

9

9na Unidad

Leyes de Newton

Seamos guardianas e impulsores de visiones infinitas, de esas que abundan en las mentes infantiles, y que perduran en las soñadoras...

Descripción

Leyes de Newton

Física de 4to Año Leyes de Newton con tu profesor virtual

Recordemos que ser proporcional, es equivalente a ser múltiplo de, es decir que existe una cantidad que multiplicada por la aceleración da como resultado la fuerza.

$$F = k \cdot a$$

Nota: En caso de que quieras más detalles, sobre proporcionalidad y multiplicación visita la sección de matemática de primer año, donde encontrarás la teoría y los ejemplos necesarios para que entiendas estos ejemplos.

En resumen, con esta ecuación matemática decimos que:

$$F = m \cdot a$$

Fuerza es igual a masa por aceleración

Esto se conoce como la **Ecuación Fundamental de la Dinámica**.

Reflexión importante: Mientras mayor es la masa mayor es la dificultad que hay para cambiar el estado en que se encuentra el cuerpo, a esto se le llama **veces la inercia**.

Principio de Superposición

Cuando sobre un cuerpo, o sistema, actúan varias fuerzas, es necesario realizar una sumatoria para encontrar la fuerza resultante que produce en el cuerpo la aceleración que define su movimiento.

Fuerza Resultante

$$F_R = F_1 + F_2 + F_3$$

Ejemplo

En el siguiente sistema un cuerpo cuelga de una cuerda que pasa por una polea se encuentra atada a otro cuerpo que reposa sobre la mesa.

El primer cuerpo inicia el descenso cuando se libera el sistema, esto significa a sumatoria de las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo es una fuerza **F Resultante** con dirección vertical y con sentido hacia abajo.

Física de 4to Año Leyes de Newton con tu profesor virtual

Trazamos el plano cartesiano imaginario, con centro en el punto de unión de las cuerdas, para facilitar la identificación de las componentes horizontales y verticales de las tensiones.

Respecto al punto de unión, las tensiones actúan hacia fuera a partir del centro.

T_1 tiene componentes horizontal y vertical que llamamos T_{1x} y T_{1y} respectivamente.

T_2 tiene componentes horizontal y vertical que llamamos T_{2x} y T_{2y} respectivamente.

T_3 tienen sólo componente vertical con sentido hacia abajo.

Ya están desgloradas todas las tensiones que actúan en el punto de unión y sus componentes. Ahora vamos a establecer las ecuaciones de sumatoria de las fuerzas horizontales y verticales de este sistema.

En el eje x tenemos T_{1x} y T_{2x} .

Nota: El sistema está en reposo. Entonces, asociamos el sentido positivo y negativo de las fuerzas con el sentido positivo y negativo del eje x .

T_{1x} está dirigido hacia la derecha, es positivo, y T_{2x} está dirigido hacia la izquierda, es negativo.

$$\Sigma F_x = T_{1x} - T_{2x}$$

En el eje y tenemos T_{1y} y T_{2y} .

Nota: El sistema está en reposo. Entonces, asociamos el sentido positivo y negativo de las fuerzas con el sentido positivo y negativo del eje y .

T_{1y} y T_{2y} están dirigidos hacia arriba por eso son positivos, y T_3 que está dirigido hacia abajo es negativo.

$$\Sigma F_y = T_{1y} + T_{2y} - T_3$$

En este objetivo retomamos el estudio de las leyes de Newton, iniciado en 3er año, pero profundizando en cuanto a casos estudiados y recursos utilizados. En este nivel ya se dispone de trigonometría, visto en matemática, lo que amplía inmensamente el tipo de sistemas y fenómenos que se pueden estudiar. Acompáñanos y avancemos.

Conocimientos Previos Requeridos

Unidades, Despeje, Sistemas de Ecuaciones, Geometría, Trigonometría, Leyes de Newton.

Contenido

Primera y segunda y Tercera Ley de Newton, Ejercicios de Sistema en Equilibrio Estático, Dinámico y No Equilibrado.

Videos Disponibles

[LEYES DE NEWTON. Primera Ley de Newton](#)

[LEYES DE NEWTON. Segunda Ley de Newton](#)

[LEYES DE NEWTON. Tercera Ley de Newton](#)

[LEYES DE NEWTON. Cuerpos en Planos Inclinados](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 2. Parte I](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 2. Parte II](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 3. Parte I](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 3. Parte II](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 3. Parte III](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 2. Parte I](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 2. Parte II](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 3. Parte I](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 3. Parte II](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 1](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 2](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 3. Parte I](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 3. Parte II](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 4](#)

[LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 5](#)

Se sugiere la visualización de los videos por parte de los estudiantes previo al encuentro, de tal manera que sean el punto de partida para desarrollar una dinámica participativa, en la que se use eficientemente el tiempo para familiarizarse con los conceptos nuevos y fortalecer el lenguaje operativo.

Guiones Didácticos

▶ LEYES DE NEWTON. Primera Ley de Newton

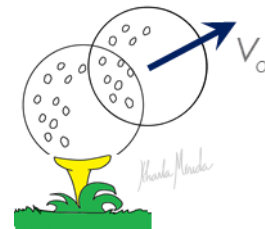
Primera Ley de Newton. Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas impresas sobre él.

Otra manera de decirlo sería:

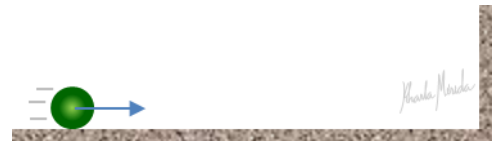
Todo cuerpo tiende a permanecer en el estado que se encuentra, de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, a menos que sobre él actúe una fuerza no equilibrada que lo haga cambiar su estado

Ejemplo

Una pelota de golf **permanece en reposo hasta que es golpeada** y sale disparada con una velocidad que variara por efecto de la gravedad.



O una pelota que **se mueve en línea recta a velocidad constante.**

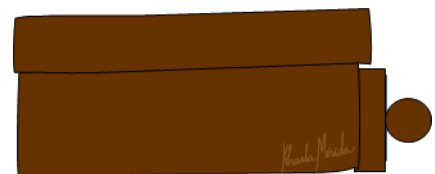


Las Fuerzas. son agentes externos a los cuerpos, o sistemas, y actúan sobre estos modificando su estado.

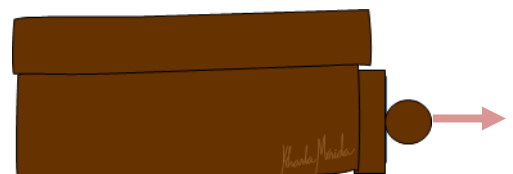
Gráficamente se representa con un vector. Esto es, un segmento con módulo, dirección y sentido, para indicar la dirección y sentido en que actúa dicha fuerza.

Ejemplo

Si abrimos una gaveta, **¿cómo debemos dibujar el vector que representa la fuerza que aplicamos para abrirla?**

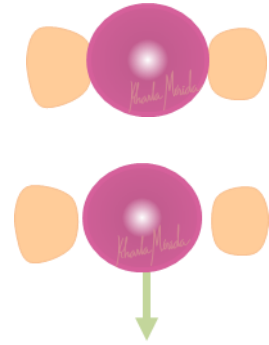


Nota: El vector debe indicar para donde se aplica la fuerza, en este caso hacia la derecha.



Si sostenemos una pelota entre los dedos y de pronto la liberamos, ¿Cómo debemos representar el vector correspondiente a la fuerza que hizo caer la pelota?

Como la pelota estaba en reposo, el desplazamiento es causado exclusivamente por la fuerza externa que actúa sobre ella. Entonces, la fuerza y el desplazamiento tiene la misma dirección y sentido, que en este caso es verticalmente y hacia abajo.

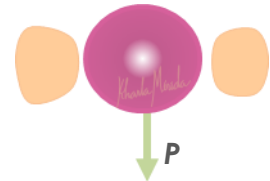


Reflexión sencilla para cada caso

Caso de la gaveta. El agente externo debe estar en contacto con ella para poder aplicar la fuerza que abre la gaveta. **Fuerza de Contacto.**



Caso de la pelota. El agente externo no está en contacto con la pelota para actuar sobre ella, a consecuencia de lo cual se mueve en dirección al suelo. **Fuerza de Campo.**

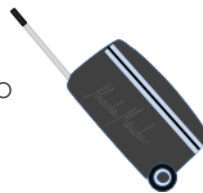


Tipos de Fuerza

Las fuerzas de Contacto. Son aquellas para las que el agente externo debe estar en contacto con el cuerpo o sistema para poder actuar sobre él.

Ejemplos

halar una maleta o dar un batazo



Las fuerzas de Campo. Son aquellas para las que el agente externo no necesita estar en contacto con el cuerpo o sistema para poder actuar sobre él

Ejemplos



Una pelota cayendo por la fuerza gravitatoria



metales atraídos por un imán por la fuerza magnética.

LEYES DE NEWTON. Segunda Ley de Newton

El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime.

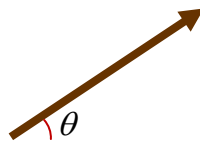
Por **cambio de movimiento** debemos entender **cambio de velocidad** y los cambios de velocidad implican la existencia de una **aceleración**.

cambio de movimiento \longrightarrow cambio de velocidad \longrightarrow aceleración

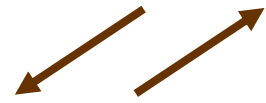
La velocidad. Es una cantidad vectorial por que tiene módulo o medida dirección y sentido con que uno solo de estos tres elementos cambie la velocidad cambia



Módulo (medida)



Dirección (ángulo respecto a un eje de referencia)

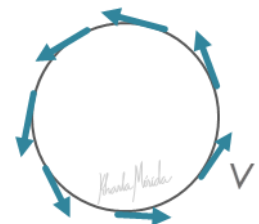


Sentido

Ejemplo

Cambio de velocidad con el cambio de uno de los elementos.

Movimiento Circular Uniforme. El módulo de la velocidad, que es la rapidez, se mantiene constante, pero la dirección de la velocidad cambia a medida que la partícula recorre la circunferencia. Entonces, la velocidad tangencial no es constante.



Recuerda. Puedes aclarar o fortalecer conocimientos de elementos matemáticos visitando la sección de matemática correspondiente.

Volvamos al enunciado de la 2da Ley de Newton.

El **cambio de movimiento** es **proporcional** a la **fuerza** motriz impresa, y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime.

