



Facultad de **Ingeniería**
OBERA

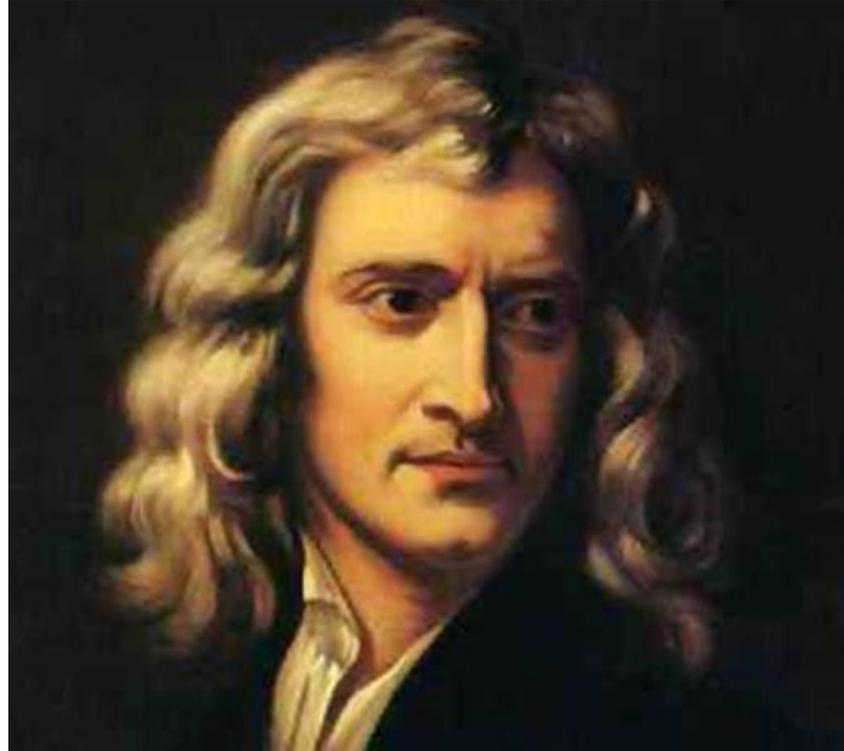


UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

LEYES DE NEWTON



¿Cómo afectan el movimiento de un cuerpo las fuerzas que actúan sobre él?



Sir Isaac Newton

PRINCIPIA

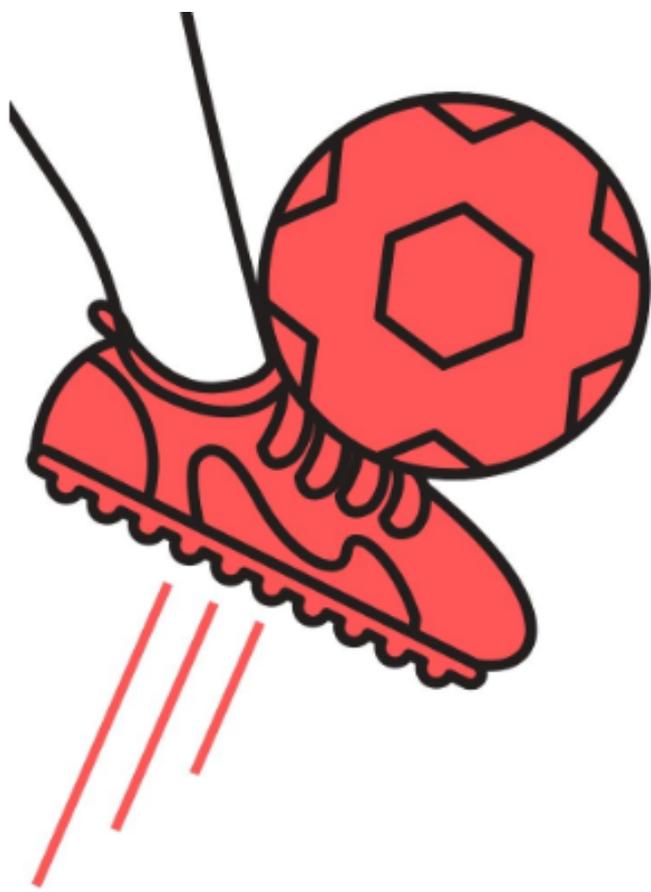
LEYES DE NEWTON

1° LEY

LEY DE INERCIA

Todo cuerpo permanecerá en reposo o con movimiento rectilíneo y uniforme al menos que sobre él actúe una fuerza externa.

$$\sum \vec{F} = 0 \quad \sum_0 \vec{M} = 0$$



Ley de la inercia

El balón cambiará su estado de movimiento o reposo solo cuando se aplique una fuerza externa.

$$\Sigma F = 0$$



Un ejemplo de la primera ley de Newton es una pelota en estado de reposo. Para que pueda desplazarse, requiere que una persona la patee (fuerza externa); de lo contrario, permanecerá en reposo. Por otra parte, una vez que la pelota está en movimiento, otra fuerza también debe intervenir para que pueda detenerse y volver a su estado de reposo.

Primera ley de Newton o Principio de Inercia

$$\sum \vec{F} = 0 \Leftrightarrow \vec{v} = \text{cte} \rightarrow \begin{cases} \vec{v}_0 = 0 \Rightarrow \vec{v} = 0 \text{ (repos)} \\ \vec{v}_0 \neq 0 \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}_0 = \text{cte} \text{ (m.r.u.)} \end{cases}$$

- Todos **los cuerpos se oponen a cambiar su estado** de reposo o movimiento y esta oposición recibe el nombre de **inercia**. La **masa** de un cuerpo, entendida como su cantidad de materia, es una medida cuantitativa de la inercia de un cuerpo.
- Un cuerpo se encuentra en **equilibrio** cuando **la resultante de las fuerzas que actúan sobre él sea nula**.

INERCIA: es la propiedad que poseen los cuerpos de oponerse a un cambio de su estado de reposo o de movimiento.

Es la resistencia ofrecida por un cuerpo a la alteración de su estado en reposo o movimiento.

LEYES DE NEWTON

3° LEY

LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Cuando un cuerpo “A” ejerce una fuerza sobre otro cuerpo “B”, este último ejerce sobre el primero una fuerza de igual magnitud pero de sentido contrario.

$$\vec{F}_{A,B} = - \vec{F}_{B,A}$$



Par acción-reacción $\Rightarrow F_{\text{pared sobre pies}} = - F_{\text{pies sobre pared}}$

Tienen la misma magnitud, igual dirección pero distinto sentido o sea son **opuestas**.

Para que existan deben haber dos objetos o cuerpos que interactúen.

Las fuerzas de acción y reacción actúan **siempre** sobre cuerpos distintos.

Acción y reacción **NUNCA** pueden estar actuando sobre un mismo cuerpo, por lo tanto estas fuerzas **NUNCA** pueden anularse entre sí.

LEYES DE NEWTON

2° LEY

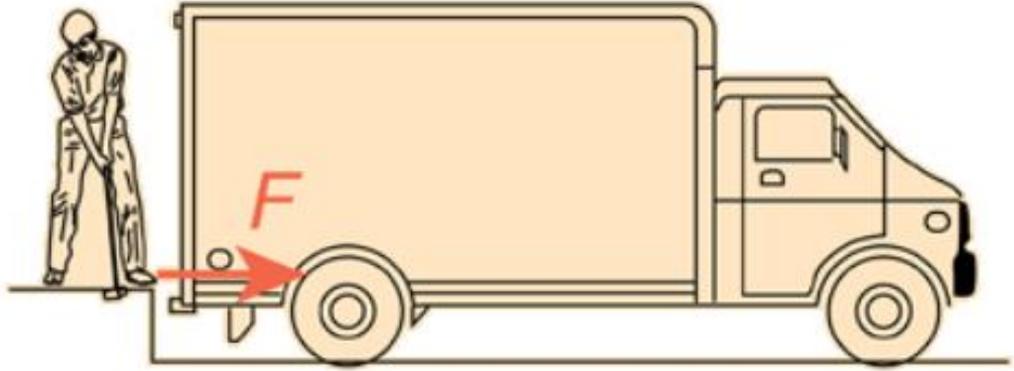
LEY FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA

La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración con que se mueve.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



$$F = m a$$



$$F = m a$$

La misma fuerza ejercida en una masa más grande produce una aceleración correspondientemente más pequeña.

