EJEMPLO

UNA PERSONA DE MASA m ESTÁ DE PIE EN UN ASCENSOR.

CALCULE LA REACCIÓN DEL PISO SOBRE LA PERSONA EN LOS SIGUIENTES CASOS:

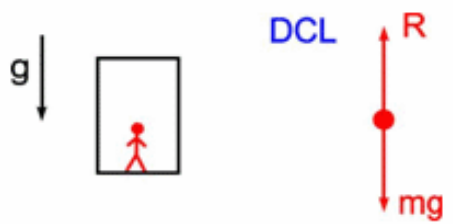
i) EL ASCENSOR ESTÁ EN REPOSO

ii) EL ASCENSOR TIENE UNA ACELERACIÓN a_0 HACIA ARRIBA

iii) EL ASCENSOR CAE CON UNA ACELERACIÓN a_1

SOL

i) DCL

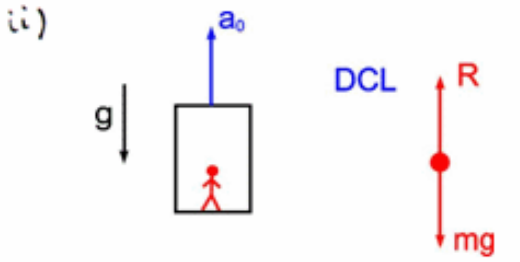


$$R - mg = 0$$

$$R = mg$$

PESO QUE MARCARÍA UNA BALANZA (PESO APARENTE)

ii)

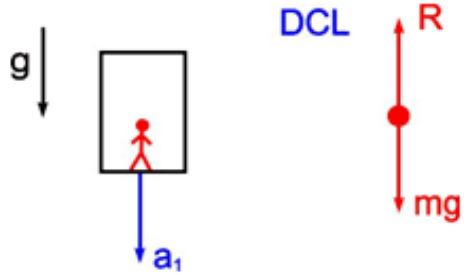


$$R - mg = m a_0$$

$$\boxed{R = m(g + a_0)}$$

PESO APARENTE EN ESTE CASO > mg

iii) DCL



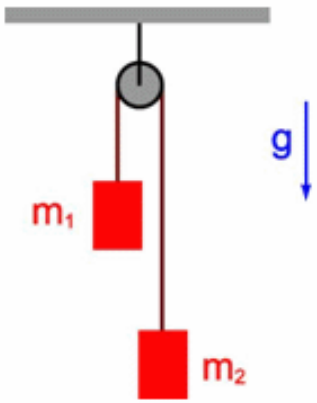
$$R - mg = -ma_1$$

$$R = m(g - a_1)$$

SI $a_1 = g$ EL PESO APARENTE ES CERO

LA PERSONA FLOTA EN EL ASCENSOR

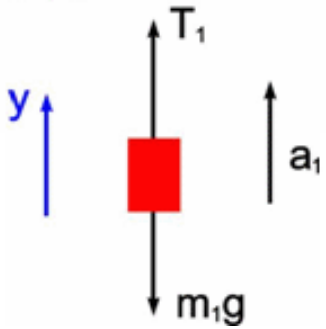
MÁQUINA DE ATWOOD



POLEA IDEAL => MASA = 0
SIN ROCE

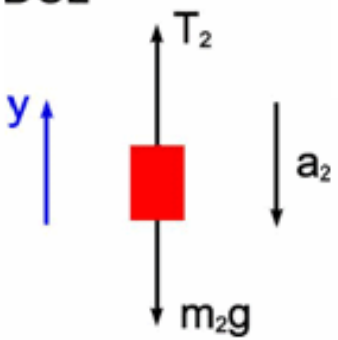
=> SÓLO CAMBIA LA DIRECCIÓN DE LA TENSIÓN DE LA CUERDA