La interpretación de este enunciado en términos mas sencillos es:

cambio de movimiento \longrightarrow aceleración

La **aceleración** que tiene un cuerpo es **proporcional** a la **fuerza** que actúa sobre él, y tiene la misma dirección y sentido que esta.

$$F \propto a$$



Recordemos. que ser proporcional, es equivalente a ser múltiplo de, es decir que existe una cantidad que multiplicada por la aceleración da como resultado la fuerza.

$$F = k \cdot a$$

Nota: En caso de que quieras más detalles, sobre proporcionalidad y multiplicidad visita la sección de matemática de primer año, donde encontraras la teoría y los ejemplos necesarios para que entiendas estos ejemplos.

En resumen, con esta ecuación matemática decimos que:

Fuerza es igual a masa por aceleración

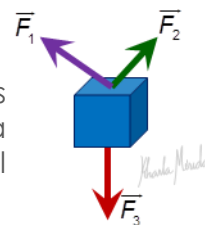
$$F = m \cdot a$$

Esto se conoce como la **Ecuación Fundamental de la Dinámica**.

Reflexión importante. Mientras mayor es la masa mayor es la dificultad que hay para cambiar el estado en que se encuentra el cuerpo, a esto se le llama **vencer la inercia**.

Principio de Superposición

Cuando sobre un cuerpo, o sistema, actúan varias fuerzas, es necesario realizar una sumatoria para encontrar la fuerza resultante que produce en el cuerpo la aceleración que define su movimiento.

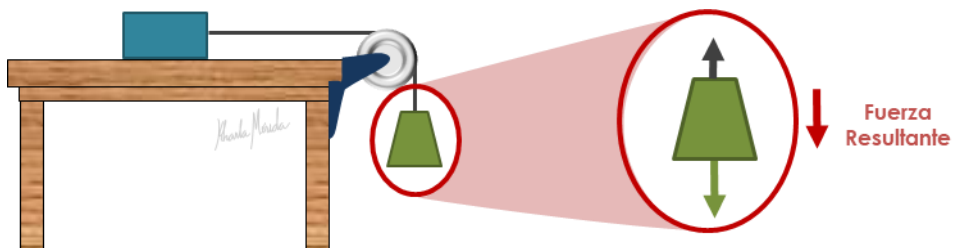


Fuerza Resultante

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

Ejemplo

En el siguiente sistema un cuerpo cuelga de una cuerda que pasa por una polea y se encuentra atada a otro cuerpo que reposa sobre la mesa.



El **primer cuerpo** inicia el descenso cuando se libera el sistema, esto significa que la sumatoria de las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo es una fuerza (**Fuerza Resultante**) con dirección vertical y con sentido hacia abajo.



LEYES DE NEWTON. Tercera Ley de Newton

Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria

Esto significa que las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentidos opuestos.

Nota: Esta ley, como las anteriores, está presente en nuestra cotidianidad, ya sea que estemos consciente de ella o no.

Ejemplos

Fuerzas entre el asiento donde estás sentado y tú.

Tu ejerces una fuerza dirigida verticalmente y hacia abajo sobre el asiento, y el asiento reacciona con una fuerza de igual medida y dirección pero de sentido opuesto sobre ti.



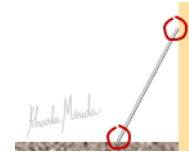
Fuerzas entre la cesta y la mesa de la ilustración.

La cesta de frutas actúa sobre la mesa con una fuerza vertical y hacia abajo, la mesa reacciona con una fuerza de igual medida y dirección a la izquierda.

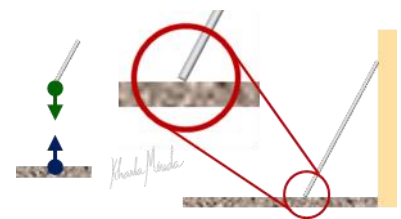


Fuerzas entre una escalera apoyada en el piso y la pared.

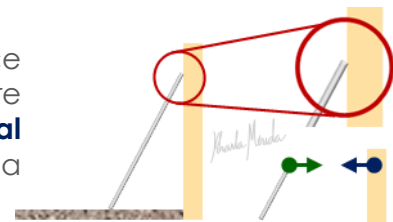
Estudiemos lo que sucede con una escalera que tiene un extremo apoyado en el piso y el otro apoyado en la pared.



Para el extremo apoyado en el piso. La escalera ejerce una **fuerza vertical con sentido hacia abajo**, esa fuerza es equilibrada por una **fuerza vertical con sentido hacia arriba** ejercida por el piso sobre la escalera.

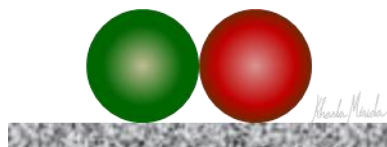


Para el extremo apoyado en la pared. La escalera ejerce una **fuerza horizontal con sentido hacia la derecha** sobre la pared, y ésta es equilibrada por una **fuerza horizontal dirigida hacia la izquierda** ejercida por la pared sobre la escalera.



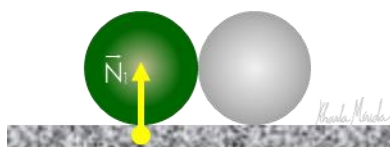
Las fuerzas de reacción de las superficies sobre los cuerpos que se apoyan, o entran en contacto, con ellas reciben el nombre de **Fuerzas Normales**. Existe entre todo par de cuerpos sólidos que estén en contacto, y tiene la propiedad geométrica de ser perpendicular a la superficie de contacto.

¿Cuántas fuerzas normales puedes visualizar en la figura?

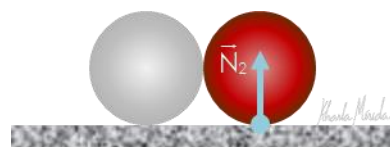


Tiempo para tu análisis

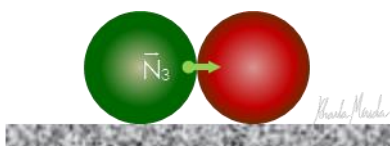
Análisis



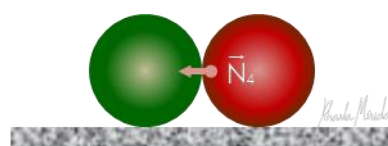
La normal del piso sobre la esfera verde



La normal del piso sobre la esfera roja



La normal de la esfera verde sobre la esfera roja



La normal de la esfera roja sobre la esfera verde

En este sistema de dos esferas, en contacto, sobre el piso, hay cuatro fuerzas normales presentes.

¿Cuántas fuerzas normales puedes visualizar en la figura?



Tiempo para tu análisis



La normal de la barra sobre la esfera verde, la normal de la barra sobre la esfera roja, la normal del fulcro o soporte sobre la barra, y la normal sobre el piso sobre el fulcro.

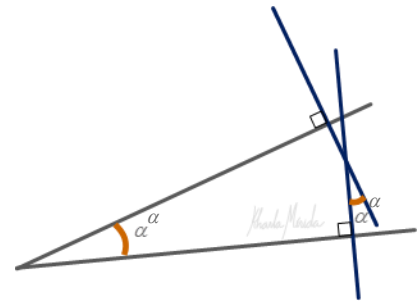
En este sistema hay 4 fuerzas normales presentes.

▶ LEYES DE NEWTON. Cuerpos en Planos Inclinados

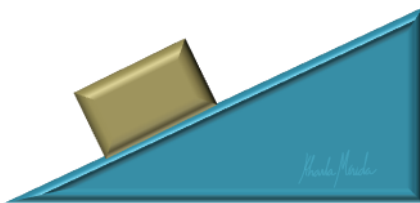
Desde segundo año de bachillerato hemos visto el concepto de ángulos y hemos conocido los tipos de ángulos, ya sea por su medida o por su relación con otros ángulos. Tener estos conceptos claros es determinante para poder entender y manejar con independencia muchos procedimientos que se aplica para resolver situaciones o fenómenos estudiados en física.

Nota: Esta sección, es para recordar propiedades, métodos o conceptos matemáticos necesarios para la resolución de situaciones físicas, por lo tanto no se trata de presentaciones hechas con rigor matemático, pero si, cuidando entregar los fundamentos mínimos necesarios para justificar válidamente la información dada.

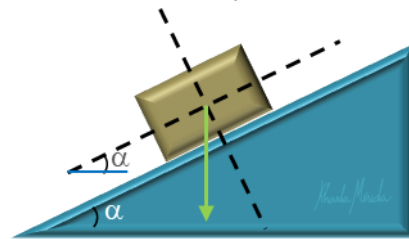
Ángulos Congruentes. Si trazamos dos rectas de tal manera que cada una es perpendicular a un lado de un ángulo dado, dichas rectas forman un ángulo de igual medida que el ángulo inicial



Este teorema geométrico es de vital importancia para la deducción de ángulos de fuerzas en diagramas de cuerpo libre de cuerpos ubicadas sobre planos inclinados.



En este sistema, tenemos un cuerpo apoyado sobre un plano inclinado.

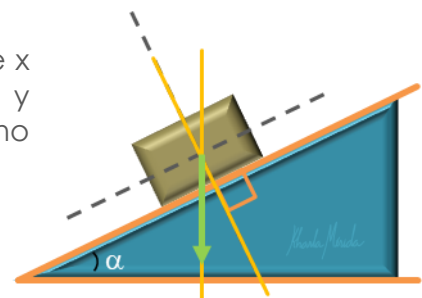


El plano cartesiano correspondiente al cuerpo en estudio está rotado, el mismo ángulo de inclinación del plano.

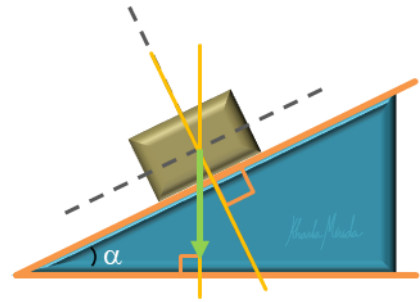
Nota: El peso de forma natural está dirigido verticalmente y hacia abajo

Tracemos líneas que destaquen los elementos que nos ayudarán a identificar el ángulo.

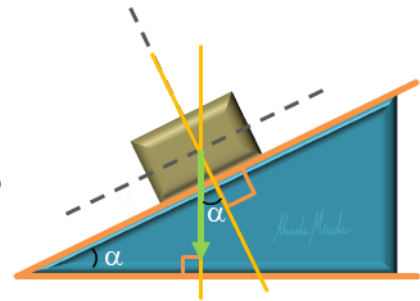
El plano cartesiano se traza de tal manera que el eje x es paralelo a la superficie del plano. Entonces el eje y (perpendicular al eje x) es perpendicular al plano inclinado.



El **peso** es vertical, entonces la línea de acción del peso es perpendicular a la horizontal de suelo, con la que se forma el ángulo de inclinación del plano.