Si se aplica una fuerza a un cuerpo, este va a adquirir una aceleración en la misma dirección de la fuerza.

Esta aceleración será más grande cuanto mayor sea la fuerza que actúa. Es decir, a es directamente proporcional a la fuerza aplicada.

Esta aceleración será más chica cuanto más cantidad de materia tenga el cuerpo. Es decir, a será inversamente proporcional a la masa del objeto.

2° LEY DE NEWTON

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

CONCEPTOS A UTILIZAR

- Se considera a los cuerpos en estudio como masas puntuales.
- La masa es una magnitud escalar.
- La masa fuerza es un vector escalado de la aceleración, es decir tendrá igual dirección y sentido.

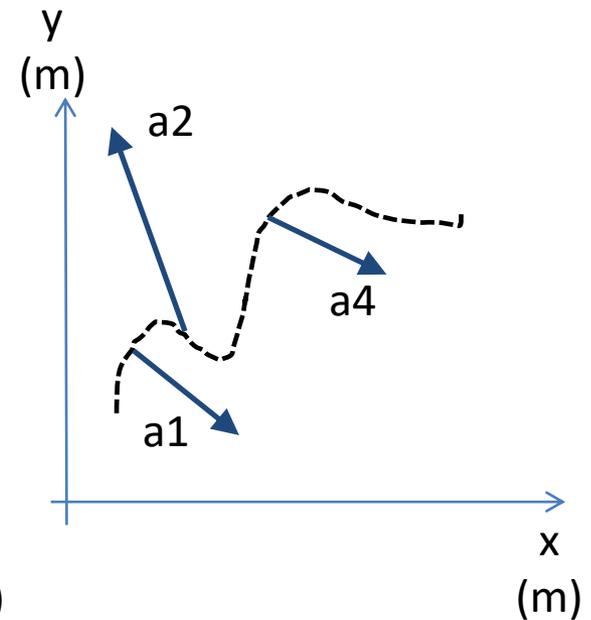
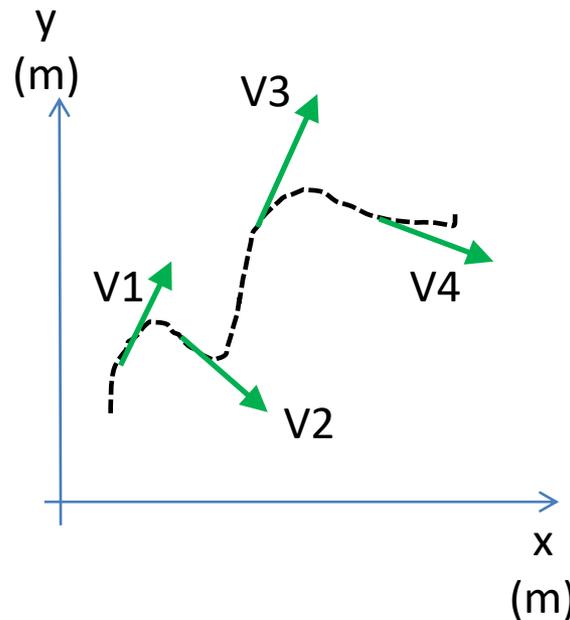
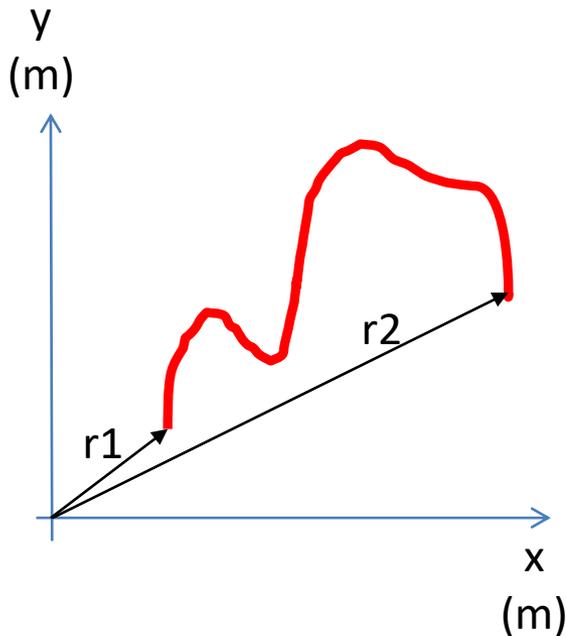
UNIDAD DE FUERZA en el Sistema Internacional (SI)

Partiendo de la fórmula, se define la unidad de fuerza de un Newton (1N) como aquella fuerza que, aplicada sobre una masa de 1kg la acelera con 1m/s^2

MARCOS DE REFERENCIA

DEFINICIÓN

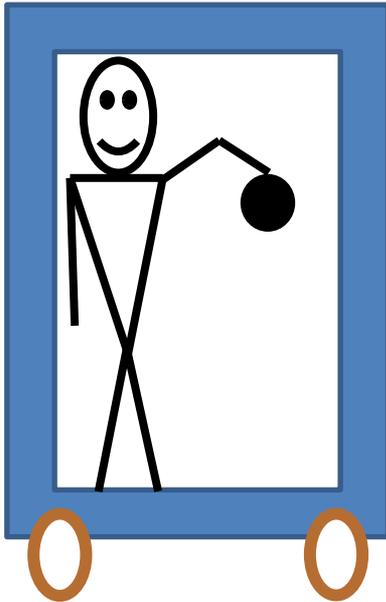
Consiste de una serie de acuerdos que emplea un observador para poder medir magnitudes físicas como POSICIÓN, VELOCIDAD, ACELERACIÓN, etc.



MARCO DE REFERENCIA INERCIAL

Es aquel en el que SE CUMPLEN las leyes de Newton.

Por ejemplo:

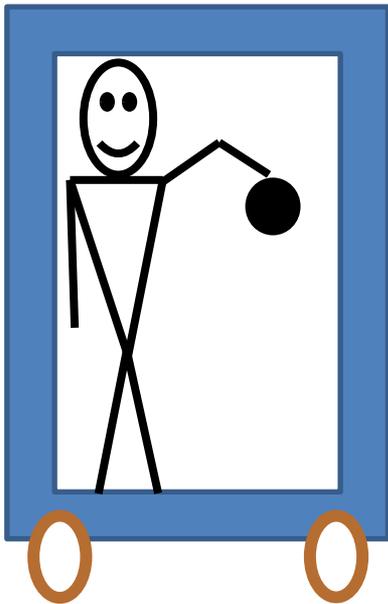


Si se toma al vehículo azul como referencia y este se mueve a velocidad constante, si la persona su interior libera un objeto, este lo verá caer verticalmente en todo instante con un MRU en sentido horizontal y un MRUV en el sentido vertical.

MARCO DE REFERENCIA NO INERCIAL

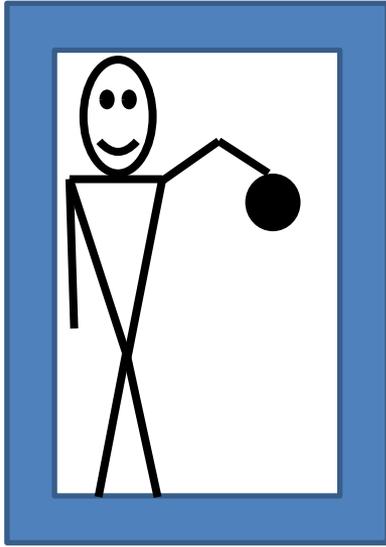
Es aquel en el que NO SE CUMPLEN las leyes de Newton.

Por ejemplo:



Si el vehículo ahora se mueve con aceleración hacia la derecha, el objeto NO caerá verticalmente respecto al vehículo tomado como referencia.

MARCO DE REFERENCIA NO INERCIAL



OTRO EJEMPLO

Si el sistema de referencia vehículo-persona-objeto está cayendo libremente y una persona en su interior libera un objeto que sostiene, esta no lo “verá caer” debido a que se trata de un

MARCO DE REFERENCIA NO INERCIAL

2° LEY DE NEWTON

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE APLICADO A DINÁMICA

Todo cuerpo se reducirá a una masa puntual donde se ubicarán todas las fuerzas actuantes sobre el, tanto a distancia como de contacto.