DCL



$$T_1 - m_1 g = m_1 a_1$$

DCL



$$T_2 - m_2 g = -m_2 a_2$$

CUERDA IDEAL + POLEA IDEAL

$$\Rightarrow \quad T_1 = T_2 = T$$

$$a_1 = a_2 = a$$

ENTONCES

$$T - m_1 g = m_1 a$$

$$T - m_2 g = -m_2 a$$

RESTANDO ESTAS ECUACIONES

$$-m_1 g + m_2 g = m_1 a + m_2 a$$

$$(m_2 - m_1) g = a (m_1 + m_2)$$

$$\boxed{a = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right) g}$$

POR LO TANTO

$$T = m_1 g + m_1 a$$

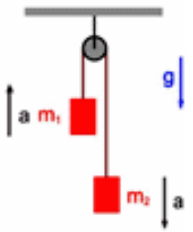
$$T = m_1 g \left[1 + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \right]$$

$$T = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2}\left[m_2 + \cancel{m_1} + m_2 - \cancel{m_1} \right]$$

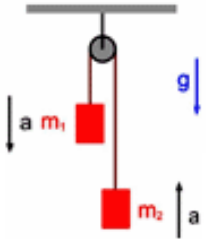
$$\boxed{T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2}\, g}$$

CASOS :

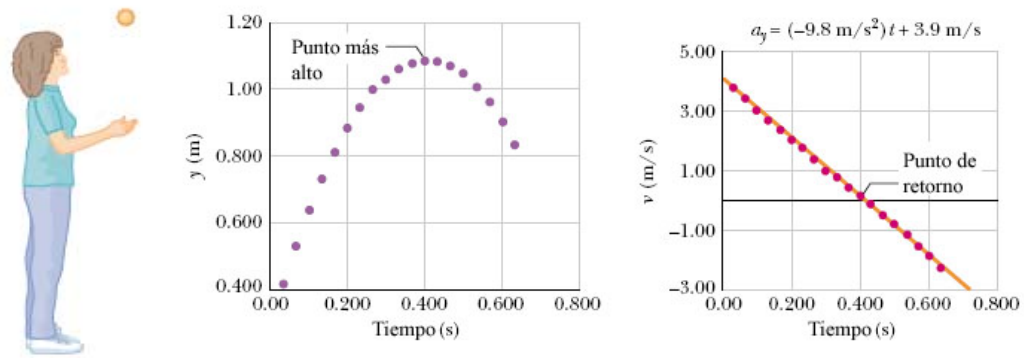
$m_2 > m_1 \Rightarrow a > 0$



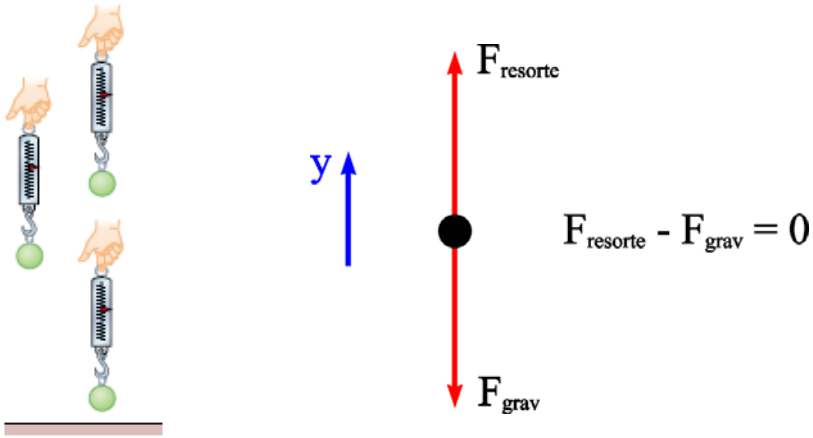
$m_2 < m_1 \Rightarrow a < 0$



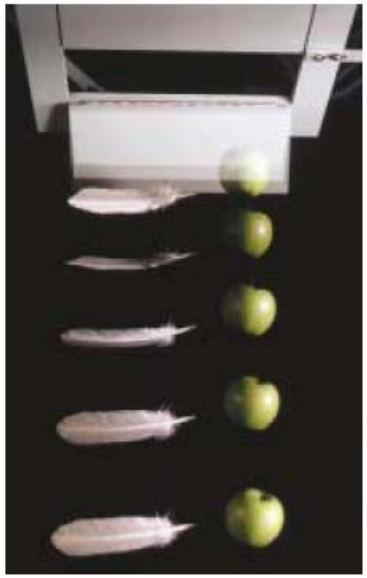
Fuerza gravitacional y Peso



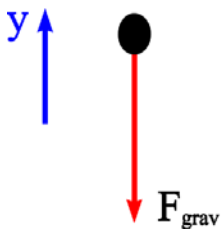
Una pelota de masa m es lanzada cerca de la superficie de la Tierra, ¿cuál es su aceleración?



