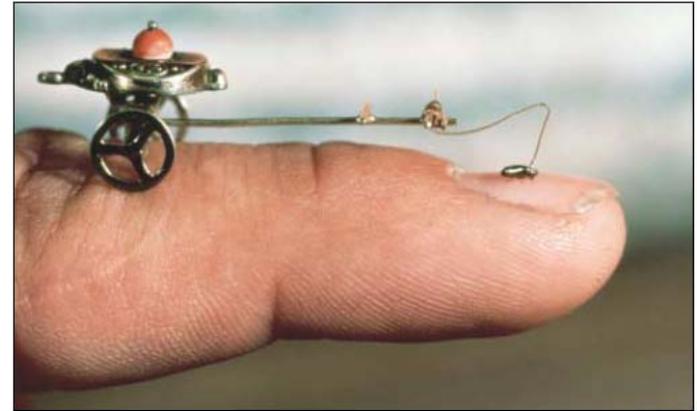


## Dinámica

En 1997, María Fernanda Cardoso, una artista colombiana, creó un circo de pulgas entrenadas. Cardoso amarró un alambre delgado a Brutus, “*la pulga más fuerte sobre la Tierra*”, y la entrenó para que tirara un carrito. Luego, ella usó sonido y dióxido de carbono para conseguir que Brutus saltara. Videos muestran que cuando Brutus saltaba, el carrito se movía una distancia de 1 centímetro aprox. Está es una distancia asombrosa porque la masa del carrito era 160.000 veces mayor que la de la pulga.



**¿Cómo es posible que una pulga tire un carro que tiene más de 160.000 veces su masa?**



## DINÁMICA

CINEMÁTICA = DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

DINÁMICA = PREDICCIÓN DEL MOVIMIENTO

NEWTON (1642-1727) "PHILOSOPHIAE NATURALIS  
PRINCIPIA MATHEMATICA"  
(1686)

### DEFINICIÓN I

MASA ES UNA MEDIDA DE LA CANTIDAD  
DE MATERIA DE UN CUERPO

MASA ES UNA MEDIDA DE LA INERCIA  
DE UN OBJETO

LA MASA ES PROPORCIONAL AL PESO



Isaac Newton (1642-1727)

## DEFINICIÓN II

$$\underbrace{\text{CANTIDAD DE MOVIMIENTO}}_{\text{MOMENTUM}} = \underbrace{m \vec{v}}_{\vec{p}}$$

SI  $m = \text{cte}$ , EL MOMENTUM CAMBIA SI LA VELOCIDAD  $\vec{v}$  CAMBIA DE DIRECCIÓN Y/O MAGNITUD

EL MOMENTUM TAMBIÉN CAMBIA SI LA MASA  $m$  VARIA. EJEMPLO: COHETE

### DEFINICIÓN III

LA FUERZA DE INERCIA ES LA FUERZA QUE OPONE UN CUERPO A VARIAR SU ESTADO PRESENTE, YA SEA DE REPOSO O DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

ESTA FUERZA ES PROPORCIONAL A LA MASA DEL OBJETO

### DEFINICIÓN IV

UNA FUERZA APLICADA ES UNA ACCIÓN EJERCIDA SOBRE UN CUERPO A FIN DE CAMBIAR SU ESTADO

ESTA FUERZA ES UNA ACCIÓN SOLAMENTE Y NO PERMANECE EN EL CUERPO DESPUÉS DE TERMINADA LA ACCIÓN

EL CUERPO MANTIENE SU NUEVO ESTADO SÓLO POR SU **INERCI**A

## LEYES DE NEWTON

### PRIMERA LEY (PRINCIPIO DE INERCIA)

UN CUERPO PERMANECE EN REPOSO  
O EN MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORME  
A MENOS QUE SEA FORZADO A CAMBIAR  
DE ESTADO POR LAS FUERZAS QUE  
ACTÚAN SOBRE ÉL