Las fuerzas de contacto serán:

ACTIVAS

Fuerza aplicada por una persona.

Fuerza ejercida por un resorte.

Fuerza de interacción con otro cuerpo.

Etc.

VINCULO

Fuerza ejercida por un apoyo fijo o móvil.

Fuerza ejercida por un tensor.

Fuerza ejercida por una cuerda

Fuerza de rozamiento.

Etc.

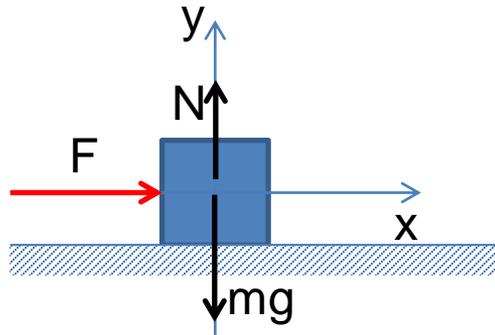
Ejemplo de aplicación de Dinámica

- 1) Una fuerza horizontal neta de 140 N actúa durante 10 s sobre una caja de 32,5 kg que inicialmente esta en reposo en el piso. Calcular:
- a) ¿Qué aceleración se le imprime a la caja?
 - b) ¿Qué distancia recorre en 10 s?
 - c) ¿Qué rapidez tiene después de 10 s?

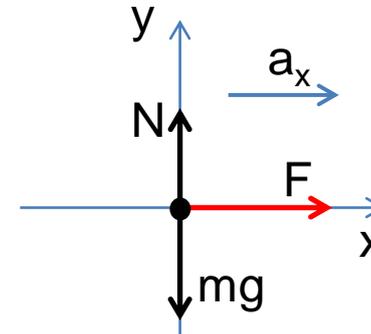
Debido a que tenemos aplicada sobre la caja una $F_{\text{neta}} \neq 0$, habrá aceleración, entonces aplicamos la 2ª ley de Newton.

Pero 1º lo 1º, y esto es realizar el **diagrama de cuerpo libre**.

Esquema



DCL



Planteamos $\Sigma F = m \cdot a$, debido a que tenemos fuerzas en ambos ejes x e y vamos a tener 2 ecuaciones:

$$\Sigma F_x = F = m \cdot a_x$$

$\Sigma F_y = N - m \cdot g = m \cdot a_y$, dado que la caja no tiene movimiento según el eje $y \rightarrow a_y = 0$.

a) Para calcular la aceleración utilizamos la 1ª ecuación:

$$F = m \cdot a_x \rightarrow 140\text{N} = 32,5\text{kg} \cdot a_x \rightarrow a_x = \frac{140\text{N}}{32,5\text{kg}} \rightarrow \boxed{a_x = 4,3\text{m/s}^2}$$

Análisis de unidades: $N = \frac{kg \cdot m}{s^2} \rightarrow \frac{N}{kg} = \frac{kg \cdot m}{kg \cdot s^2} = m/s^2$

b) $F = cte \rightarrow a_x = cte \rightarrow MRUV \rightarrow x = x_0 + v_0 \cdot t + 1/2 \cdot a_x \cdot t^2$

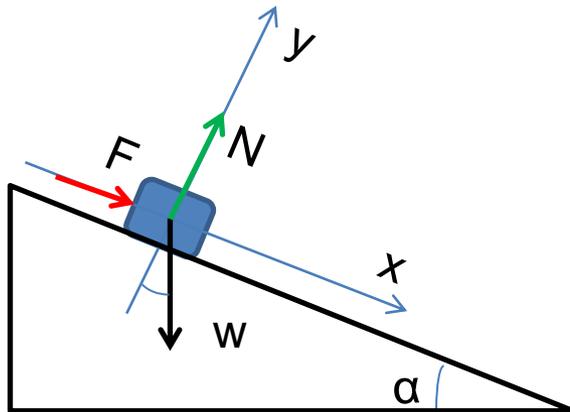
$X = 0 + 0 + 1/2 \cdot 4,3m/s^2 \cdot (10s)^2 \rightarrow \boxed{x = 215m}$

c) Debido a que a partir de los 10s la F_{neta} deja de actuar y además no tenemos fricción/rozamiento que frene la caja, el movimiento será MRU y la velocidad de la caja será la que adquirió a los 10s:

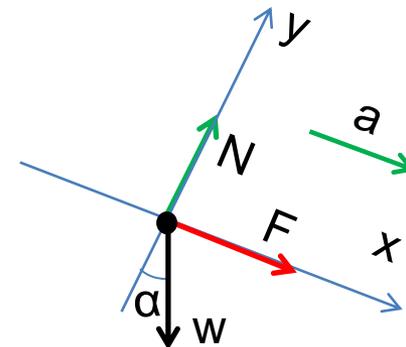
$v_{(10s)} = v_0 + a_x \cdot t = 0 + 4,3m/s^2 \cdot 10s \rightarrow \boxed{v = 43m/s}$

2) Usted empuja una silla de 12 kg sobre una rampa inclinada 37° bajo la horizontal, con una fuerza de 40N. a) Realizar diagrama de cuerpo libre. b) Calcular la aceleración y la fuerza normal aplicada sobre la silla.

a) Esquema



DCL



b) Planteo 2° ley: $\Sigma F = m \cdot a$

$w = m \cdot g$ (peso de la silla)

$$\Sigma F_x = F + m \cdot g \cdot \text{sen} \alpha = m \cdot a_x \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = N - m \cdot g \cdot \text{cos} \alpha = m \cdot a_y \quad (2)$$

$$a_y = 0$$

$$\text{De (1): } a_x = \frac{F + m \cdot g \cdot \text{sen} \alpha}{m} = \frac{40\text{N} + 12\text{kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \cdot \text{sen} 37^\circ}{12\text{kg}}$$

$$a_x = 9,23\text{m/s}^2$$

$$\text{De (2): } N = m \cdot g \cdot \text{cos} \alpha = 12\text{kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \cdot \text{cos} 37^\circ$$

$$N = 93,9\text{N}$$

FUERZA DE ROZAMIENTO

- Son fuerzas de contacto entre dos cuerpos que aparecen cuando existe (o trata de existir) movimiento relativo entre ambos.
- Dependen de la calidad de las superficies y de la fuerza de contacto normal a dicha superficie.
- Siempre se oponen al sentido del movimiento.

La fuerza de rozamiento puede ser:

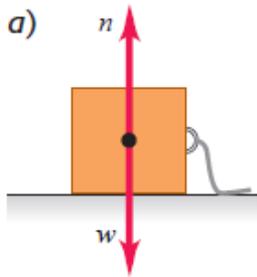
ESTÁTICA

Si se aplica una fuerza sobre un cuerpo apoyado en una superficie rugosa, la fuerza de rozamiento impedirá el movimiento del cuerpo hasta cierto límite.

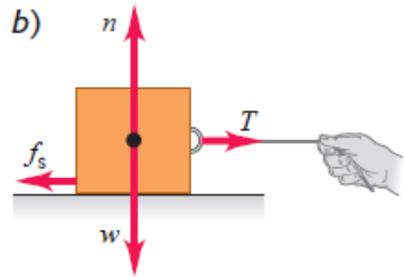
DINÁMICA

Si al aplicar una fuerza sobre un cuerpo apoyado en una superficie rugosa, aparecerá una fuerza de rozamiento constante y opuesta en todo momento al movimiento.

