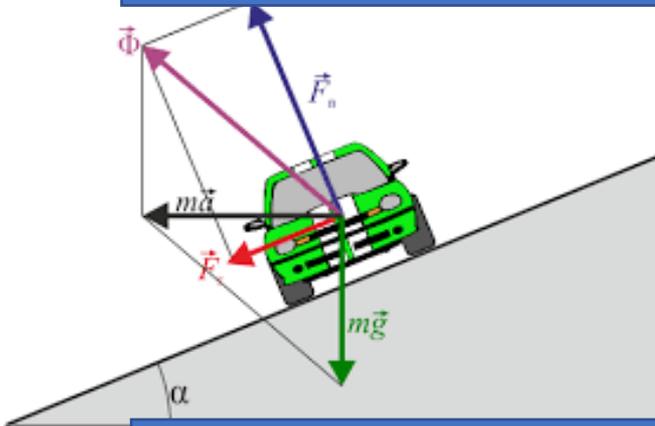




Unach

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

Libres por la Ciencia y el Saber



UNIDAD 1: DINÁMICA DE LA PARTÍCULA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lenin Orozco Cantos



Contenido

UNIDAD	OBJETIVO	TEMAS
DINÁMICA	Describir el movimiento de los cuerpos que involucren fuerzas	Definición de fuerza, masa, tensión, fuerza de roce, Diagramas del cuerpo libre
		La primera Ley de Newton: definición de la masa inercial y de los sistemas inerciales.
		Segunda Ley de Newton: Ecuación del movimiento.
		Tercera Ley de Newton: Transmisión de las fuerzas

¿Qué hace que una partícula se mueva?



¿Qué hace moverse a la bala?

La explosión de la pólvora

Produce FUERZA



¿Qué hace moverse al leopardo?

Sus patas

Producen FUERZA

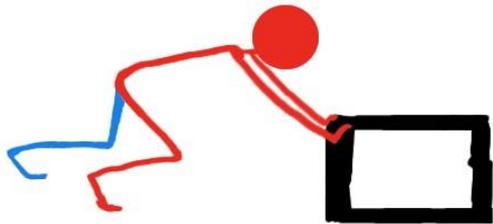


Fuerza y movimiento

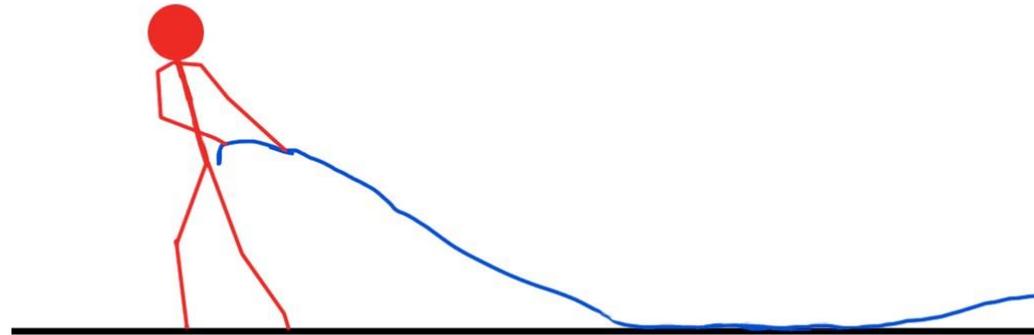
- Con los ejemplos anteriores podemos ver que una fuerza es la que produce el movimiento.
- El movimiento tiene diferentes elementos:
 - ➡ Sistema de referencia
 - ➡ Partícula (masa)
 - ➡ Sentido del movimiento
- El movimiento a través del tiempo ha sido descrito con las siguientes cantidades:
 - ➡ Desplazamiento
 - ➡ Velocidad
 - ➡ Aceleración

Concepto de fuerza

Un empujón



Un tirón





Otra definición

Interacción entre dos cuerpos o un cuerpo y su ambiente

- ▶ Young, H.D., Freedman, R.A., (2009). *Física Universitaria volumen 1*. Flores, V. (Trad). México: Pearson educación.

Qué tipo de magnitud es la fuerza

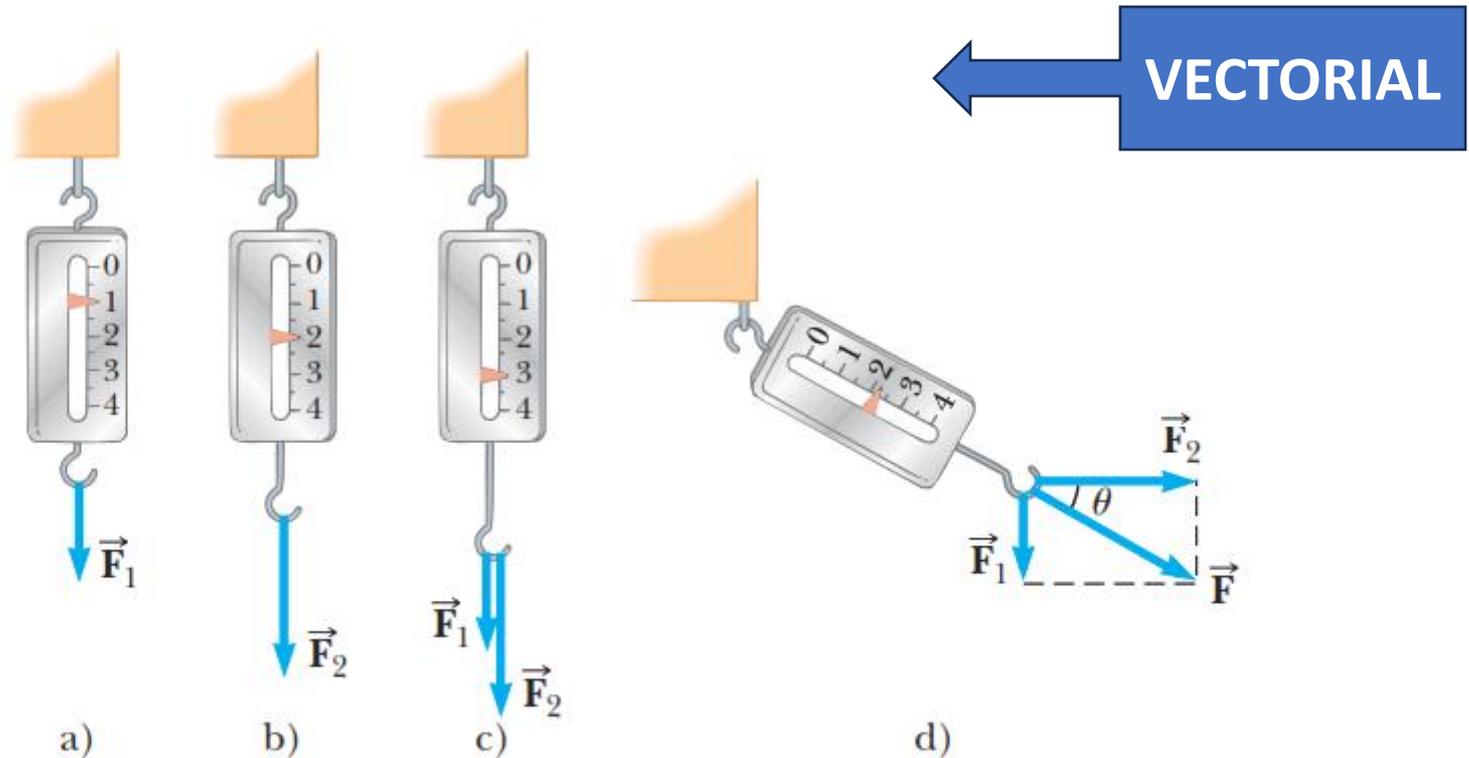


Figura 5.2 La naturaleza vectorial de una fuerza se prueba con una balanza de resorte. a) Una fuerza descendente \vec{F}_1 estira el resorte 1.00 cm. b) Una fuerza descendente \vec{F}_2 estira el resorte 2.00 cm. c) Cuando \vec{F}_1 y \vec{F}_2 son simultáneas, el resorte se estira 3.00 cm. d) Cuando \vec{F}_1 es descendente y \vec{F}_2 es horizontal, la combinación de las dos fuerzas estira el resorte 2.24 cm.



Las fuerzas mencionadas entran en un grupo que se llaman

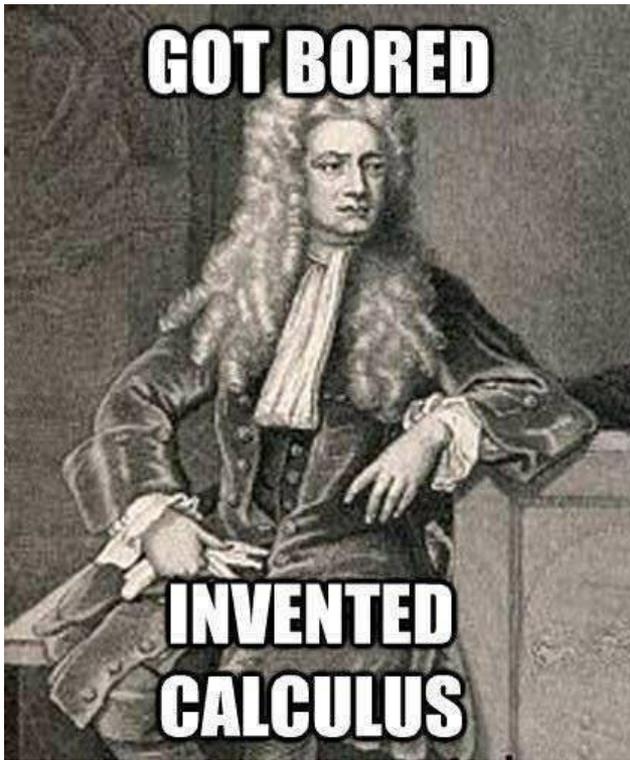
- ▶ Fuerzas de contacto: que son interacciones entre dos cuerpos que estén en contacto.
- ▶ Fuerzas de largo alcance: interacciones entre dos cuerpos que no están en contacto.

Las fuerzas mencionadas entran en un grupo que se llaman

Según la mecánica cuántica:

- **Fuerza gravitacional.** Es la fuerza que ejerce una masa sobre la otra, siendo una fuerza débil, en un solo sentido (atractiva), pero eficaz a lo largo de grandes distancias.
- **Fuerza electromagnética.** Es la fuerza que afecta a las partículas eléctricamente cargadas y a los campos electromagnéticos que generan, siendo la fuerza que permite la unión molecular. Es más fuerte que la gravitatoria y posee dos sentidos (atracción-repulsión).
- **Fuerza nuclear fuerte.** Es la fuerza que mantiene los núcleos de los átomos estables, conservando juntos a neutrones y protones. Es más intensa que la electromagnética, pero tiene mucho menor rango.
- **Fuerza nuclear débil.** Es la fuerza responsable de la desintegración radiactiva, capaz de ejecutar cambios en la materia subatómica, con un alcance menor todavía que las fuerzas nucleares fuertes.

Unidades de medición de la Fuerza



- ▶ Para medir la fuerza se utiliza la unidad derivada del SI **Newton**.
- ▶ Es la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s^2 a un objeto de 1 kg de masa.
- ▶ Esto significa que:

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

Unidades de medición de la Fuerza



Isaac Newton (1642-1727)



Unidades de medición de la Fuerza

Isaac Newton (1642-1727) fue un matemático, físico, astrónomo y filósofo inglés, considerado una de las figuras más influyentes en la historia de la ciencia. Nació en Woolsthorpe, Inglaterra, y es más conocido por haber formulado las leyes del movimiento y la gravitación universal, que sentaron las bases de la física clásica. Su obra más famosa, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687), revolucionó la forma en que entendemos el universo.

Newton también realizó importantes contribuciones en matemáticas, como el desarrollo del cálculo, aunque de forma paralela al matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz. Además, estudió la naturaleza de la luz y la óptica, demostrando que la luz blanca está compuesta por un espectro de colores.

Cómo se mide la fuerza



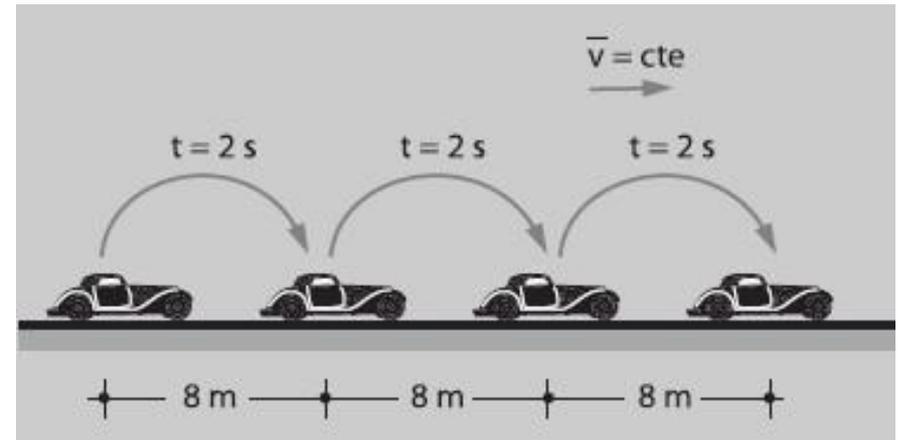
DINAMÓMETROS



La primera Ley de Newton – Ley de la Inercia

La primera Ley de Newton – Ley de la Inercia

- ▶ Ley 1: 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.



- ▶ Siempre hay fuerzas presentes... hay muchas fuerzas internas en un objeto.
- ▶ Pero, la suma de fuerzas es cero. $\sum \vec{F} = 0$

Si un objeto no interactúa con otros objetos, es posible identificar un marco de referencia en el que el objeto tiene aceleración cero.

Marcos de referencia inercial

- Si no hubiese aire, fricción del suelo o algún obstáculo, la lata seguiría moviéndose.



Aire

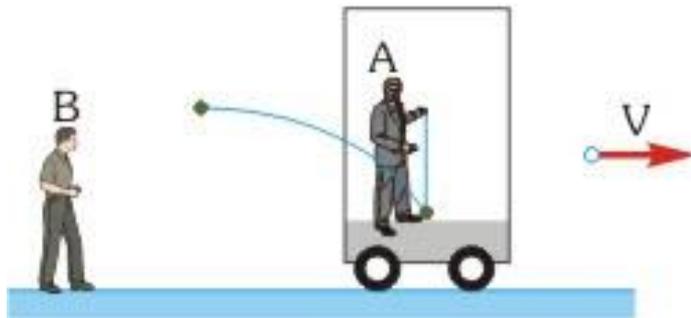
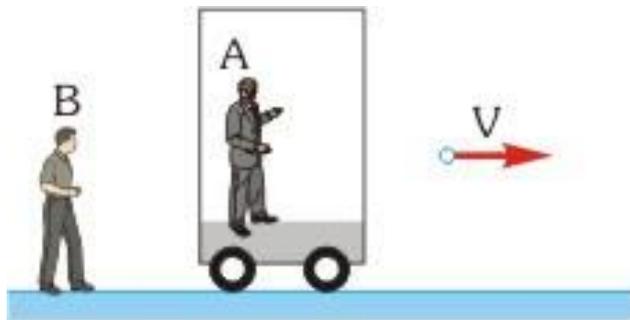
Fricción del suelo

Algún obstáculo



Marcos de referencia inercial

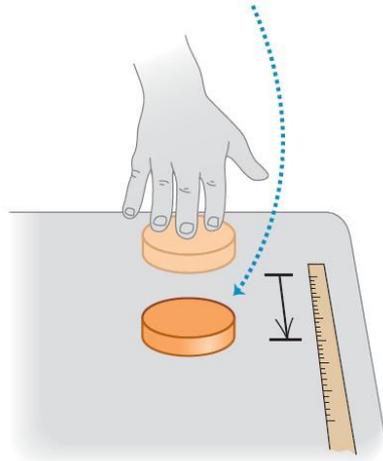
- Si no hubiese aire, fricción del suelo o algún obstáculo, un objeto seguiría moviéndose.