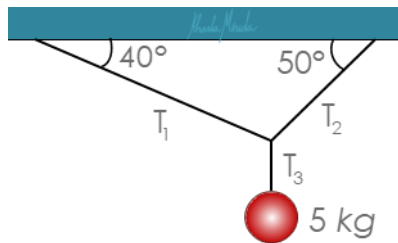
Tenemos **dos rectas** que cortan perpendicularmente los **lados de un ángulo**, podemos concluir que estas dos rectas forman un ángulo igual al del plano inclinado por el teorema de ángulos congruentes.



El **peso** forma un ángulo alfa con el **eje y** del plano cartesiano imaginario.

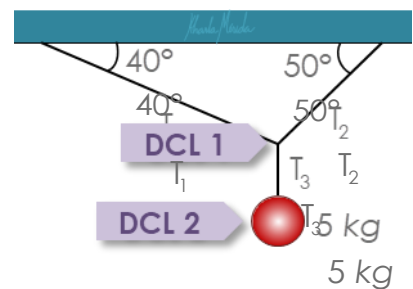
LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 2. Parte I

Calcule las tensiones, de las tres cuerdas de la imagen.

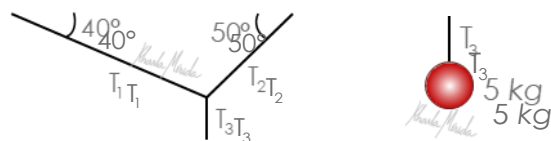


Estudio del Sistema

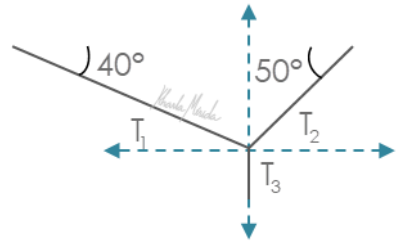
En este sistema se requieren dos Diagramas de Cuerpo Libre, DCL: uno para el punto en que coinciden las tres tensiones y el otro para el cuerpo en que cuelga.



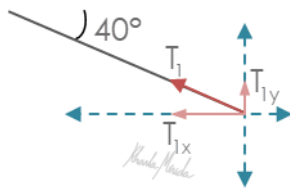
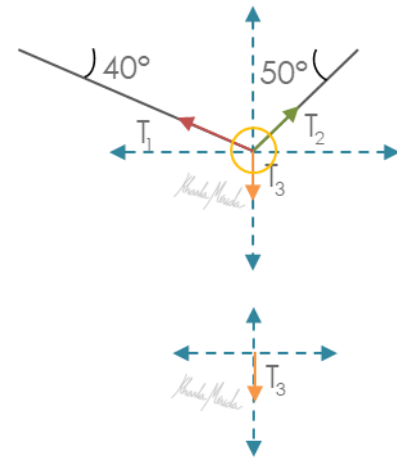
Extraemos cada elemento por separado, para visualizar mejor los DCL.



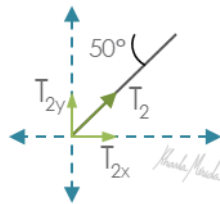
Trazamos el plano cartesiano imaginario, con centro en el punto de unión de las cuerdas, para facilitar la identificación de las componentes horizontales y verticales de las tensiones.



Respecto al punto de unión, las tensiones actúan hacia afuera a partir del centro.



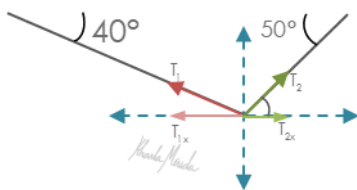
T_1 tiene componentes horizontal y vertical que llamaremos T_{1x} y T_{1y} respectivamente.



T_2 tiene componentes horizontal y vertical que llamaremos T_{2x} y T_{2y} y respectivamente.

T_3 tienen solo componente vertical, con sentido hacia abajo.

Ya están desglosadas todas la tensiones que actúan en el punto de unión y sus componentes. Ahora vamos a establecer las ecuaciones de sumatoria de las fuerzas horizontales y verticales de este sistema.

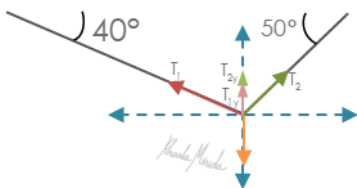


En el eje x tenemos T_{2x} y T_{1x} .

Nota: El sistema está en reposo. Entonces, asociamos el sentido positivo y negativo de las fuerzas con el sentido positivo y negativo del eje x.

T_{2x} está dirigido hacia la derecha, es positivo, y T_{1x} está dirigido hacia la izquierda, es negativo.

$$\Sigma F_x = T_{2x} - T_{1x}$$



En el eje y tenemos, T_2 y, T_1 y T_3 .

Nota: El sistema está en reposo. Entonces, asociamos el sentido positivo y negativo de las fuerzas con el sentido positivo y negativo del eje y.

T_{2y} y T_{1y} , están dirigidos hacia arriba por eso son positivos, y T_3 que está dirigido hacia abajo es negativo.

$$\Sigma F_y = T_{1y} + T_{2y} - T_3$$

Como **el sistema esta en reposo**, se trata de **Equilibrio Estático**, es decir, **la sumatoria de las fuerzas es cero**.

Sistema en Reposo \rightarrow Equilibrio $\rightarrow \Sigma F = 0$

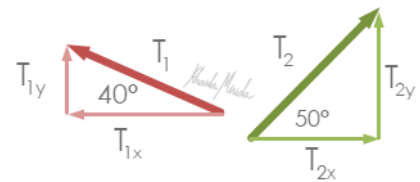
Igualamos ambas ecuaciones a cero.

$$\begin{cases} \Sigma F_x = T_{2x} - T_{1x} = 0 \\ \Sigma F_y = T_{2y} + T_{1y} - T_3 = 0 \end{cases}$$

Tenemos dos ecuaciones y cinco incógnitas. Hay que disminuir el número de incógnitas para poder resolver el problema.

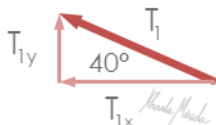
$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= T_{2x} - T_{1x} = 0 \\ \Sigma F_y &= T_{2y} + T_{1y} - T_3 = 0 \end{aligned}$$

Las tensiones T_1 y T_2 con sus componentes forman triángulos rectángulos, de ángulos 40° y 50° respectivamente.

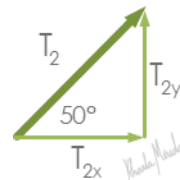


Para recordar las propiedades por las que podemos ubicar los ángulos de esa manera, te invito a revisar la sección de ángulos en geometría elemental.

Con ayuda de trigonometría podemos obtener las relaciones necesarias.



$$\sin 40^\circ = \frac{T_{1y}}{T_1} \quad \cos 40^\circ = \frac{T_{1x}}{T_1}$$



$$\sin 50^\circ = \frac{T_{2y}}{T_2} \quad \cos 50^\circ = \frac{T_{2x}}{T_2}$$

$$T_{1x} = T_1 \cos 40^\circ$$

$$T_{1y} = T_1 \sin 40^\circ$$

$$T_{2x} = T_2 \cos 50^\circ$$

$$T_{2y} = T_2 \sin 50^\circ$$

Sustituimos las igualdades en las ecuaciones:

$$T_{2x} = T_2 \cos 50^\circ, \quad T_{1x} = T_1 \cos 40^\circ$$

$$T_{2y} = T_2 \sin 50^\circ, \quad T_{1y} = T_1 \sin 40^\circ$$

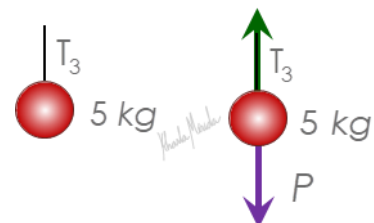
$$T_2 \cdot \cos 50^\circ - T_1 \cdot \cos 40^\circ = 0$$

$$T_2 \cdot \sin 50^\circ + T_1 \cdot \sin 40^\circ - T_3 = 0$$

LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 2. Parte II

Ahora realizaremos el diagrama de cuerpo libre del cuerpo que cuelga.

Sobre este cuerpo actúa la tensión tres hacia arriba y el peso hacia abajo.



El peso de un cuerpo se calcula multiplicando la masa del cuerpo por la gravedad.

$$P = m \cdot g$$

Sustituimos masa y gravedad.

$$P = 5\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2$$

$$P = 49\text{N}$$

Para este cuerpo solo hay fuerzas en la dirección vertical, así que solo hallaremos la suma de las fuerzas en y.

$$\Sigma F_y = T_3 - 49\text{N} = 0$$

Despejando la tensión tres.

$$T_3 = 49\text{N}$$

Sustituimos el valor de T_3 en la segunda ecuación.

$$T_2 \cdot \text{sen}50^\circ + T_1 \cdot \text{sen}40^\circ - T_3 = 0$$

$$T_2 \cdot \text{sen}50^\circ + T_1 \cdot \text{sen}40^\circ - 49\text{N} = 0$$

Hemos obtenido un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, puedes revisar los métodos para resolver sistema de ecuaciones en Matemática de 3er año.

$$T_2 \cdot \text{cos}50^\circ - T_1 \cdot \text{cos}40^\circ = 0$$

$$T_2 \cdot \text{sen}50^\circ + T_1 \cdot \text{sen}40^\circ = 49\text{N}$$

Multiplicamos la primera ecuación por $\text{sen}40^\circ$ y la segunda por $\text{cos}40^\circ$.

$$\text{sen}40^\circ \left\{ \begin{array}{l} T_2 \cdot \text{cos}50^\circ - T_1 \cdot \text{cos}40^\circ = 0 \\ T_2 \cdot \text{sen}50^\circ + T_1 \cdot \text{sen}40^\circ = 49\text{N} \end{array} \right.$$

$$\text{cos}40^\circ \left\{ \begin{array}{l} T_2 \cdot \text{cos}50^\circ - T_1 \cdot \text{cos}40^\circ = 0 \\ T_2 \cdot \text{sen}50^\circ + T_1 \cdot \text{sen}40^\circ = 49\text{N} \end{array} \right.$$

Al realizar la suma término a término se simplifican los segundos términos.

$$T_2 \cdot \text{sen}40^\circ \cdot \text{cos}50^\circ - T_1 \cdot \text{sen}40^\circ \cdot \text{cos}40^\circ = 0$$

$$T_2 \cdot \text{sen}50^\circ \cdot \text{cos}40^\circ + T_1 \cdot \text{sen}50^\circ \cdot \text{cos}40^\circ = 49 \cdot \text{cos}40^\circ \text{N}$$

$$T_2 \cdot \text{sen}40^\circ \cdot \text{cos}50^\circ + T_2 \cdot \text{sen}50^\circ \cdot \text{cos}40^\circ = 49 \text{cos}40^\circ \text{N}$$

Sacamos factor común a T_2

$$T_2 \cdot (\text{sen}40^\circ \cdot \text{cos}50^\circ + \text{sen}50^\circ \cdot \text{cos}40^\circ) = 49 \text{cos}40^\circ \text{N}$$

Para recordar como sacar factor común, visita la sección de factorización matemática de 2do año.

