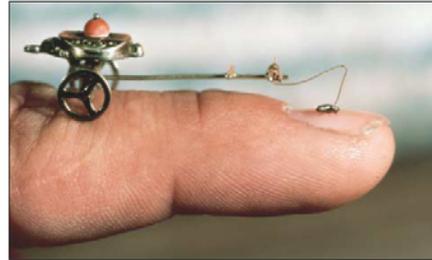


Dinámica

En 1996 y 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 más grande que la de la pulga.



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

111

DINÁMICA

CINEMÁTICA = DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

DINÁMICA = PREDICCIÓN DEL MOVIMIENTO

NEWTON "PHILOSOPHIAE NATURALIS
(1642-1727) 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)

112

DEFINICIÓN II

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

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 INERCIA PERO LAS FUERZAS APLICADAS SON DE ORIGEN DIFERENTE

115

LEYES DE NEWTON

PRIMERA LEY (PRINCIPIO DE INERCI

UN CUERPO PERMANECE EN REPOSO O EN MOVIMIENTO RECTILÍNEO 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. RECTILÍNEO UNIFORME SOLO SI LA SUMA DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE ÉL SE ANULAN ENTRE SÍ

PRIMERA LEY \equiv LEY DE INERCI

\Rightarrow DEFINICIÓN DE SISTEMAS INERCIALES

116

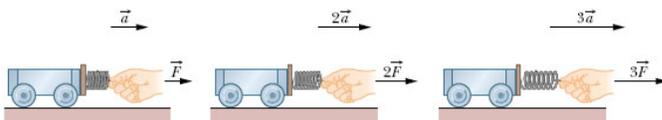
SEGUNDA LEY

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

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

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

117



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

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

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

118

TERCERA LEY (ACCIÓN-REACCIÓN)

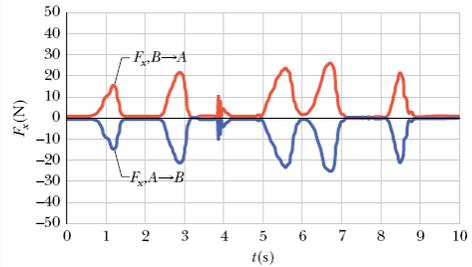
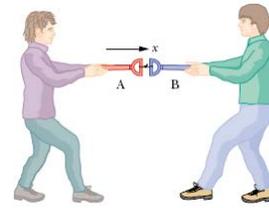
CUANDO UN OBJETO EJERCE UNA FUERZA SOBRE OTRO, ESTE ÚLTIMO EJERCE UNA FUERZA IGUAL EN MAGNITUD Y OPUESTA EN SENTIDO SOBRE EL PRIMERO

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

UNIDADES

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

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



119

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL)

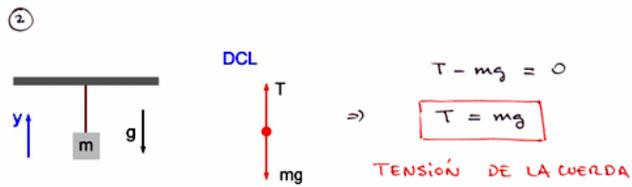
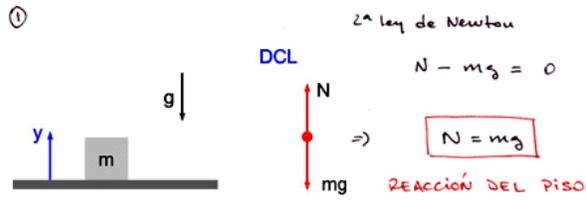
1^{er} PASO : AISLAR CADA UNO DE LOS CUERPOS

2^{do} PASO : DIBUJAR TODAS LAS FUERZAS Y REACCIONES INVOLUCRADAS

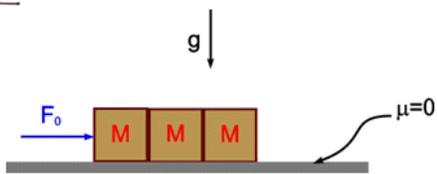
3^{er} PASO : APLICAR LA 2^a LEY DE NEWTON

