

# Fricción por Desplazamiento

En este bloque nos enfocaremos más al tipo de fricción por deslizamiento. Es conveniente mencionar que la fricción no siempre es perjudicial, pues la necesitamos en ocasiones hasta para lo más indispensable como al caminar. A todos nos es más fácil realizarlo en una superficie rugosa que en una completamente pulida; por ello, incluso existen las superficies que utilizamos en casa como preventivas o materiales antiderrapantes.

Si has tenido la oportunidad de ir a un parque acuático, en sus enormes toboganes, en los que siempre circula agua, alcanzas mayores velocidades debido a que la fricción es disminuida por el líquido.

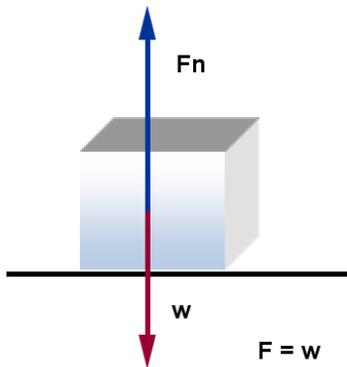


Para disminuir la fricción por deslizamiento se utilizan lubricantes, los cuales son por lo general aceites o grasas.

Si “La fricción es la fuerza que aparece en la superficie de contacto de dos cuerpos diferentes en movimiento relativo, oponiéndose siempre a dicho movimiento” (Alonso, 1978).

# Fricción por Desplazamiento

“La fuerza normal sobre una superficie que descansa (o se desliza) sobre una segunda superficie, es la componente perpendicular de la fuerza ejercida por la superficie de soporte sobre la superficie que está siendo soportada” (Bueche, 2007).



En este caso, el valor del peso y el de la fuerza normal se contrarrestan, pues si el peso fuese mayor que la fuerza normal, el cuerpo se hundiría, y si la fuerza normal fuese mayor que el peso, el cuerpo se iría para arriba.

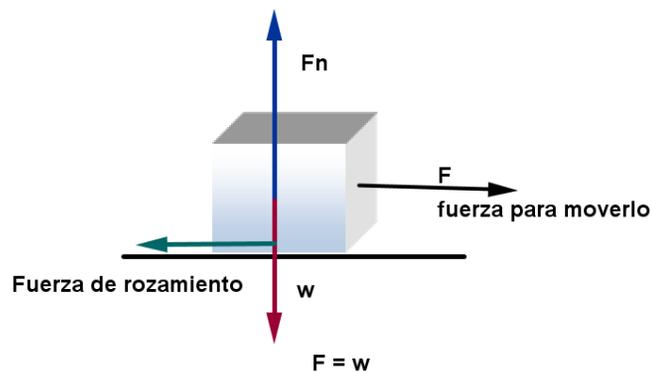
La fuerza de fricción es proporcional a la fuerza normal que se ejerce sobre las superficies en contacto, por lo que su modelo matemático es:

$$\mu = \frac{F}{F_n}$$

$\mu$  = Constante de proporcionalidad, llamado coeficiente de fricción

F = Fuerza de rozamiento

$F_n$  = fuerza normal



# Fricción por Desplazamiento

El coeficiente de fricción es adimensional, es decir, es un número sin unidades. Expresa el grado de aspereza entre dos superficies. La fuerza de fricción siempre actúa paralela a la superficie de contacto y en sentido contrario al movimiento o al posible movimiento.

El coeficiente de fricción puede ser:

El coeficiente de fricción cinética se define, para el caso en el que una superficie se desliza a través de otra con rapidez constante, es decir: (Bueche, 2007)

$$\mu_c = \frac{\text{fuerza de fricción}}{\text{fuerza normal}} = \frac{F_f}{F_N}$$

El coeficiente de fricción estática ( $\mu_e$ ) se define, para el caso donde una superficie está a punto de deslizarse a través de otra superficie, esto es: (Bueche, 2007)

$$\mu_e = \frac{\text{fuerza de fricción crítica}}{\text{fuerza normal}} = \frac{F_f(\text{máx})}{F_N}$$