$$F_{resorte} - F_{grav} = 0$$



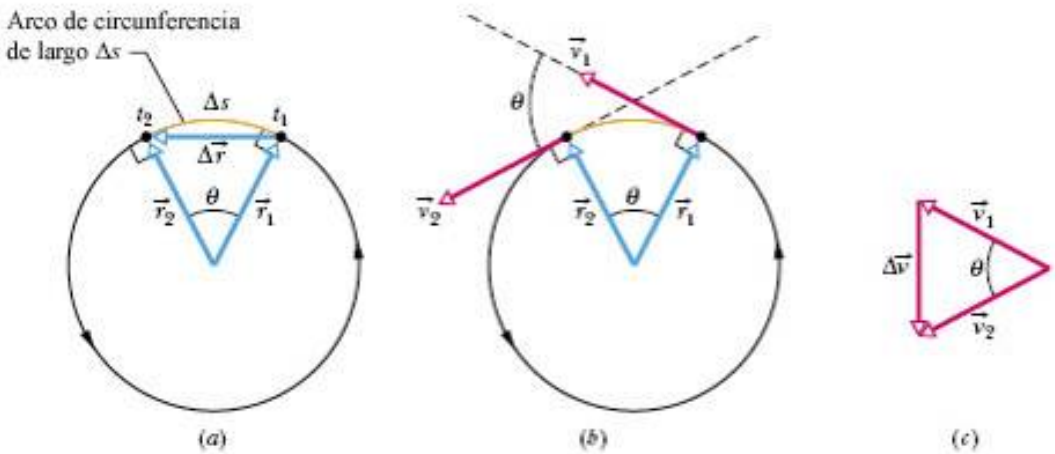
En el vacío una pluma y una manzana en caída libre experimentan la misma aceleración.



$$F_{grav} = mg$$

$$\boxed{\text{Peso} = W = |F_{grav}| = mg}$$

Segunda Ley de Newton y Movimiento Circular Uniforme

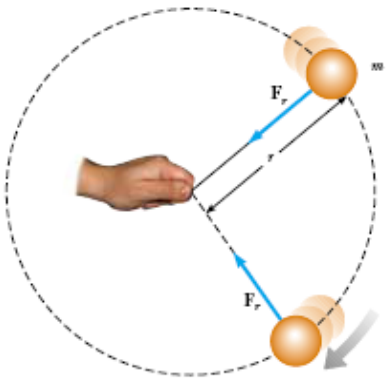


Los triángulos en (a) y (c) son similares y se cumple

$$\operatorname{sen}\theta = \frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta v}{v}$$

La aceleración de la partícula está dada por

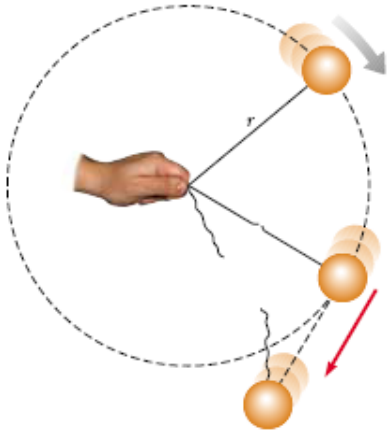
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{r}\frac{\Delta r}{\Delta t} \approx \frac{v}{r}\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$



