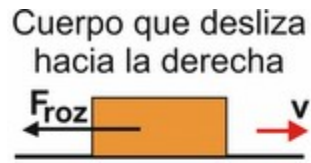
La fuerza neta o fuerza resultante en la dirección de la superficie del plano inclinado es la fuerza motriz menos  $P_x$ :

$$F_{\text{neta}} = F - P_x = m \cdot a$$

$$F - 49 = 10 \cdot 5,1 \quad \blacktriangleright \quad F = 51 + 49 = 100 \text{ N}$$

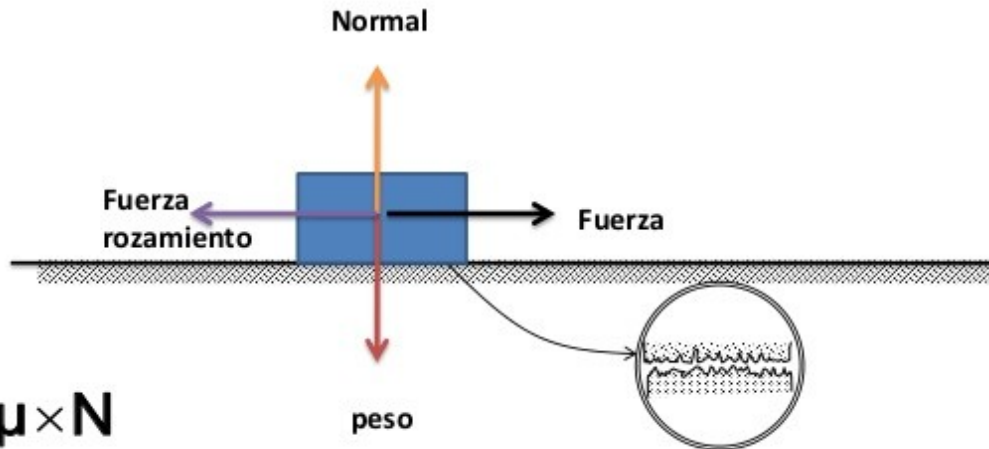
## FUERZA DE ROZAMIENTO

La **fuerza de rozamiento** ( $F_{roz}$  /  $F_r$ ) es una fuerza que se opone al movimiento, y que se manifiesta en la superficie de contacto entre dos cuerpos.



# FUERZA DE ROZAMIENTO

**Se genera cuando dos cuerpos están en contacto y el uno tiende a moverse o se mueve con relación a otro. Tiene una dirección tangente a las superficies en contacto y sentido sobre cada cuerpo es el opuesto al movimiento relativo o su tendencia en relación con el otro**



$$f_r = \mu \times N$$

$\mu$  = coeficiente de rozamiento

$N$  = normal

## CARACTERÍSTICAS DE LA FUERZA DE ROZAMIENTO:

- Es independiente del área de las superficies en contacto.
- Depende de la naturaleza de las superficies en contacto (cuanto más lisas sean las superficies en contacto menor será la fuerza de rozamiento; cuanto más rugosas mayor la fuerza de rozamiento).
- La fuerza de rozamiento es directamente proporcional a la fuerza normal que ejerce la superficie sobre el cuerpo.

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N$$

$\mu$ : **coeficiente de rozamiento** (constante **sin dimensiones**, que depende de la naturaleza de las superficies en contacto).

Cuando el movimiento se produce en un **plano horizontal**, se cumple que el módulo del peso  $P$  es igual al módulo de la fuerza normal  $N$ .

$$P = m \cdot g = N$$

Luego, la **expresión de la fuerza de rozamiento en un plano horizontal** es:

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g$$

### **EJERCICIOS. La fuerza de rozamiento**

#### **Ejercicio 48. Página 180**

Responde verdadero o falso y redacta de nuevo los enunciados que sean falsos:

- a) La fuerza de rozamiento depende del área de las superficies en contacto.
- b) La fuerza de rozamiento depende de la naturaleza de las superficies en contacto.
- c) El coeficiente de rozamiento se mide en newton.
- d) La fuerza de rozamiento no es un vector.
- e) La fuerza de rozamiento es siempre una fuerza de frenado.

#### **Ejercicio 50. Página 180**

**Indica qué fuerza señalará el dinamómetro (muelle que sirve para medir fuerzas) cuando el cuerpo comience a deslizarse.**

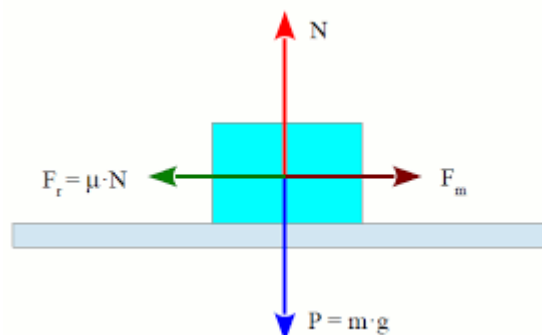
El cuerpo empezará a moverse cuando la fuerza aplicada (ejercida por la mano) iguale a la fuerza de rozamiento.