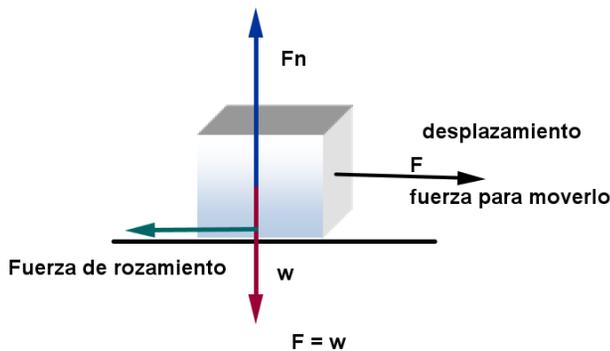
La fuerza de rozamiento o fricción puede ser:

Fuerza de fricción estático

Fuerza de fricción cinético

# Fricción por Desplazamiento

La fuerza de fricción tiene una dirección la cual es la misma que la del desplazamiento y el sentido contrario al desplazamiento:

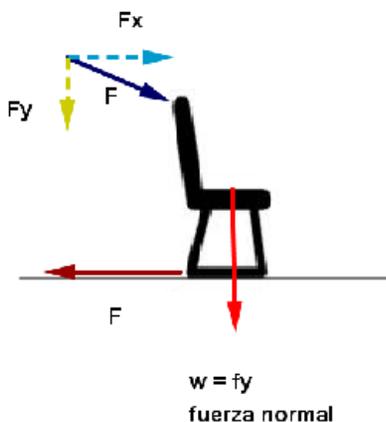


**Siempre que el plano sobre el que se desplaza el objeto coincide con la horizontal**

$$F_n = w$$

Al vencer la fuerza de rozamiento estático, comienza el cinético que es mayor a la fuerza de rozamiento estático. Veamos algunos ejemplos:

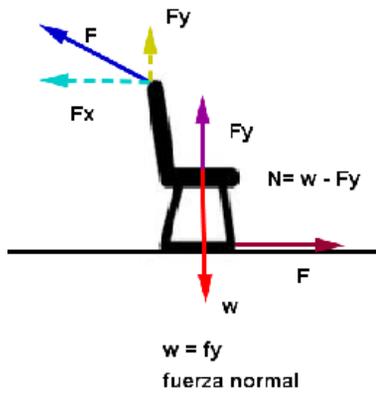
A) Si tenemos una silla sobre el piso y queremos comenzar a deslizarla, la fuerza que une la silla al piso es el peso y la fuerza normal.



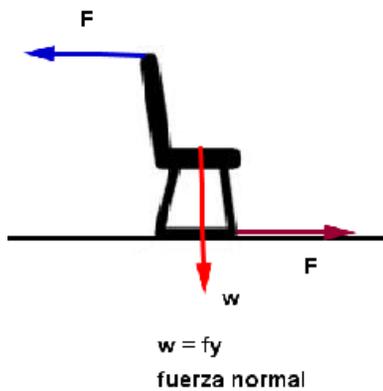
$$N = f_y + w$$

# Fricción por Desplazamiento

B) Si estiramos en lugar de empujar, el diagrama sería:

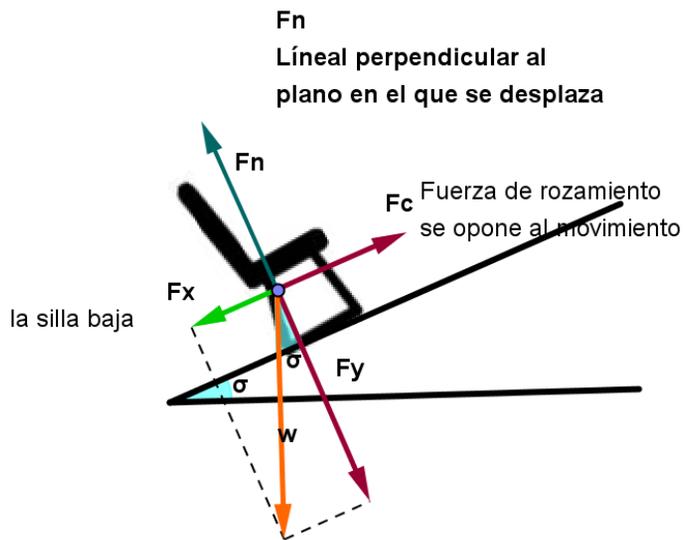


C) Si la fuerza que apliquemos es paralela al piso:



# Fricción por Desplazamiento

D) Y si la superficie del plano no es horizontal:



Si el objeto desciende en un plano inclinado, el valor de la fuerza normal no es igual al peso.

Porque el peso es perpendicular a la horizontal, así es que lo descomponemos en sus dos componentes  $f_x$  y  $f_y$ .

La fuerza normal es perpendicular a la superficie del plano, en este caso corresponde a una de las componentes del peso que es  $f_y$ .

Así es que tendremos:

$$F_n = f_y$$

Como vimos en la unidad anterior, para calcular las componentes, en este caso del vector que representa al peso del cuerpo, utilizaremos las funciones trigonométricas pues se forma un ángulo recto. Es decir:

$$F_y = w \cos \theta \quad \text{y} \quad F_x = w \sin \theta$$

## EJEMPLO GUIADO NÚMERO 1

Sobre una mesa se tiene una caja que pesa 35 N. Calcular el valor de la fuerza que se necesita para ponerla en movimiento si el coeficiente de fricción estático es de 0.4

# Fricción por Desplazamiento

Siempre que el plano sobre el cual se desplaza el objeto coincide con la horizontal  $F_n = w$

Así es que  $F_n = w = 35 \text{ N}$     $\mu = 0.4$

$$\mu_e = \frac{\text{fuerza de fricción crítica}}{\text{fuerza normal}} = \frac{F_f(\text{máx})}{F_n}$$

Despejando  $F$  se obtiene:

$$F = \mu_e \times F_n$$

$$F = 0.4 ( 35 \text{ N} ) = 14 \text{ N}$$

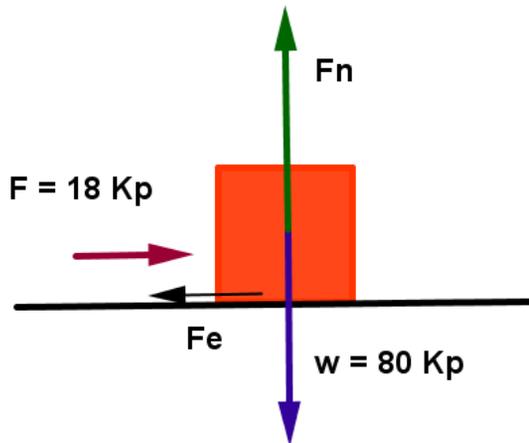
## EJEMPLO GUIADO NÚMERO 2

Sobre un suelo horizontal un bloque de 80 kp se encuentra en reposo. Si la fuerza mínima necesaria para que inicie el movimiento es de 18 kp y la fuerza horizontal mínima para que mantenga el movimiento con una velocidad constante es de 12 kp, calcular:

- El coeficiente de rozamiento estático y cinético
- Calcular la fuerza de rozamiento cuando se aplique al bloque una fuerza horizontal de 6 kp

# Fricción por Desplazamiento

Realizando un diagrama de cuerpo libre se obtiene:



a)

En este caso también  $F_n = w = 80 \text{ kp}$

Además  $F_e = F = 18 \text{ kp}$  calculemos

$$\mu_e = \frac{\text{fuerza de fricción}}{\text{fuerza normal}} = 0.225 \text{ coeficiente de rozamiento estático y si } F = F_c = 12 \text{ kp}$$

$$\mu_c = \frac{\text{fuerza de fricción}}{\text{fuerza normal}} = \frac{12 \text{ kp}}{80 \text{ kp}} = 0.15$$