Aplicando la Segunda Ley de Newton

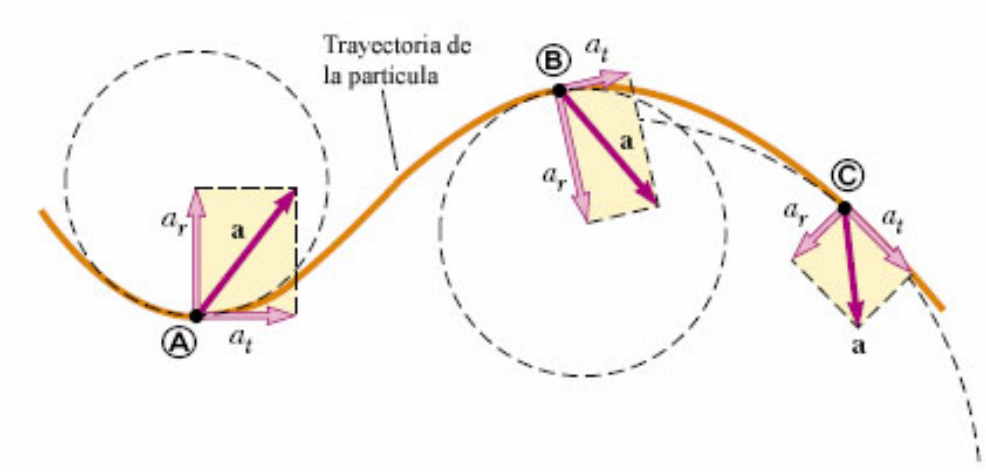
$$F_r = ma_c = m\frac{v^2}{r}$$

F_r es la fuerza causante de la aceleración



Si la cuerda se rompe, la piedra saldrá volando tangente a la circunferencia.

Movimiento Circular NO-Uniforme



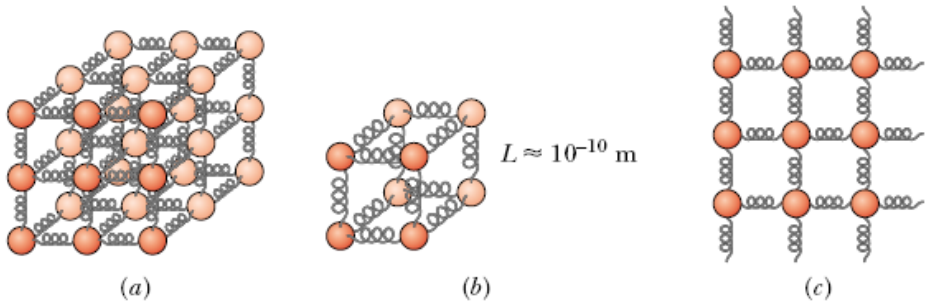
La aceleración de la partícula está dada por

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_t$$

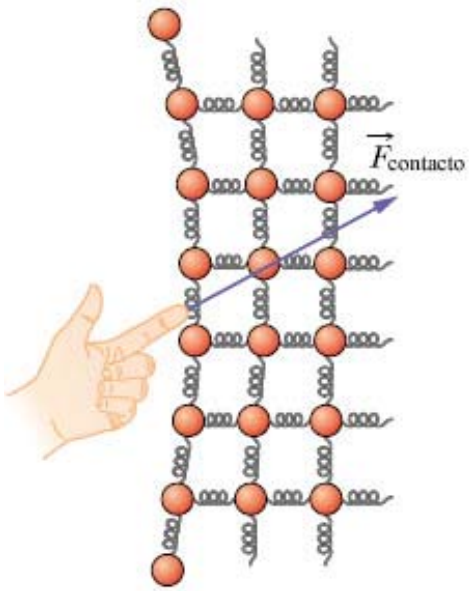
donde $\vec{a}_t$ es la componente tangente a la trayectoria de la aceleración y $\vec{a}_r$ es la componente en la dirección del radio de curvatura de la trayectoria.

Fuerzas de contacto

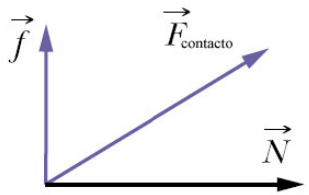
Modelo simple para los sólidos = esferas (átomos) unidas por resortes que representan los enlaces atómicos



Por la Tercera Ley de Newton, al aplicar una fuerza sobre un sólido éste ejerce una fuerza de la misma magnitud en dirección opuesta.