La expresión del paréntesis se reduce por una identidad trigonométrica.

$$T_2 \cdot \text{sen}(40^\circ + 50^\circ) = 49 \text{cos}40^\circ \text{N}$$

Sumamos los ángulos y sabemos que $\text{sen}90^\circ = 1$,

$$T_2 \cdot \text{sen}90^\circ = 49 \text{cos}40^\circ \text{N}$$

$$T_2 = 49 \text{cos}40^\circ \text{N}$$

$$T_3 = 49 \text{ N}$$

$$T_1 = 49 \cos 50^\circ \text{ N}$$

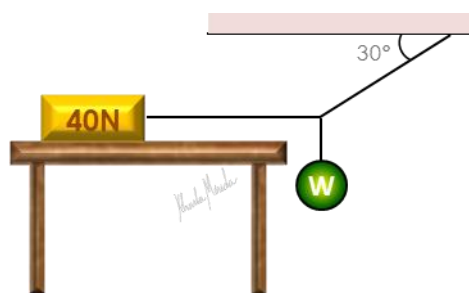
$$T_2 = 49 \cos 40^\circ \text{ N}$$

Has observado que en cada paso te remitimos a revisar contenidos de matemáticas que ya has cursado y necesariamente has aprobado para estar aquí. Esto es porque cada conocimiento adquirido, es parte de la base para cada conocimiento nuevo, no hay forma de que puedas entender y menos manejar nuevos saberes sin el dominio de saberes previos.

LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 3. Parte I

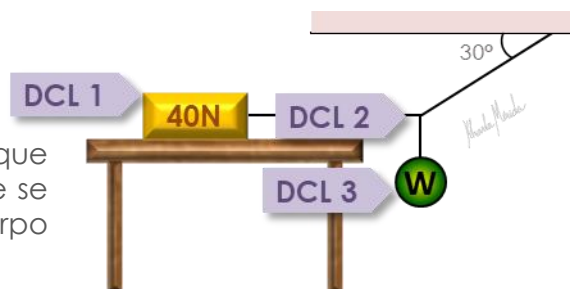
el sistema se encuentra en equilibrio.

- ¿cuál es el valor máximo que puede tener W si la fuerza de rozamiento estático entre el bloque y la parte superior de la mesa es de 12 N ?
- Si el sistema se encuentra próximo al límite de desplazamiento cuando $w = 8 \text{ N}$, ¿cuál es el coeficiente de rozamiento estático de la parte superior de la mesa?

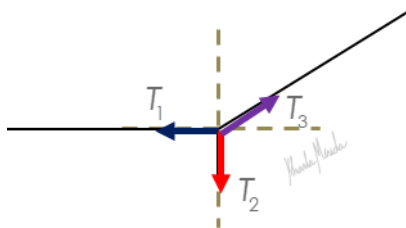


Estudio del Sistema

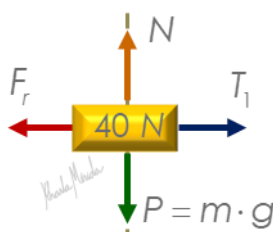
Se necesitan tres DCL: uno para el cuerpo que está sobre la mesa, otro para el punto donde se conectan las tensiones, y el otro para el cuerpo que cuelga.



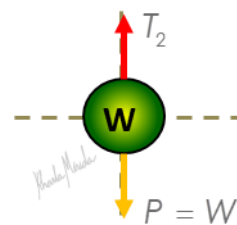
Veamos los tres diagramas de cuerpo libre.



DCL 1. Tenemos tres tensiones diferentes, porque son tres cuerdas diferentes que se conectan en un punto.



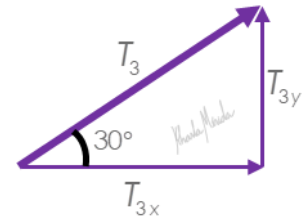
DCL 2. Tenemos:
Horizontalmente. T_1 hacia la derecha, F_r hacia la izquierda.
Verticalmente. N hacia arriba y P hacia abajo.



DCL 3. Tenemos solo fuerzas verticales: Tensión 2 hacia arriba, peso hacia abajo.

Ahora debemos obtener las ecuaciones correspondientes a las sumatorias de las fuerzas para cada diagrama de cuerpo libre.

1er DCL. La tensión T_3 forma un ángulo de 30° con la horizontal, debemos descomponerla para poder deducir las ecuaciones correspondientes a las sumatorias de las fuerzas horizontales y verticales.



T_3 forma con sus componentes un triángulo rectángulo, con un ángulo agudo de 30° .

$$T_{3x} = T_3 \cos 30^\circ$$

Con ayuda de trigonometría podemos obtener las componentes horizontal y vertical de esta tensión.

$$T_{3x} = T_3 \cos 30^\circ, \text{ y } T_{3y} = T_3 \sin 30^\circ.$$

$$T_{3y} = T_3 \sin 30^\circ$$

Revisa la sección de trigonometría en caso de que quieras como trabajar con estas razones aplicadas a triángulos rectángulos.

Sustituimos los valores de coseno y seno de 30° .

$$T_{3x} = T_3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad T_{3y} = T_3 \cdot \frac{1}{2}$$

Ajustando las expresiones nos queda.

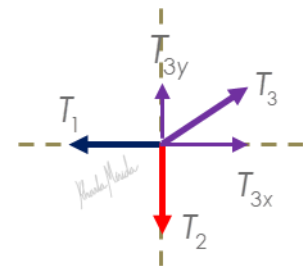
$$T_{3x} = \frac{\sqrt{3}}{2} T_3$$

$$T_{3y} = \frac{1}{2} T_3$$

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 3. Parte II

Sumatoria de las fuerzas horizontales $\sum F_x = T_{3x} - T_1$

Sumatoria de las fuerzas verticales $\sum F_y = T_{3y} - T_2$



Sustituimos las igualdades de T_{3x} y T_{3y} .

$$\begin{cases} \sum F_x = \frac{\sqrt{3}}{2} T_3 - T_1 \\ \sum F_y = \frac{1}{2} T_3 - T_2 \end{cases}$$

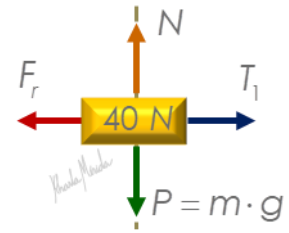
Igualamos a cero ambas ecuaciones por la condición de equilibrio, lo que nos lleva a un sistema de dos ecuaciones con tres incógnitas.

$$\begin{cases} \frac{\sqrt{3}}{2} T_3 - T_1 = 0 & \text{I} \\ \frac{1}{2} T_3 - T_2 = 0 & \text{II} \end{cases}$$

Deduzcamos la ecuación del segundo diagrama.

Sumatorias de fuerzas horizontales $\sum F_x = T_1 - F_r$

Sumatorias de fuerzas verticales $\sum F_y = N - P$



$$\sum F_x = T_1 - F_r = 0$$

$$\sum F_y = N - P = 0$$

Iguualamos ambas ecuaciones a cero por la condición de equilibrio.

La fuerza de roce es un valor conocido, $F_r = 12N$, por lo tanto si la sustituimos en la ecuación podemos obtener T_1 .

$$T_1 - 12N = 0 \rightarrow T_1 = 12N$$

Si sustituimos en la primera ecuación del primer diagrama el valor obtenido de T_1 .

$$I \quad \frac{\sqrt{3}}{2} T_3 - T_1 = 0$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} T_3 - 12N = 0$$

Despejamos T_3 .

$$T_3 = \frac{2 \cdot 12N}{\sqrt{3}}$$

Sustituimos en la segunda ecuación del primer diagrama.

$$T_3 = \frac{2 \cdot 12N}{\sqrt{3}} \rightarrow \frac{1}{2} T_3 - T_2 = 0 \quad II$$

Simplificamos factores

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot 12N}{\sqrt{3}} - T_2 = 0$$

$$\frac{12N}{\sqrt{3}} - T_2 = 0$$

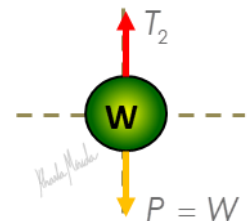
Despejamos T_2

$$T_2 = \frac{12N}{\sqrt{3}}$$

Hemos obtenido el valor de las tres tensiones, solo nos falta deducir la ecuación del tercer diagrama.

Sumatorias de fuerzas verticales $\sum F_y = T_2 - W$

Iguualamos a cero por la condición de equilibrio. $\sum F_y = T_2 - W = 0$



Sustituimos T_2 , y conseguimos el valor de w .

$$T_2 = \frac{12N}{\sqrt{3}} \rightarrow T_2 - W = 0$$

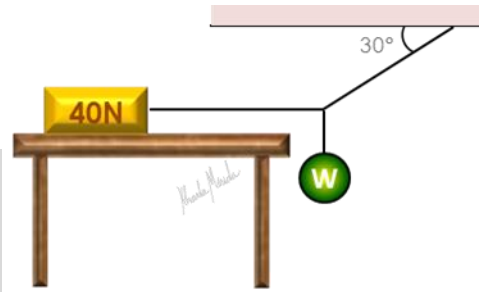
$$\frac{12}{\sqrt{3}} N - W = 0$$

$$W = \frac{12}{\sqrt{3}} N$$

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Estático. Ejercicio 3. Parte III

el sistema se encuentra en equilibrio.

- a. ¿cuál es el valor máximo que puede tener W si la fuerza de rozamiento estático entre el bloque y la parte superior de la mesa es de 12 N ?
- b. Si el sistema se encuentra próximo al límite de desplazamiento cuando $w = 8\text{ N}$, ¿cuál es el coeficiente de rozamiento estático de la parte superior de la mesa?