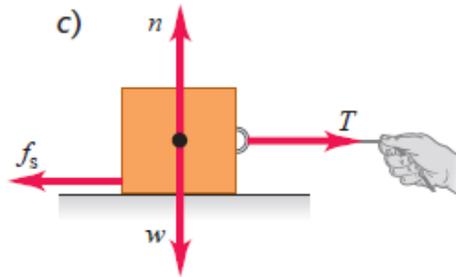
FUERZA DE ROZAMIENTO



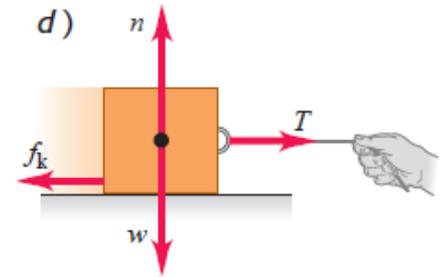
No se aplica fuerza, caja en reposo.
Sin fricción:
 $f_s = 0$



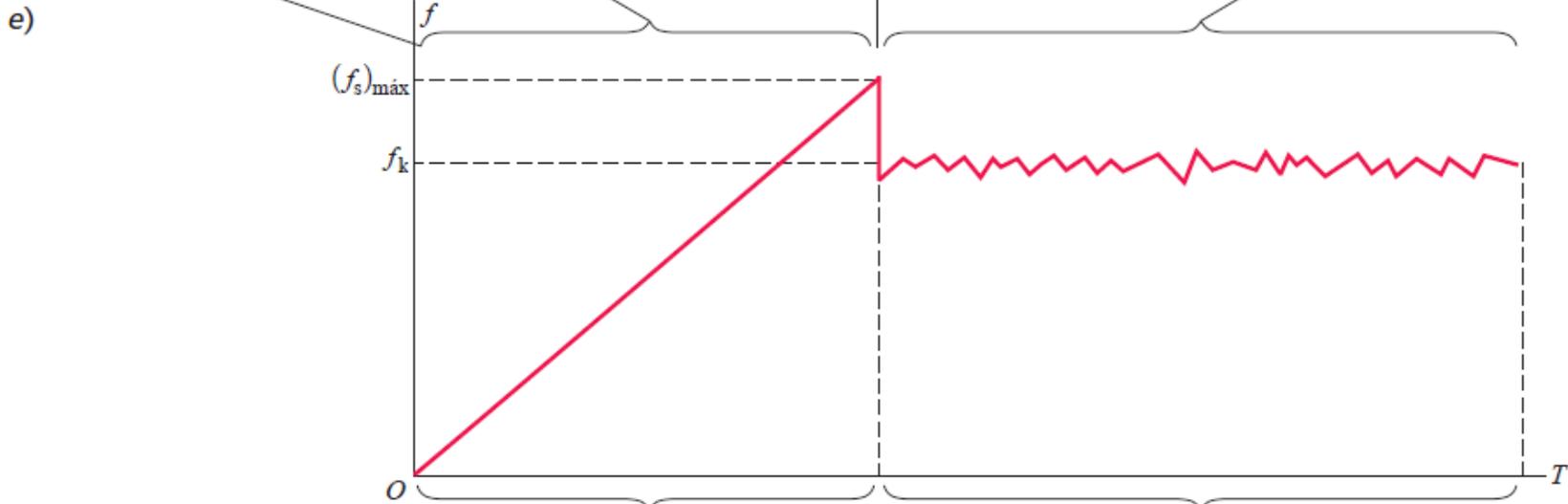
Fuerza aplicada débil, la caja permanece en reposo.
Fricción estática:
 $f_s < \mu_s n$



Mayor fuerza aplicada, caja a punto de deslizarse.
Fricción estática:
 $f_s = \mu_s n$



La caja se desliza con rapidez constante.
Fricción cinética:
 $f_k = \mu_k n$

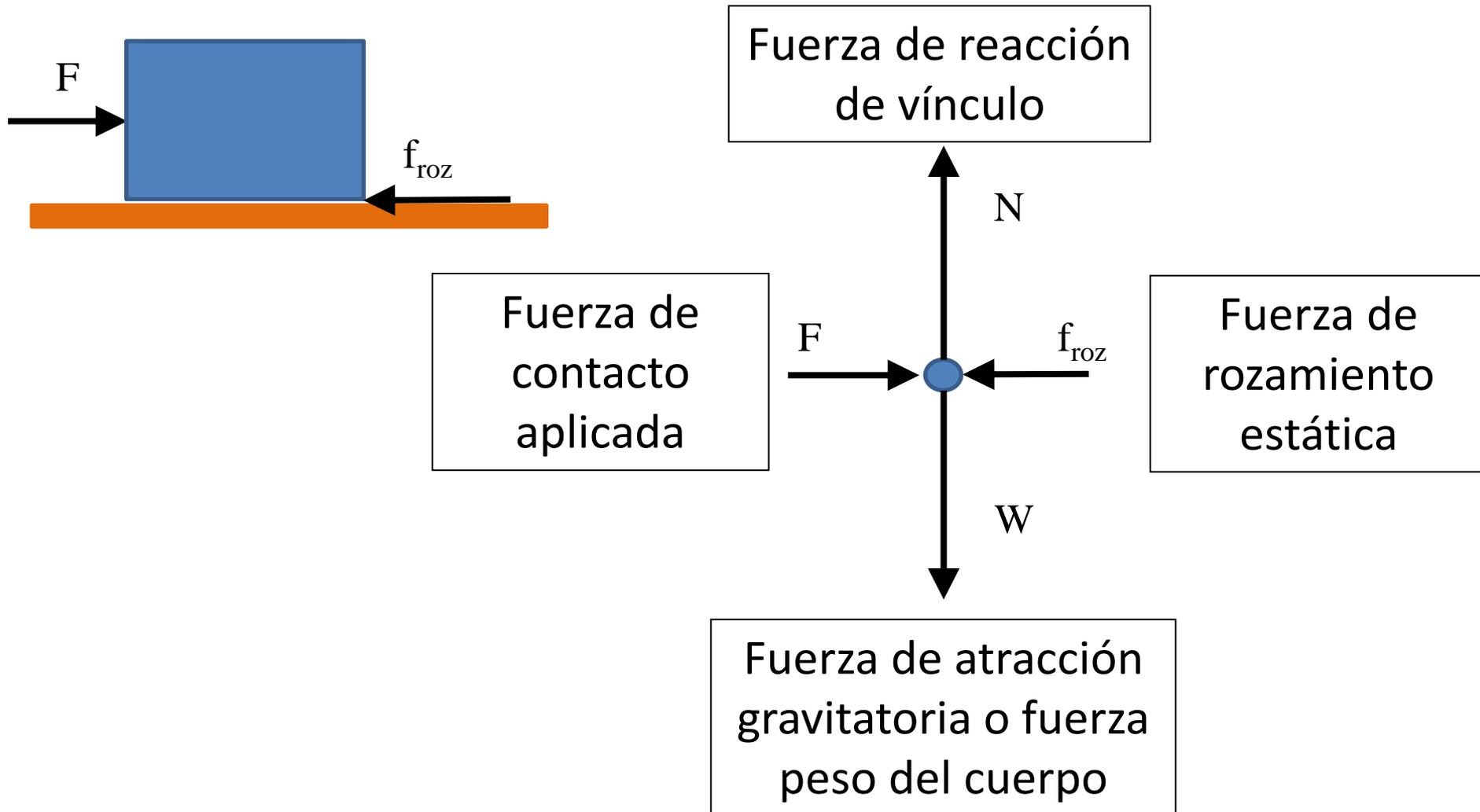


Caja en reposo; la fricción estática es igual a la fuerza aplicada.

Caja en movimiento; la fricción cinética es esencialmente constante.