UN CUERPO PERSISTE EN SU ESTADO DE  
REPOSO O MOV. RECTILINEO UNIFORME  
SOLO SI LA SUMA DE LAS FUERZAS QUE  
ACTÚAN SOBRE ÉL SE ANULAN ENTRE SÍ

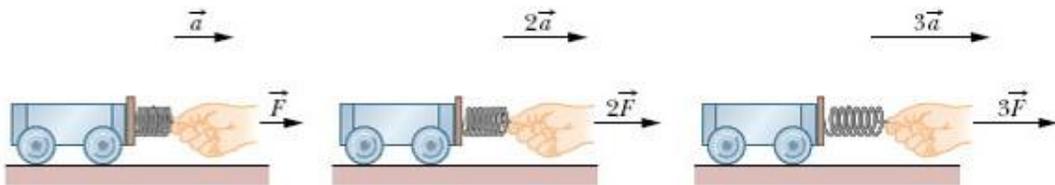
PRIMERA LEY  $\equiv$  LEY DE INERCIA  $\Rightarrow$  DEFINICIÓN  
DE SISTEMAS INERCIALES

## SEGUNDA LEY

EL CAMBIO DE MOMENTUM DE UNA PARTÍCULA ES PROPORCIONAL A LA FUERZA NETA QUE ACTÚA SOBRE ELLA Y APUNTA EN LA DIRECCIÓN DE LA LÍNEA GENERADA POR ESTA FUERZA NETA

$$\vec{F}_{\text{neto}} \equiv \sum_{k=1}^N \vec{F}_k = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$\vec{F}_{\text{neto}} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$



$$\text{Si } m = \text{cte} \Rightarrow \vec{F}_{\text{neto}} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

LA SEGUNDA LEY ES UNA PRESCRIPCIÓN DE  
CÓMO PREDECIR EL MOVIMIENTO PERO  
TODAVIA NO SABEMOS COMO EVALUAR  
LA FUERZA NETA

$$\text{Si } \vec{F}_{\text{neto}} = 0 \Rightarrow \Delta\vec{v} = 0 \Rightarrow \vec{v} = \text{cte}$$

### TERCERA LEY (ACCIÓN - REACCIÓN)

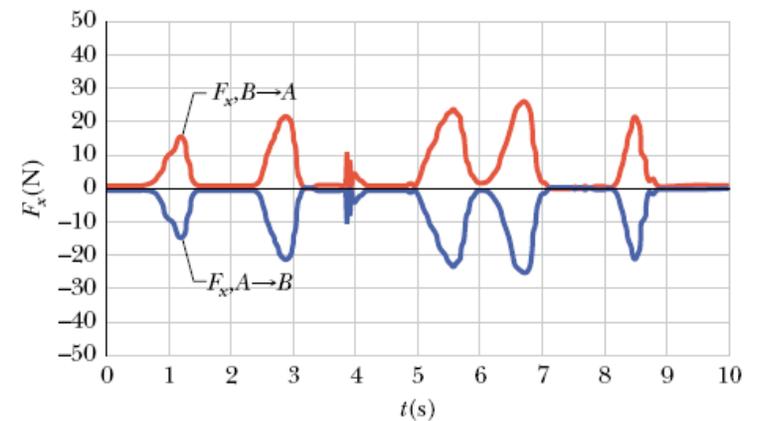
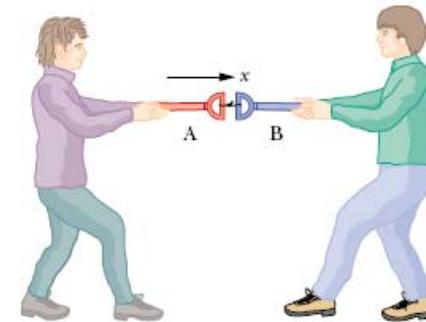
CUANDO UN OBJETO EJERCE UNA FUERZA SOBRE OTRO, ESTE ÚLTIMO EJERCE UNA FUERZA IGUAL EN MAGNITUD Y OPUESTA EN SENTIDO SOBRE EL PRIMERO

¡LAS FUERZAS DE ACCIÓN Y REACCIÓN ACTÚAN SOBRE CUERPOS DISTINTOS!