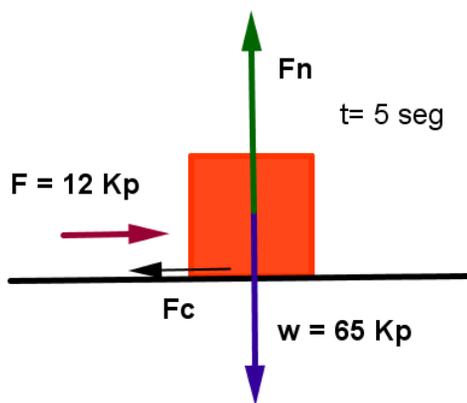
b) La fuerza de rozamiento es opuesta a la fuerza aplicada = 6 kp porque está en reposo.

# Fricción por Desplazamiento

## EJEMPLO GUIADO NÚMERO 3

En un bloque de 65 kp situado sobre una superficie horizontal se aplica una fuerza de 12 kp durante 5 seg. Si el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie es 0.32, calcula la velocidad que adquiere el cuerpo al cabo de 4 seg.

Diagrama de cuerpo libre:



### Datos

$$W = F_n = 65 \text{ Kp}$$

$$F_c = ?$$

$$\mu_c = 0.32$$

### Fórmula

$$\mu_c = \frac{f_c}{f_n}$$

### Despeje

$$\mu_c \times f_n = f_c$$

### Sustitución

$$f_c = 0.32 \times 65 \text{ kp}$$

### Resultado

$$F_c = 20.8 \text{ kp}$$

En el plano horizontal:  $F$  y  $F_c$

# Fricción por Desplazamiento

Por lo que aplicando la segunda ley del mov. de Newton:  $\Sigma F = m \times a$

(Por estar en sentidos contrarios)  $f_c - F = m \times a$  al despejar  $a$

$$\frac{f_c - F}{m} = a \quad \text{Como } m = w/g = \frac{65 \text{ kp}}{9.8 \text{ m/seg}^2}$$

Sustituyendo:  $a = \frac{20.8 \text{ kp} - 12 \text{ kp}}{6.63 \text{ utm}} = \frac{8.8 \text{ kp}}{6.63 \text{ utm}} = 1.32 \text{ m/seg}^2$

Para qué calculamos la aceleración, para poder calcular la velocidad que adquiere el bloque.

Utilizando de las fórmulas de m.r.u.v

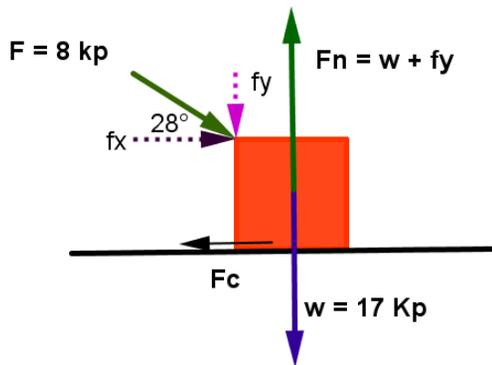
$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$  despejando  $v_2$  se obtiene:  $v_2 = v_1 + at$  y como  $v_1 = 0$  tendremos:

$v_2 = at$  sustituyendo  $v_2 = (1.32 \text{ m/seg}^2)(4 \text{ seg}) = 5.28 \text{ m/seg} = V_2$

## EJEMPLO GUIADO 4

En un bloque de 17 kp, que se encuentra situado sobre una superficie horizontal, se aplica una fuerza de 8 kp formando un ángulo de  $28^\circ$  con la horizontal como se indica en la gráfica. Si al cabo de 4 seg. la velocidad del bloque aumentó a 10 m/seg., calcula el coeficiente de rozamiento.

