Dinámica

Introducción

La dinámica es la rama de la física (específicamente de la mecánica clásica) que escribe la evolución en el tiempo de un sistema físico en relación con las causas que provocan los cambios de estado físico y/o estado de movimiento. El objetivo de la dinámica es describir los factores capaces de producir alteraciones de un sistema físico, cuantificarlos y plantear ecuaciones de movimiento o ecuaciones de evolución para dicho sistema.

El estudio de la dinámica es prominente en los sistemas mecánicos (clásicos, relativistas o cuánticos), pero también en la termodinámica y electrodinámica. En este artículo se describen los aspectos principales de la dinámica en sistemas mecánicos, y se reserva para otros artículos el estudio de la dinámica en sistemas no mecánicos.

En otros ámbitos científicos, como la economía o la biología, también es común hablar de dinámica en un sentido similar al de la física, para referirse a las características de la evolución a lo largo del tiempo del estado de un determinado sistema.

Inercia

La inercia es la propiedad de los cuerpos de no modificar su estado de reposo o movimiento uniforme, si sobre ellos no influyen otros cuerpos o si la acción de otros cuerpos se compensa.

En física se dice que un sistema tiene más inercia cuando resulta más difícil lograr un cambio en el estado físico del mismo. Los dos usos más frecuentes en física son la inercia mecánica y la inercia térmica. La primera de ellas aparece en mecánica y es una medida de dificultad para cambiar el estado de movimiento o reposo de un cuerpo. La inercia mecánica depende de la cantidad de masa y del tensor de inercia del cuerpo. La inercia térmica mide la dificultad con la que un cuerpo cambia su temperatura al estar en contacto con otros cuerpos o ser calentado. La inercia térmica depende de la cantidad de masa y de la capacidad calorífica.

Las llamadas fuerzas de inercia son fuerzas ficticias o aparentes para un observador en un sistema de referencia no-inercial.

La masa inercial

Es una medida de la resistencia de una masa al cambio en velocidad en relación con un sistema de referencia inercial. En física clásica la masa inercial de partículas puntuales se define por medio de la siguiente ecuación, donde la partícula uno se toma como la unidad ($m_1 = 1$): $m_i a_{i1} = m_1 a_{1i}$ donde m_i es la masa inercial de la partícula *i*, y a_{i1} es la aceleración inicial de la partícula *i*, en la dirección de la partícula i hacia la partícula 1, en un volumen ocupado sólo por partículas *i* y 1, donde ambas partículas están inicialmente en reposo y a una distancia unidad. No hay fuerzas externas pero las partículas ejercen fuerzas entre sí.

Trabajo y energía

El trabajo y la energía aparecen en la mecánica gracias a los teoremas energéticos. El principal, y de donde se derivan los demás teoremas, es el teorema de la energía cinética. Este teorema se puede enunciar en versión diferencial o en versión integral. En adelante se hará referencia al Teorema de la energía cinética como TEC.

Gracias al TEC se puede establecer una relación entre la mecánica y las demás ciencias como, por ejemplo, la química y la electrotecnia, de dónde deriva su vital importancia.

Fuerza y potencial

La mecánica de partículas o medios continuos tiene formulaciones ligeramente diferentes en mecánica clásica, mecánica relativista y mecánica cuántica. En todas ellas las causas del cambio se representa mediante fuerzas o conceptos derivados como la energía potencial asociada al sistema de fuerzas. En las dos primeras se usa fundamentalmente el concepto de fuerza, mientras que en la mecánica cuántica es más frecuente plantear los problemas en términos de energía potencial. La fuerza resultante **F** sobre un sistema mecánico clásico se relaciona con la variación de la cantidad de movimiento **P** mediante la relación simple:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{P}}{dt}$$

Cuando el sistema mecánico es además conservativo la energía potencial V se relaciona con la energía cinética K asociada al movimiento mediante la relación:

$$\frac{dV}{dt} + \frac{dK}{dt} = 0$$

En mecánica relativista las relaciones anteriores no son válidas si t se refiere a la componente temporal medida por un observador cualquiera, pero si t se interpreta como el tiempo propio del observador entonces sí son válidas. En mecánica clásica dado el carácter absoluto del tiempo no existe diferencia real entre el tiempo propio del observador y su coordenada temporal.

Ejercicios resueltos

1. Fuerzas contrarias actúan sobre un cuerpo como indica la figura.

   Plantear la 2da ley de Newton.