### UNIDADES

$$1 \text{ NEWTON} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$$

1 N ES LA FUERZA QUE SE DEBE APLICAR A UN CUERPO DE 1 kg DE MASA PARA TRANSMITIRLE UNA ACELERACIÓN DE  $1 \text{ m/s}^2$

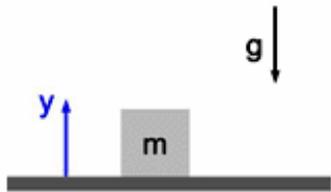


## DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL)

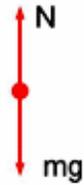
- 1<sup>er</sup> PASO : AISLAR CADA UNO DE  
LOS CUERPOS
- 2<sup>do</sup> PASO : DIBUJAR TODAS LAS FUERZAS  
Y REACCIONES INVOLUCRADAS
- 3<sup>er</sup> PASO : APLICAR LA 2<sup>a</sup> LEY DE NEWTON

EJEMPLOS

①



DCL



2ª ley de Newton

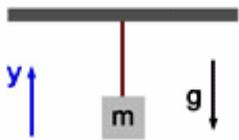
$$N - mg = 0$$

$\Rightarrow$

$$N = mg$$

REACCIÓN DEL PISO

②



DCL



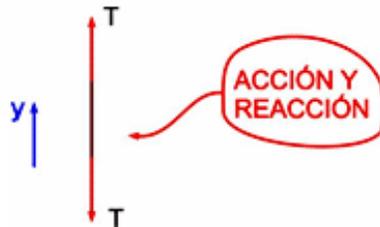
$$T - mg = 0$$

$\Rightarrow$

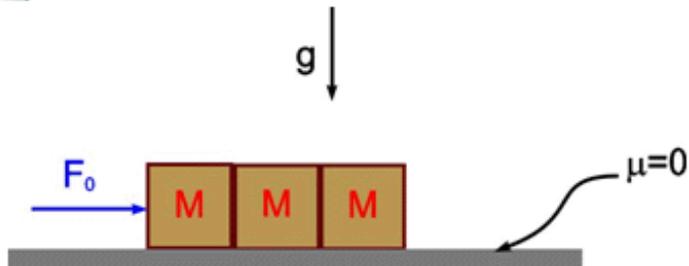
$$T = mg$$

TENSIÓN DE LA CUERDA

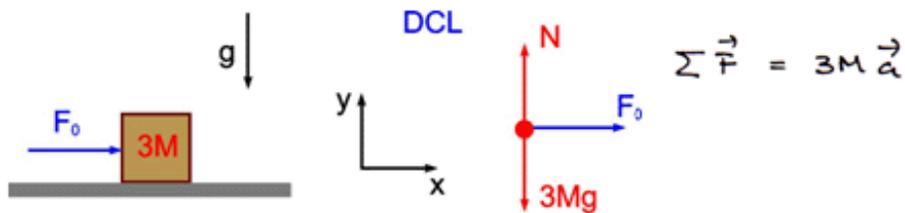
DCL DE LA CUERDA



EJEMPLO



DCL DE LA 3 MASAS

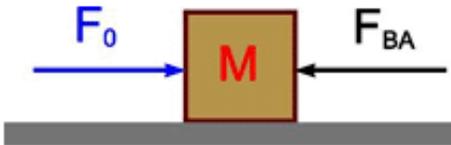


Eje x:  $F_0 = 3M a_x \Rightarrow a_x = \frac{F_0}{3M}$

Eje y:  $N - 3Mg = 0 \Rightarrow N = 3Mg$

TODAS LAS MASAS SE MUEVEN CON LA MISMA ACELERACION  $a_x = \frac{F_0}{3M}$

DCL MASA A



$F_{BA}$  = FUERZA DE CONTACTO DE B. SOBRE A

(2ª LEY)