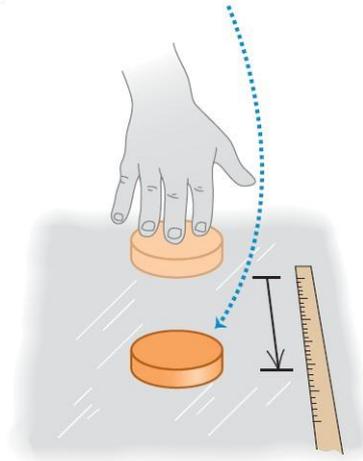
La primera Ley de Newton – Ley de la Inercia

Otro ejemplo, de la presencia de fuerzas de fricción:

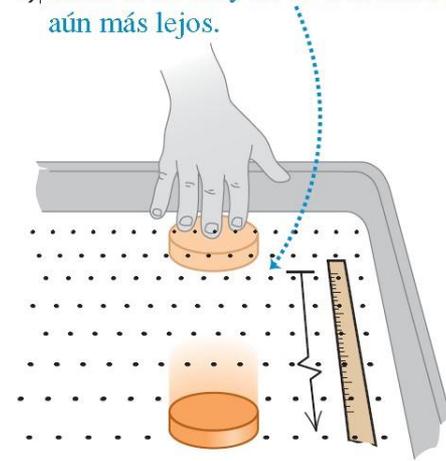
a) Mesa: el disco se detiene pronto



b) Hielo: el disco se desliza más lejos.



c) Mesa de hockey de aire: el disco se desliza aún más lejos.

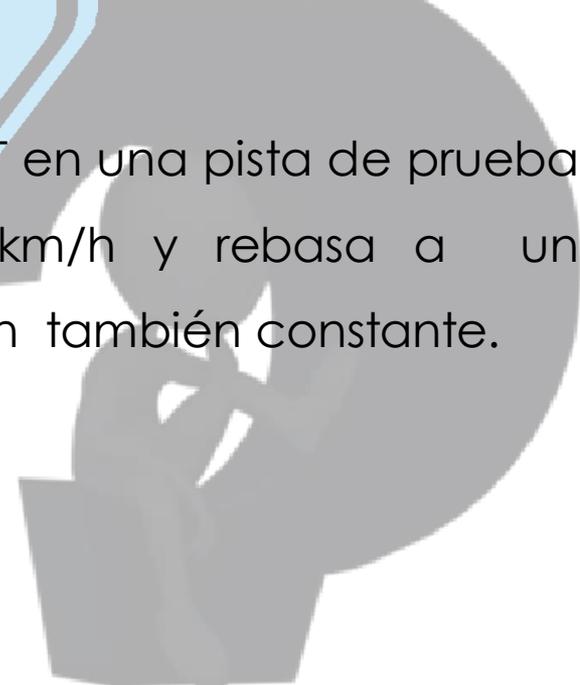




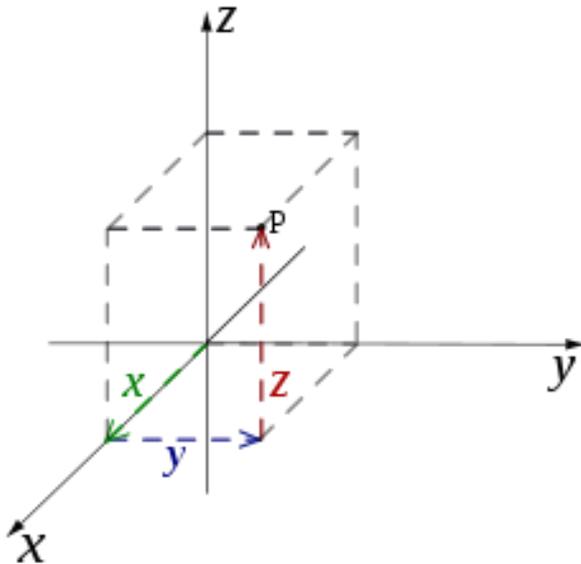
► Ejemplo conceptual

Imagine que conduce un Porsche Carrera GT en una pista de prueba recta a una rapidez constante de 150 km/h y rebasa a un Volkswagen Sedan 1971 que va a 75 km/h también constante.

Sobre que auto es mayor la fuerza neta?



Marcos de referencia inerciales



Los marcos de referencia en los que es válida la primera ley de Newton se llaman **marcos de referencia inerciales**.

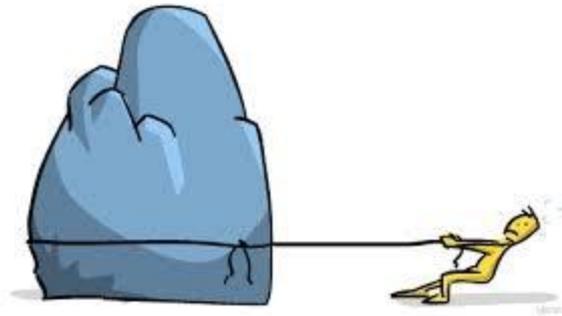
Cualquier marco de referencia que se mueve con velocidad constante (digamos, un automóvil o un avión) relativa a un marco de referencia inercial es también un marco de referencia inercial.

Masa

La masa es la propiedad de un objeto que especifica cuánta resistencia muestra un objeto para cambiar su velocidad.

Podemos decir que la **masa** es una *medida de la inercia* de un objeto. Cuanto mayor sea la masa de un cuerpo, tanto mayor será la fuerza necesaria para darle una aceleración específica.

A mayor masa, es más difícil empezar a mover un cuerpo desde el reposo, o detenerlo si ya se está moviendo, o cambiar su velocidad lateralmente a partir de una trayectoria en línea recta.



Masa

La masa es una propiedad inherente de un objeto y es independiente de los alrededores del objeto y del método que se aplica para medirla. Además, **la masa es una cantidad escalar** y, en estos términos, obedece las reglas de la aritmética ordinaria. Por ejemplo, si combina una masa de 3 kg con una masa de 5 kg, la masa total es 8 kg. Este resultado se puede verificar experimentalmente al comparar la aceleración que una fuerza conocida proporciona a diferentes objetos por separado con la aceleración que la misma fuerza proporciona a los mismos objetos combinados como una unidad.

La masa no se debe confundir con el peso. La masa y el peso son dos cantidades diferentes. **El peso de un objeto es igual a la magnitud de la fuerza gravitacional ejercida sobre el objeto y varía con la posición.** Por ejemplo, una persona que pesa 180 N sobre la Tierra pesa sólo aproximadamente 30 N sobre la Luna. Por otra parte, la masa de un objeto por dondequiera es la misma: un objeto que tiene una masa de 2 kg sobre la Tierra también tiene una masa de 2 kg sobre la Luna.



Segunda Ley de Newton – Ley de la Dinámica

Segunda Ley de Newton – Ley de la Dinámica

- ▶ El **equilibrio de fuerzas** se pierde, por lo tanto, las partículas empiezan a **acelerarse**, es decir, a cambiar su velocidad (rapidez y/o dirección).
- ▶ Ley 2: 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.

- ▶ Es decir, la suma de fuerzas ya no es cero.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

m = masa del objeto que se mueve

a = aceleración con la que se mueve

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

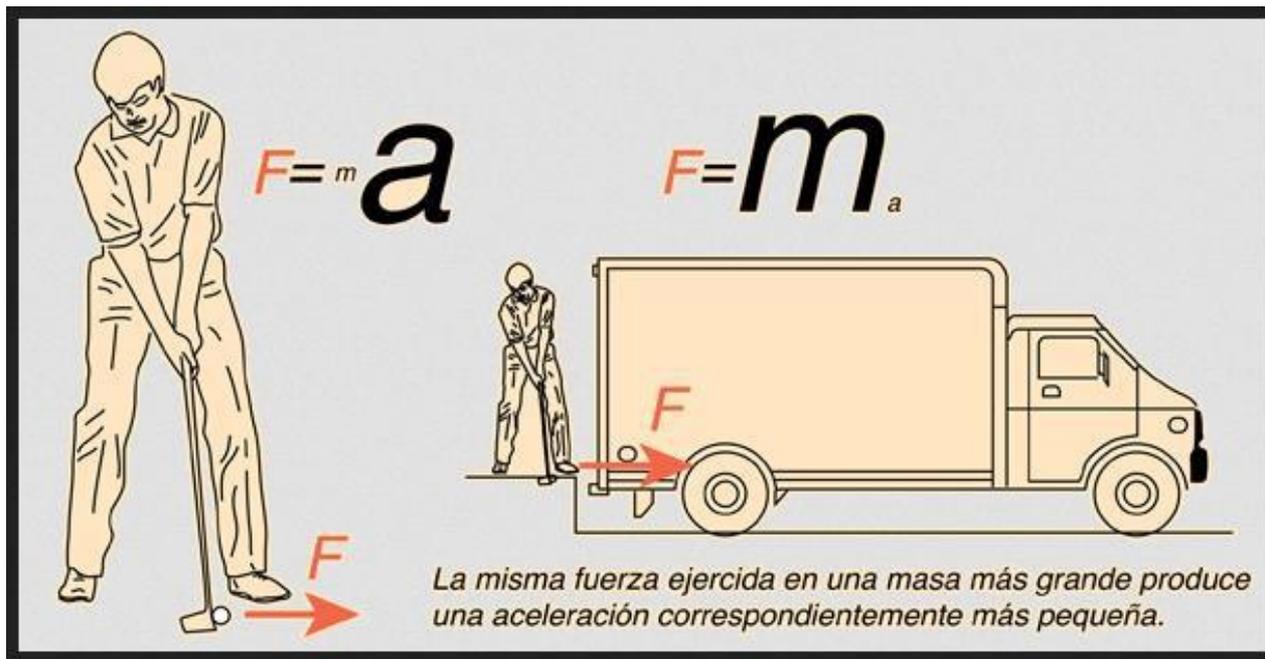
$$\sum F_z = ma_z$$

← **VECTORIAL**

Segunda Ley de Newton

- Ley 2: 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.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



Segunda Ley de Newton

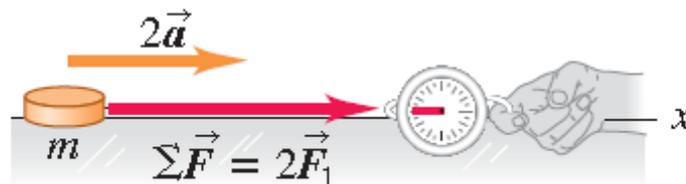
- Ley 2: el cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- a) Una fuerza neta constante $\Sigma \vec{F}$ provoca una aceleración constante \vec{a} .



- b) Al duplicarse la fuerza neta, se duplica la aceleración.



Segunda Ley de Newton

Pregunta rápida 5.2 Un objeto no experimenta aceleración. ¿Cuál de los siguientes *no puede* ser cierto para el objeto? a) Una sola fuerza actúa sobre el objeto. b) No actúan fuerzas sobre el objeto. c) Sobre el objeto actúan fuerzas, pero éstas se cancelan.

Pregunta rápida 5.3 Usted empuja un objeto, al inicio en reposo, a través de un piso sin fricción con una fuerza constante durante un intervalo de tiempo Δt , lo que resulta en una rapidez final de v para el objeto. Luego repite el experimento, pero con una fuerza que es el doble de grande. ¿Qué intervalo de tiempo se requiere ahora para alcanzar la misma rapidez final v ? a) $4\Delta t$, b) $2\Delta t$, c) Δt , d) $\Delta t/2$, e) $\Delta t/4$.

Segunda Ley de Newton

EJERCICIO:

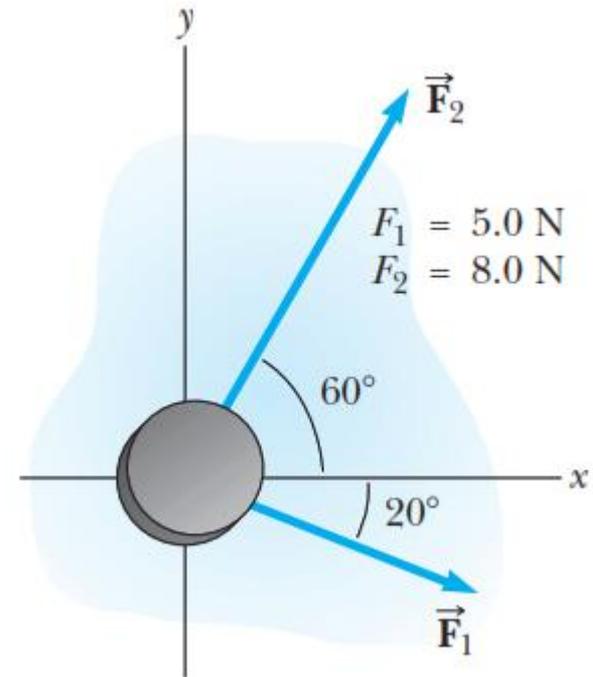
¿Qué fuerza neta promedio se requiere para llevar un automóvil de 1500 kg al reposo, desde una rapidez de 100 km/h en una distancia de 55 m?



Segunda Ley de Newton

EJERCICIO:

Un disco de hockey que tiene una masa de 0.50 kg se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de patinaje. Dos bastones de hockey golpean el disco simultáneamente, y ejercen las fuerzas sobre el disco que se muestran en la figura. Determine tanto la magnitud como la dirección de la aceleración del disco.



Segunda Ley de Newton

PESO Y FUERZA GRAVITACIONAL

Todos los objetos son atraídos hacia la Tierra. La fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre un objeto se llama fuerza gravitacional F_g . Esta fuerza se dirige hacia el centro de la Tierra y su magnitud se llama **peso del objeto**.

Un objeto en caída libre experimenta una aceleración g

$$\vec{F}_g = m\vec{g}$$

Pregunta rápida: Suponga que habla por un teléfono interplanetario a un amigo que vive en la Luna. Él le dice que acaba de ganar un newton de oro en un concurso. Con excitación, usted le dice que entró a la versión terrícola del mismo concurso y que también ganó un newton de oro! ¿Quién es más rico? a) Usted. b) Su amigo. c) Ambos son igualmente ricos.