120

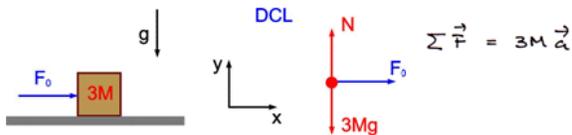
EJEMPLOS



EJEMPLO



DCL DE LA 3 MASAS

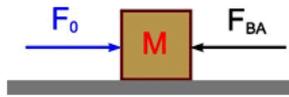


Eje x: $F_0 = 3M a_x \Rightarrow a_x = \frac{F_0}{3M}$

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

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

DCL MASA A



\vec{F}_{BA} = FUERZA DE CONTACTO DE B SOBRE A

(2ª LEY)

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

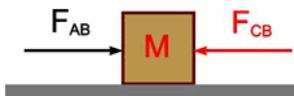
ES LA ACELERACIÓN DEL CONJUNTO

$$a_x = \frac{F_0}{3M}$$

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

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

DCL MASA B



\vec{F}_{CB} = FUERZA DE CONTACTO DE C SOBRE B

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

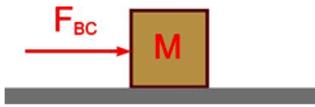
ENTONCES

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

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

$$F_{CB} = \frac{1}{3} F_0$$

DCL MASA C



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

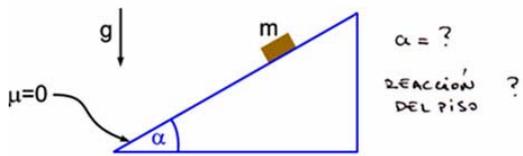
ENTONCES

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

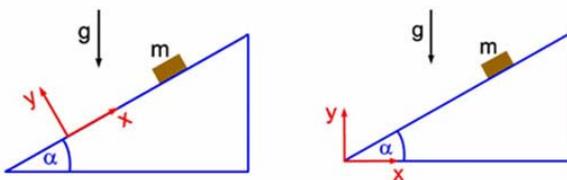
$$\vec{F}_{bc} = M \left(\frac{\vec{F}_0}{3M} \right)$$

$$\vec{F}_{bc} = \frac{\vec{F}_0}{3}$$

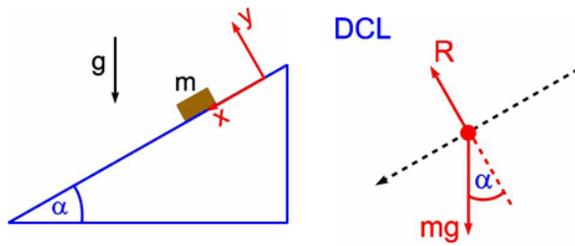
PLANO INCLINADO



SOL



POSIBLES SISTEMAS DE REFERENCIA



2ª LEY

Eje x :

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

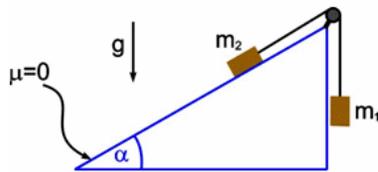
$$a_x = g \operatorname{sen} \alpha$$

Eje y :

$$R - Mg \cos \alpha = 0 \quad \leftarrow \text{NO HAY ACELERACIÓN EJE Y}$$

$$R = Mg \cos \alpha$$

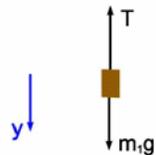
POLEA + PLANO INCLINADO



$a = ?$

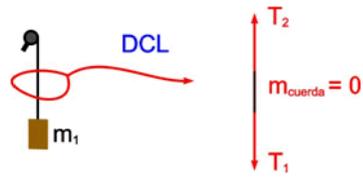
TENSIÓN ?
 ¿VERDA ?