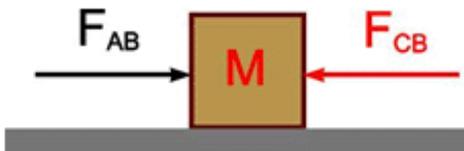
$$F_0 - F_{BA} = M a_x$$

↑  
ES LA ACELERACIÓN DEL CONJUNTO  
 $a_x = \frac{F_0}{3M}$

$$F_0 - F_{BA} = M \frac{F_0}{3M}$$

$$F_{BA} = \frac{2}{3} F_0$$

DCL MASA B



$F_{CB}$  = FUERZA DE CONTACTO  
DE C SOBRE B

$$|\vec{F}_{AB}| = |\vec{F}_{BA}| \text{ POR 3ª LEY}$$

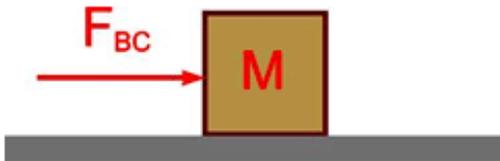
ENTONCES

$$F_{AB} - F_{CB} = M \left( \frac{F_0}{3M} \right)$$

$$\frac{2}{3} F_0 - F_{CB} = \frac{F_0}{3}$$

$$F_{CB} = \frac{F_0}{3}$$

DCL MASA C



$$3^{\text{a}} \text{ LEY} \Rightarrow |\vec{F}_{bc}| = |\vec{F}_{cb}|$$

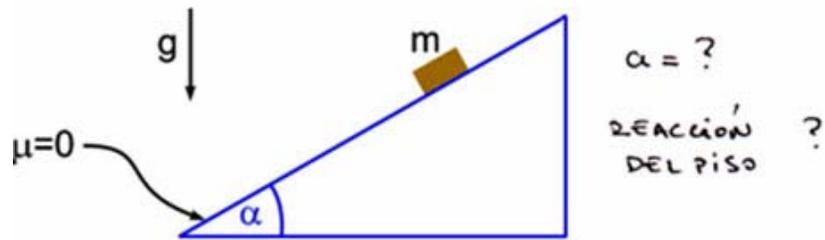
ENTONCES

$$\vec{F}_{bc} = M a$$

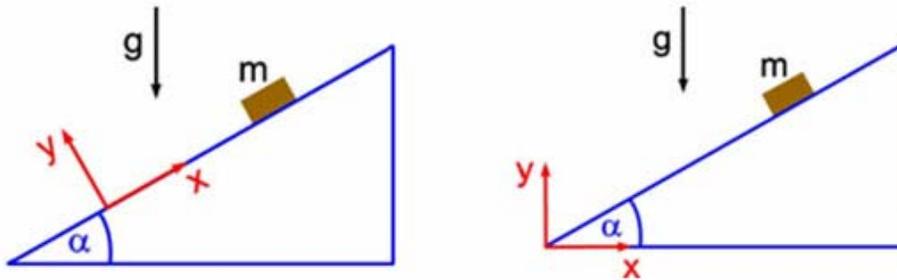
$$\vec{F}_{bc} = M \left( \frac{F_0}{3M} \right)$$