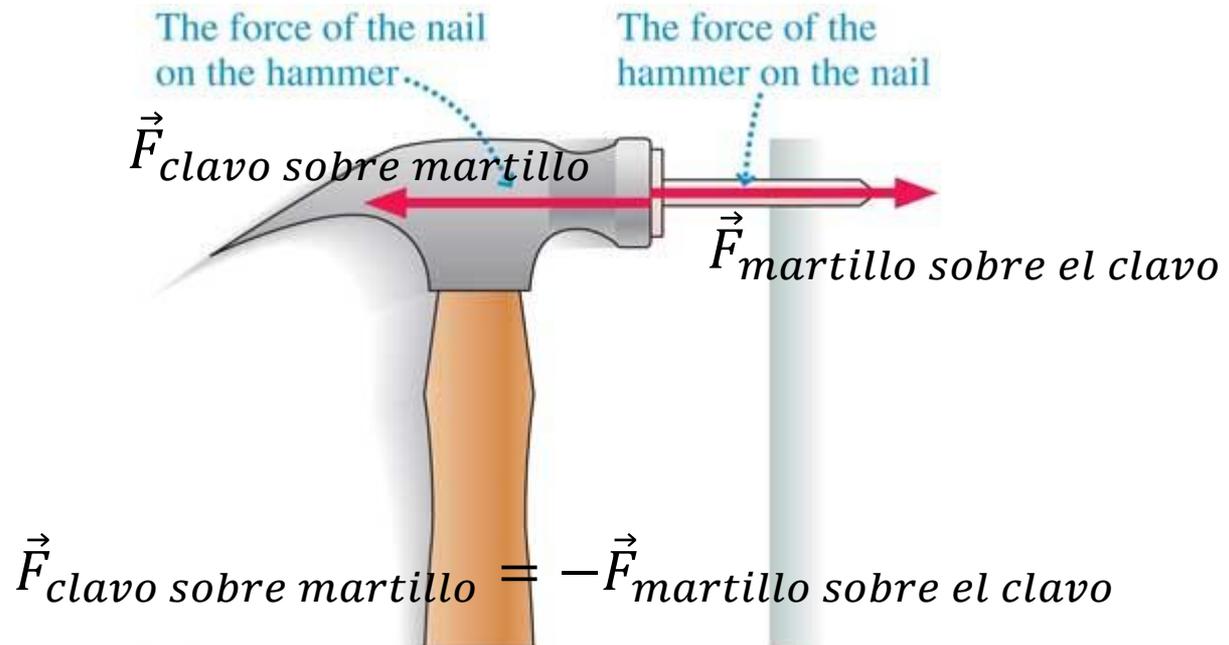
- QUE SUCEDE CON EL PESO EN UN ELEVADOR ?



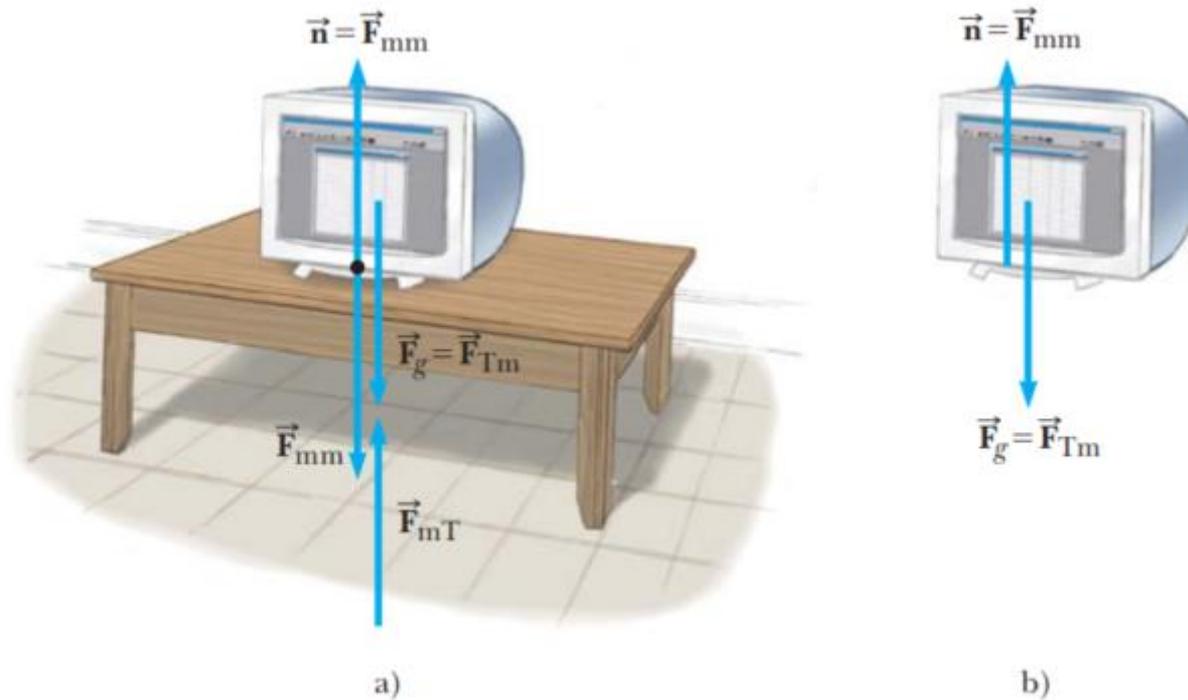
Tercera Ley de Newton ACCIÓN Y REACCIÓN

Tercera Ley de Newton

- Ley 3: Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: quiere decir que las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentido opuesto.



Tercera Ley de Newton

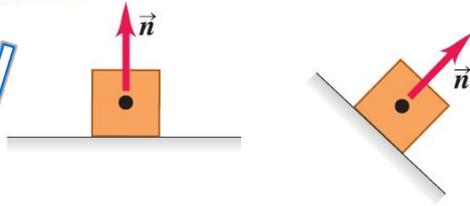


Un hombre grande y un niño pequeño están de pie, un frente al otro sobre hielo sin fricción. Juntan sus manos y se empujan mutuamente de modo que se separan. A) ¿Quién se aleja con mayor rapidez?

Algunas de las fuerzas más populares...

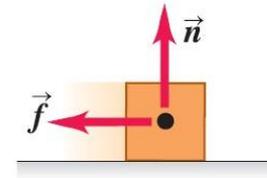
Normal

a) **Fuerza normal \vec{n}** : cuando un objeto descansa o se empuja sobre una superficie, ésta ejerce un empujón sobre el objeto que es perpendicular a la superficie.



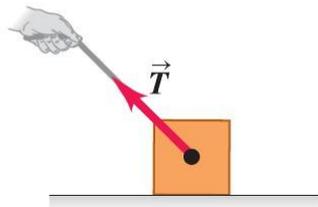
Fricción

b) **Fuerza de fricción \vec{f}** : además de la fuerza normal, una superficie puede ejercer una fuerza de fricción sobre un objeto que es paralela a la superficie.



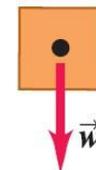
Tensión

c) **Fuerza de tensión \vec{T}** : una fuerza de tirón ejercida sobre un objeto por una cuerda, un cordón, etc.



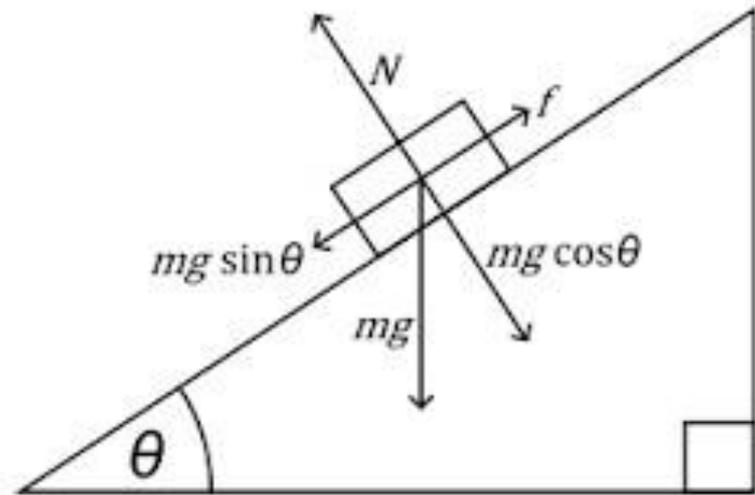
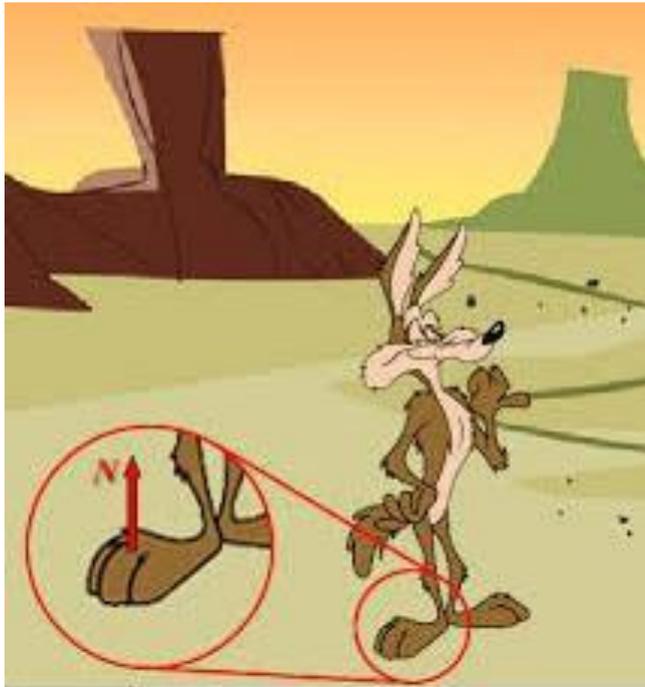
Peso

d) **Peso \vec{w}** : el tirón de la gravedad sobre un objeto es una fuerza de largo alcance (una fuerza que actúa en una distancia).



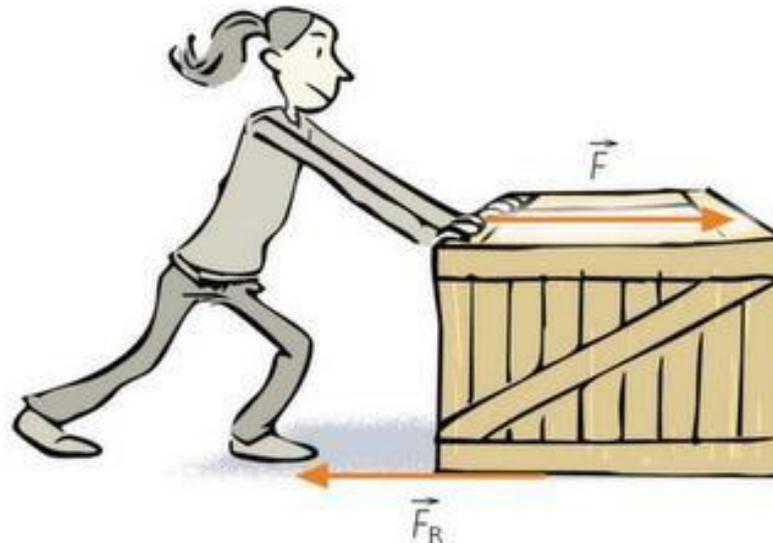
Fuerza Normal (\vec{N})

- Fuerza Normal (\vec{N}): La fuerza que se provoca por el contacto con una superficie. Se llama “normal” porque su sentido es perpendicular a la superficie de contacto.



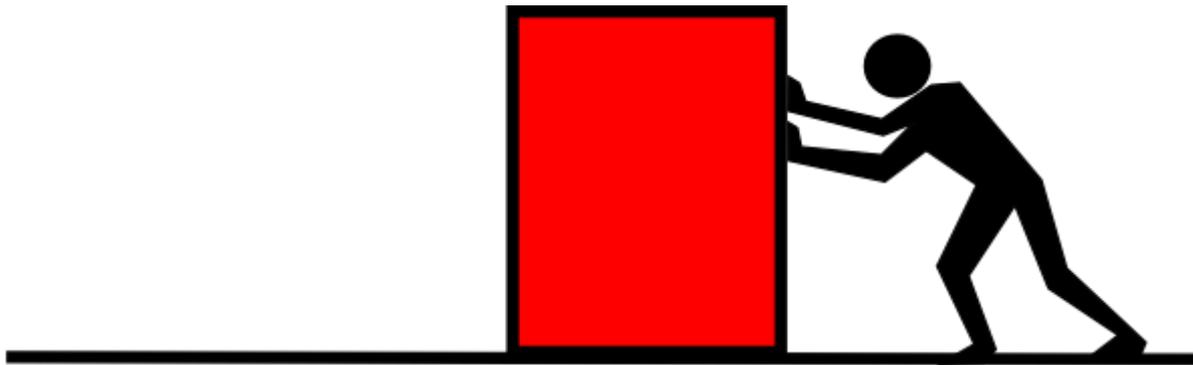
Fricción (\vec{f}_r o \vec{f})

- Fricción (\vec{f}_r o \vec{f}): Es la fuerza que provoca la resistencia al movimiento cuando dos superficies rozan.



¿Qué es la fricción?

- ▶ Menos peso de la caja, menor será la normal que actúa sobre la caja.
- ▶ Menos peso de la caja, menor fricción del piso sobre la caja.
- ▶ Menos normal = menos fricción
- ▶ Más normal = más fricción

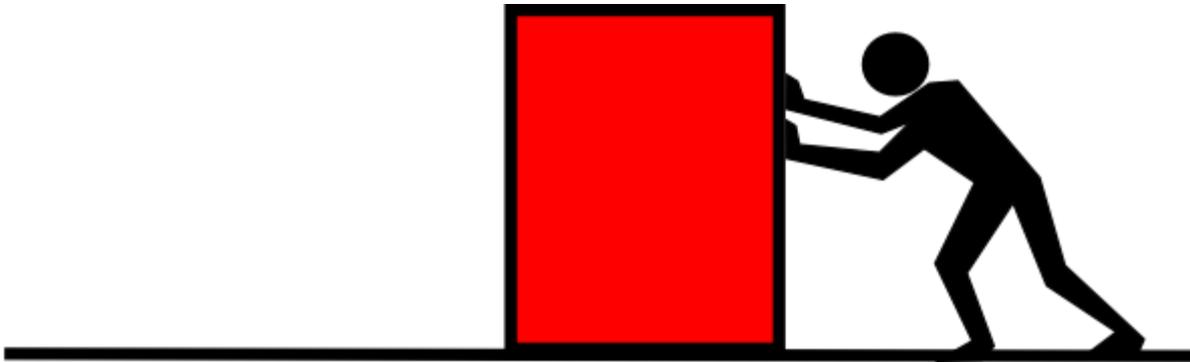


¿Qué es la fricción?

- La fricción es proporcional a la fuerza normal de la siguiente manera:

$$\vec{f}_r = \mu \cdot \vec{N}$$

$\mu = \text{coeficiente de rozamiento}$

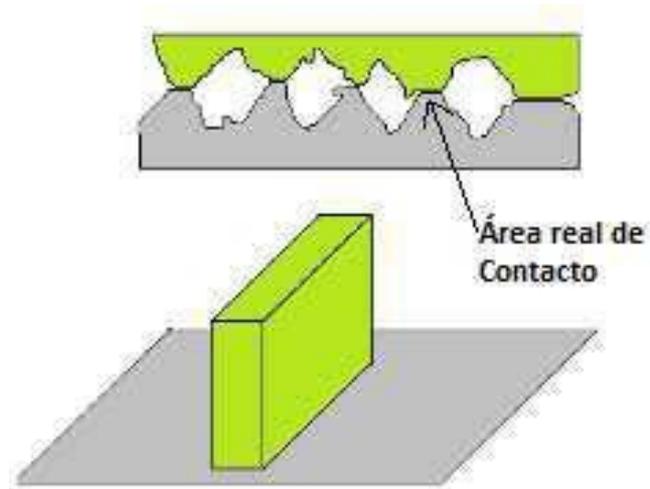


Coefficiente de rozamiento

$$\vec{f}_r = \mu \cdot \vec{N}$$

$\mu = \text{coeficiente de rozamiento}$

- ▶ No tiene unidades
- ▶ Depende de las superficies de contacto.