# Fricción por Desplazamiento



Para calcular las componentes de la fuerza utilizaremos:

$$F_y = F \sin 28^\circ = 8 \text{ kp} (0.4694) = 3.75 \text{ kp}$$

$$F_x = f \cos 28^\circ = 8 \text{ kp} (0.8829) = 7.06 \text{ kp}$$

Calculemos la aceleración  $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$   $v_1 = 0$   $a = \frac{v_2}{t} = \frac{10 \text{ m/seg}}{4 \text{ seg}} = \underline{2.5 \text{ m/seg}^2} = a_1$

Si el cuerpo pesa 17 kp, calculemos su masa:

$$m = w/g = \frac{17 \text{ kp}}{9.8 \text{ m/seg}^2} = 1.73 \text{ utm}$$

Aplicando la segunda Ley de Newton podremos despejar el valor de Fc

$$\Sigma F = m \times a$$

$$F_x - f_c = m \times a$$

$$F_x = (m \times a) + f_c \text{ de donde}$$

$$F_x + (m \times a) = f_c$$

$$(7.06 \text{ kp}) + (1.73 \text{ utm})(2.5 \text{ m/seg}^2) = f_c$$

$$(7.06 \text{ kp}) + 4.325 \text{ kp} = f_c$$

$$11.385 \text{ kp} = f_c$$

# Fricción por Desplazamiento

Y teniendo el valor de  $f_c$  podemos calcular el coeficiente de rozamiento cinético:

**Nota:**  $F_n = w + f_y = 17 \text{ kp} + 3.75 \text{ kp} = 20.75 \text{ kp}$

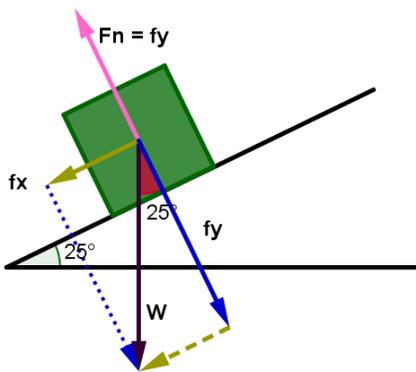
$$\mu_c = \frac{f_c}{f_n} = \frac{11.385 \text{ kp}}{20.75 \text{ kp}} = 0.5486$$

## EJEMPLO GUIADO NÚMERO 5

En un plano inclinado que forma un ángulo

- a) Ascienda con una aceleración de  $1.2 \text{ m/seg}^2$
- b) Descienda con una aceleración de  $4.2 \text{ m/seg}^2$
- c) Descienda con una aceleración negativa de  $1.5 \text{ m/seg}^2$

a) Diagrama:



Si el objeto desciende en un plano inclinado, el valor de la fuerza normal no es igual al peso.

Porque el peso es perpendicular a la horizontal, así es que lo descomponemos en sus dos componentes  $f_x$  y  $f_y$ .

La fuerza normal es perpendicular a la superficie del plano, en este caso corresponde a una de las componentes del peso que es  $f_y$ .

Así es que tendremos:

$$F_n = f_y$$

# Fricción por Desplazamiento

Para calcularlas utilizamos:

$$F_y = w \cos \theta \quad \text{y} \quad F_x = w \sin \theta$$

$$F_y = 600 \text{ N} (\cos 25^\circ) = 600 \text{ N} (0.9063) = 543.78 \text{ N}$$

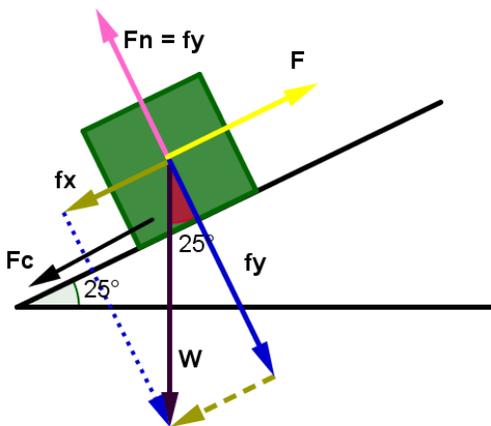
$$F_x = 600 \text{ N} (\sin 25^\circ) = 600 \text{ N} (0.4226) = 253.56 \text{ N}$$