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)

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

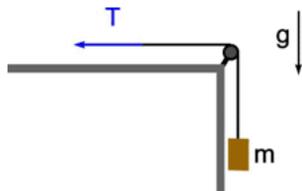
$$T = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2} \left[\cancel{m_1} + m_2 - \cancel{m_1} + m_2 \operatorname{sen} \alpha \right]$$

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

131

EJEMPLO

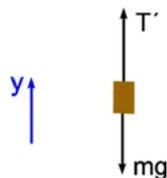
UNA MASA SE SOSTIENE MEDIANTE UNA
 CUERDA IDEAL QUE PASA POR UNA POLEA
 SIN ROCE. CALCULAR:



i) TENSION DE LA
 CUERDA

ii) FUERZA SOBRE
 EL EJE DE LA
 POLEA

i) DCL DE M



$$T' - mg = 0$$

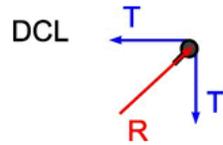
$$T' = mg$$

COMO LA CUERDA ES IDEAL

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

132

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

133

EJEMPLO

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

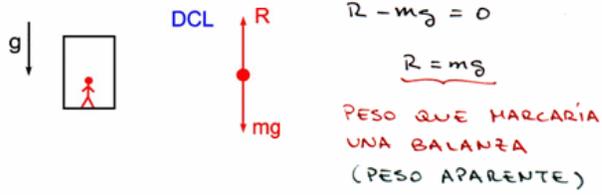
CALCULE LA REACCIÓN DEL PISO SOBRE LA PERSONA EN LOS SIGUIENTES CASOS:

- 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

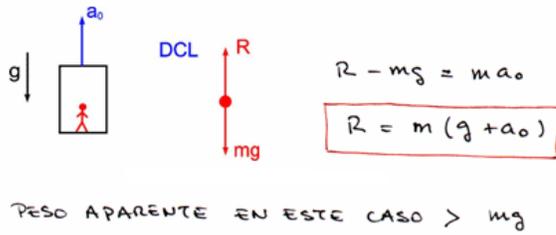
134

SOL

i) DCL

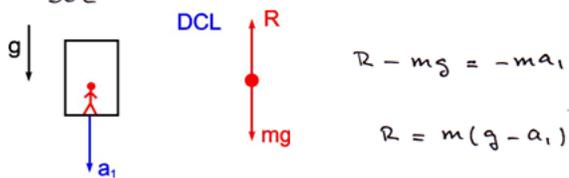


ii)



135

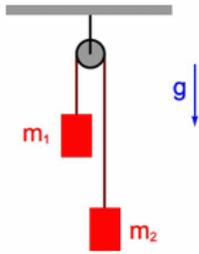
iii) DCL



Si $a_1 = g$ EL PESO APARENTE ES CERO
LA PERSONA FLOTA EN EL ASCENSOR

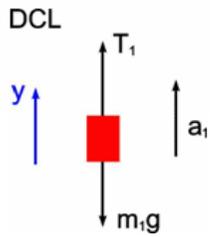
136

MAQUINA DE ATWOOD

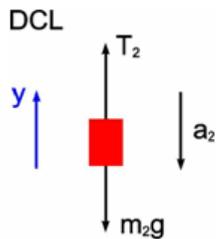


POLEA IDEAL \Rightarrow MASA = 0
SIN ROCE

\Rightarrow SOLO CAMBIA LA
DIRECCIÓN DE LA
TENSIÓN DE LA CUERDA



$$T_1 - m_1 g = m_1 a_1$$



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

CUERDA IDEAL + POLEA IDEAL

$$\Rightarrow T_1 = T_2 = T$$

$$a_1 = a_2 = a$$

ENTONCES

$$T - m_1 g = m_1 a$$

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

RESTANDO ESTAS ECUACIONES

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

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

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

POR LO TANTO

$$T = m_1 g + m_1 a$$

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

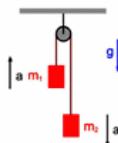
139

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

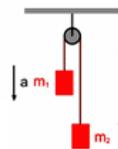
$$T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

CASOS :

$$m_2 > m_1 \Rightarrow a > 0$$



$$m_2 < m_1 \Rightarrow a < 0$$



140