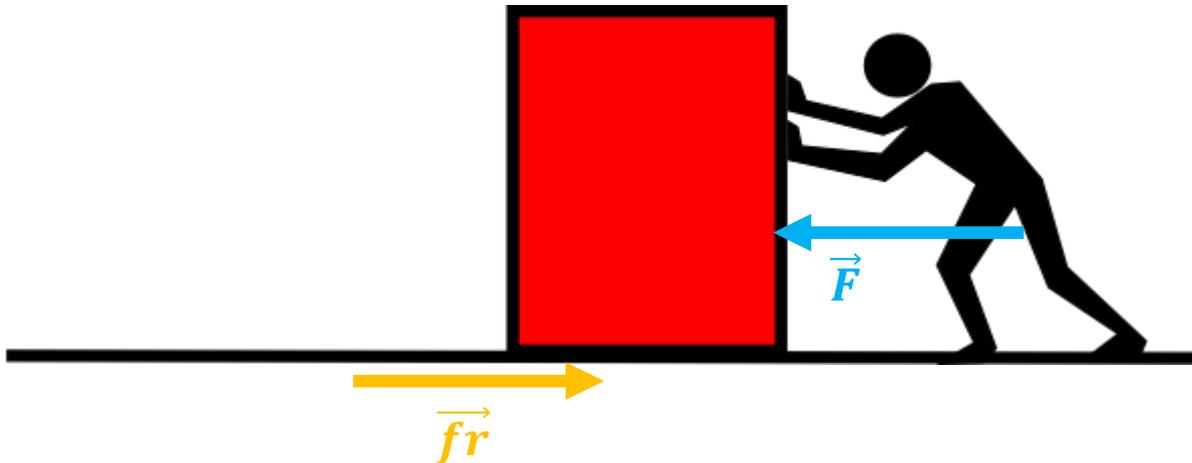


Fricción estática ($f r_s$)

- Hasta este punto, la fricción se conoce como **fricción estática** (s = static)

$$\vec{f} r_s = \mu_s \cdot \vec{N}$$

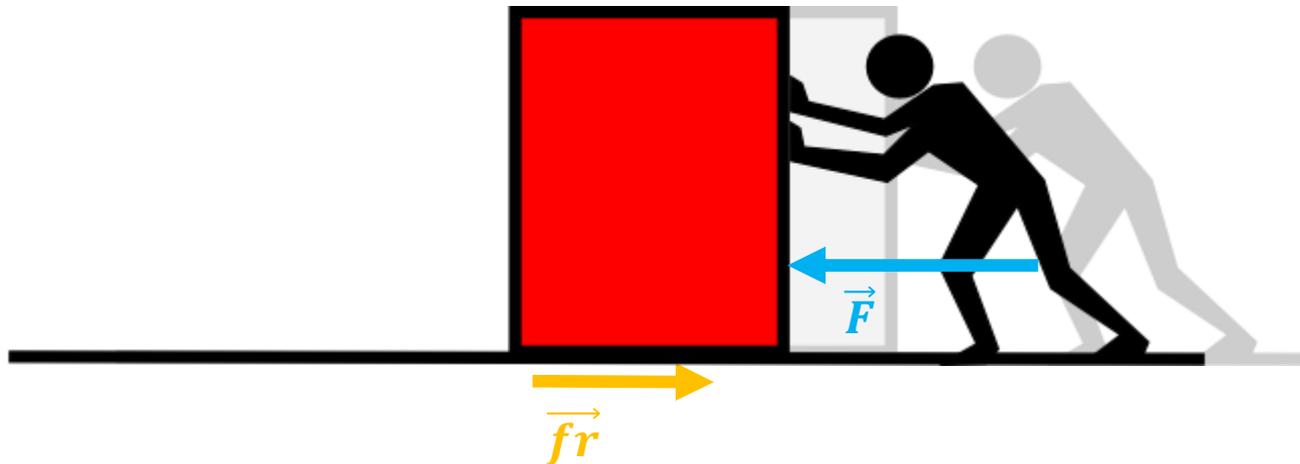
$\mu_s =$ *coeficiente de rozamiento estático*



Fricción cinética ($f r_k$)

- Una vez que se empieza a mover la caja, la fuerza requerida para seguirla moviendo es menor. El piso sigue produciendo fricción pero ya **no** se equilibra con \vec{F} (por eso ya se acelera).
- En este escenario, la fricción se conoce como **fricción cinética** (k = kinetic)

$$\vec{f r_k} = \mu_k \cdot \vec{N}$$



$\mu_k =$ *coeficiente de rozamiento cinético*

Algunos coeficientes

Materiales	Coefficiente de fricción estática, μ_s	Coefficiente de fricción cinética, μ_k
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Latón sobre acero	0.51	0.44
Zinc sobre hierro colado	0.85	0.21
Cobre sobre hierro colado	1.05	0.29
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.40
Cobre sobre vidrio	0.68	0.53
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Teflón sobre acero	0.04	0.04
Hule sobre concreto (seco)	1.0	0.8
Hule en concreto (húmedo)	0.30	0.25

Fricción de rodamiento



- Todos sabemos que es mucho más fácil mover una caja con algo con ruedas.
- Las ruedas producen una fricción sobre el piso para poder rodar.
- Toda fuerza de fricción viene dada por un coeficiente de rozamiento.
- En este caso , la fricción de rodamiento viene dada por:

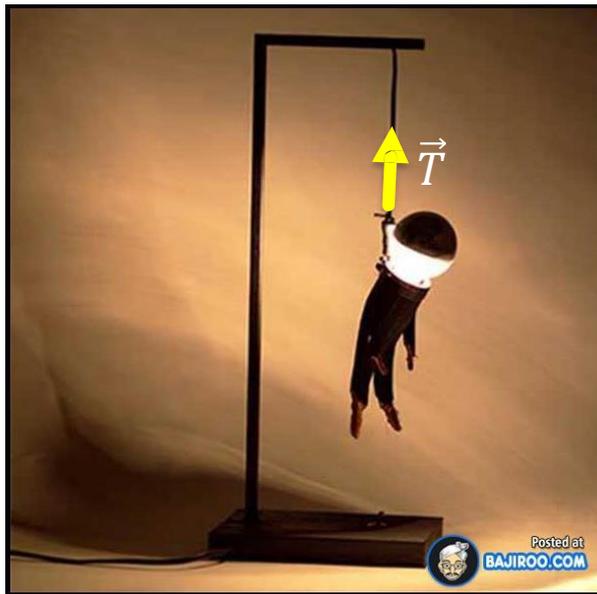
$$\overrightarrow{f_{r_{rodam}}} = \mu_{rodam} \cdot \vec{N}$$

$\mu_{rodam} = 0,002$ hasta $0,003$: para ruedas de acero sobre rieles de acero

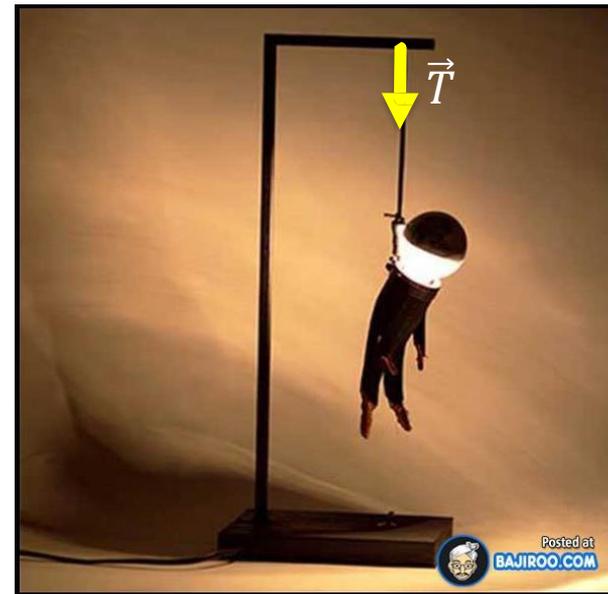
$\mu_{rodam} = 0,01$ hasta $0,02$: para ruedas de caucho sobre concreto

Tensión (\vec{T})

- Tensión (\vec{T}): Es la fuerza provocada por un objeto que se tensa, como una cuerda. El cuerpo que se tensa se lo conoce como tensor. Su sentido depende del cuerpo que se analiza.



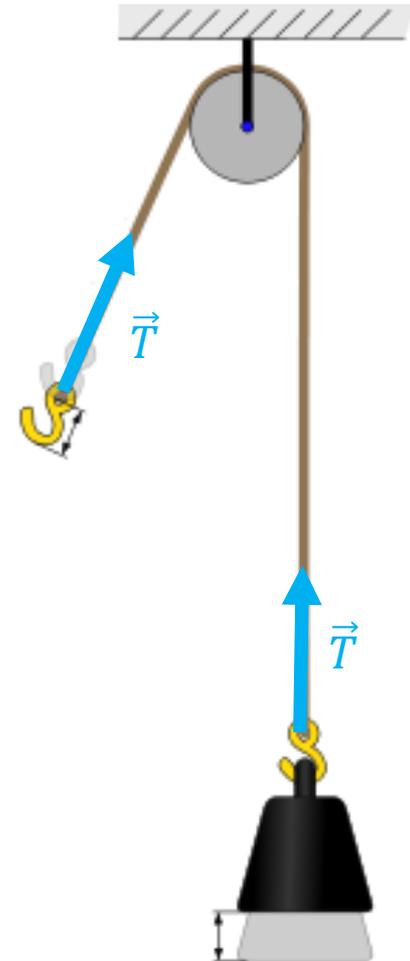
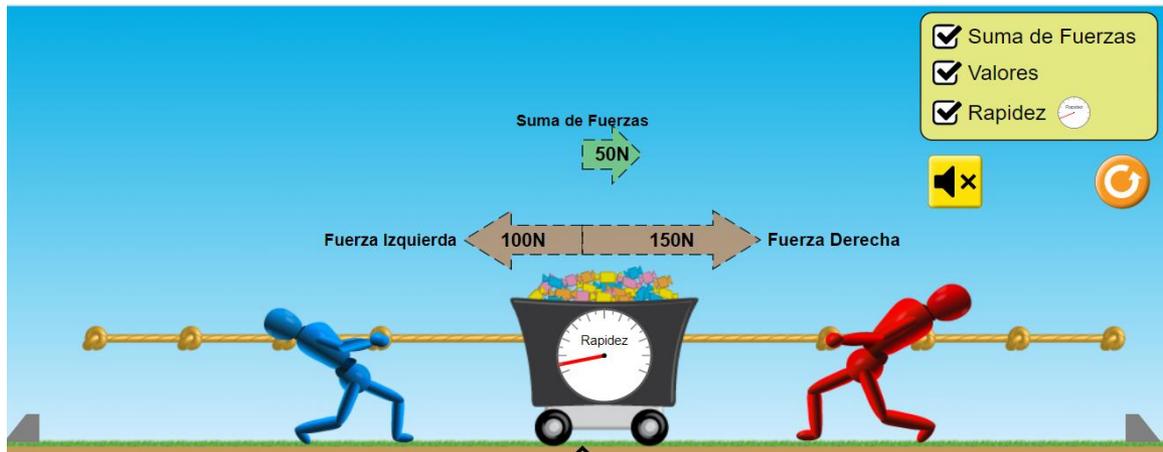
Tensión actuando sobre la lámpara



Tensión actuando sobre la base

Tensión (\vec{T})

- Esta fuerza tiene algunas particularidades las que hay que prestar atención.
- Característica principal: La tensión se transmite a lo largo del cuerpo que se tensa.



Peso (\vec{W})

- ▶ Es la fuerza de largo alcance producida por la gravedad.
- ▶ Siempre apunta hacia el centro del planeta (es decir hacia abajo)
- ▶ Cualquier objeto con masa, experimenta esta fuerza!

$$\vec{W} = m \cdot \vec{g}$$

Donde:

m = masa de la partícula

\vec{g} = gravedad

EJEMPLOS:

Un amigo le ha dado a usted un regalo , una caja de 10.0 kg de masa con una sorpresa misteriosa dentro de ella. La caja descansa sobre la superficie horizontal lisa (sin fricción) de una mesa.

- Determine el peso de la caja y la fuerza normal ejercida sobre ella por la mesa.
- Ahora su amigo empuja hacia abajo sobre la caja con una fuerza de 40.0 N, como en la figura. Determine de nuevo la fuerza normal ejercida sobre la caja por la mesa.
- Si su amigo jala hacia arriba sobre la caja con una fuerza de 40.0 N, ¿cuál es ahora la fuerza normal ejercida sobre la caja por la mesa?

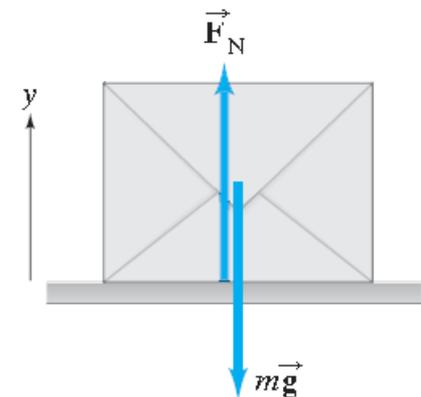


Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

- Es una representación de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

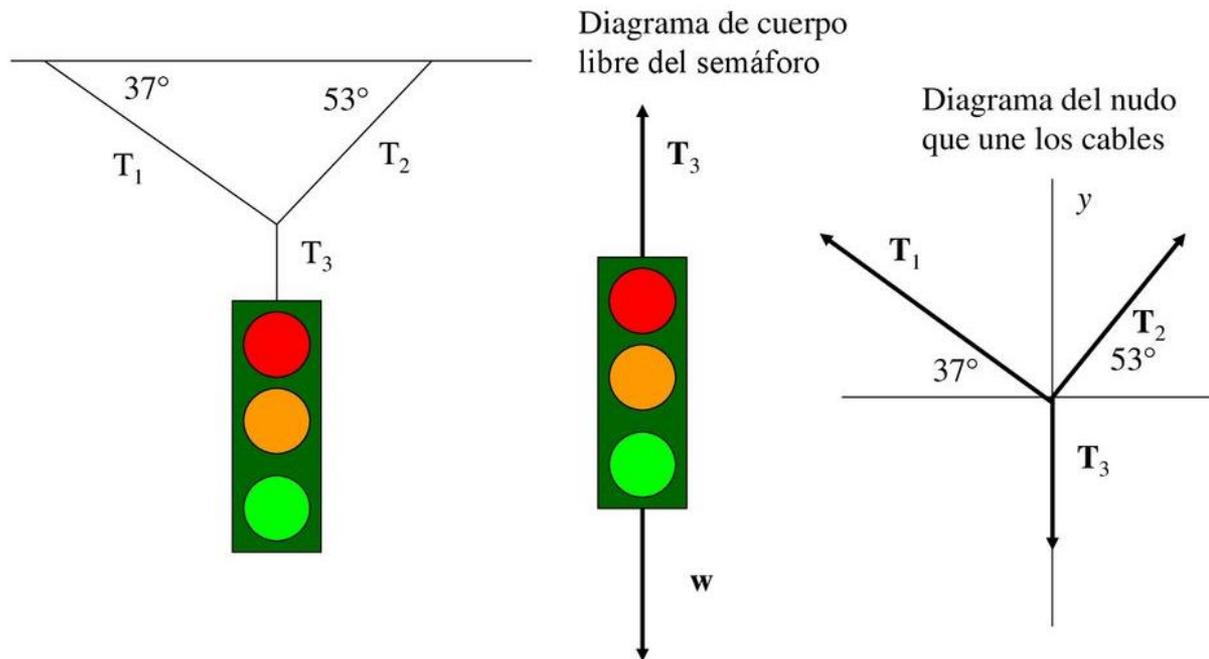
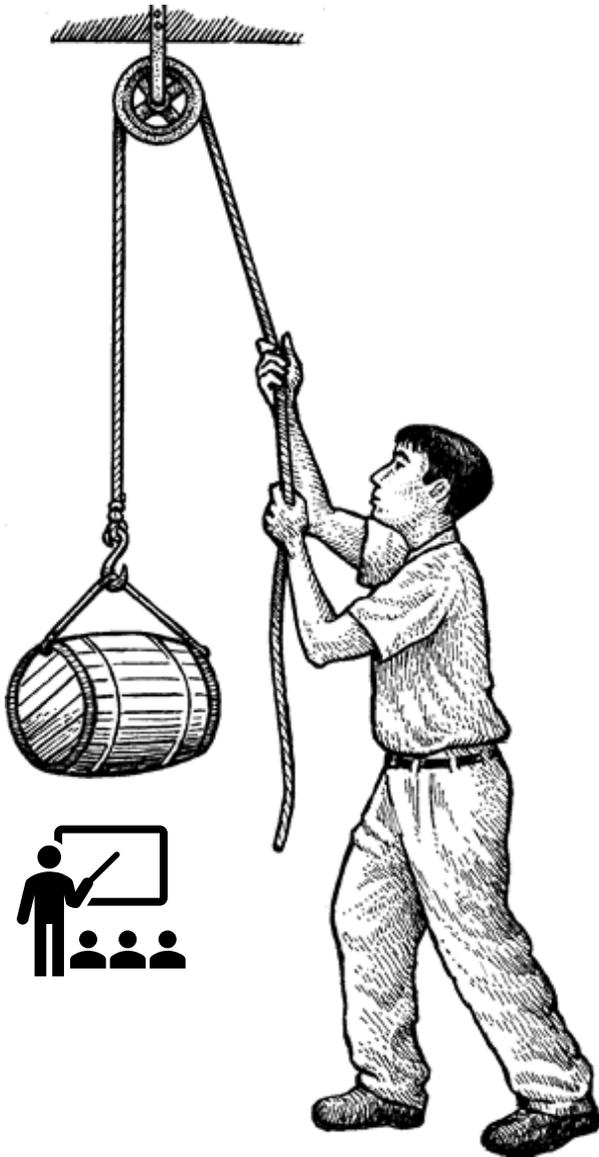


Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

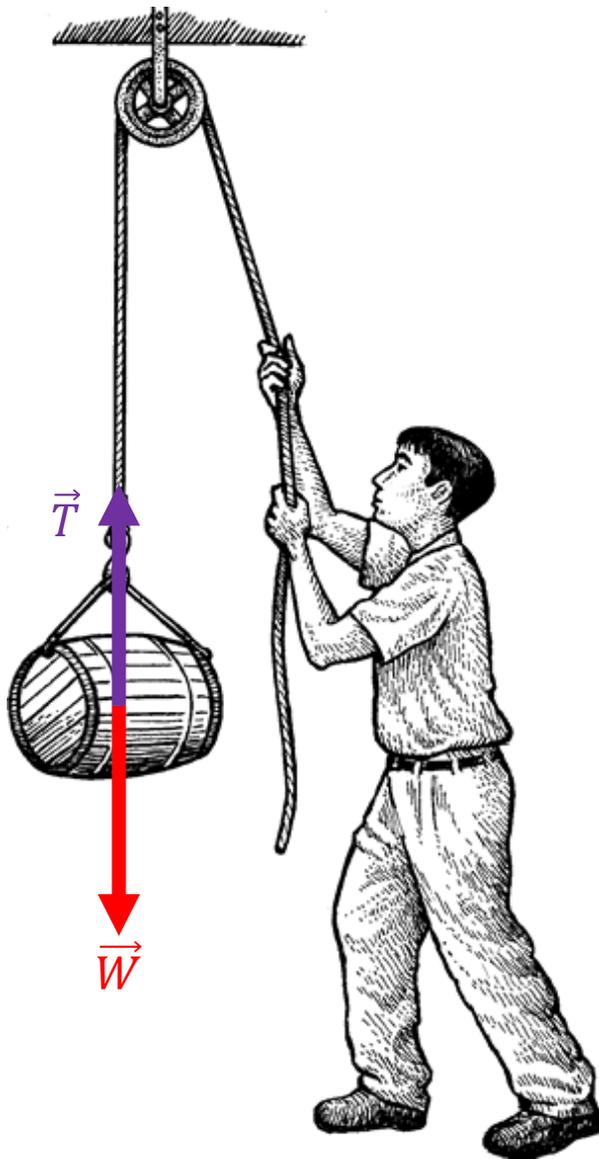
- Un consejo: Para hacer un buen diagrama de referirnos a las siguientes preguntas con respecto al cuerpo:
- ¿El cuerpo tiene masa? (Peso \vec{W})
- ¿El cuerpo está en contacto directo con una superficie? (Normal \vec{N})
- ¿La superficie es rugosa? (Fricción $\vec{f_r}$)
- ¿El cuerpo está sujeto con una cuerda o similares? (Tensión \vec{T})
- ¿Hay algo extra que aumente o disminuya la velocidad del cuerpo? (Otras fuerzas \vec{F})

Enfóquense en el barril



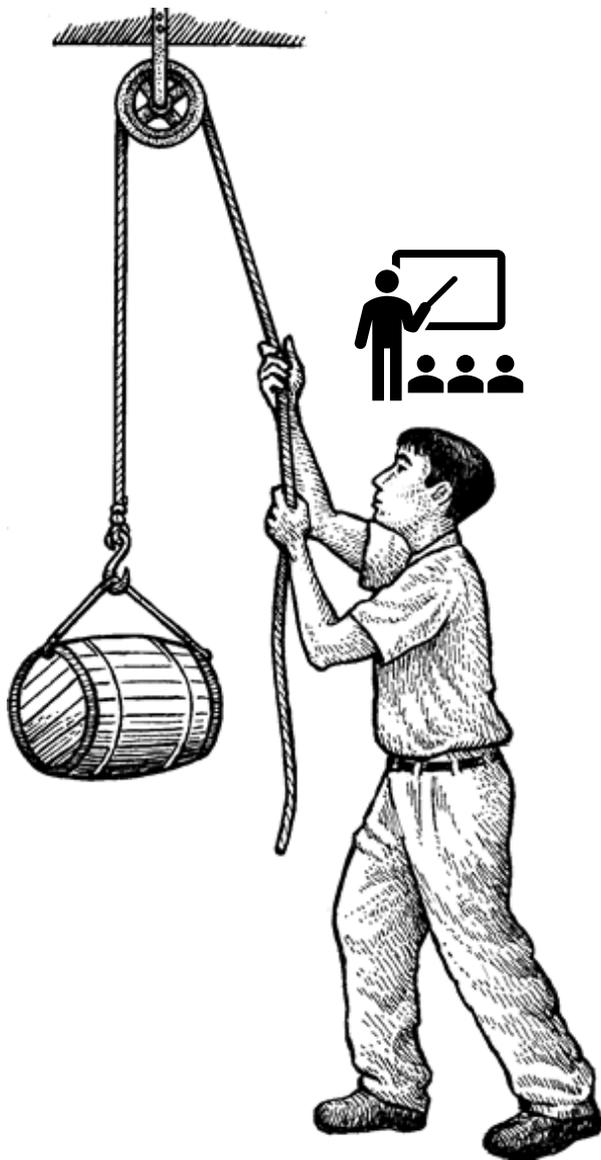
- ¿El cuerpo tiene masa? **SI**
- ¿El cuerpo está en contacto directo con una superficie? **NO**
- ¿La superficie es rugosa? **NO**
- ¿El cuerpo está sujeto con una cuerda o similares? **SI**
- ¿Hay algo extra que aumente o disminuya la velocidad del cuerpo? **NO**

Enfóquense en el barril



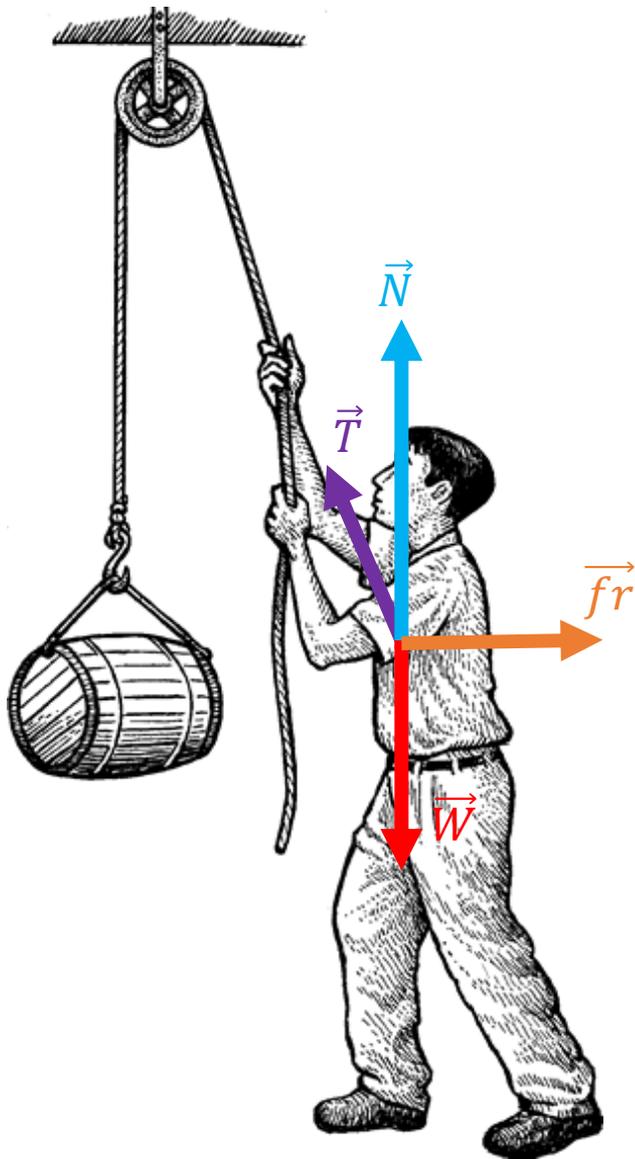
- ¿El cuerpo tiene masa? **SI** – Tiene la fuerza **Peso** (\vec{W})
- ¿El cuerpo está en contacto directo con una superficie? **NO** – No hay fuerza **Normal** (\vec{N})
- ¿La superficie es rugosa? **NO** – No hay **Fricción** ($\vec{f_r}$)
- ¿El cuerpo está sujeto con una cuerda o similares? **SI** – Hay **Tensión** (\vec{T})
- ¿Hay algo extra que aumente o disminuya la velocidad del cuerpo? **NO** – No hay otras fuerzas

Enfóquense en la persona



- ¿El cuerpo tiene masa? **SI**
- ¿El cuerpo está en contacto directo con una superficie? **SI**
- ¿La superficie es rugosa? **SI**
- ¿El cuerpo está sujeto con una cuerda o similares? **SI**
- ¿Hay algo extra que aumente o disminuya la velocidad del cuerpo? **NO**

Enfóquense en la persona



- ¿El cuerpo tiene masa? **SI**
- ¿El cuerpo está en contacto directo con una superficie? **SI**
- ¿La superficie es rugosa? **SI**
- ¿El cuerpo está sujeto con una cuerda o similares? **SI**
- ¿Hay algo extra que aumente o disminuya la velocidad del cuerpo? **NO**

Jugadores de básquet



W

W

- El jugador que está en el aire es sujeto a caída libre
- ▶ El jugador que va a saltar debe empujarse hacia abajo contra el piso, incrementando la fuerza de reacción normal (N) hacia arriba del piso sobre él.

¿Por qué es más fácil caminar cuesta abajo?

Movimiento
cuesta arriba

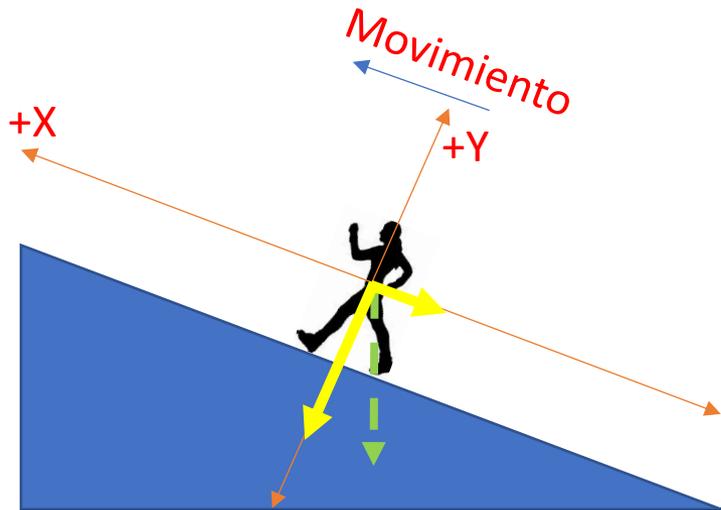


Movimiento cuesta
abajo

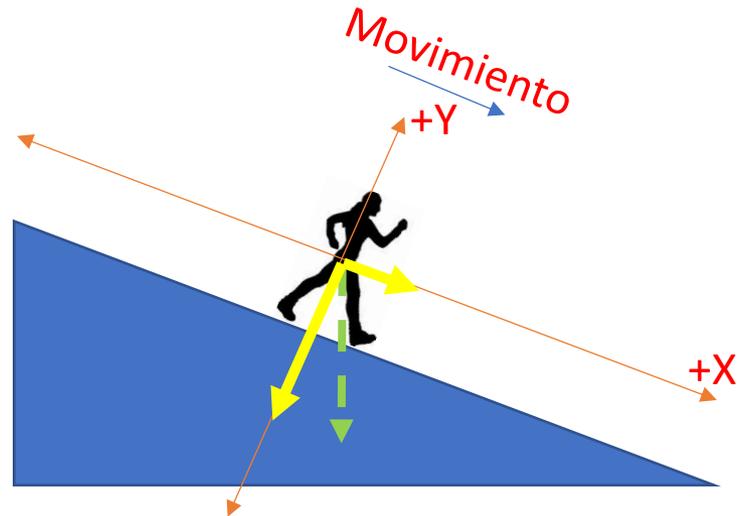


Solo vamos a concentrarnos en el peso de la persona

Movimiento
cuesta arriba



Movimiento cuesta abajo



En el movimiento cuesta abajo, parte del peso de la persona está en la misma dirección del movimiento, por lo tanto, contribuye con el movimiento.

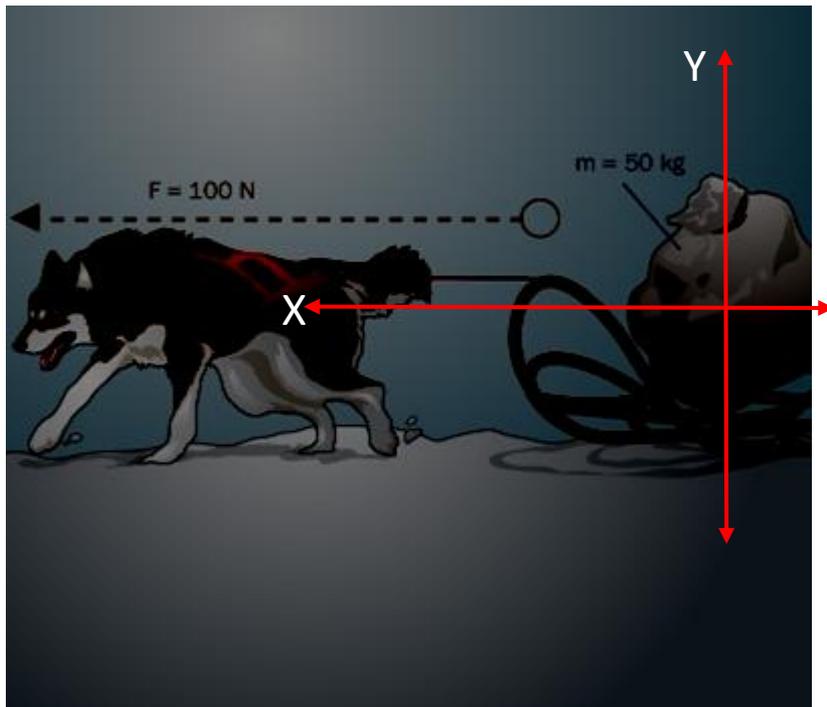
En el siguiente ejemplo. Calcular con qué aceleración se mueve el trineo.