Y  $f_n = f_y = 543.78 \text{ N}$  si  $\mu_c = 0.16$  calculemos la fuerza paralela al plano:

$$\mu_c = \frac{f_c}{f_n} = \text{despejando } f_c \text{ obtenemos: } f_c = \mu_c \times f_n \text{ sustituyendo : } f_c = 0.16 (543.78 \text{ N}) \\ = \underline{87.004 \text{ N}} = f_c$$

$$\text{La masa del cuerpo será : } m = \frac{w}{g} = \frac{600 \text{ N}}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}} = 61.22 \text{ kg} = m$$

Para que ascienda intervienen en la superficie del plano:



$$\Sigma F = m \times a$$

$$F - F_c - F_x = m \times a$$

$$F = (m \times a) + F_c + F_x$$

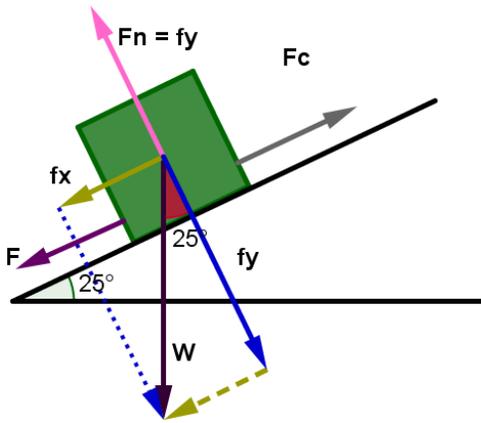
$$F = (61.22 \text{ kg} \times 1.5 \text{ m/seg}^2) + 87.004 \text{ N} + 253.56 \text{ N} =$$

$$F = 91.83 \text{ N} + 87.004 \text{ N} + 253.56 \text{ N} = \underline{432.394 \text{ N}}$$

Hacia arriba

# Fricción por Desplazamiento

b) El cuerpo es el mismo, así es que  $w = 600 \text{ N}$  y su masa =  $61.22 \text{ kg}$ , las componentes del peso son las mismas :  $f_x = 253.56 \text{ N}$  y  $f_y = 543.78 \text{ N}$  y  $F_c = 87.004 \text{ N}$ , lo que cambiará en el gráfico es que ahora el bloque desciende con una aceleración de  $4.2 \text{ m/seg}^2$ . El diagrama es:



$$\Sigma F = m \times a$$

$$F + F_x - F_k = m \times a$$

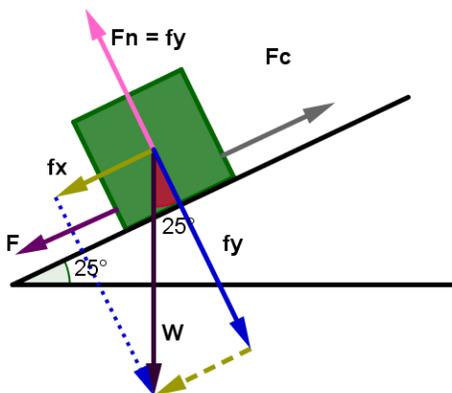
$$F = (m \times a) - F_x + F_k$$

$$F = (61.22 \text{ kg})(4.2 \text{ m/seg}^2) - 253.756 \text{ N} + 87.004 \text{ N}$$

$$F = 257.124 \text{ N} - 253.756 \text{ N} + 87.004 \text{ N} = 90.372 \text{ N}$$

Hacia abajo

c) El cuerpo es el mismo, así es que  $w = 600 \text{ N}$  y su masa =  $61.22 \text{ kg}$ , las componentes del peso son las mismas :  $f_x = 253.56 \text{ N}$  y  $f_y = 543.78 \text{ N}$  y  $F_c = 87.004 \text{ N}$ , lo que cambiará en el gráfico es que ahora el bloque desciende con una aceleración de  $1.8 \text{ m/seg}^2$ . El diagrama es:



$$\Sigma F = m \times a$$

$$F + F_x - F_k = m \times a$$

$$F = (m \times a) - F_x + F_k$$

$$F = (61.22 \text{ kg})(1.8 \text{ m/seg}^2) - 253.756 \text{ N} + 87.004 \text{ N}$$

$$F = -56.559 \text{ N}$$

$F = 56.559 \text{ N}$  Hacia arriba