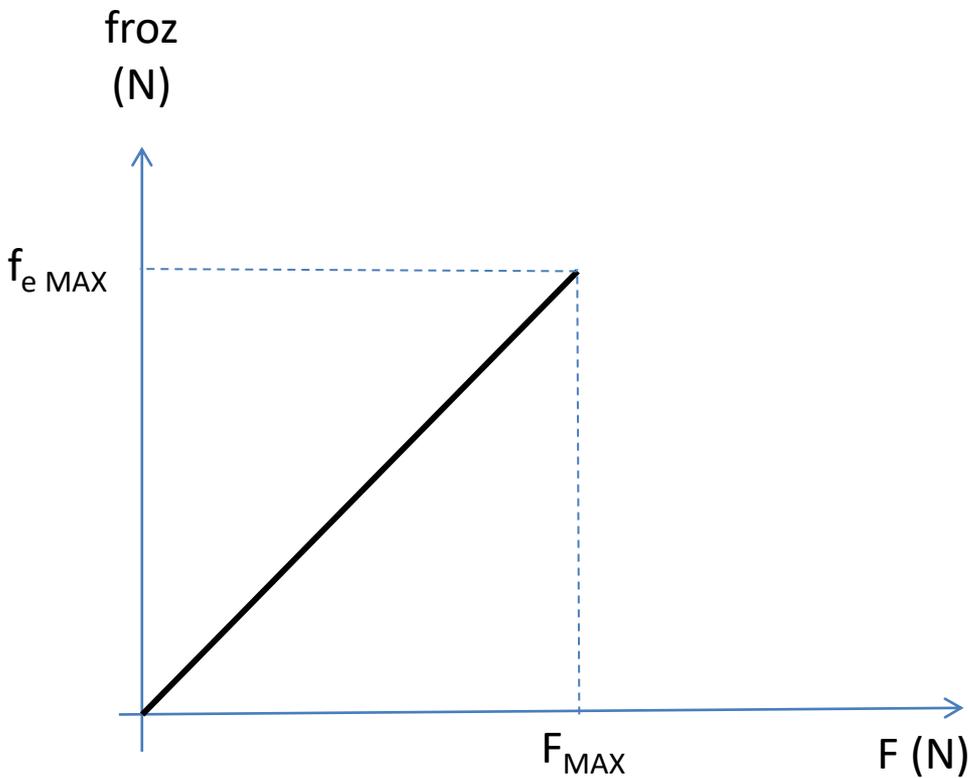
FUERZA DE ROZAMIENTO ESTÁTICA

Haciendo el Diagrama de Cuerpo Libre del cuerpo mostrado sobre el que se aplica una fuerza y permanece estático se tendrá



FUERZA DE ROZAMIENTO ESTATICA

Si se grafica la fuerza de rozamiento estática en función de la fuerza aplicada se tendrá:



Experimentalmente se puede demostrar que la fuerza de rozamiento estática es proporcional a la fuerza normal ejercida por el apoyo.

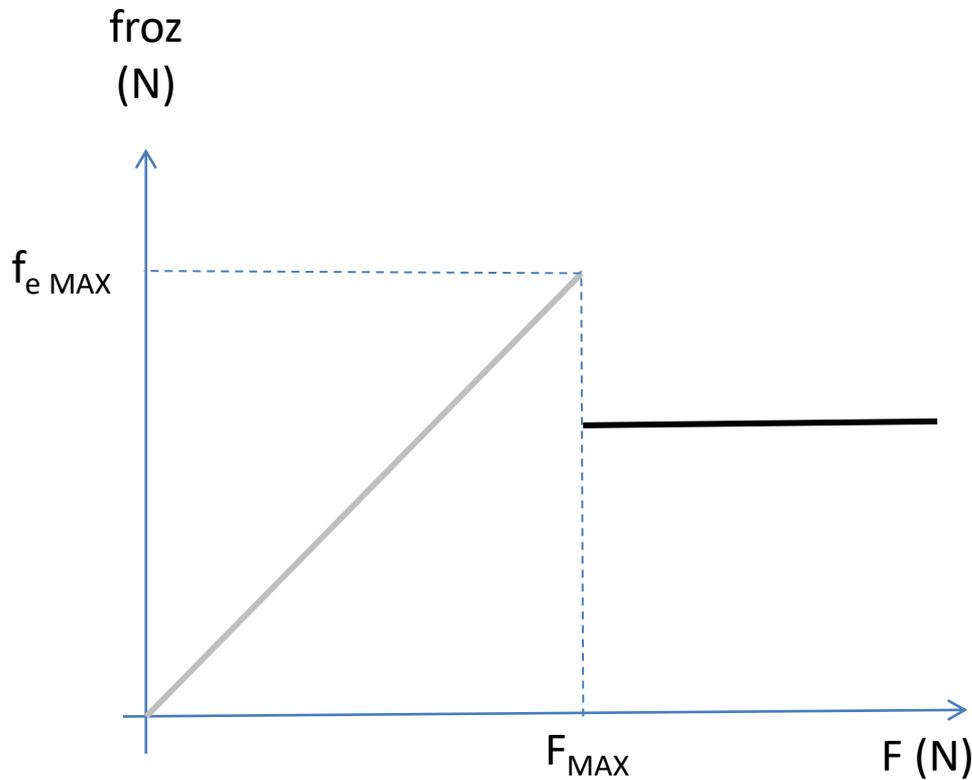
$$f_e \leq \mu_e \cdot N$$

$$f_{eMAX} = \mu_e \cdot N$$

El valor de μ_e depende de las superficies en contacto y se obtiene por tablas

FUERZA DE ROZAMIENTO DINÁMICA

Si se grafica la fuerza de rozamiento dinámica en función de la fuerza aplicada se tendrá:



Experimentalmente se puede demostrar que la fuerza de rozamiento dinámica es constante dentro de ciertos límites y también proporcional a la fuerza normal ejercida por el apoyo.

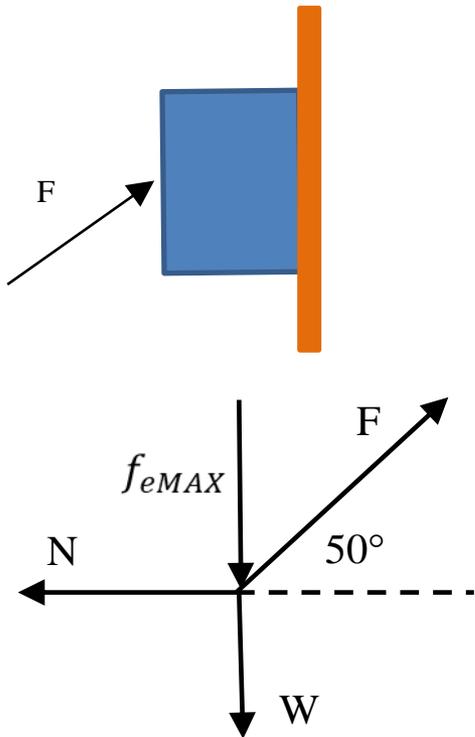
$$f_k = \mu_k \cdot N$$

El valor de μ_k depende de las superficies en contacto y también se obtiene por tablas

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ROZAMIENTO ESTÁTICO

Un bloque de masa 3 kg es empujado hacia arriba contra una pared vertical por una fuerza F que forma un ángulo de 50° respecto a la horizontal. El coeficiente de fricción estática entre el bloque y la pared es 0,25. Determine los posibles valores para la magnitud de F que permita que el bloque permanezca estacionario.

1° ALTERNATIVA. Que el bloque se encuentre a punto de moverse hacia arriba. El sistema se encuentra en equilibrio por lo tanto



$$\begin{aligned}\sum F_x = 0 &\rightarrow F \cdot \cos 50^\circ - N = 0 \\ F \cdot \cos 50^\circ &= N\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_y = 0 &\rightarrow F \cdot \sin 50^\circ - W - f_{eMAX} = 0 \\ \text{Sabiendo que } f_{eMAX} &= \mu_e \cdot N \text{ y } W = m \cdot g\end{aligned}$$

$$F \cdot \sin 50^\circ - m \cdot g - \mu_e \cdot N = 0$$

$$F \cdot 0,76 - 29,4 - 0,25 \cdot N = 0$$

$$0,76 \cdot F - 0,25 \cdot N = 29,4$$

$$0,76 \cdot F - 0,25 \cdot N = 29,4$$

$$0,76 \cdot F - 0,25 \cdot F \cdot \cos 50^\circ = 29,4$$

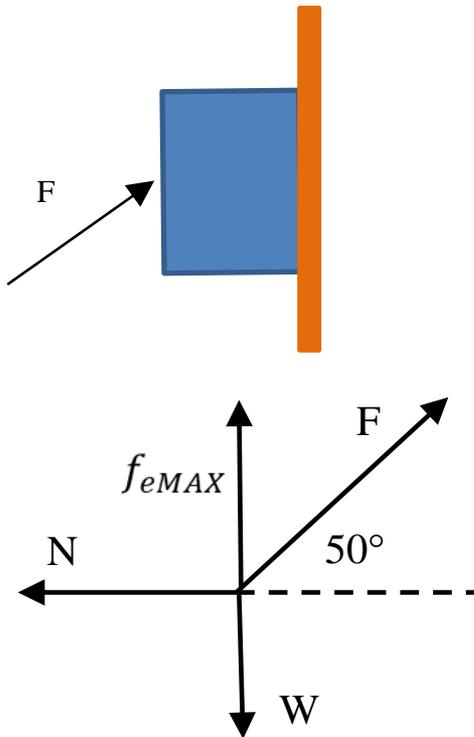
$$0,76 \cdot F - 0,16 \cdot F = 29,4$$

$$0,60 \cdot F = 29,4 \rightarrow F = 49\text{N} \quad \text{y} \quad N = 31,5\text{N}$$

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ROZAMIENTO ESTÁTICO

Un bloque de masa 3 kg es empujado hacia arriba contra una pared vertical por una fuerza F que forma un ángulo de 50° respecto a la horizontal. El coeficiente de fricción estática entre el bloque y la pared es 0,25. Determine los posibles valores para la magnitud de F que permita que el bloque permanezca estacionario.