$m = 100 \text{ kg}$

$F = 200 \text{ N}$

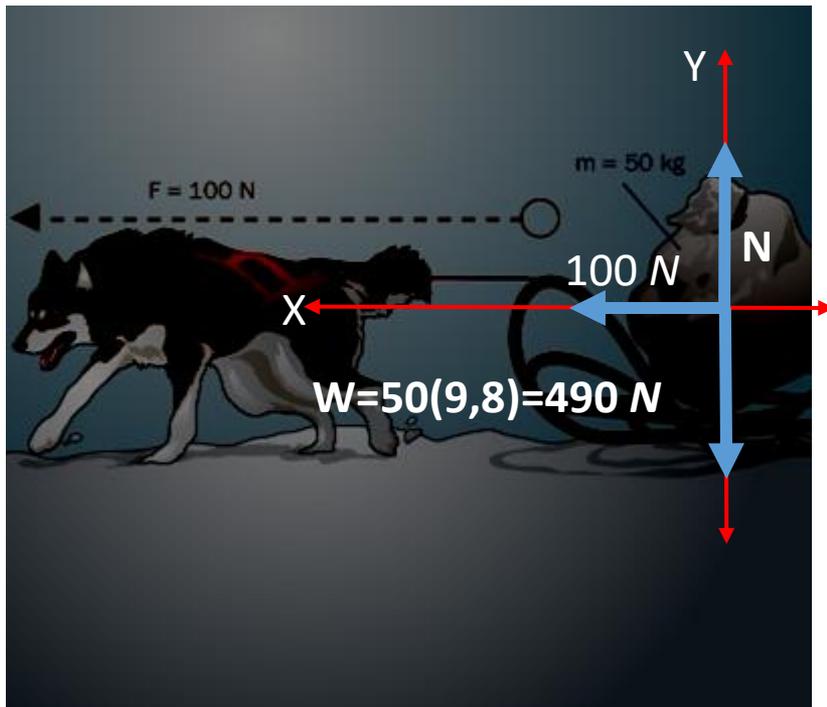


En el siguiente ejemplo. Calcular con qué aceleración se mueve la roca.



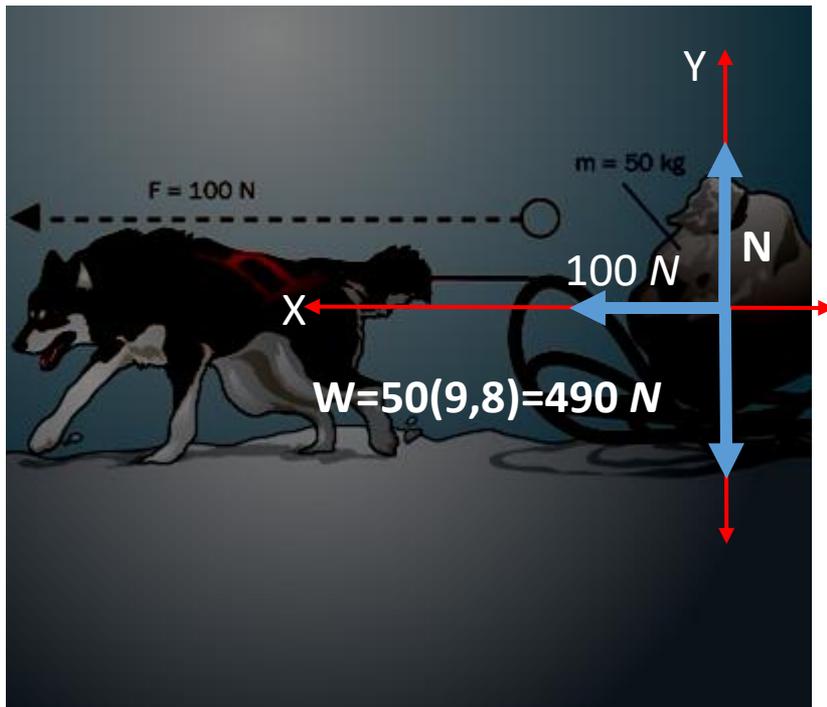
- Vamos a definir nuestros ejes

En el siguiente ejemplo. Calcular con qué aceleración se mueve la roca.



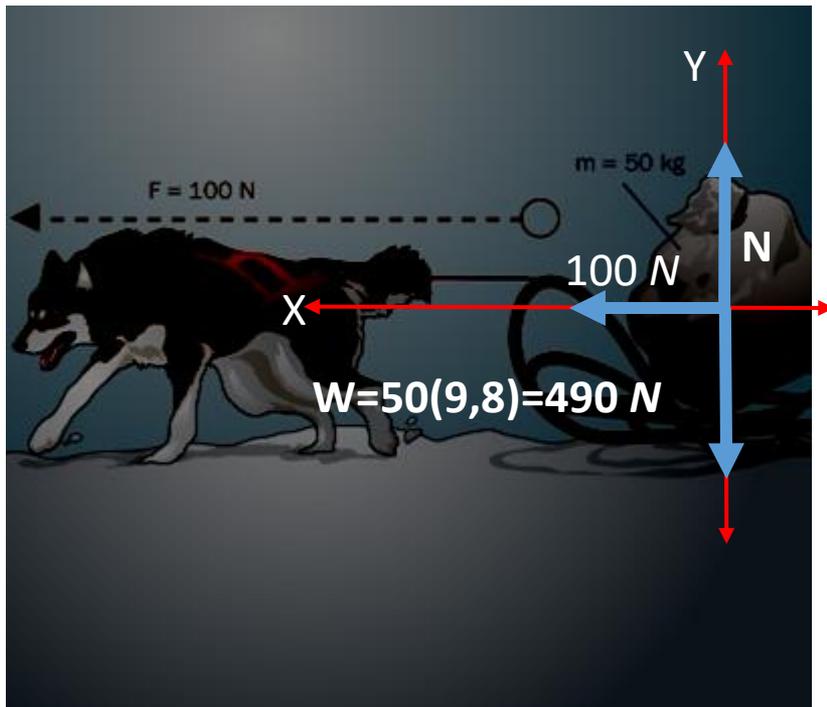
- Vamos a definir nuestros ejes
- Trazamos las fuerzas que actúan sobre la roca

En el siguiente ejemplo. Calcular con qué aceleración se mueve la roca.



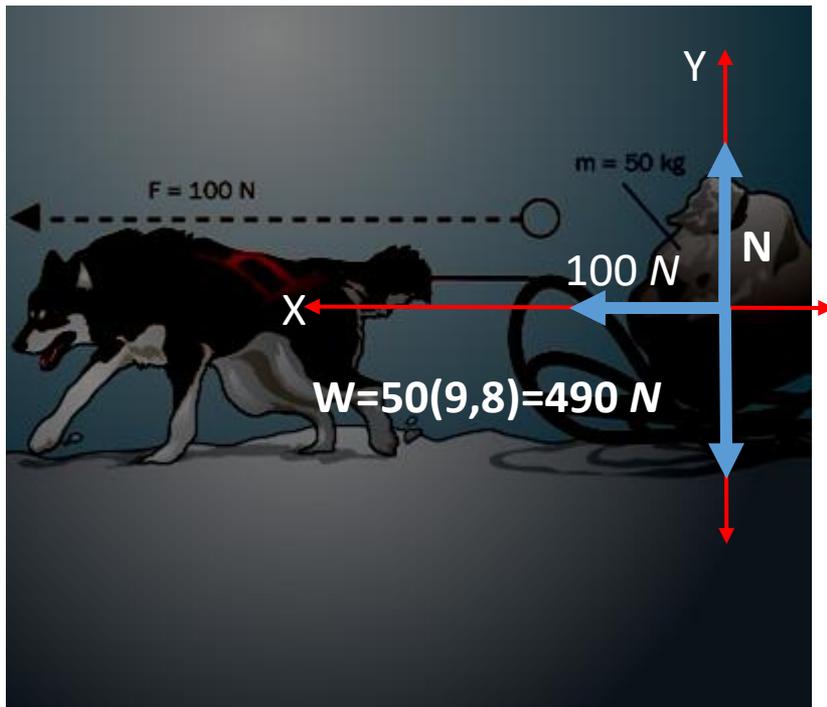
- ¿Se acelera en sentido X?
¿Se acelera en sentido Y?
- Si se acelera, la sumatoria de fuerzas será igual a la masa por la aceleración.
- Si no se acelera, la sumatoria de fuerzas será igual a cero.

En el siguiente ejemplo. Calcular con qué aceleración se mueve la roca.



$$\sum F_x = m \cdot a_x$$
$$100 \text{ [N]} = 50 \text{ [kg]} \cdot a_x$$
$$a_x = \frac{100 \text{ [N]}}{50 \text{ [kg]}}$$
$$a_x = \frac{100 \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right]}{50 \text{ [kg]}}$$
$$a_x = 2 \frac{[\text{kg} \cdot \text{m}]}{[\text{kg} \cdot \text{s}^2]}$$
$$a_x = 2 \text{ m/s}^2$$

¿Cuál es el valor de la fuerza normal que ejerce el suelo sobre el trineo.



$$\sum F_y = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

$$N = 490\text{ N}$$

Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

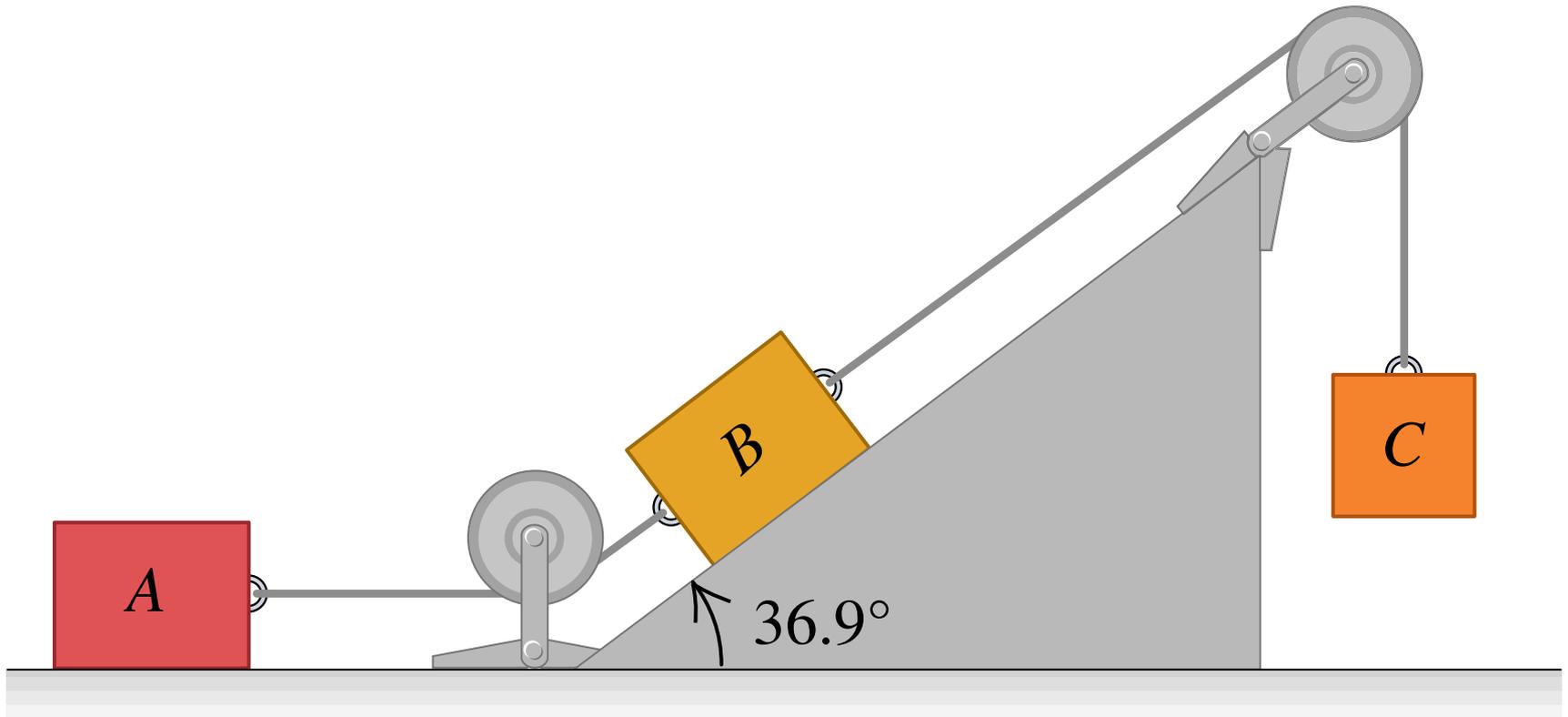


Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

Se utilizará el presente ejemplo para mostrar el secreto más guardado de todos los tiempos para lidiar con planos inclinados!

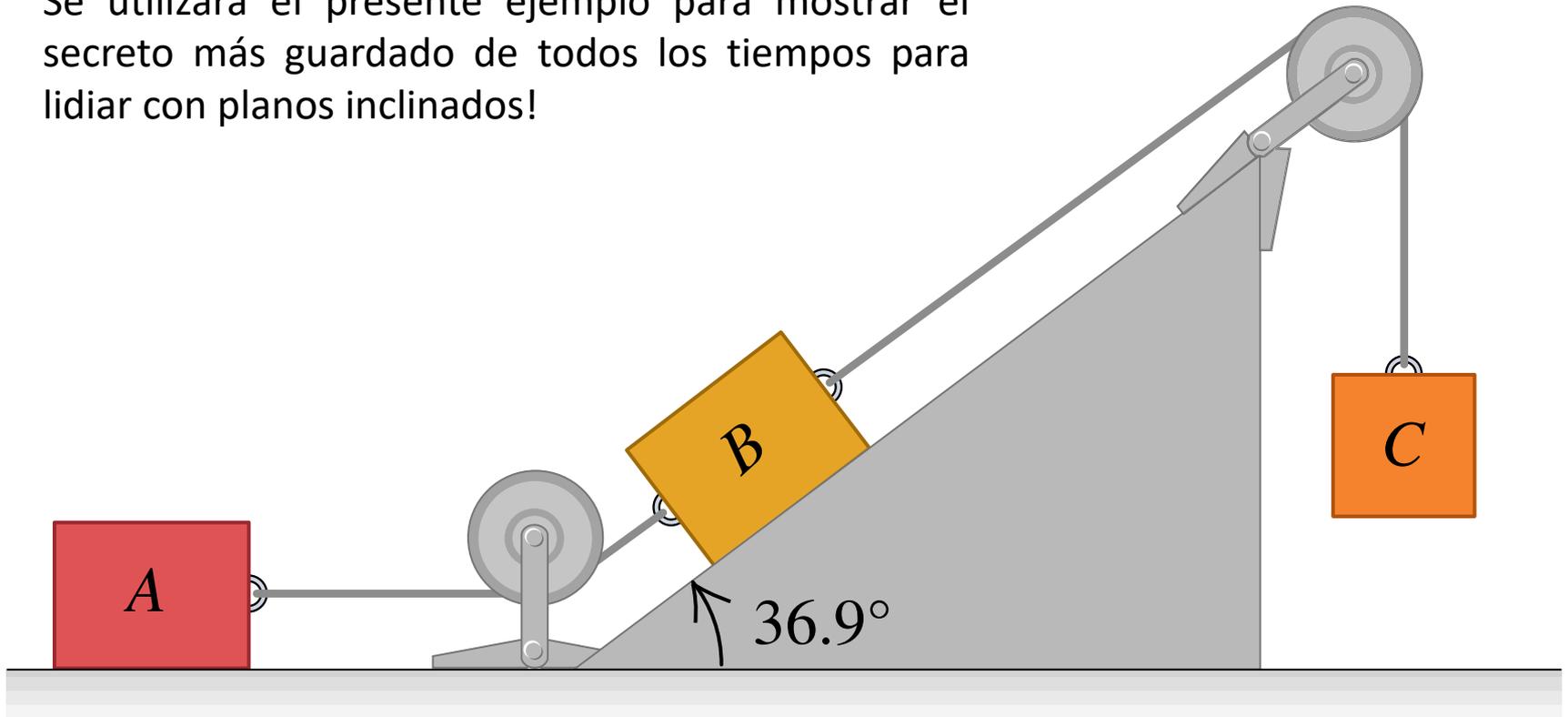


Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

Rotar el sistema de referencia de modo que tenga la misma inclinación que el plano inclinado