$$\vec{F}_{bc} = \frac{F_0}{3}$$

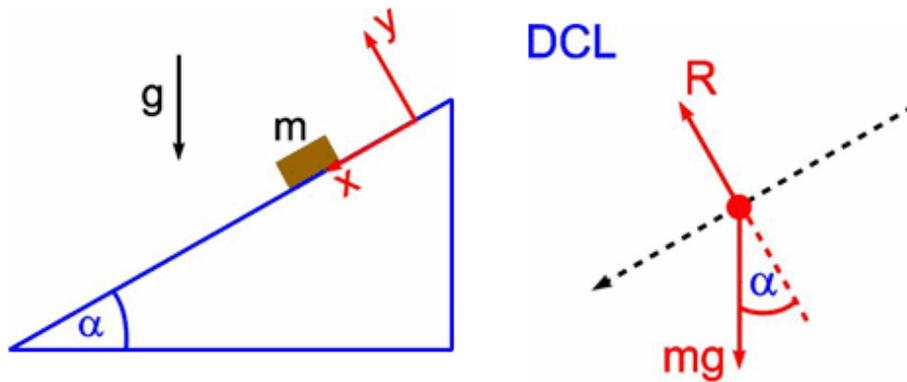
PLANO INCLINADO



SOL



POSIBLES SISTEMAS DE REFERENCIA



2ª LEY

Eje  $x$  :

$$Mg \operatorname{sen} \alpha = M a_x$$

$$a_x = g \operatorname{sen} \alpha$$

Eje  $y$  :

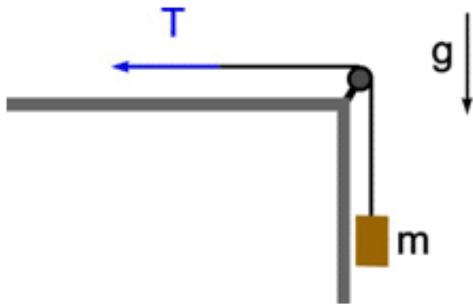
$$R - Mg \cos \alpha = 0$$

$$R = Mg \cos \alpha$$

NO HAY  
ACELERACIÓN  
EJE  $y$

EJEMPLO

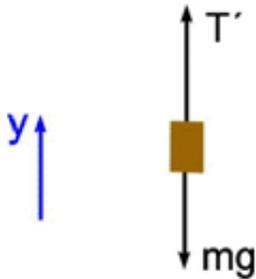
UNA MASA SE SOSTIENE MEDIANTE UNA  
CUERDA IDEAL QUE PASA POR UNA POLEA  
SIN ROCE. CALCULAR:



i) TENSION DE LA  
CUERDA

ii) FUERZA SOBRE  
EL EJE DE LA  
POLEA

i) DCL DE  $m$



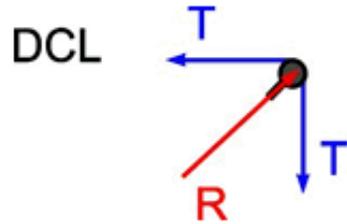
$$T' - mg = 0$$

$$T' = mg$$

COMO LA CUERDA ES IDEAL

$$|\vec{T}| = |\vec{T}'|$$

ii)



COMO LA POLEA ESTÁ EN REPOSO LA SUMA  
DE LAS FUERZAS ACTUANDO SOBRE ELLA DEBE  
SER NULA (2ª LEY)

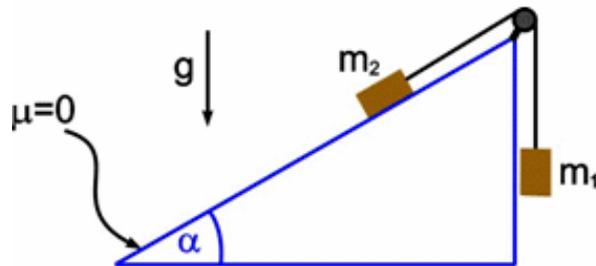
$$\Rightarrow R_x - T = 0 \Rightarrow R_x = T$$