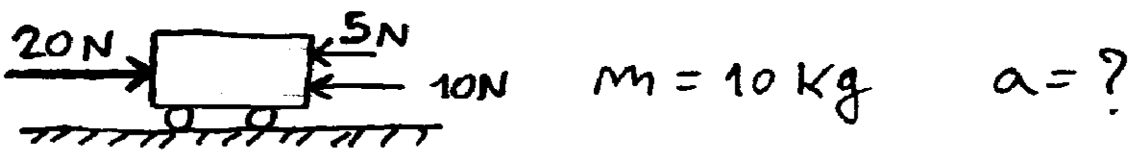
Sobre el objeto actúan dos fuerzas, de acuerdo a la segunda ley de Newton la suma de las fuerzas es “m.a”. Considerando que la dirección en la que apunta la aceleración es positiva tenemos que la fuerza 10 N es positiva y la fuerza de 5 N es negativa porque va en sentido contrario.

ver

10N - 5N = m · a ⟵ 5 Newton hacia la derecha es la fuerza resultante

➡ 5N = m · a

2. Calcular la aceleración del cuerpo. Masa del cuerpo 10 Kg.



El cuerpo va a acelerar para la derecha porque la fuerza 20 N es mayor que la suma de las otras dos (15 N). Planteo la 2da ley:

Σ F = m · a ⇨ 20N – 5N – 10N = m · a

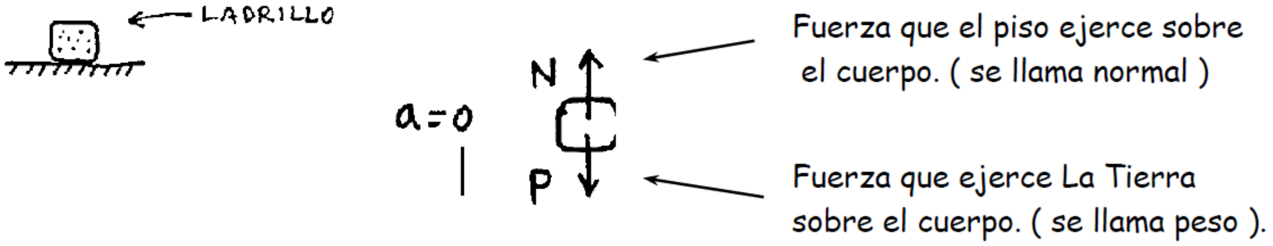
⇨ 5N = 10kg · a ⇨ $5\,\frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ = 10kg · a

⇨ A = 0,5 $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ ⟵ Aceleración del cuerpo (va así ⟶)

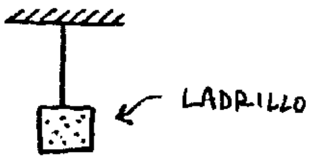
Texto traducido de www.ck12.org para www.guao.org
Revisado por profesores de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.

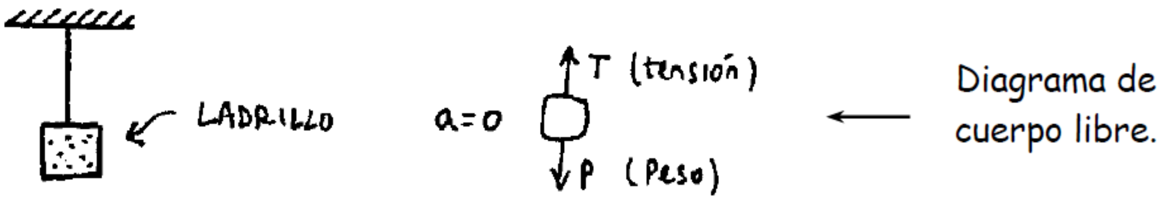
3. Construir los diagramas de cuerpo libre en los siguientes casos