Para la segunda pregunta podemos utilizar los diagramas y ecuaciones obtenidos en la primera y segunda parte.

$$\frac{\sqrt{3}}{2}T_3 - T_1 = 0 \qquad T_1 - F_r = 0 \qquad T_2 - W = 0$$

$$\frac{1}{2}T_3 - T_2 = 0 \qquad N - P = 0$$

Conocemos el valor de w y la masa del cuerpo que está en la mesa, con la que podemos hallar su peso, P .

$$\frac{\sqrt{3}}{2}T_3 - T_1 = 0 \qquad T_1 - F_r = 0 \qquad T_2 - W = 0$$

$$\frac{1}{2}T_3 - T_2 = 0 \qquad N - P = 0$$

Con el valor de w podemos obtener T_2 : $T_2 - W = 0$

Con T_2 podemos hallar T_3 : $\frac{1}{2}T_3 - T_2 = 0$

Con T_3 podemos hallar T_1 : $\frac{\sqrt{3}}{2}T_3 - T_1 = 0$

Y con T_1 podemos hallar la fuerza de roce, Fr . $T_1 - F_r = 0$

La fuerza de roce, Fr , y la normal, N , están relacionadas por la definición de fuerza de roce, de donde podemos obtener μ , μ ,

$$F_r = \mu N$$

Empecemos hallando T_2 , por el enunciado sabemos que $w = 8\text{ N}$.

$$T_2 - W = 0 \quad \longrightarrow \quad T_2 - 8\text{ N} = 0$$

Despejamos T_2 $T_2 = 8\text{ N}$

Sustituimos T_2 en $\frac{1}{2}T_3 - T_2 = 0 \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{2}T_3 - 8\text{ N} = 0$

Despejamos T_3 $T_3 = 2 \cdot 8\text{ N}$ $T_3 = 16\text{ N}$

Sustituimos T_3 en $\frac{\sqrt{3}}{2}T_3 - T_1 = 0 \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 16N - T_1 = 0$

Despejamos T_1 , $T_1 = 8\sqrt{3}N$

Sustituimos T_1 en $T_1 - F_r = 0 \rightarrow 8\sqrt{3}N - F_r = 0$

Despejamos F_r , $F_r = 8\sqrt{3}N$

Sustituimos $P = m \cdot g$ en $N - P = 0 \rightarrow N - m \cdot g = 0$

Despejamos la normal, sustituimos los valores de masa y gravedad $N = m \cdot g \rightarrow N = 20\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2$

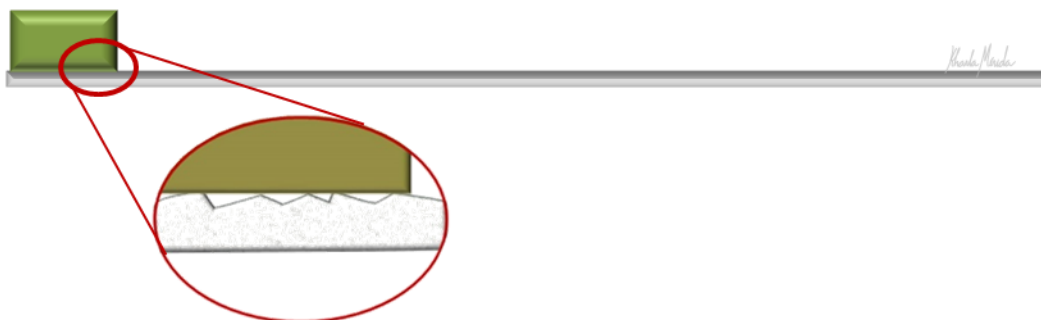
$N = 196N$

Sustituimos F_r y N en $F_r = \mu N$ $8\sqrt{3}N = \mu \cdot 196N$

Despejamos μ $\mu = \frac{8\sqrt{3}N}{196N}$ $\mu = 0.12$

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 2. Parte I

Un bloque de 20 kg está inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal áspera.



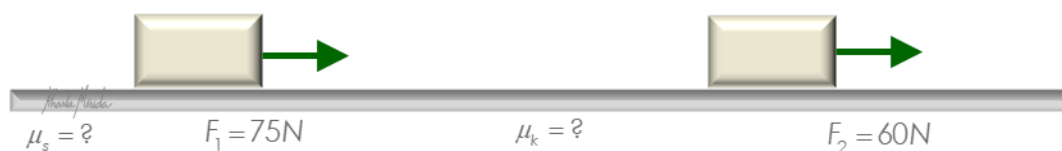
Se requiere una fuerza horizontal de 75 N para hacer que el bloque se ponga en movimiento.



Una vez que se encuentra en movimiento, se requiere una fuerza horizontal de 60 N para mantenerlo en movimiento con rapidez constante.



Calcule los coeficientes de rozamiento estático y cinético, a partir de ésta información.

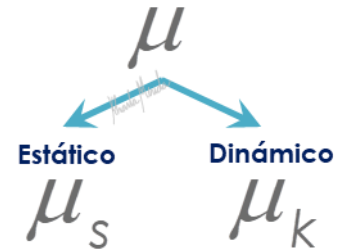


El coeficiente de roce se representa con la letra griega miu, μ .

Los coeficientes de roce son:

Estático, para los cuerpos en reposo y **dinámico**, para los cuerpos en movimiento.

Se diferencian uno de otros por los subíndices **s** y **k**, **s** cuando es coeficiente de roce estático y **k** cuando es coeficiente de roce dinámico.



Entonces, el **coeficiente de roce estático** es lo que **determina la fuerza de roce que hay entre la superficie y el bloque cuando aun este no se mueve**.

De igual manera el **coeficiente de roce cinético** es el que **determina la fuerza de roce entre la superficie y el bloque que este esta en movimiento**, ya sea en el corto tramo en que aumenta su velocidad, o en un tramo en el que se mueve con velocidad constante.

Debemos estudiar dos etapas de la situación: 1ra, cuando F_1 logra rebasar el estado de reposo. Justo ese instante de tiempo en que está por moverse se tiene la máxima resistencia entre el cuerpo y el suelo.

Diagrama de cuerpo libre de la 1ra etapa.

Horizontalmente. Tenemos F_1 y la F_{rs} estático con sentido opuesto a donde tiende el movimiento.

Verticalmente. tenemos la normal, N , que esta hacia arriba y el peso, P , que esta dirigido hacia abajo.

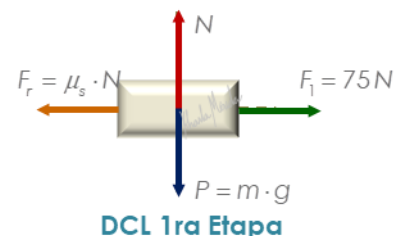
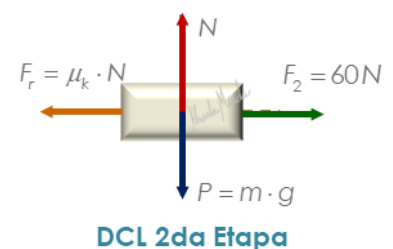


Diagrama de cuerpo libre de la 2da etapa.

Horizontalmente. Tenemos la F_2 y F_{rd} dinámico con sentido opuesto al movimiento.

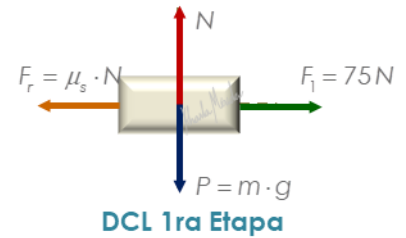
Verticalmente. tenemos la normal, N , que esta hacia arriba y el peso, P , que esta dirigido hacia abajo.



▶ LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 2. Parte II

Las sumatorias de las fuerzas horizontales y verticales de la primera etapa son:

$$\Sigma F_x = \quad \Sigma F_y =$$



Horizontalmente. La sumatoria de las fuerzas es:
Fuerza uno, F_1 , menos fuerza de roce estático, F_{rs} .

$$\Sigma F_x = F_1 - F_{rs}$$

Verticalmente. La sumatoria de las fuerzas es:
Normal, N , menos Peso, P , respectivamente.

$$\Sigma F_y = N - P$$

Igualamos ambas sumatorias a cero por la condición de equilibrio, y obtenemos un sistema de ecuaciones.

$$\begin{cases} \Sigma F_x = F_1 - F_{rs} = 0 \\ \Sigma F_y = N - P = 0 \end{cases}$$

De la segunda ecuación despejamos la normal

$$N - P = 0 \quad P = m \cdot g$$

$$N = m \cdot g$$

Sustituimos el valor de la masa y la gravedad

$$N = 20 \text{Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \boxed{N = 196 \text{N}}$$

Con el valor de la normal, trabajamos con la primera ecuación.

$$F_1 - F_{rs} = 0$$

Despejamos F_1 , y sustituimos $F_{rs} = \mu N$.

$$F_1 = F_{rs} \quad F_1 = \mu_s \cdot N$$

Sustituimos el valor de F_1 y de N

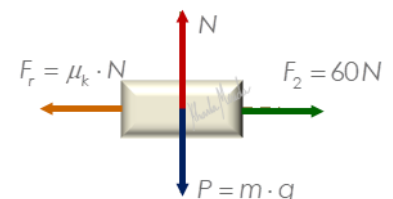
$$75 \text{N} = \mu_s \cdot 196 \text{N}$$

Despejamos, simplificamos unidades y calculamos.

$$\mu_s = \frac{75 \text{N}}{196 \text{N}} \quad \boxed{\mu_s = 0,38}$$

Las sumatorias de las fuerzas horizontales y verticales de la segunda etapa son:

$$\Sigma F_x = \quad \Sigma F_y =$$



Horizontalmente. La sumatoria de las fuerzas es:
Fuerza dos, F_2 , menos fuerza de roce estático, F_{ks} .

$$\Sigma F_x = F_2 - F_{ks}$$

Verticalmente. La sumatoria de las fuerzas es:
Normal, N , menos Peso, P , respectivamente.

$$\Sigma F_y = N - P$$

Igualamos ambas sumatorias a cero por la condición de equilibrio, y obtenemos un sistema de ecuaciones.

$$\begin{cases} \Sigma F_x = F_2 - F_{ks} = 0 \\ \Sigma F_y = N - P = 0 \end{cases}$$

De la segunda ecuación despejamos la normal y sustituimos $P = mg$

$$N - P = 0 \quad P = m \cdot g \\ N = m \cdot g$$

Sustituimos el valor de la masa y la gravedad

$$N = 20\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \quad N = 196\text{N}$$

Con el valor de la normal, trabajaremos con la primera ecuación.

$$F_2 - F_{ks} = 0$$

Despejaremos F_2 , y nos queda F_2 igual a la fuerza de roce dinámica, que es μ por la normal.

$$F_2 = F_{ks} \quad F_2 = \mu_k \cdot N$$

Sustituimos el valor de F_2 y de la normal, nos queda una ecuación con μ_k de incógnita.

$$60\text{N} = \mu_k \cdot 196\text{N}$$

Despejamos, simplificamos unidades y calculamos.

$$\mu_k = \frac{60\text{N}}{196\text{N}} \quad \mu_k = 0,30$$

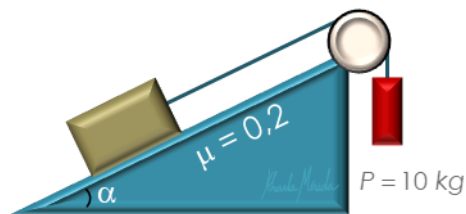
Puedes observar que el coeficiente de roce dinámico es menor que el coeficiente de roce estático, por que al entrar en movimiento se reduce el efecto de esta propiedad de la superficie y en consecuencia disminuye la fuerza de roce.

$$\mu_k < \mu_s \\ 0,30 < 0,38$$

Esto puede evidenciarlo directamente experimentando de forma sencilla aplicando una fuerza a una caja hasta hacerlo rodar .