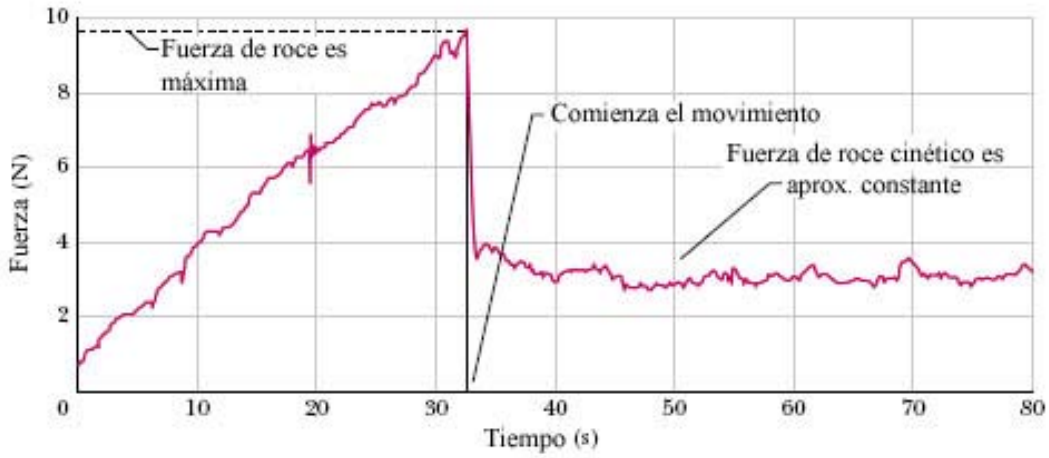
componente paralela
a la superficie



componente
normal a la
superficie

$$\vec{F}_{contacto} = \vec{N} + \vec{f}$$

Fuerza de roce



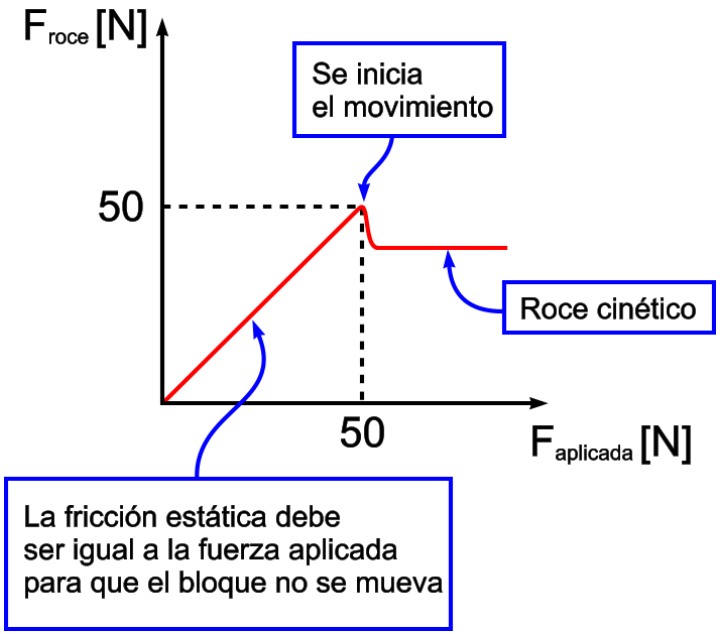
FUERZAS DE ROCE

EVIDENCIA EXPERIMENTAL

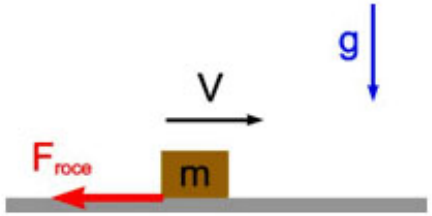
(1) LA FUERZA DE ROCE ES INDEPENDIENTE DEL TAMAÑO DE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO.

(2) LA FUERZA DE ROCE ES PROPORCIONAL A LA FUERZA NORMAL (PERPENDICULAR) A LAS SUPERFICIES EN CONTACTO.

(3) LA FUERZA REQUERIDA PARA MOVER UN OBJETO EN REPOSO ES GENERALMENTE MAYOR QUE LA FUERZA NECESARIA PARA MANTENERLO EN MOVIMIENTO CON VELOCIDAD CONSTANTE.