3.1. Cuerpo apoyado sobre el piso:

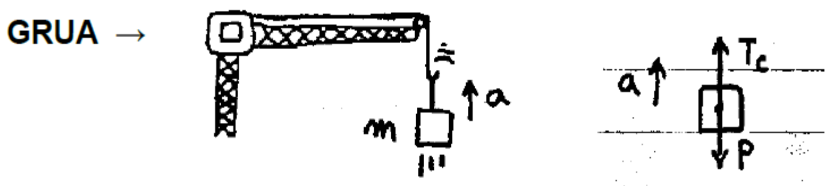


3.2. Cuerpo que cuelga de una soga.



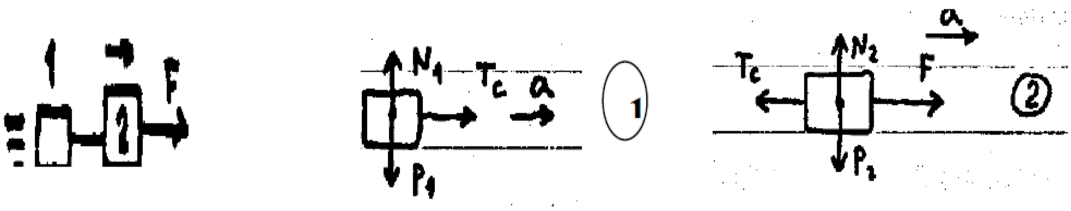


3.3 Cuerpo que es elevado hacia arriba con aceleración a.



$$T_c - P = m \cdot a$$

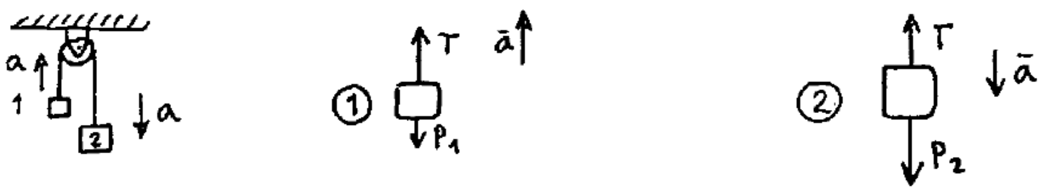
3.4. Dos cuerpos unidos por una soga que son arrastrados por una fuerza F.



Del cuerpo 1 se obtiene: $T_c = m_1 \cdot a$

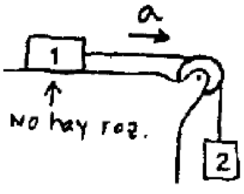
Del cuerpo 2 se obtiene: $F - T_c = m_2 \cdot a$

3.5. Dos cuerpos que pasan por una polea.



$T - P_1 = m_1 \cdot a$ $\quad\quad$ $P_2 - T = m_2 \cdot a$

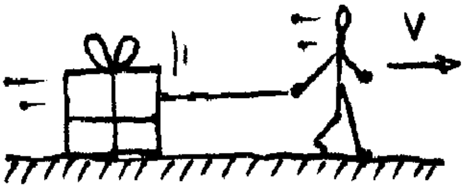
3.6. Sistema de dos cuerpos que caen, uno está en un plano horizontal y el otro cuelga de la soga.



Ecuaciones:

$T = m_1 \cdot a$ $\quad\quad$ $P_2 - T = m_2 \cdot a$

4. Un hombre arrastra una caja que pesa 20 Kgf. Calcular la fuerza de rozamiento entre el piso y la caja. Dato: μ_d piso-caja $= 0{,}3$

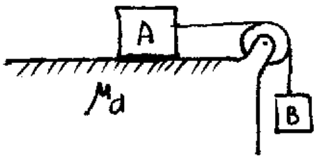


$F_{roz} = \mu_D \cdot N$

$F_{roz} = 0{,}3 \cdot 20\ KgF$

$\Rightarrow \underline{F_{roz} = 6\ KgF}$

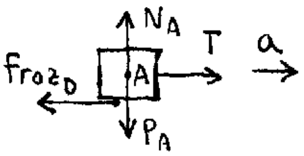
5. Calcular la aceleración del sistema de la figura y la tensión en la cuerda.

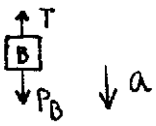


$m_a = 10$ kg

$m_b = 5$ kgs

$m_d = 0{,}2$





← DIAGRAMAS

$T - froz_D = m_A\, a$ $\qquad P_B - T = m_B\, a$ ⟵ Ecuaciones

Para cada diagrama se plantea la ecuación de Newton y luego se resuelve el sistema de ecuaciones:

$$\mathrm{T} - f_{\mathrm{ROZ\,d}} = m_A \cdot a \qquad ; \qquad P_B - \mathrm{T} = m_B \cdot a$$

⇨ $$\mathrm{T} - f_{\mathrm{ROZ\,d}} + P_B - \mathrm{T} = m_A \cdot a + m_B \cdot a$$