$$R_y - T = 0 \Rightarrow R_y = T$$

$$\therefore \vec{R} = (T, T)$$

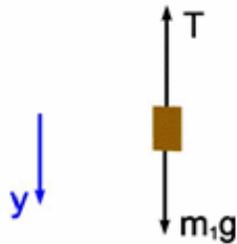
FUERZA SOBRE EL EJE  
DE LA POLEA

POLEA + PLANO INCLINADO



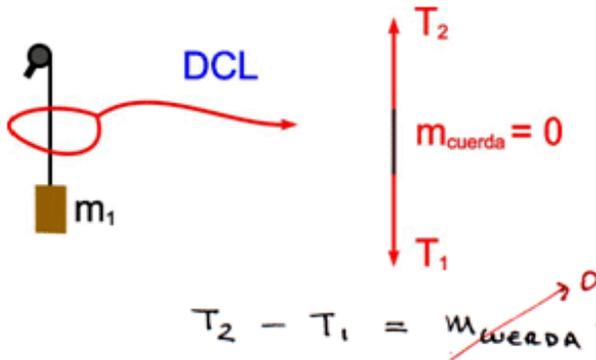
$a = ?$   
TENSION ?  
VERDA ?

DCL  $m_1$



$$m_1 g - T = m_1 a \quad (1)$$

ANALICEMOS QUÉ SUCEDE EN LA CUERDA

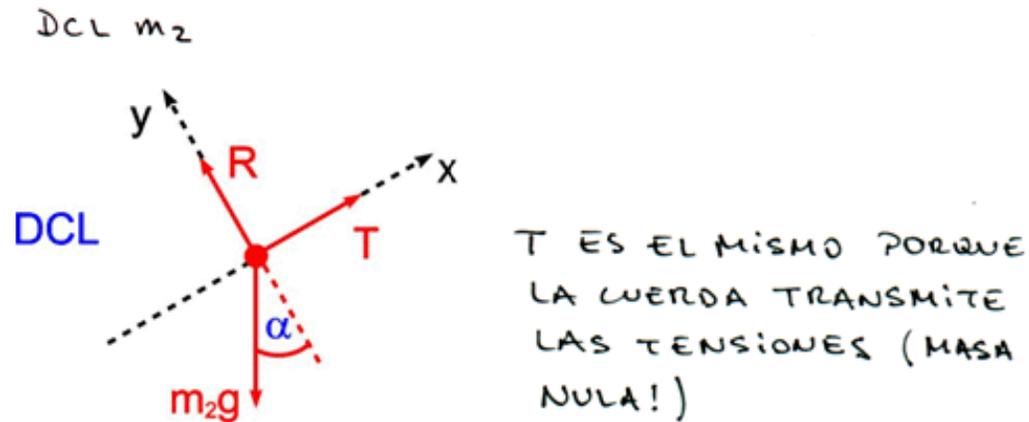


2ª LEY:

$$T_2 - T_1 = m_{\text{cuerda}} \cdot a$$

$$\therefore T_1 = T_2$$

UNA CUERDA IDEAL CON MASA NULA O MEJOR DICHO DESPRECIABLE FRENTE A LOS VALORES DE LAS OTRAS MASAS TRANSMITE LAS TENSIONES EN TODA SU MAGNITUD



CUERDA IDEAL  $\Rightarrow$  INEXTENSIBLE

$\Rightarrow$  ACELERACIÓN ES LA MISMA  
PARA AMBAS MASAS

Eje x:  $T - m_2 g \sin \alpha = m_2 a \quad (2)$

Eje y:  $R - m_2 g \cos \alpha = 0$

DE (1) SE TIENE

$$T = m_1 (g - a) \quad (3)$$

REEMPLAZANDO EN (2)

$$m_1 (g - a) - m_2 g \operatorname{sen} \alpha = m_2 a$$

$$g(m_1 - m_2 \operatorname{sen} \alpha) = (m_1 + m_2) a$$

$$a = \frac{(m_1 - m_2 \operatorname{sen} \alpha) g}{m_1 + m_2}$$

REEMPLAZANDO EN (3)

$$T = m_1 g \left[ 1 - \frac{(m_1 - m_2 \operatorname{sen} \alpha)}{m_1 + m_2} \right]$$

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

$$T = \frac{m_1 m_2 (1 + \operatorname{sen} \alpha) g}{m_1 + m_2}$$