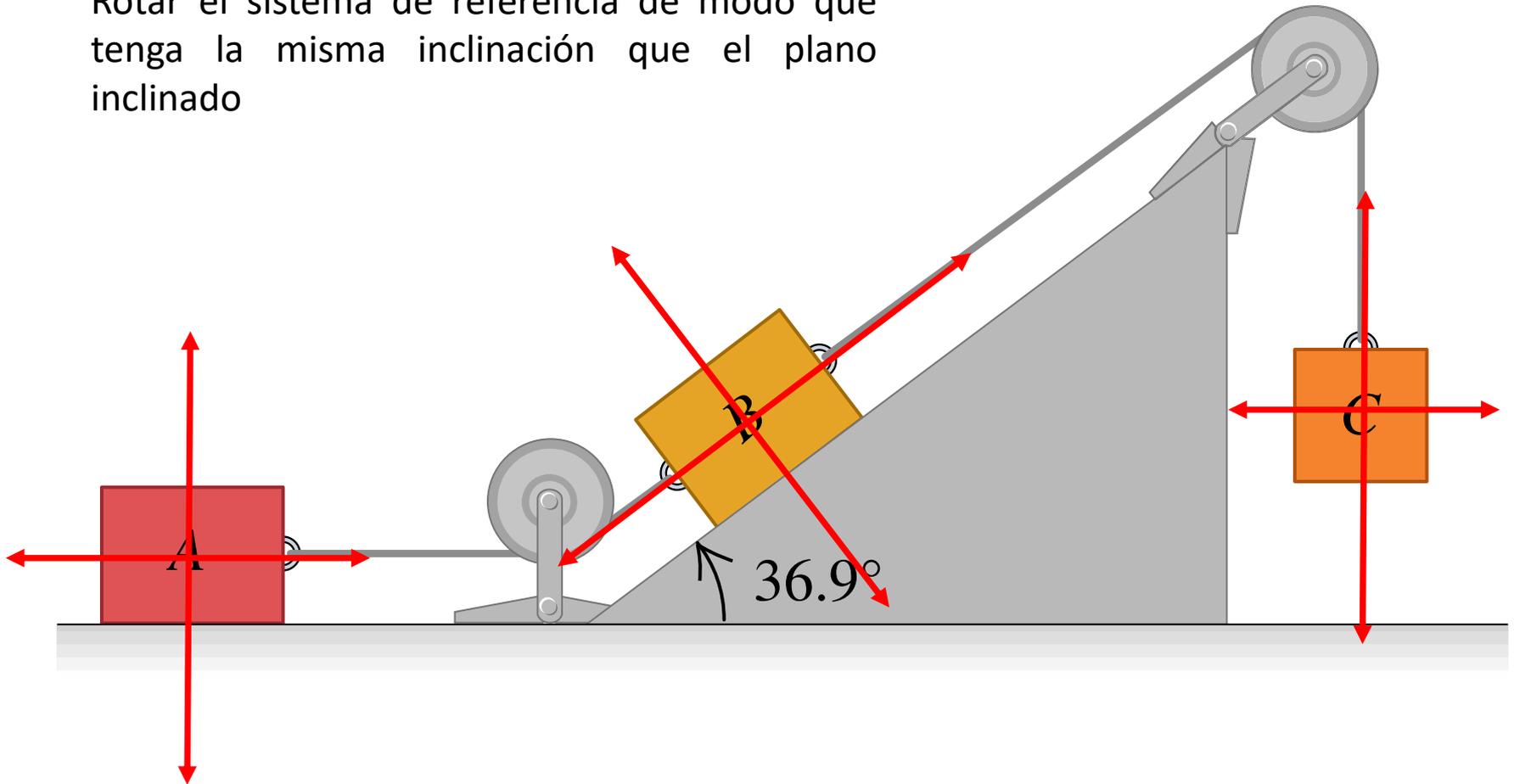


Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

Ahora, ¿cuál es mi eje positivo o negativo?

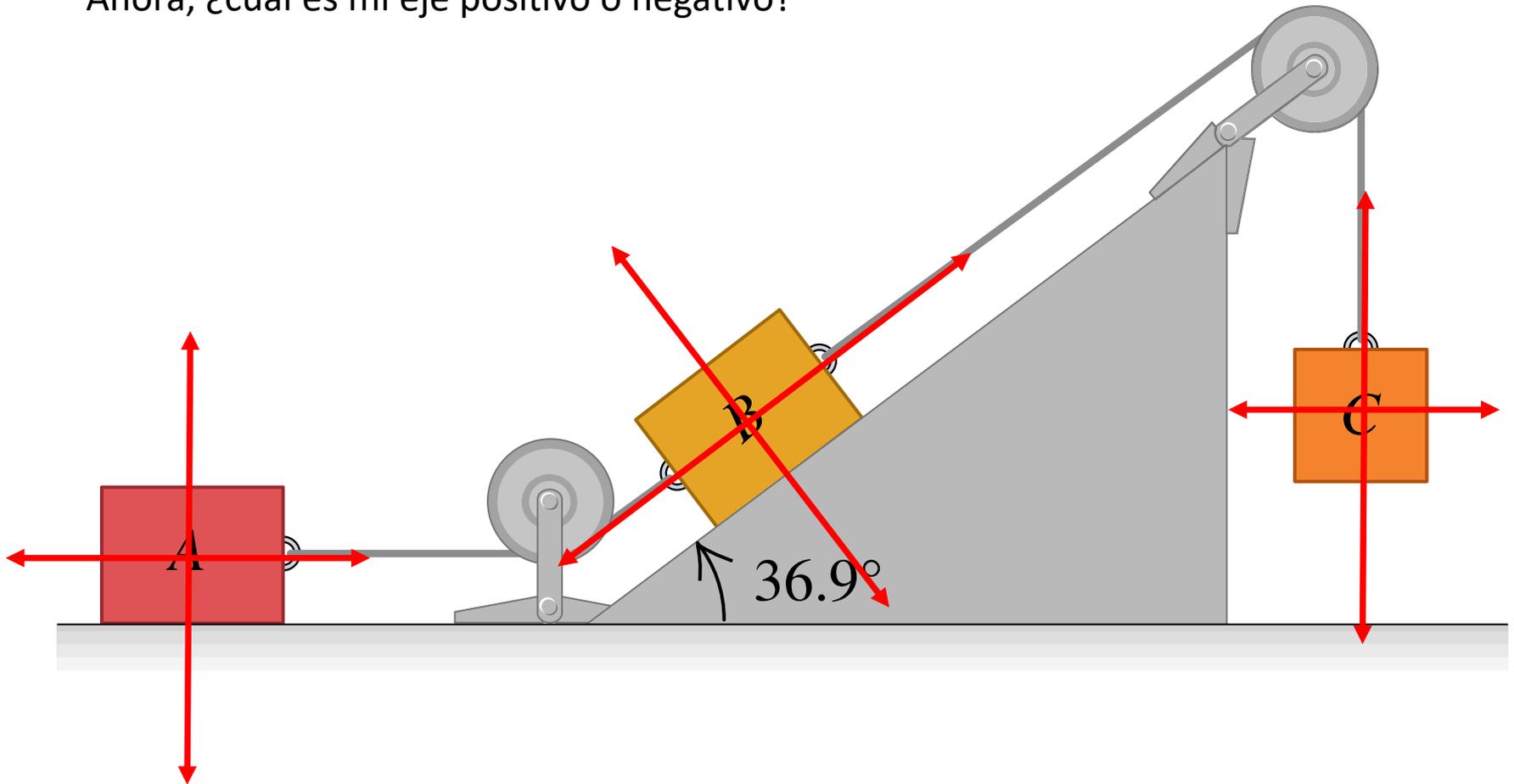


Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

Sugerencia: Definan el sentido positivo hacia el movimiento aparente o posible de la partícula.

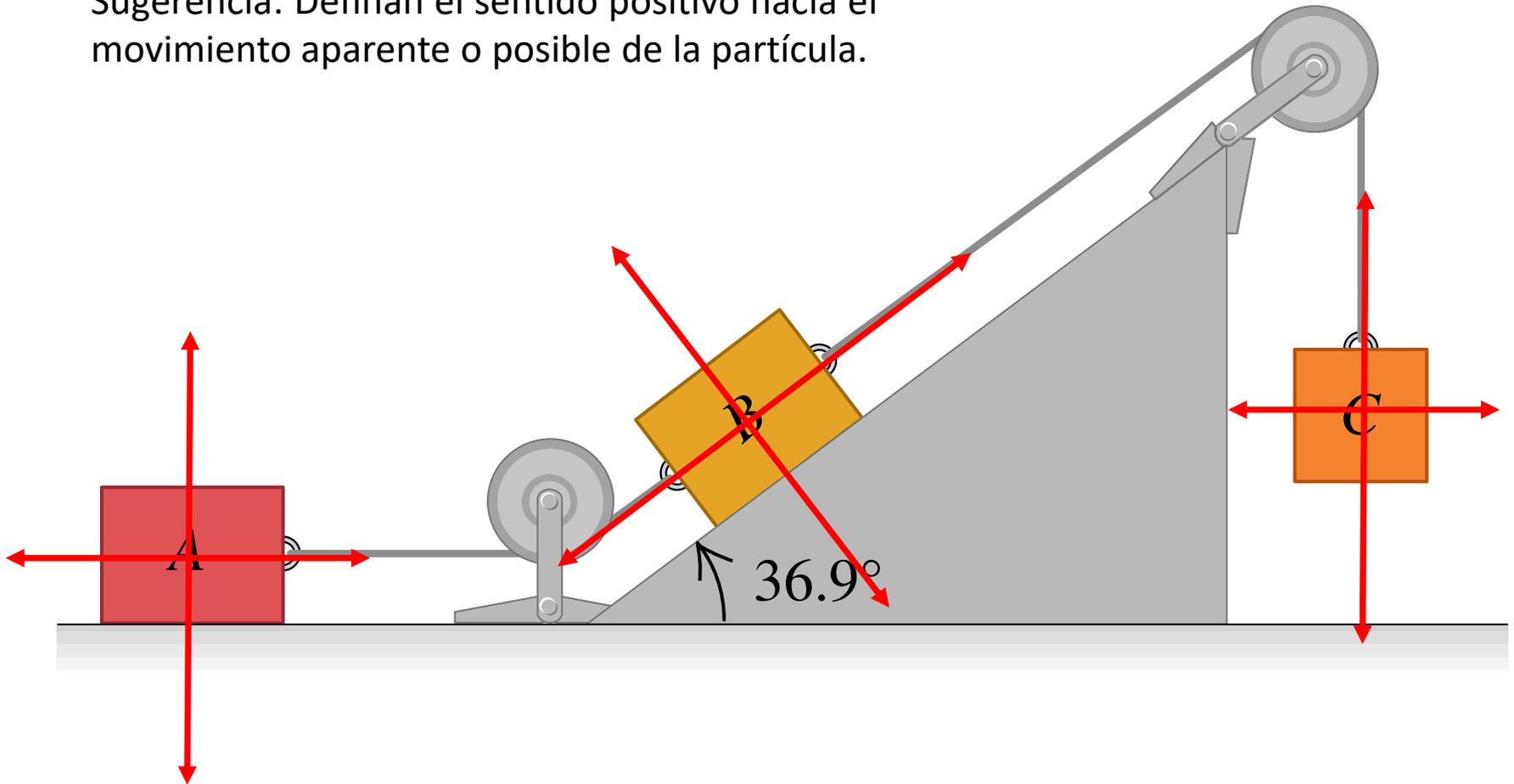


Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

En este sistema de bloques y poleas tiene lógica suponer que el **movimiento** podría darse en el sentido mostrado.

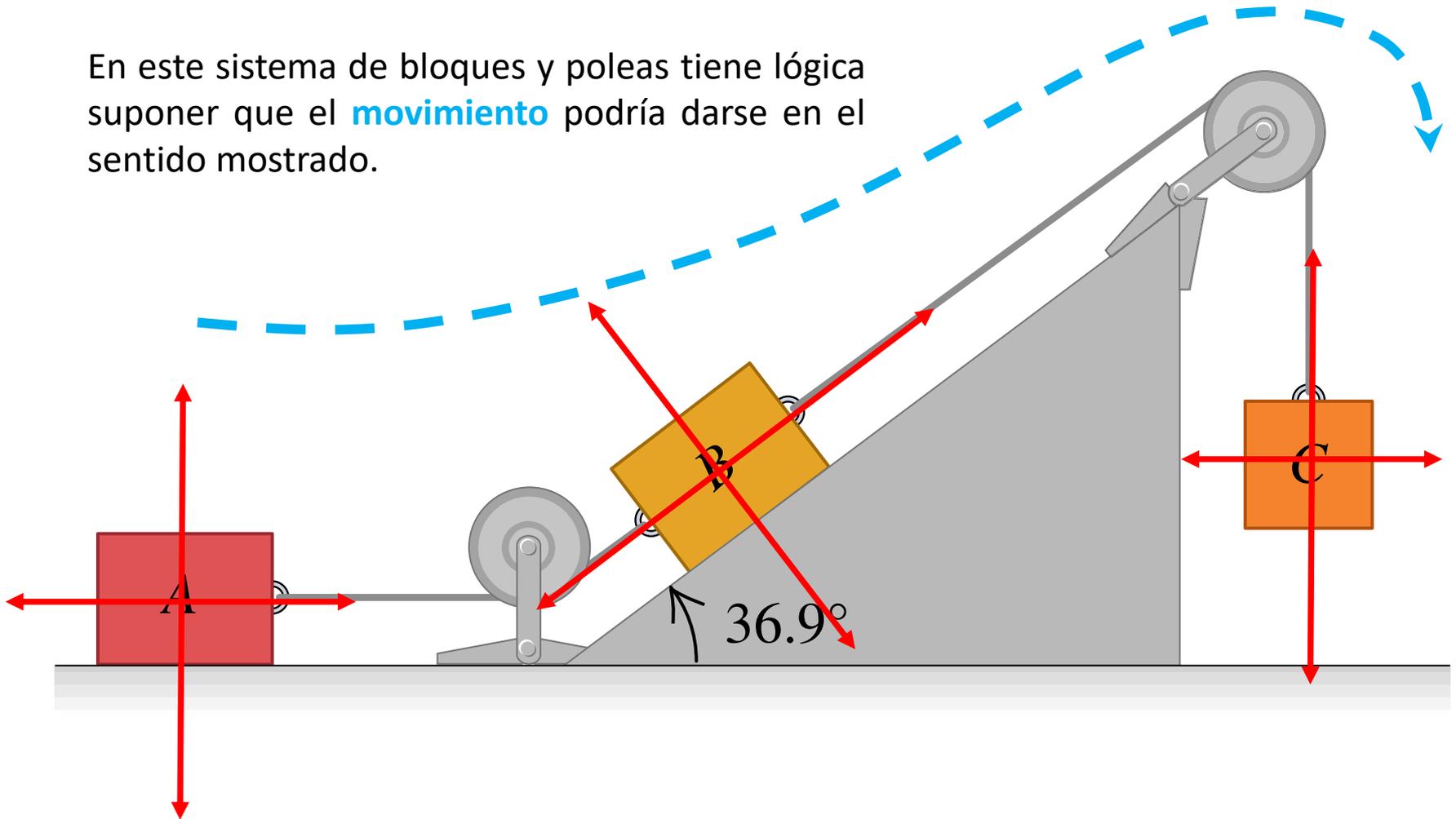


Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

Entonces, para cada bloque, los sentidos positivo y negativo quedarían así. En ocasiones, el movimiento no ocurre en uno de los ejes. En este caso, el sentido positivo y negativo es indiferente.