⇨ $$-f_{\mathrm{ROZ\,d}} + P_B = (m_A + m_B) \cdot a$$

⇨ $$5\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} - 0{,}2 \cdot 10\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = (10\,\mathrm{kg} + 5\mathrm{kg}) \cdot a$$

$$49\,\mathrm{N} - 19{,}6\,\mathrm{N} = 15\,\mathrm{kg} \cdot a$$

$$15\,\mathrm{kg} \cdot a = 29{,}4\,\mathrm{kg} \cdot \frac{m}{s^2}$$

⇨ $$\boxed{a = 1{,}96\,\frac{m}{s^2}}$$

Conocida la aceleración se calcula ahora la tensión:

$$P_B - \mathrm{T} = m_B \cdot a \quad ⇨ \quad \mathrm{T} = P_B - m_B \cdot a$$

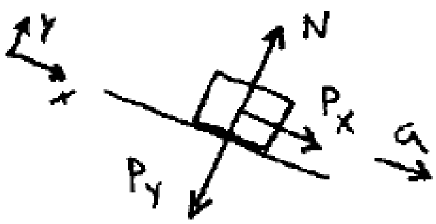
⇨ $$\mathrm{T} = m_B \cdot g - m_B \cdot a$$

⇨ $$\mathrm{T} = m_B \cdot (g - a)$$

⇨ $$\mathrm{T} = 5\,\mathrm{kg} \cdot \left(9{,}8\,\frac{m}{s^2} - 1{,}96\,\frac{m}{s^2}\right)$$

⇨ $\underline{\mathrm{T} = 39{,}2\ \mathrm{N}}$ ⟵ Tensión en la cuerda

6. Calcular con qué aceleración cae un cuerpo por un plano inclinado de ángulo alfa.(No hay rozamiento).



Σ F en el eje x = m · a en el eje x

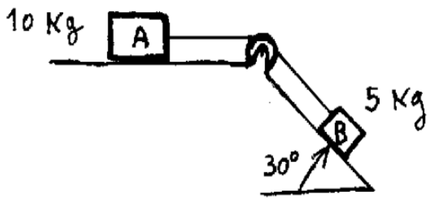
⇨ $P_x = m \cdot a_x$

⇨ P · sen δ = m · a

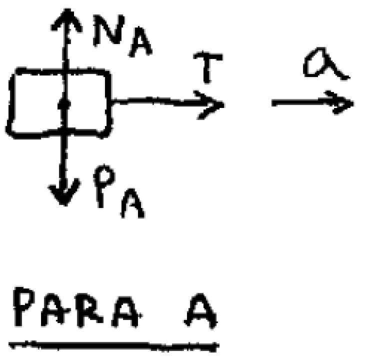
⇨ $\cancel{m}$g sen δ = $\cancel{m}$ · a

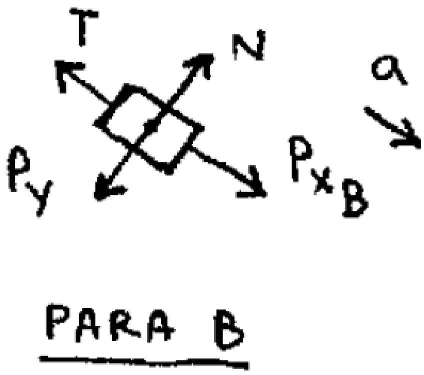
⇨ a = g · sen δ ⟵ Aceleración de caída

7. Para el sistema de la figura calcular la aceleración del sistema y la tensión en la cuerda.



Para resolver el problema se hace el diagrama de cuerpo libre para cada uno de los cuerpos que intervienen:





Para cada diagrama se plantea la ecuación de Newton:

Para A: $T = m_A \cdot a$

Para B: $PX_B - T = m_B \cdot a$

Del sistema de ecuaciones despeja las incógnitas

$$\begin{cases} T = m_A \cdot a \\ PX_B - T = m_B \cdot a \end{cases}$$

⇨ $$T + PX_B - T = m_A \cdot m_B \cdot a$$

⇨ $$PX_B = (m_A + m_B) \cdot a$$

⇨ $$m_B\, g \cdot \text{sen}\ 30 = (m_A + m_B) \cdot a$$

⇨ $$5\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}5 = (10\text{kg} + 5\text{kg})a$$

⇨ $$25\text{kg}\ \frac{m}{s^2} = 15\text{kg} \cdot a$$

$$a = 1{,}6\ \frac{m}{s^2}$$

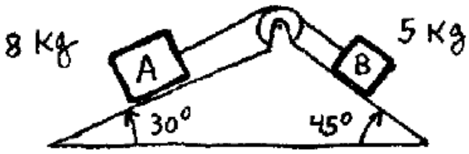
Conocida la aceleración se calcula la tensión en la cuerda:

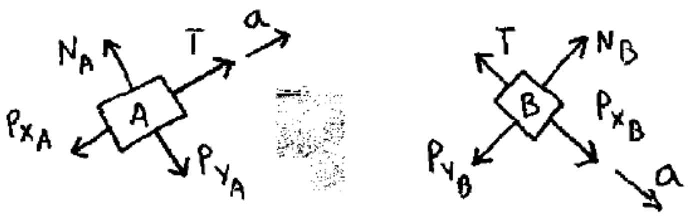
$$T = m_A \cdot a$$

⇨ $$T = 10\text{kg} \cdot 1{,}6\ \frac{m}{s^2}$$

T= 16,6 N. ⟵ Tensión en la cuerda

8. Calcular la aceleración de los cuerpos y la tensión en la soga para el sistema de la figura:





← Diagramas de cuerpo libre.

Para A: $T - PX_A = m_A \cdot a$ ← Ecuaciones

Para B: $PX_N - T = m_B \cdot a$

Del sistema de ecuaciones se despejan las incógnitas

$$\begin{cases} T - P_A \cdot \text{sen } 30° = m_A \cdot a \\ P_B \cdot \text{sen } 45 - T = m_B \cdot a \end{cases}$$

$$T - P_A \cdot \text{sen } 30° + P_B \cdot \text{sen } 45 - T = m_A \cdot a + m_B \cdot a$$

$$- \; P_A \cdot \text{sen } 30° + P_B \cdot \text{sen } 45 = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{-P_A \cdot 0{,}5 + P_B \cdot 0{,}707}{m_A + m_B}$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{-8\text{ kg} \cdot 10\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}5 + 5\text{kg} \cdot 10\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}707}{8\text{ kg} + 5\text{ kg}}$$

$$\boxed{a = -\,0{,}357\,\frac{m}{s^2}}$$ ← Aceleración del sistema

La aceleración dio negativa por tal motivo el sistema se mueve en sentido contrario al asumido

Conocida la aceleración se calcula la tensión

$$\mathrm{T} - \mathrm{P_A} \cdot \mathrm{sen}\ 30° = \mathrm{m_A} \cdot \mathrm{a}$$

⇨ $$\mathrm{T} = 80\ \mathrm{N} \cdot 0{,}5 + 8\ kg \cdot \left(-0{,}357\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)$$

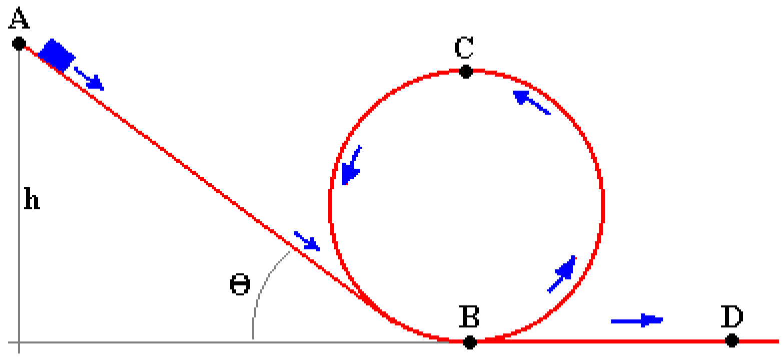
⇨ T= 37,14 N ⟵ Tensión en la cuerda

Ejercicios

Un cuerpo de 60 Kg está en reposo sobre un plano inclinado 60º y está unido mediante una cuerda sin masa a otro cuerpo de 70 kg que está en un plano inclinado 30º. Si el coeficiente de rozamiento en ambos planos es 0,1, determinar la aceleración del sistema.

Un tren de longitud l y masa por unidad de longitud m, desciende sin impulsarse y sin rozamientos por un plano inclinado constante. Al llegar al plano horizontal su velocidad es v_0. Determinar las ecuaciones del movimiento a partir de este momento.

Desde que altura hay que dejar deslizar un objeto, sin rozamientos, para que pase un lazo de 5 metros de altura.



Se deja caer un cuerpo de 3 kg. por un plano inclinado 60º y desde una altura de 10m. Al llegar abajo, el plano asciende formando 30º. En ambos planos el coeficiente de rozamiento es 0,2. Determinar a qué altura llegará en el segundo plano.