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 3. Parte I

Un bloque de 30 kg se arrastra a velocidad constante sobre la superficie del plano inclinado por la acción de un peso de 10 kg unidos por una cuerda que pasa por una polea sin rozamiento colocada en lo alto de dicho plano.



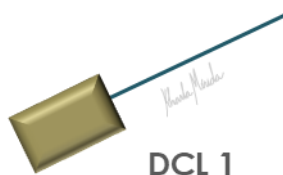
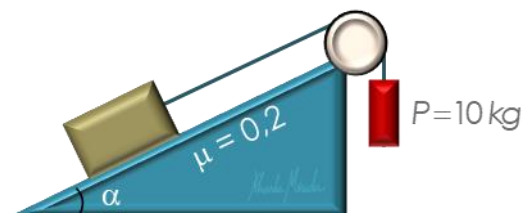
(a) Calcule el ángulo de inclinación; (b) la tensión de la cuerda; (c) la fuerza normal ejercida por el bloque sobre el plano.

$$\alpha = ?$$

$$T = ?$$

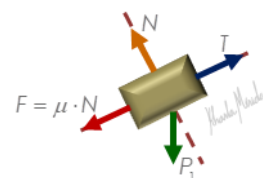
$$N = ?$$

Para estudiar este sistema se necesitan dos diagramas de cuerpo libre uno para el cuerpo sobre el plano y otro para el cuerpo que cuelga.

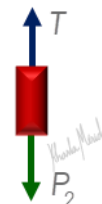


Para el primer cuerpo tenemos:

- En la dirección del plano: tensión hacia la derecha, y fuerza de roce hacia la izquierda
- En dirección perpendicular al plano: normal hacia arriba
- Verticalmente: el peso hacia abajo.



Para el segundo cuerpo tenemos solo fuerzas verticales, tensión hacia arriba y peso hacia abajo.



Nota: el valor del peso que cuelga está dado en kilogramos, el enunciado indica "por la acción de un peso de 10 kg".

Si lo asumimos como peso los kilogramos indicados son realmente **kilogramos fuerzas o kilopondio**, y estaríamos trabajando en sistema técnico, lo cual no es problema siempre y cuando tengamos claro que esos "kilogramos" son **kilogramos fuerza**.

O convertimos los kilogramo fuerza a newton.

Peso
10 kgf
↓
Newton

Si lo asumimos como masa del cuerpo, multiplicamos por la gravedad para obtener la fuerza en newton.

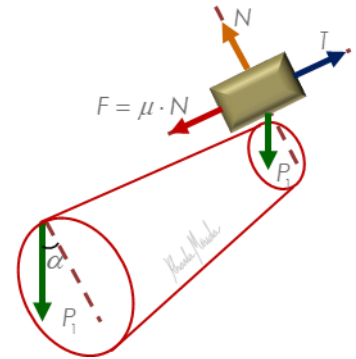
$$\begin{array}{l} \text{Masa} \\ 10 \text{ kg} \\ \downarrow \\ 10 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{Peso} \\ 98 \text{ N} \end{array}$$

Aquí tomamos esta última opción, así que utilizamos como peso del cuerpo que cuelga 98 newton, y el peso que esta sobre el plano 294 newton.

$$P_2 = 98 \text{ N} \quad P_1 = 294 \text{ N}$$

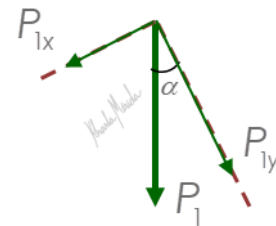
En el primer diagrama tenemos una fuerza que forma un ángulo α con la línea perpendicular al plano.

Nota: En la página 9 se presenta la explicación que enseña a identificar ángulos congruentes.



Con la ayuda de trigonometría podemos obtener

$$P_{1x} = P_1 \text{sen} \alpha \quad P_{1y} = P_1 \text{cos} \alpha$$



Sustituimos el valor de P_1 en las ecuaciones obtenidas, y así eliminamos una de las incógnitas.

$$P_{1x} = 294 \text{ N sen} \alpha \quad P_{1y} = 294 \text{ N cos} \alpha$$

Estamos listos para deducir las ecuaciones de las sumatorias para cada uno de los diagramas de cuerpo libre.

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema en Equilibrio Dinámico. Ejercicio 3. Parte II

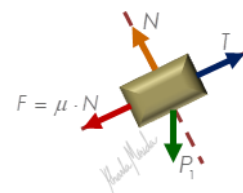
Primer Diagrama

Sumatorias de las fuerzas en x $\Sigma F_x = T - P_{1x} - F_r$

Sumatoria de las fuerzas en y $\Sigma F_y = N - P_{1y}$

Sustituimos $P_1 = 294 \text{ N}$, y $F_r = \mu N$.

Sustituimos $P_1 = 294 \text{ N}$



$$\Sigma F_x = T - 294 \text{ N sen} \alpha - \mu N$$

$$\Sigma F_y = N - 294 \text{ N cos} \alpha$$

Por el diagrama sabemos que μ vale 0,2.

$$\sum F_x = T - 294N \operatorname{sen} \alpha - 0,2N$$

$$\sum F_y = N - 294N \operatorname{cos} \alpha$$

Igualamos a cero ambas ecuaciones por la condición de equilibrio

$$\sum F_x = T - 294N \operatorname{sen} \alpha - 0,2N = 0$$

$$\sum F_y = N - 294N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

Recordemos. Que el sistema se esta moviendo a **Velocidad Constante** por lo tanto está en **Equilibrio Dinámico**.

Hasta este punto tenemos como incógnitas, T , α y N , son tres incógnitas y solo tenemos dos ecuaciones. Debemos obtener las sumatorias de las fuerzas que actúan sobre el peso dos para completar las ecuaciones.

$$\sum F_x = T - 294N \operatorname{sen} \alpha - 0,2N = 0$$

$$\sum F_y = N - 294N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

Segundo Diagrama

En el segundo diagrama tenemos solo **fuerzas verticales**, igualamos a cero por la condición de equilibrio.

$$\sum F_y = T - P_2 = 0$$

Sustituimos $P_2 = 98N$.

$$\sum F_y = T - 98N = 0$$

Despejamos T

$$T = 98N$$

Sustituimos el valor de la tensión en la primera ecuación.

$$\sum F_x = 98N - 294 \operatorname{sen} \alpha - 0,2N = 0$$

$$\sum F_y = N - 294N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

Hemos resaltado en rojo las incógnitas que nos falta por calcular. Vamos a despejar la normal de la segunda ecuación.

$$\sum F_y = N - 294N \operatorname{cos} \alpha = 0 \longrightarrow N = 294N \operatorname{cos} \alpha$$

Sustituimos la expresión de la normal en la primera ecuación.

$$\sum F_x = 98N - 294N \operatorname{sen} \alpha - 0,2N = 0$$

$$98N - 294N \operatorname{sen} \alpha - 0,2 \cdot 294N \operatorname{cos} \alpha = 0$$

Hemos llegado a una ecuación trigonométrica cuya solución es: $\alpha = 30,38^\circ$

Nota: Como se trata de un recurso matemático y no de un procedimiento físico no daremos detalles de proceso de este video, pero te invitamos a visitar la sección de trigonometría para aprender como resolver ecuaciones trigonométricas.

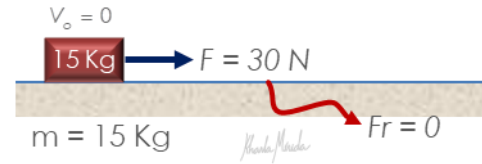
Sustituimos $\alpha = 30,38^\circ$ en la ecuación de la normal

$$N = 294N \operatorname{cos} 30,38^\circ$$

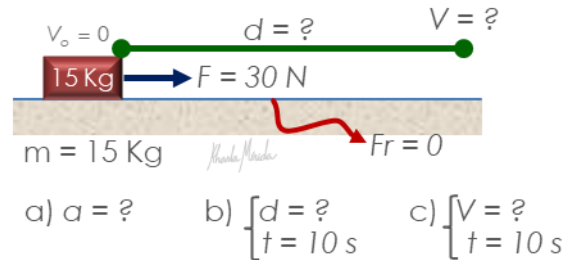
$$N = 253,63N$$

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 1

Un cuerpo, cuya masa es de 15 Kg, se encuentra inicialmente en reposo sobre un plano horizontal sin rozamiento. Se le aplica una fuerza horizontal de 30 Newton.



- ¿Qué aceleración le imprimirá?
- ¿Qué distancia recorrerá en 10 seg?
- ¿Cuál será su velocidad al cabo de estos 10 seg?



Como el cuerpo adquiere una aceleración gracias a la fuerza que se le aplica, este ejercicio se corresponde con la segunda ley de Newton que dice, **la aceleración adquirida es proporcional a la fuerza motriz aplicada sobre el cuerpo y tiene la misma dirección y sentido que esta**, la constante de proporcionalidad en esta relación es la masa del cuerpo.

Segunda Ley de Newton

$$F = m \cdot a$$

Conocemos la fuerza y conocemos la masa de la ecuación que define esta ley podemos despejar la aceleración.

$$F = m \cdot a$$

Sustituimos los valores de masa y fuerza.

$$a = \frac{F}{m} \rightarrow a = \frac{30\text{ N}}{15\text{ kg}}$$

Escribimos newton, N, como kilogramos por metro sobre segundos cuadrados. Simplificamos los kilogramos, efectuamos los cálculos.

$$a = \frac{30\cancel{\text{ kg}} \cdot \text{m} / \text{s}^2}{15\cancel{\text{ kg}}} \rightarrow a = 2\text{ m} / \text{s}^2$$

Como no hay roce con el piso no hay sistemas de fuerzas horizontalmente, tenemos la aceleración generada por la fuerza aplicada, a partir de aquí, todos los cálculos se harán con las ecuaciones de movimientos rectilíneo uniformemente acelerado.