2° ALTERNATIVA. Que el bloque se encuentre a punto de moverse hacia abajo. El sistema se encuentra en equilibrio por lo tanto



$$\begin{aligned}\sum F_x = 0 &\rightarrow F \cdot \cos 50^\circ - N = 0 \\ F \cdot \cos 50^\circ &= N\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_y = 0 &\rightarrow F \cdot \sin 50^\circ - W + f_{eMAX} = 0 \\ \text{Sabiendo que } f_{eMAX} &= \mu_e \cdot N \text{ y } W = m \cdot g\end{aligned}$$

$$F \cdot \sin 50^\circ - m \cdot g + \mu_e \cdot N = 0$$

$$F \cdot 0,76 - 29,4 + 0,25 \cdot N = 0$$

$$0,76 \cdot F + 0,25 \cdot N = 29,4$$

$$0,76 \cdot F + 0,25 \cdot N = 29,4$$

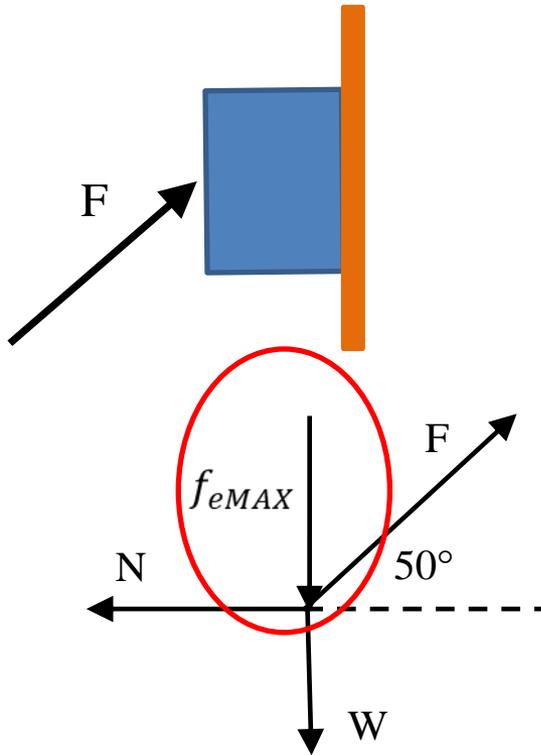
$$0,76 \cdot F + 0,25 \cdot F \cdot \cos 50^\circ = 29,4$$

$$0,76 \cdot F + 0,16 \cdot F = 29,4$$

$$0,92 \cdot F = 29,4 \rightarrow F = 31,9\text{N} \quad \text{y} \quad N = 20,5\text{N}$$

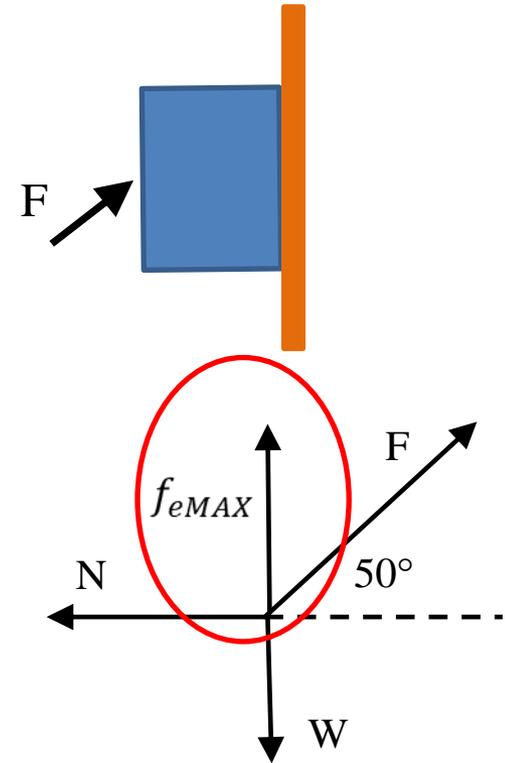
CONCLUSIONES

1° ALTERNATIVA. Que el bloque se encuentre a punto de moverse hacia arriba.



$$F = 49\text{N} \quad \text{y} \quad N = 31,5\text{N}$$

2° ALTERNATIVA. Que el bloque se encuentre a punto de moverse hacia abajo.

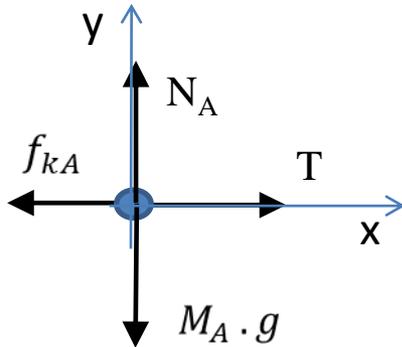
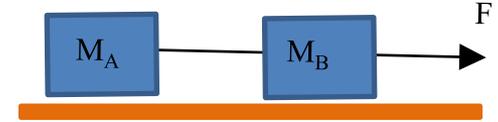


$$F = 31,9\text{N} \quad \text{y} \quad N = 20,5\text{N}$$

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE DINÁMICA

Dos bloques de masas $M_A = 12\text{kg}$ y $M_B = 18\text{kg}$ conectados por una cuerda de masa despreciable son tirados por una fuerza horizontal de valor $F = 69\text{N}$. Si el coeficiente de fricción cinético entre cada bloque y la superficie es $0,1$ y el sistema se acelera hacia la derecha se pide:

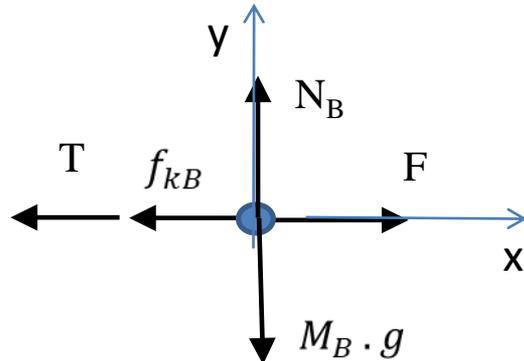
- Trazar un diagrama de cuerpo libre para cada bloque.
- Determinar la tensión T de la cuerda de unión entre los dos bloques.
- La magnitud de la aceleración del sistema.
- Si el sistema parte del reposo, determinar su velocidad transcurridos 5s .



$$\sum F_x = M_A \cdot a \rightarrow T - f_{kA} = M_A \cdot a$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N_A - M_A \cdot g = 0$$

$$f_{kA} = \mu_k \cdot N_A$$



$$\sum F_x = M_B \cdot a \rightarrow F - T - f_{kB} = M_B \cdot a$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N_B - M_B \cdot g = 0$$

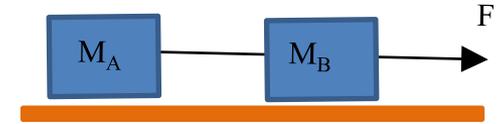
$$f_{kB} = \mu_k \cdot N_B$$

Con estas ecuaciones se resuelve el problema. A partir de aquí el procedimiento es matemático.