ROCE CINEMÁTICO O DINÁMICO



$$\boxed{F_{roce} = \mu_K N}$$

LEY EMPÍRICA QUE RELACIONA EL MÓDULO DE LA FUERZA DE ROCE CON EL VALOR DE LA NORMAL

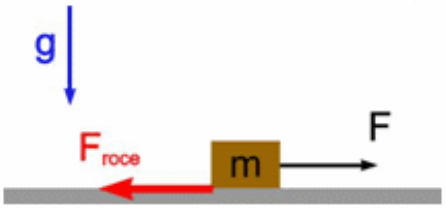
μ_K = COEFICIENTE DE ROCE CINEMÁTICO

μ_k DEPENDE DEL TIPO DE SUPERFICIES EN CONTACTO PERO NO DEPENDE DEL ÁREA DE CONTACTO

F_{roce} ES PARALELA A LA SUPERFICIE DE CONTACTO Y APUNTA EN LA DIRECCIÓN OPUESTA AL MOVIMIENTO RELATIVO DE LOS CUERPOS

μ_k ES INDEPENDIENTE DE LA VELOCIDAD RELATIVA DE LAS SUPERFICIES

ROCE ESTÁTICO



SE APLICA UNA FUERZA F PARALELA A LA SUPERFICIE DE CONTACTO TAL QUE EL BLOQUE PERMANECE INMÓVIL

$$\boxed{F_{roce} \leq \mu_s N}$$

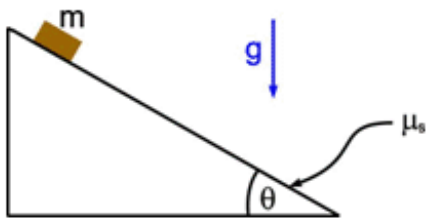
μ_s = COEFICIENTE DE ROCE ESTÁTICO

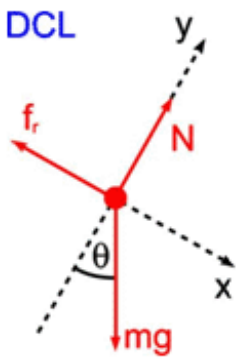
$F_{roce\ estático\ máxima} = \mu_s N$

$\Rightarrow$ EL BLOQUE COMIENZA A MOVERSE

¿CÓMO MEDIR μ_s y μ_k?

CASO ESTÁTICO μ_s





Eje x: $mg\,\text{sen}\,\theta - f_r = 0$

Eje y: $N - mg\cos\theta = 0$

$\Rightarrow \quad f_r = mg\,\text{sen}\,\theta$

$N = mg\cos\theta \quad \Rightarrow \quad mg = \dfrac{N}{\cos\theta}$

POR LO TANTO $f_r = N\tan\theta$

EXISTE UN VALOR CRÍTICO DEL ÁNGULO θ PARA EL CUAL EL BLOQUE COMIENZA A DESLIZAR, PARA DICHO VALOR SE TIENE

$$f_r = \mu_s N = \tan\theta_c N$$

$$\boxed{\mu_s = \tan\theta_c}$$

CASO DINÁMICO μ_K

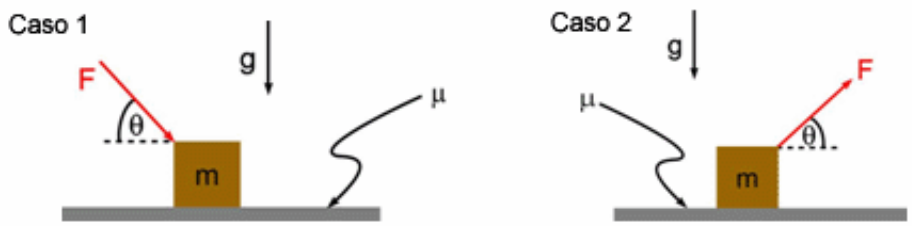
EXISTE UN ÁNGULO θ_D TAL QUE EL BLOQUE SE MUEVE CON VELOCIDAD CONSTANTE

$$\Rightarrow \quad f_r = \mu_K N = \tan\theta_D N$$

$$\boxed{\mu_K = \tan\theta_D}$$

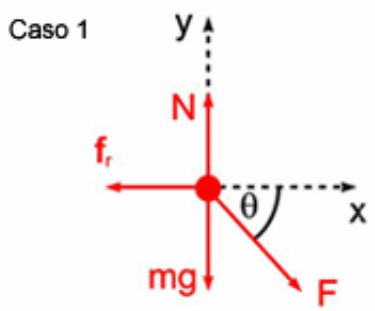
EN GENERAL, $\theta_D < \theta_C \Rightarrow \mu_S > \mu_K$

EJEMPLO



¿QUÉ ES MEJOR: EMPUJAR O TIRAR EL BLOQUE?