$$F_m \text{ (fuerza motriz)} = F_{\text{roz}} \text{ (fuerza rozamiento)}$$

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0,1 \cdot 5\text{kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 4,9 \text{ N}$$

$$F_m = F_{\text{roz}} = 4,9 \text{ N}$$

Una vez iniciado el movimiento hacia la derecha, como el módulo de la fuerza motriz ( $F_m$ ) es igual al módulo de la fuerza de rozamiento ( $F_r$ ). En esta situación, siendo la fuerza neta nula, el cuerpo se desplaza con un movimiento rectilíneo uniforme, con velocidad constante.



### Ejercicio 51. Página 180

Calcula la fuerza de rozamiento de un bloque de 10 kg que se desliza sobre una superficie (horizontal), si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y la superficie es 0,3.

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0,3 \cdot 10\text{kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 29,4 \text{ N}$$

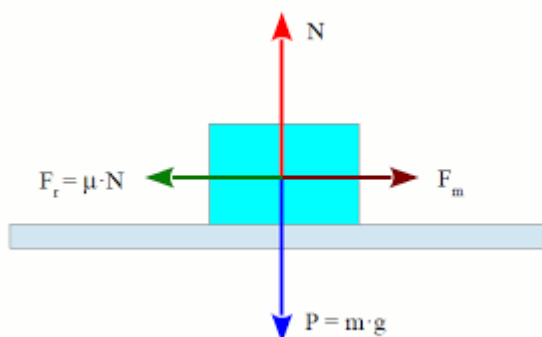
### Ejercicio 52. Página 180

Calcula la fuerza horizontal que debe aplicarse a un bloque de cemento de 100 kg de masa para que se **deslice con velocidad uniforme** sobre una superficie horizontal, si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y la superficie es 0,2.

Para que un objeto se mueva con un **movimiento rectilíneo uniforme**, con velocidad constante, la **fuerza neta** en la dirección del movimiento debe ser **cero**.

$$F_{\text{net}} = F_m - F_{\text{roz}} = 0$$

El módulo de la fuerza motriz ( $F_m$ ) debe ser igual al módulo de la fuerza de rozamiento ( $F_r$ ).



### Ejercicio 53. Página 180

Calcula la fuerza de rozamiento de un bloque de 120 N de peso de cierto material al deslizarse sobre una superficie, si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y la superficie es 0,2.

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = \mu \cdot P = 0,2 \cdot 120 = 24 \text{ N}$$

### Ejercicio 54. Página 180

Se aplica una fuerza de 30 N a un cuerpo de 5kg de masa que se desplaza por una superficie horizontal. Calcula qué aceleración adquiere el cuerpo si el coeficiente de rozamiento entre el mismo y la superficie es 0,2.

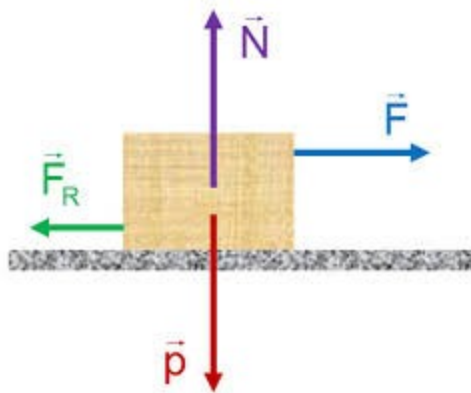
Cuando la fuerza motriz es mayor que la fuerza de rozamiento, la fuerza neta en la dirección del movimiento es distinta de cero. Cuando actúa una fuerza neta sobre un objeto este experimenta un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0,2 \cdot 5\text{kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$$

$$F_{\text{net}} = F_m - F_{\text{roz}} = 30 - 9,8 = 20,2 \text{ N}$$

$$F_{\text{net}} = m \cdot a$$

$$20,2 = 5 \cdot a \quad \blacktriangleright \quad a = 4,04 \text{ m/s}^2$$



Ejercicio 55. Página 181

Sobre un cuerpo de 5 kg de masa que se mueve en un plano horizontal se aplica una fuerza de 50 N. Calcula la aceleración que adquiere si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la superficie es 0,1.

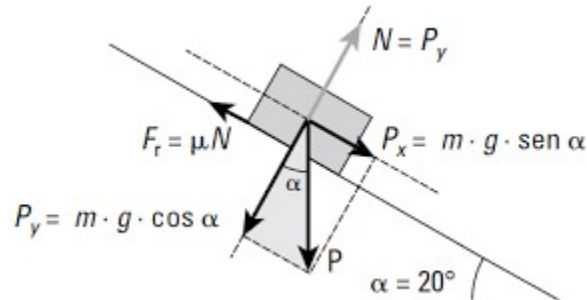
Ejercicio 56. Página 181

Calcula la fuerza horizontal que debe aplicarse a un cuerpo de 75 kg de masa para que se desplace con **velocidad uniforme** sobre una superficie horizontal, si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la superficie es de 0,5.