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE DINÁMICA

Dos bloques de masas $M_A = 12\text{kg}$ y $M_B = 18\text{kg}$ conectados por una cuerda de masa despreciable son tirados por una fuerza horizontal de valor $F = 69\text{N}$. Si el coeficiente de fricción cinético entre cada bloque y la superficie es $0,1$ y el sistema se acelera hacia la derecha se pide:

- Trazar un diagrama de cuerpo libre para cada bloque.
- Determinar la tensión T de la cuerda de unión entre los dos bloques.
- La magnitud de la aceleración del sistema.
- Si el sistema parte del reposo, determinar su velocidad transcurridos 5s .



$$T - f_{kA} = M_A \cdot a$$

$$N_A - M_A \cdot g = 0$$

$$f_{kA} = \mu_k \cdot N_A$$

$$F - T - f_{kB} = M_B \cdot a$$

$$N_B - M_B \cdot g = 0$$

$$f_{kB} = \mu_k \cdot N_B$$

$$T - 11,8 = 12 \cdot a$$

$$N_A = 12 \cdot 9,8 = 117,6\text{N}$$

$$f_{kA} = 0,1 \cdot 117,6 = 11,8\text{N}$$

$$69 - T - 17,6 = M_B \cdot a$$

$$N_B = M_B \cdot g = 18 \cdot 9,8 = 176\text{N}$$

$$f_{kB} = 0,1 \cdot 176 = 17,6\text{N}$$

$$T - 11,8 = 12 \cdot a$$

$$69 - T - 17,6 = 18 \cdot a$$

$$T - 12 \cdot a = 11,8$$

$$-T - 18 \cdot a = -69 + 16,7$$

$$T - 12 \cdot a = 11,8$$

$$-T - 18 \cdot a = -52,3$$

$$-30 \cdot a = 11,8 - 52,3 = -40,5$$

$$a = \frac{-40,5}{-30} = 1,35\text{m/s}^2$$

$$T = 12 \cdot a + 11,8 = 28,0\text{N}$$

$$v_f = v_0 + a \cdot t$$

$$v_f = 0 + a \cdot t$$

$$v_f = 1,35 \cdot 5 = 3,7\text{m/s}$$



Facultad de **Ingeniería**
O B E R A



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

TP N° 6

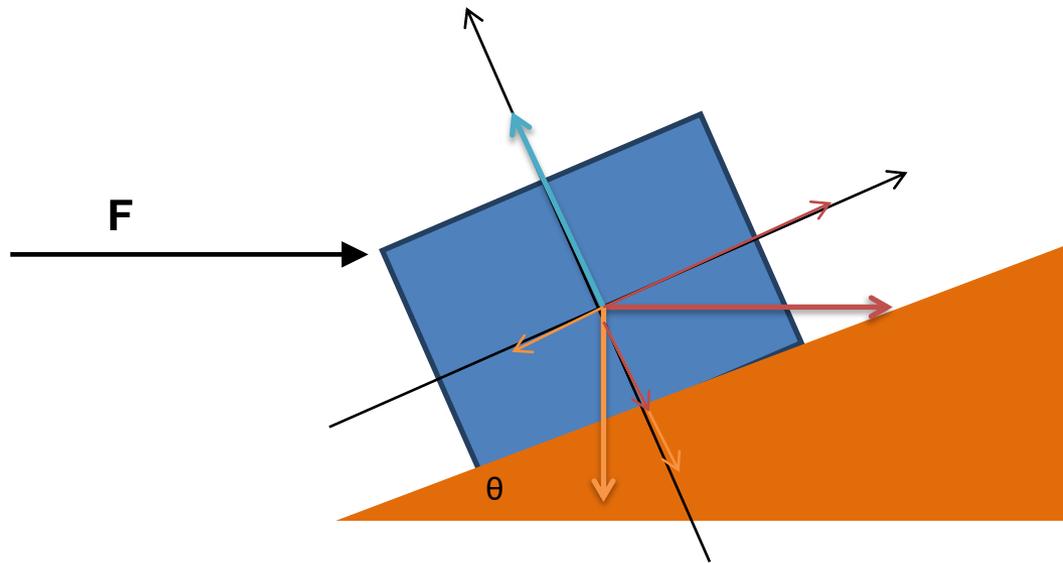
Leyes de Newton

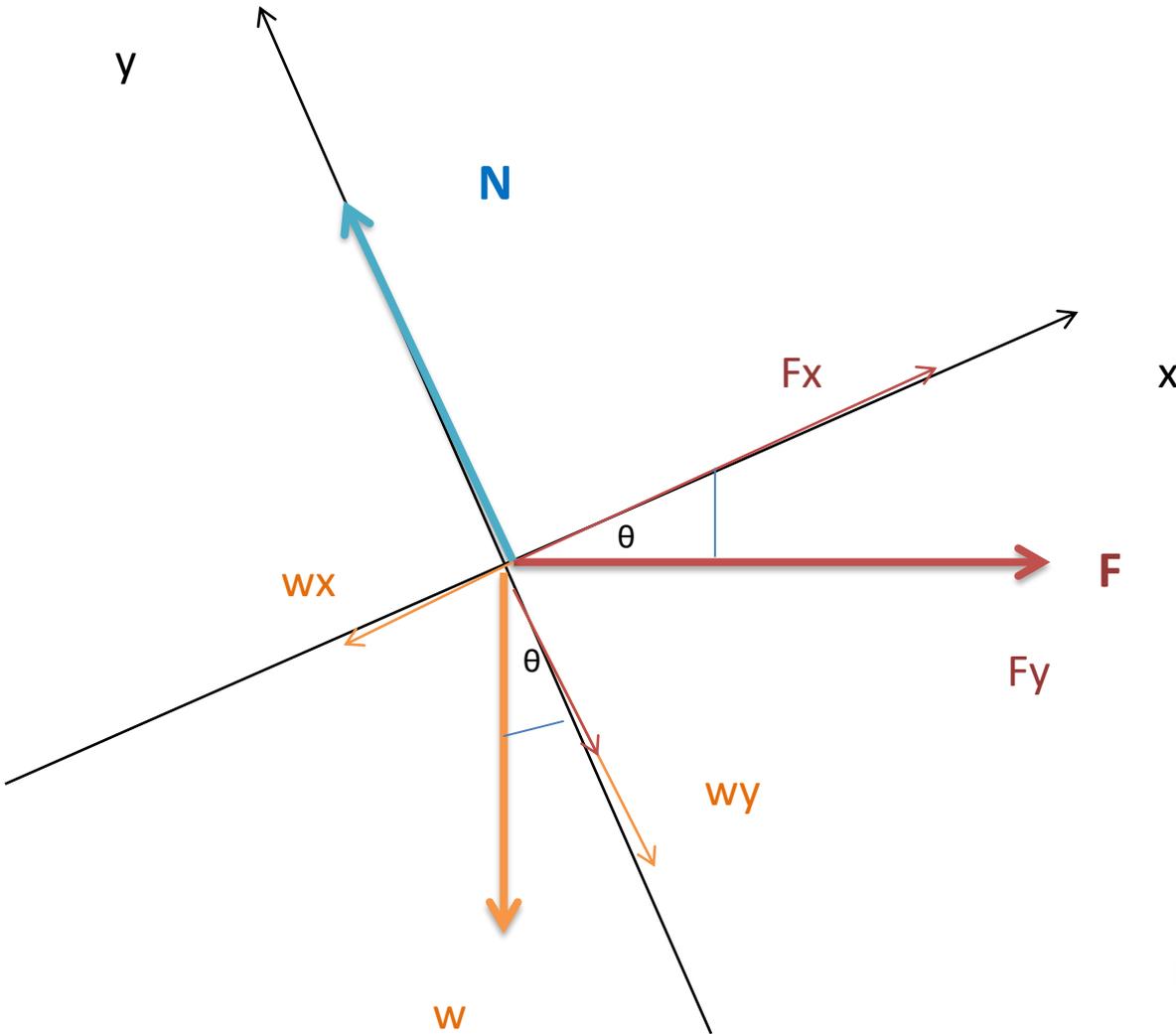
5) Un bloque de 20 kg de peso se mantiene en equilibrio sobre un plano inclinado un ángulo “ θ ” mediante la aplicación de una fuerza $F = 10 \text{ kgf}$ según se muestra. Si no existe rozamiento entre el plano y el bloque se pide:

1) El diagrama de cuerpo libre del bloque.

2) Determinar el valor del ángulo “ θ ”.