SOL:



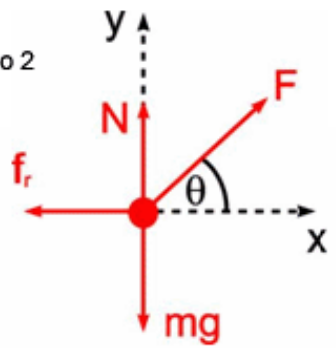
Eje y:

$$N - mg - F\,\text{sen}\,\theta = 0$$

$$N = mg + F\,\text{sen}\,\theta$$

$$\Rightarrow \quad f_r = \mu N = \mu(mg + F\,\text{sen}\,\theta)$$

Caso 2



Eje y:

$$N - mg + F\operatorname{sen}\theta = 0$$

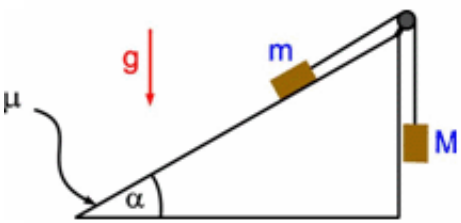
$$N = mg - F\operatorname{sen}\theta$$

$$\Rightarrow \quad f_r = \mu N = \mu(mg - F\operatorname{sen}\theta)$$

LA FUERZA DE ROCE EN EL CASO 2 ES MENOR QUE EN EL CASO 1

∴ ES MEJOR TIRAR EL BLOQUE

PROBLEMA

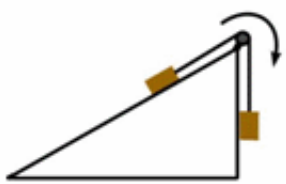


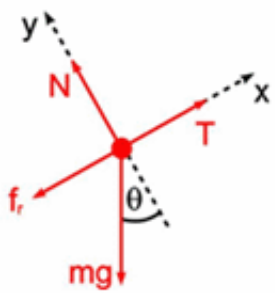
i) $a = ?$

ii) VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO DE M PARA QUE EL SISTEMA ESTE QUIETO

SOL

CASO 1





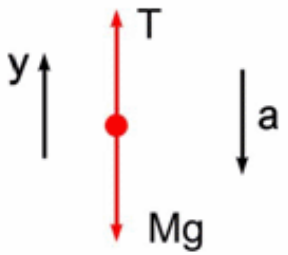
Eje x: $T - f_r - mg\,\text{sen}\,\theta = ma$

Eje y: $N - mg\cos\theta = 0 \Rightarrow N = mg\cos\theta$

ENTONCES

$$T - \mu m g \cos\theta - m g \operatorname{sen}\theta = m a$$

POR OTRO LADO



$$T - Mg = -Ma$$

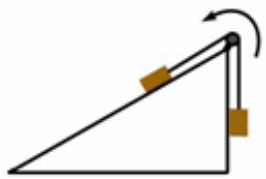
$$\Rightarrow \quad T = M(g-a)$$

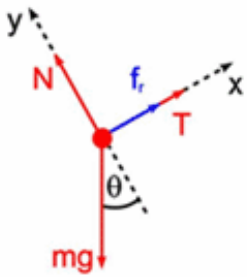
ENTONCES

$$M(g-a) - \mu m g \cos\theta - m g \operatorname{sen}\theta = m a$$

$$\boxed{a = \frac{Mg - mg(\mu\cos\theta + \operatorname{sen}\theta)}{m+M}}$$

CASO 2





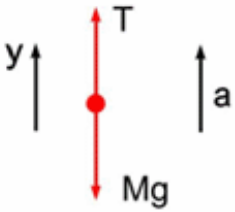
Eje x : $T + f_r - mg\,\text{sen}\,\theta = -ma$