Conocemos la aceleración con la que se mueve el cuerpo, el tiempo para el que queremos hallar la distancia y la velocidad inicial.

$$V_f = V_o + a \cdot t$$

$$V_f^2 = V_o^2 + 2ad$$

$$d = V_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

Con la tercera formula podemos hallar la distancia que recorrerá en 10 segundos.

$$d = V_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

Sustituimos los valores de Velocidad, tiempo y aceleración.

$$d = 0 \cdot 10\text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 2\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (10\text{ s})^2$$

El primer término se hace cero, en el segundo término aplicamos propiedad distributiva de la potencia.

$$d = 0 \cdot 10 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10^2 \text{ s}^2$$

Simplificamos la expresión y efectuamos los cálculos.

$$d = \frac{1}{2} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10^2 \text{ s}^2 \rightarrow d = 100 \text{ m}$$

Con la primera forma del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado podemos calcular la velocidad a los 10 segundos.

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

Sustituimos los valores de velocidad inicial, aceleración y tiempo.

$$v_f = 0 + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s}$$

Simplificamos las unidades, y calculamos.

$$v_f = 0 + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10$$

$$v_f = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 2

Una bala de rifle, que lleva una velocidad de 36.000 cm/seg, choca con un bloque de madera blanda, en el cual penetra hasta una profundidad de 10 cm.

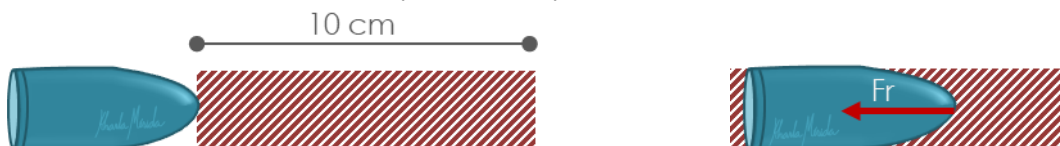


La masa de la bala es de 1,8 g. Suponiendo la fuerza de roce constante



- a) ¿Cuánto tiempo tarda la bala en detenerse? a) $t = ?$
 b) ¿Cuánto vale la fuerza de roce? b) $F_r = ?$

El espacio de tiempo que debemos estudiar es el que transcurre, desde que la bala entra en contacto con el bloque hasta que se detiene.



En ese trayecto la bala está sometida al roce con el bloque oponiéndose al movimiento, por ser la única fuerza externa que actúa sobre la bala.

Nota: La fuerza de roce es la responsable de producir la aceleración retardatriz que detiene la bala. Dicho de otra manera. **Horizontalmente solo la fuerza de roce actúa sobre la bala.**

La **segunda ley de Newton** dice, **la aceleración adquirida por el cuerpo es proporcional a la fuerza que actúa sobre él.**

En este caso la aceleración es proporcional a la fuerza de roce. Esta ley relaciona el cambio de movimiento, que es la aceleración, con la causa que es la fuerza.

Segunda Ley de Newton

$$F_r = m \cdot a$$

Con las ecuaciones de movimiento rectilíneo uniformemente retardado, podemos hallar la aceleración.

- Conocemos la velocidad que tiene al entrar el contacto con el bloque, V_o

$$V_f = V_o - a \cdot t$$

Nota: Como a partir de allí la velocidad disminuye hasta detenerse la bala, ésta es la velocidad inicial del intervalo del estudio.

$$V_f^2 = V_o^2 - 2ad$$

- La velocidad final, V_f , es cero porque la bala se detiene.
- La distancia que recorre es 10cm.

$$d = V_o t - \frac{1}{2} a t^2$$

Con la **2da fórmula** de movimiento rectilíneo uniformemente retardado podemos hallar la aceleración, que es la única incógnita que presenta.

Sustituimos los valores conocidos

$$0^2 = (36.000 \text{ cm/s})^2 - 2a \cdot 10 \text{ cm}$$

Despejamos la aceleración

$$36.000^2 \text{ cm}^2/\text{s}^2 = 2a \cdot 10 \text{ cm}$$

Simplificamos unidades y efectuamos los cálculos.

$$a = \frac{36.000^2 \text{ cm}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 10 \text{ cm}}$$

$$a = 64.800.000 \text{ cm/s}^2$$

Es muy importante reflexionar sobre el valor obtenido. Si te parece que es demasiado grande detengámonos analizar algunos detalles notables.

- La velocidad que tenía la bala era de 36.000cm por segundos, es decir, recorría 360m por cada segundo (Sería como recorrer cuatro cuadras por cada segundo).
- Se detiene en apenas 10 centímetros, esto es posible solo con una aceleración enorme.

Ahora con la aceleración y la **1ra fórmula** podemos hallar el tiempo

Sustituimos los valores y despejamos el tiempo,

$$0 = 36.000 \text{ cm/s} - 64.800.000 \text{ cm/s}^2 \cdot t$$

$$64.800.000 \text{ cm/s}^2 \cdot t = 36.000 \text{ cm/s}$$

$$t = \frac{36.000 \text{ cm/s}}{64.800.000 \text{ cm/s}^2} \quad t = 0,00055 \text{ s}$$

Nota: Como era de esperarse el tiempo necesario para frenar es una muy pequeña fracción de segundo.

Por último la fuerza de roce es el producto de la masa de la bala por la aceleración.

$$F_r = m \cdot a$$

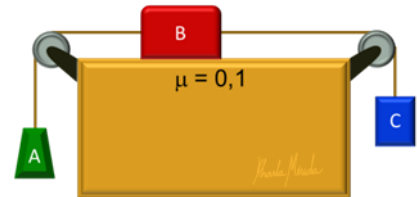
$$F_r = 1,8g \cdot 64.800.000 \frac{cm}{s^2}$$

$$F_r = 116.640.000 \text{Dinas}$$

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 3 . Parte I

La masa del bloque A es 1,5 Kg, y la del B, 15 Kg. El coeficiente de rozamiento entre B y la superficie horizontal es 0,1.

$$m_A = 1,5 \text{ Kg} \quad m_B = 15 \text{ Kg} \quad \mu = 0,1$$



a) ¿Cuál es el peso del bloque C si la aceleración de B es $1,20 \text{ m/s}^2$ hacia la derecha?

$$P_C = ? \quad a = 1,2 \text{ m/s}^2$$

b) ¿Cuál es la tensión en cada cuerda una vez que B ha alcanzado esa aceleración?

$$T_1 = ? \quad T_2 = ? \\ a = 1,2 \text{ m/s}^2$$

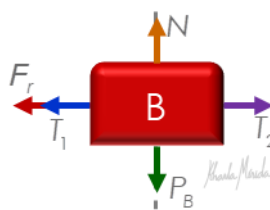
Lo primero que haremos es representar los diagramas de cuerpo libre de A, B y C.

Como reflexión importante debemos tener presente que **la cuerda que une a A y B pasa por una polea ideal, por lo tanto la tensión de esa cuerda tiene la misma medida para A y para B**, de igual manera pasa con la cuerda que une a B y C así que la tensión en esa cuerda es la misma para ambos cuerpos.

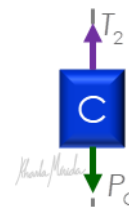
Por otro lado, **el movimiento de los tres cuerpos es simultáneo y dependen unos de otros**, así que **la velocidad que tiene uno la tienen todos, y la aceleración que tiene uno la tienen todos**, entonces **la aceleración dada para el cuerpo B es la aceleración del sistema y con ella se moverá cada uno de los cuerpos**.



Fuerzas que actúan sobre A
Dos fuerzas verticales:
 T_1 hacia arriba y P hacia abajo.



Fuerzas que actúan sobre B
Verticalmente: N hacia arriba y P_B hacia abajo,
Horizontalmente: T_2 hacia la derecha y T_1 y F_r hacia la izquierda.



Fuerzas que actúan sobre C
Dos fuerzas verticales:
 T_2 hacia arriba y P_C hacia abajo.

Nota: Como el cuerpo A se mueve de forma acelerada con sentido hacia arriba, la fuerza que actúe sobre éste en ese sentido será positiva y la que actúe en sentido contrario será negativa.

Sumatoria de fuerzas verticales que actúan sobre A.

Igualamos a m_A por aceleración.

$$\Sigma F_y = T_1 - P_A = m_A \cdot a$$

Recordemos que la aceleración es única e igual para todos los cuerpos.

Sustituimos $P_A = m_a \cdot g$

$$T_1 - m_A \cdot g = m_A \cdot a$$

Sustituimos el valor de la m_a , g y de a .

$$T_1 - 1,5\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 = 1,5\text{Kg} \cdot 1,2\text{m/s}^2$$

En esta ecuación hay solo una incógnita, tensión uno.

$$T_1 - 1,5\text{Kg} \cdot 1,2\text{m/s}^2 + 1,5\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2$$

Despejamos y obtenemos T_1 .

$$T_1 = 16,5\text{N}$$

El cuerpo B esta acelerado hacia la derecha, así que todas las fuerzas que actúen en toda dirección y sentido sobre él serán positivas, y las que actúen en sentido contrario negativas.

Sumatoria de fuerzas horizontales que actúan sobre B. T_2 menos T_1 menos fuerza de roce, igual a masa b por aceleración.

$$\Sigma F_x = T_2 - T_1 - F_r = m_b \cdot a$$

Fuerza de roce es μ por la normal, sustituimos el valor de tensión uno, μ masa b y aceleración.

$$T_2 - T_1 - \mu \cdot N = m_b \cdot a$$

Nos queda una ecuación con dos incógnitas tensión dos y normal, vamos con la sumatorias de fuerzas en y.

$$T_2 - 16,5\text{N} - 0,1 \cdot N = 15\text{kg} \cdot 1,2\text{m/s}^2$$

LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 3 . Parte II

Anteriormente llegamos a una ecuación con dos incógnitas, correspondiente a la sumatoria de las fuerzas en el eje x para el cuerpo B. Ahora hallaremos la sumatoria de las fuerzas en el eje y.

Nota: El cuerpo B no se mueve en forma vertical así que en esa dirección se encuentra en **Equilibrio**.

Sumatoria de fuerzas verticales. Igualado a cero por la condición de equilibrio.

$$\Sigma F_y = N - P_B = 0$$

Sustituimos $P_B = m \cdot g$, y sustituimos el valor de la masa y de la gravedad.

$$N - m_b \cdot g = 0$$

$$N - 15\text{Kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 = 0$$

Despejamos la normal.

$$N = 147\text{N}$$

Ahora sustituimos el valor de la normal en la ecuación anterior.

$$T_2 - 16,5N - 0,1 \cdot 147N = 15\text{Kg} \cdot 1,2\text{m/s}^2$$

Despejamos tensión dos y nos queda.

$$T_2 = 16,5N + 0,1 \cdot 147N + 15\text{Kg} \cdot 1,2\text{m/s}^2$$

Tensión dos es igual a 49,2 newton.

$$T_2 = 49,2N$$

El cuerpo C esta acelerado verticalmente y hacia abajo, la fuerza que actúe en esa dirección y sentido es positiva la que actúe en sentido contrario es negativa.