Determinar la fuerza normal que el plano ejerce sobre el bloque.





$$\sum F_x = 0$$

$$F_x = w_x$$

$$F \cdot \cos \theta = w \cdot \sin \theta$$

$$F = w \cdot (\sin \theta / \cos \theta)$$

$$F = w \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$\theta = \operatorname{artg} (F/w)$$

$$\sum F_y = 0$$

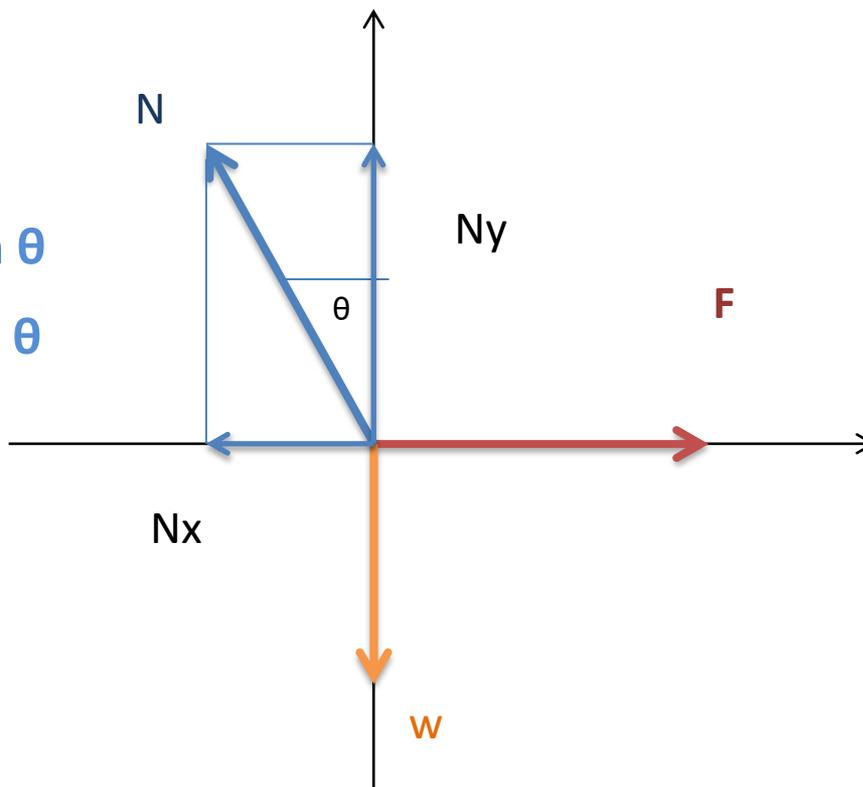
$$N - F_y - w_y = 0$$

$$N = F \cdot \sin \theta + w \cdot \cos \theta$$

OTRA FORMA

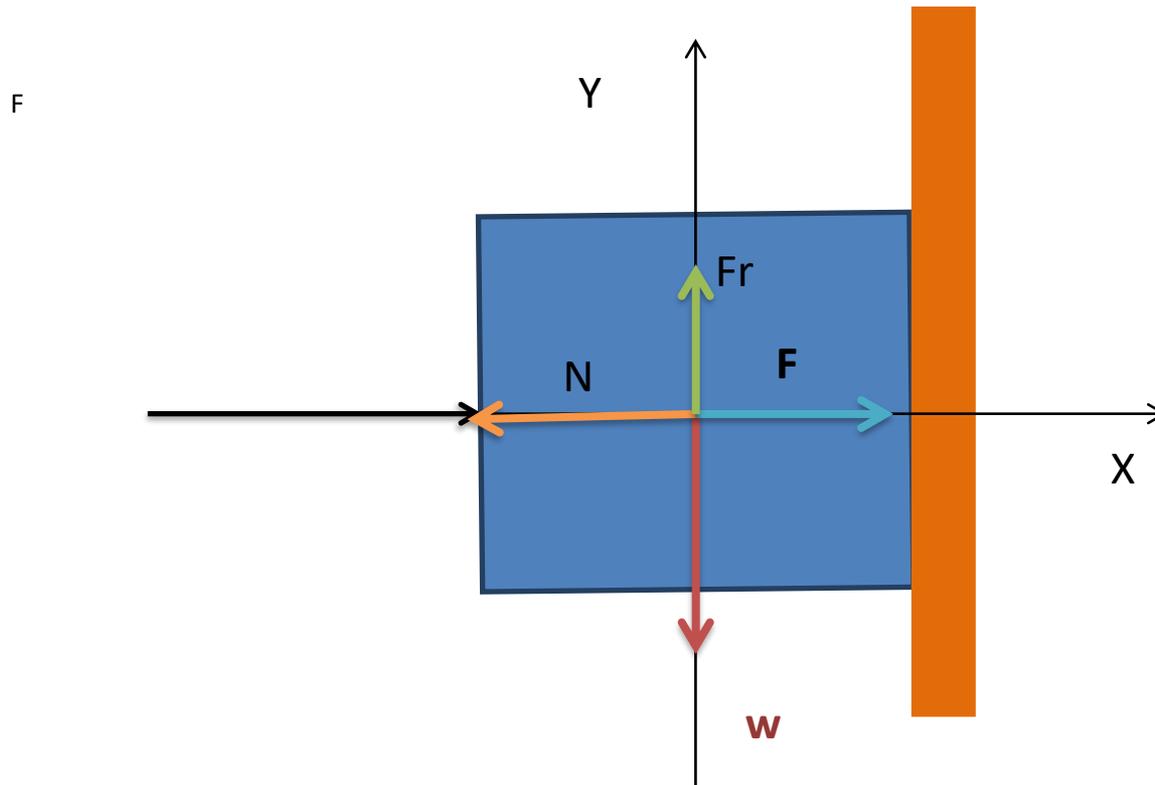
$$N_x = N \cdot \text{sen } \theta$$

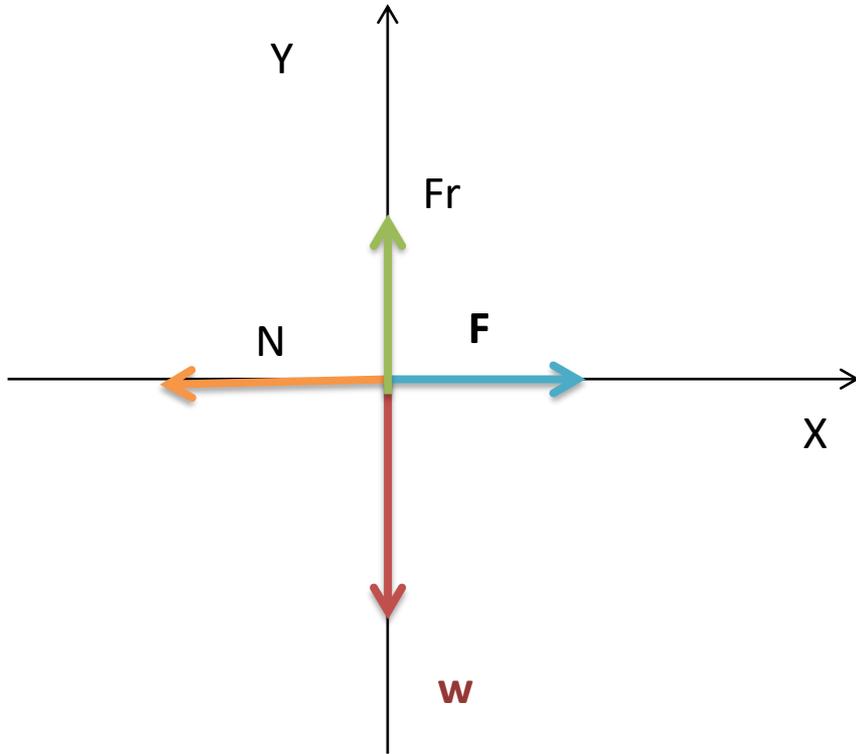
$$N_y = N \cdot \text{cos } \theta$$



6) Se requiere una fuerza de 320 kgf aplicada horizontalmente de izquierda a derecha sobre un cuerpo de 64 kgf de peso para mantenerlo apoyado sobre una superficie vertical. Se pide:

- 1) Realizar el diagrama de cuerpo libre del sistema.
- 2) Encontrar el coeficiente de rozamiento entre la superficie y el cuerpo para mantenerlo.





$$\sum F_x = 0$$

$$F - N = 0$$

$$F = w$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\underbrace{Fr - w}_{=0} = 0$$

$$\mu \cdot N - w = 0$$

$$\mu \cdot N = w$$

$$N = w / \mu.$$