### Ejercicio 58. Página 181

Un cuerpo desciende por un plano inclinado de  $30^\circ$  sobre la horizontal bajo la acción de su propio peso. Halla la aceleración con la que lo hace si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es 0,1.



**Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son:**

**P:** el peso, fuerza dirigida hacia el centro de la Tierra.

El peso P se puede descomponer en dos componentes rectangulares:

**Px:** componente del peso según la dirección del plano inclinado

$$P_x = P \cdot \operatorname{sen} \alpha = m \cdot g \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

**Py:** componente del peso según la dirección de la fuerza normal (perpendicular al plano inclinado)

$$P_y = P \cdot \operatorname{cos} \alpha = m \cdot g \cdot \operatorname{cos} \alpha$$

**N:** fuerza normal que ejerce la superficie sobre el cuerpo (la fuerza normal siempre es perpendicular a la superficie)

$$N = P_y$$

**Fr:** fuerza de rozamiento, que se opone al movimiento del objeto

$$F_r = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = \mu \cdot m \cdot g \cdot \operatorname{cos} \alpha$$

Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica a las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en la dirección del plano inclinado.

$$F_{\text{net}} = m \cdot a$$

$$F_{\text{net}} = P_x - F_r = m \cdot a$$

$$\underline{m} \cdot g \cdot \text{sen}\alpha - \mu \cdot \underline{m} \cdot g \cdot \text{cos}\alpha = \underline{m} \cdot a$$

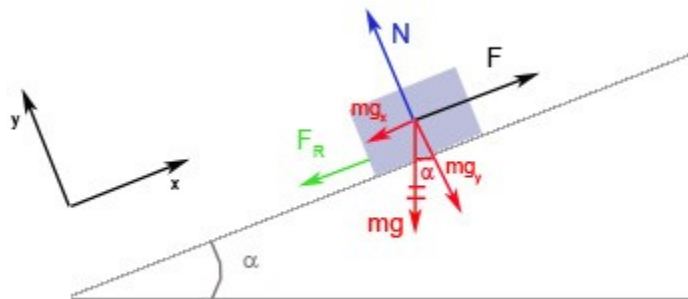
Podemos eliminar la masa  $m$ , dado que aparece en todos los términos.

$$g \cdot \text{sen}\alpha - \mu \cdot g \cdot \text{cos}\alpha = a \quad \blacktriangleright \quad a = g \cdot (\text{sen}\alpha - \mu \cdot \text{cos}\alpha)$$

$$a = 9,8 (\text{sen}30^\circ - 0,1 \cdot \text{cos}30^\circ) = 4,05 \text{ m/s}^2$$

### Ejercicio 59. Página 181

Calcula la aceleración con la que asciende un cuerpo de 10 kg, apoyado sobre un plano inclinado  $30^\circ$  sobre la horizontal, si es empujado hacia arriba con una fuerza de 200 N y el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es 0,2.



Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son:

**F:** fuerza motriz que impulsa hacia arriba al cuerpo.

**P:** el peso ( $mg$ ), fuerza dirigida hacia el centro de la Tierra.

El peso  $P$  se puede descomponer en dos componentes rectangulares:

**P<sub>x</sub>:** componente del peso según la dirección del plano inclinado ( $mg_x$ )

$$P_x = P \cdot \text{sen}\alpha = m \cdot g \cdot \text{sen}\alpha$$

**P<sub>y</sub>:** componente del peso según la dirección de la fuerza normal  $mg_y$  (perpendicular al plano inclinado)

$$P_y = P \cdot \text{cos}\alpha = m \cdot g \cdot \text{cos}\alpha$$

**N:** fuerza normal que ejerce la superficie sobre el objeto (la fuerza normal siempre es perpendicular a la superficie)

$$N = P_y$$

**Fr:** fuerza de rozamiento, que se opone al movimiento del objeto

$$Fr = \mu \cdot N = \mu \cdot Py = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$$

Aplicamos la ecuación fundamental de la dinámica a las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en la dirección del plano inclinado.

$$F_{\text{neta}} = m \cdot a$$

$$F_{\text{neta}} = F - P_x - Fr = m \cdot a$$

$$F = 200 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \text{sen}\alpha = m \cdot g \cdot \text{sen}\alpha = 10 \cdot 9,8 \cdot \text{sen}30^\circ = 49 \text{ N}$$

$$Fr = \mu \cdot N = \mu \cdot Py = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha = 0,2 \cdot 10 \cdot 9,8 \cdot \cos30^\circ = 17 \text{ N}$$

$$200 - 49 - 17 = 10 \cdot a \quad \blacktriangleright \quad a = 13,4 \text{ m/s}^2$$