Eje y : $N - mg\cos\theta = 0$

ENTONCES

$$T + \mu mg\cos\theta - mg\,\text{sen}\,\theta = -ma$$

PARA LA MASA M



$$T - Mg = Ma$$

$$\Rightarrow \quad T = M(g+a)$$

ENTONCES

$$M(g+a) + \mu m g \cos\theta - m g \operatorname{sen}\theta = -ma$$

$$\boxed{a = \frac{mg(\operatorname{sen}\theta - \mu\cos\theta) - Mg}{m+M}}$$

ii)

VALOR MÍNIMO DE m : EN ESTE CASO $\mu = \mu_s$

Y LA MASA m ESTÁ A PUNTO DE MOVERSE HACIA ARRIBA $\Rightarrow$ $a = 0$ EN EL CASO 1

ENTONCES

$$a = 0 = M\cancel{g} - m\cancel{g}(\mu_s \cos\theta + \operatorname{sen}\theta)$$

$$\boxed{m = \frac{M}{\mu_s \cos\theta + \operatorname{sen}\theta}}$$

VALOR MÍNIMO

VALOR MÁXIMO DE m :

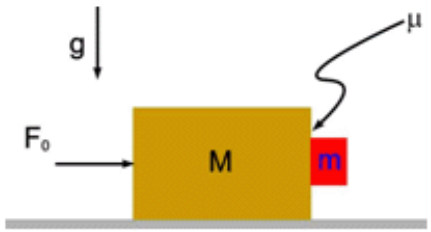
LA MASA m ESTÁ A PUNTO DE MOVERSE HACIA ABAJO $\Rightarrow$ $a = 0$ EN EL CASO 2

$$0 = mg(\operatorname{sen}\theta - \mu_s \cos\theta) - Mg$$

$$\boxed{m = \frac{M}{\operatorname{sen}\theta - \mu_s \cos\theta}}$$

VALOR MÁXIMO

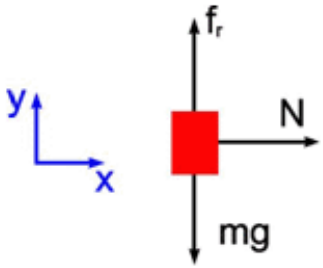
PROBLEMA



CALCULA F_0 MÍNIMO PARA QUE m NO RESBALE

SOL.

DCL m

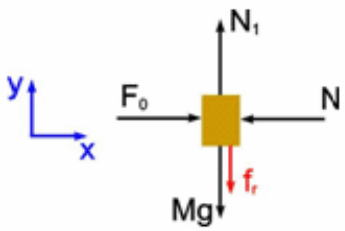


x) $N = m a_0$ (1)

y) $f_r - mg = 0$ (2)

EL BLOQUE NO ESTÁ RESBALANDO

DCL M

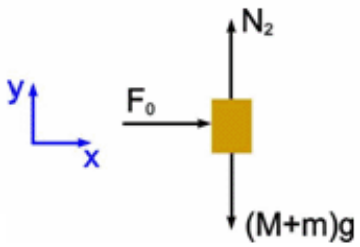


x) $F_0 - N = Ma_0$ (3)

y) $N_1 - Mg - f_r = 0$ (4)

CÓMO m NO RESBALA PODEMOS HACER UN DCL DEL CUERPO (M+m) PORQUE AMBOS BLOQUES TIENEN LA MISMA ACELERACIÓN

DCL m+M



x) $F_0 = (M+m)a_0$ (5)

y) $N_2 - (M+m)g = 0$ (6)

ROCE ESTÁTICO $\Rightarrow$ $f_r \leq \mu_s N$

CASO CRÍTICO : $f_r = \mu_s N$

ENTONCES, DE (5) $a_0 = \dfrac{F_0}{M+m}$

REEMPLAZANDO EN (3)

$$F_0 - N = \frac{M}{m+M} F_0$$

$$N = \frac{M}{m+M} \cdot F_0$$

DE (2) SE TIENE

$$f_r = mg = \mu_s N$$

ENTONCES

$$mg = \frac{m}{m+M} \mu_s F_0$$

$$\boxed{F_0 = \frac{(m+M)g}{\mu_s}}$$ VALOR MÍNIMO