LA sumatorias de las fuerzas en y es peso C menos tensión 2 $\Sigma F_y = P_C - T_2 = m_C \cdot a$ igual a masa C por aceleración.

Peso C es masa C por gravedad, sustituimos el valor de la gravedad la tensión dos y la aceleración.

$$m_C \cdot g - T_2 = m_C \cdot a$$

Nos queda una ecuación con una incógnita masa C.

$$m_C \cdot 9,8\text{m/s}^2 - 49,2N = m_C \cdot 1,2\text{m/s}^2$$

Despejamos masa C.

$$m_C = \frac{49,2N}{8,6\text{m/s}^2}$$

Efectuamos el cálculo y tenemos que masa C es 5,72 kg

$$m_C = 5,72\text{Kg}$$

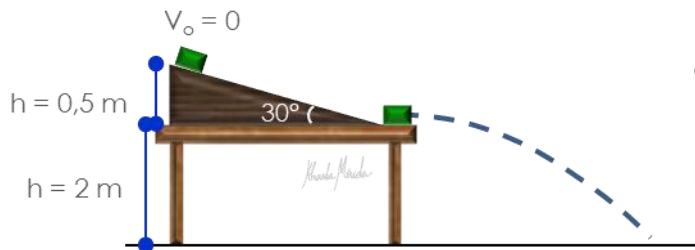
Peso C es masa C por gravedad, peso C es 56,06 newton.

$$P_C = 56,06N$$

En el proceso se encontraron progresivamente las dos tensiones y el peso C, hemos terminado el ejercicio.

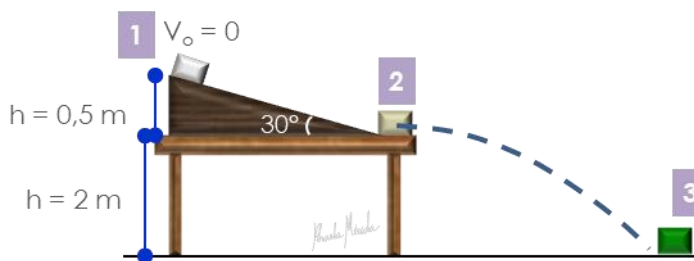
▶ LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 4

Un bloque de masa $m = 2 \text{ kg}$ se suelta del reposo a una altura $h = 0,5\text{m}$ de la superficie de la mesa, en la parte superior de una pendiente con un ángulo $\theta = 30^\circ$. La pendiente esta fija sobre una mesa de $H = 2\text{m}$ y la pendiente no presenta fricción.



- Determine la aceleración del bloque cuando se desliza hacia debajo de la pendiente
- Cual es la velocidad del bloque cuando deja la pendiente.

Hay tres posiciones notables en todo el recorrido del bloque: Punto de partida, Cuando sale disparado de la mesa, y Cuando llega al piso.



- Punto de partida
- Cuando sale disparado de la mesa
- Cuando llega al piso.

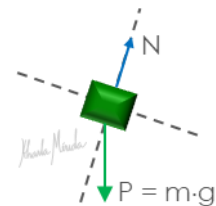
Primer tramo del recorrido, de 1 a 2.

Corresponde a Dinámica, segunda ley de Newton. Debemos hacer diagrama de cuerpo libre.

Fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

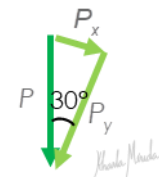
Verticalmente: Peso, con sentido hacia abajo

Perpendicular al plano inclinado: Normal, con sentido hacia arriba.



El peso tiene componentes P_x y P_y y forma un ángulo de 30° con el eje y del plano imaginario.

$$P_x = P \cdot \text{sen}30^\circ \quad P_y = P \cdot \text{cos}30^\circ$$



En la dirección del eje x imaginario solo tenemos P_x que actúa hacia la derecha, en el sentido del movimiento. La sumatoria de fuerzas en x se iguala a $m \cdot a$ porque tiene un movimiento acelerado.

$$\Sigma F_x = P_x = m \cdot a$$

En la dirección del eje y imaginario tenemos, N hacia arriba y P_y hacia abajo. La sumatoria de fuerzas en y se iguala a cero por que en esa dirección no hay movimiento.

$$\Sigma F_y = N - P_y = 0$$

Sustituimos $P_x = P \cdot \text{sen}30^\circ$ y $P = m \cdot g$.

$$P \cdot \text{sen}30^\circ = m \cdot a$$

Sustituimos $P = m \cdot g$.

$$m \cdot g \cdot \text{sen}30^\circ = m \cdot a$$

Nos queda una sola incógnita, la aceleración.

Simplificamos la masa

$$\cancel{m} \cdot g \cdot \text{sen}30^\circ = \cancel{m} \cdot a \rightarrow a = g \cdot \text{sen}30^\circ$$

Sustituimos el valor de la gravedad

$$a = 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot \text{sen}30^\circ \quad a = 4,9 \frac{m}{s^2}$$

$\text{Sen}30^\circ$ es cateto opuesto sobre hipotenusa.



$$\text{sen}30^\circ = \frac{CO}{H}$$

$$\text{sen}30^\circ = \frac{0,5m}{d}$$

Despejamos distancia correspondiente al plano inclinado, d.

$$d = \frac{0,5m}{\text{sen}30^\circ} \quad d = 1m$$

En las ecuaciones de movimiento rectilíneo uniformemente variado conocemos la velocidad inicial la aceleración y la distancia recorrida.

Con la segunda fórmula podemos hallar la velocidad que tiene en la parte mas baja del plano inclinado.

$$V_f^2 = V_o^2 + 2ad$$

$$V_f = V_o + a \cdot t$$

$$V_f^2 = V_o^2 + 2ad$$

$$d = V_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula efectuamos los cálculos y las operaciones.

$$V_f^2 = 0^2 + 2 \cdot 4,9 \frac{m}{s^2} \cdot 1m$$

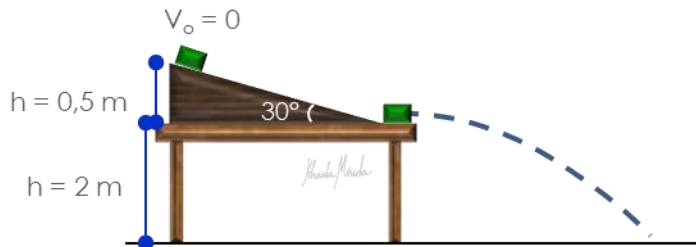
$$V_f^2 = 9,8 \frac{m^2}{s^2}$$

Despejamos

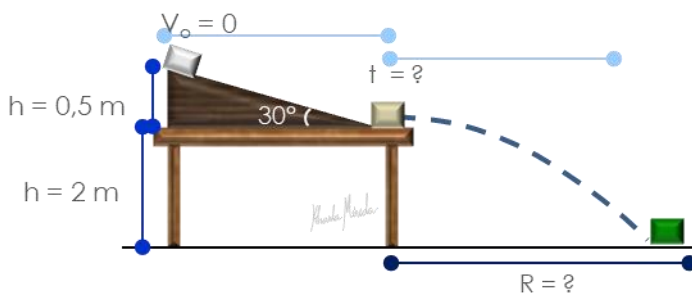
$$V_f = 3,13 \frac{m}{s}$$

▶ LEYES DE NEWTON. Sistema No Equilibrado. Ejercicio 5

Un bloque de masa $m = 2 \text{ kg}$ se suelta del reposo a una altura $h = 0,5 \text{ metros}$ de la superficie de la mesa, en la parte superior de una pendiente con un ángulo $\theta = 30^\circ$. La pendiente esta fija sobre una mesa de $H = 2 \text{ metros}$ y la pendiente no presenta fricción.



- A que distancia de la mesa, el bloque golpeará el suelo.
- Cuanto tiempo ha transcurrido entre el momento en que se suelta el bloque y cuando golpea el suelo.



En el ejercicio once se calculó la aceleración que tenía el bloque mientras se deslizaba sobre el plano, y la velocidad con la que salió del plano inclinado.

Esa velocidad es la velocidad del lanzamiento horizontal que ocurre cuando sale el bloque de la mesa.

$$a = 4,9 \text{ m/s}^2 \quad v_f = 3,13 \text{ m/s}$$

Nota: Al salir de la mesa tiene solo velocidad horizontal, verticalmente su velocidad inicial es cero pero por acción de la gravedad va aumentando a medida que desciende

Verticalmente utilizaremos las fórmulas de caída libre,

Conocemos la altura y la gravedad, con la tercera fórmula podemos hallar el tiempo máximo que es el tiempo que tarda en llegar al suelo.

$$d_y = \frac{1}{2} g t^2$$

Movimiento Vertical

$$v_y = g \cdot t$$

$$v_y^2 = 2g d_y$$

$$d_y = \frac{1}{2} g t^2$$

Sustituimos los valores conocidos y despejamos el tiempo

$$2m = \frac{1}{2} \cdot 9,8m/s^2 \cdot t_{\text{máx}}^2$$

Tenemos que tiempo máximo es raíz cuadrada de 2 por 2 metros sobre 9,8 metros por segundos cuadrados, efectuando los cálculos y simplificando

$$t_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2m}{9,8m/s^2}}$$

Tiempo máximo es igual a 0,64 segundos.

$$t_{\text{máx}} = 0,64s$$

Nota: El tiempo máximo es el tiempo que tarda desde que sale de la mesa hasta que toca el suelo. Entonces es el tiempo que necesitamos para hallar la distancia horizontal de la mesa a donde el bloque golpea el suelo.

Horizontalmente la velocidad es constante por lo tanto utilizaremos la fórmula de movimiento rectilíneo uniforme, conocemos la velocidad horizontal y el tiempo máximo.

Movimiento Horizontal

$$v = \frac{d}{t}$$

Sustituimos en la fórmula

$$3,13m/s^2 = \frac{R}{0,64s}$$

Despejamos la distancia.

$$d = 3,13m/s^2 \cdot 0,64s \quad d = 2m$$

Respecto al tiempo total transcurrido ya tenemos el tiempo que estuvo en el aire falta el tiempo que estuvo en el plano inclinado, y luego sumarlos.

Del recorrido por el plano conocemos la velocidad inicial la velocidad final y la aceleración.

Con la primera fórmula del movimiento uniformemente acelerado $V_f = V_o + a \cdot t$ podemos hallar el tiempo.

Sustituimos los valores conocidos y despejamos el tiempo.

$$3,13m/s^2 = 0 + 4,9m/s^2 \cdot t$$

$$t = 0,64s$$

Sumamos este tiempo con el tiempo de vuelo

$$t_t = 0,64s + 0,64s$$

$$t_t = 1,28s$$