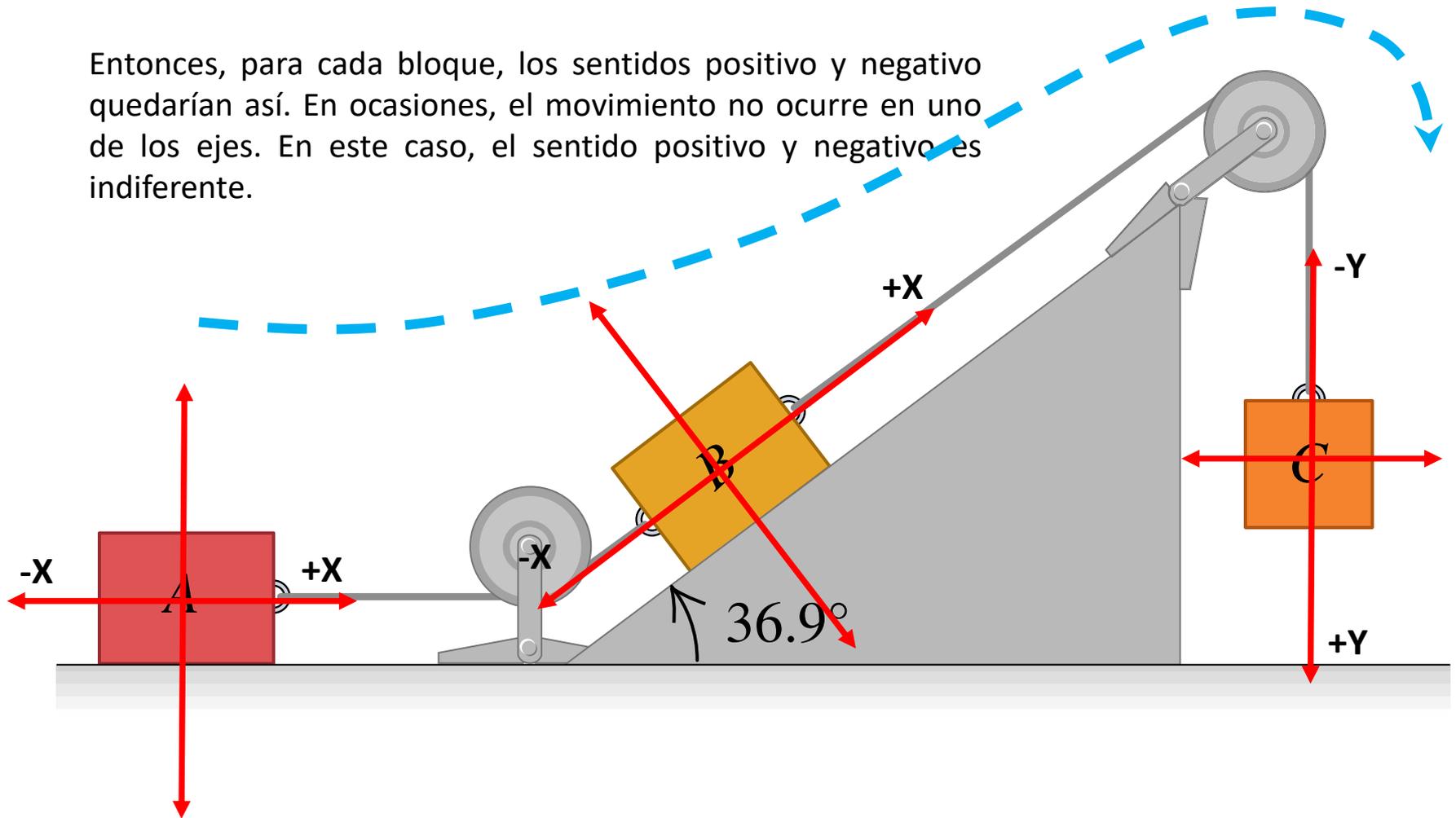
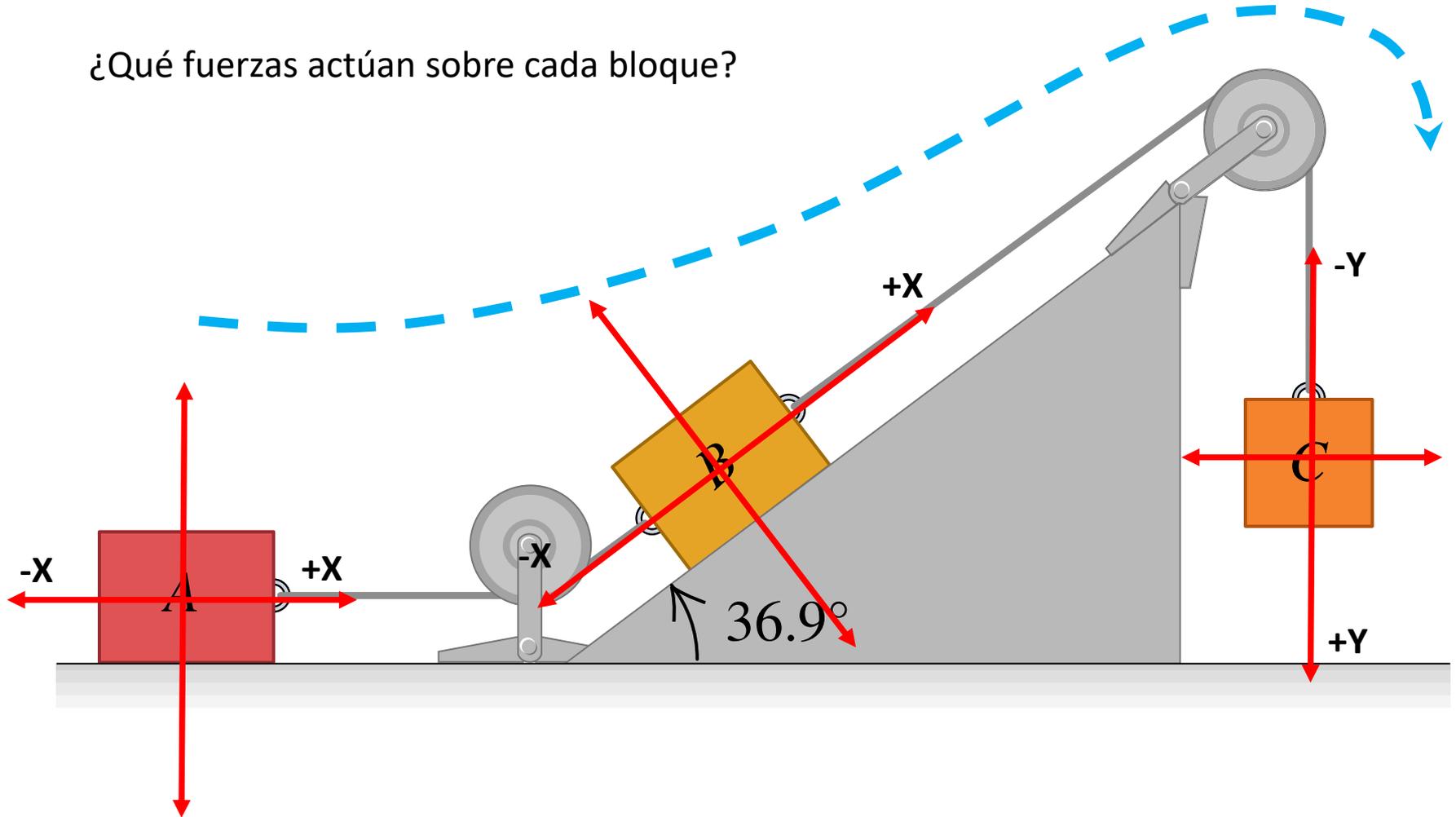


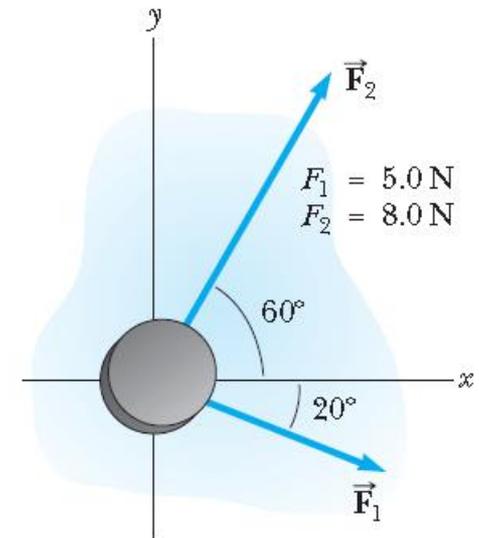
Diagrama de cuerpo libre en planos inclinados

¿Qué fuerzas actúan sobre cada bloque?



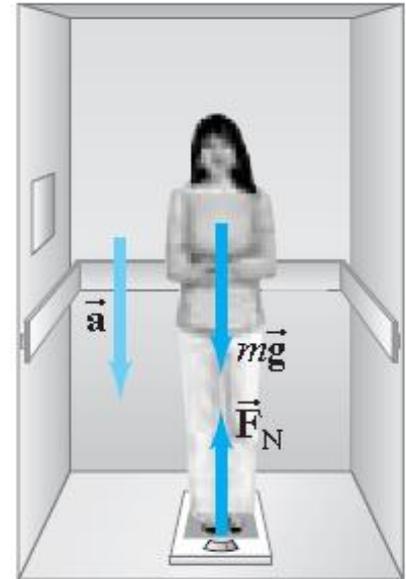
Ejercicios

Un disco de hockey que tiene una masa de 0.30 kg se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de patinaje. Dos bastones de hockey golpean el disco simultáneamente, y ejercen las fuerzas sobre el disco que se muestran en la figura. La fuerza \mathbf{F}_1 tiene una magnitud de 0.5 N y la fuerza \mathbf{F}_2 tiene una magnitud de 8.0 N. Determine tanto la magnitud como la dirección de la aceleración del disco.

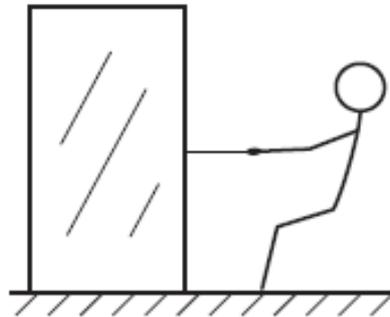


Una mujer de 65 kg desciende en un elevador que acelera brevemente a $0.20g$ hacia abajo. Ella está parada sobre una báscula que da su lectura en kilogramos.

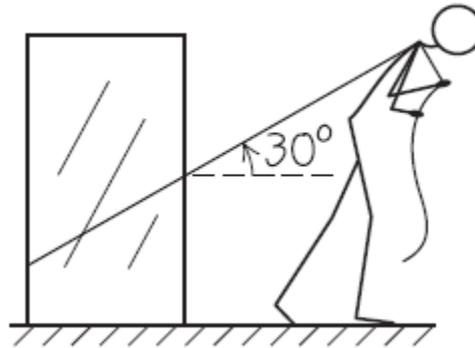
- a) Durante esta aceleración, ¿cuál es el peso de la mujer y qué registra la báscula?
- b) ¿Qué registra la báscula cuando el elevador desciende con rapidez constante de 2.0 m/s ?



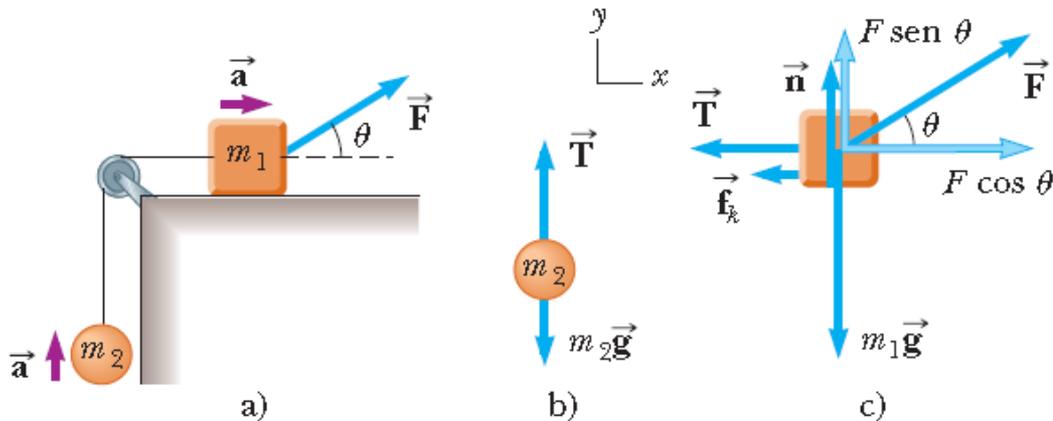
- Usted intenta mover una caja de 500 N por un piso horizontal. Para comenzar a moverla, debe tirar con una fuerza horizontal de 230 N. Una vez que la caja “se libera” y comienza a moverse, puede mantenerse a velocidad constante con sólo 200 N. ¿Cuáles son los coeficientes de fricción estática y cinética?



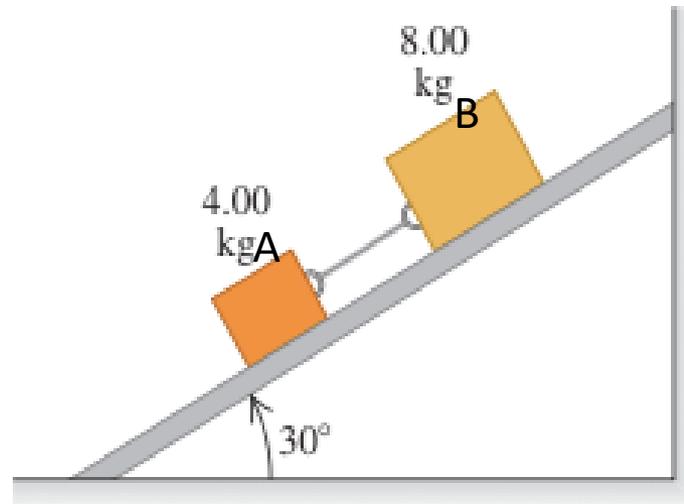
En el ejemplo, suponga que usted intenta mover la caja atando una cuerda a ella y tira de la cuerda hacia arriba con un ángulo de 30° sobre la horizontal. ¿Qué fuerza debe aplicar al tirar para mantener la caja en movimiento con velocidad constante? ¿Esto es más fácil o difícil que tirar horizontalmente? Suponga que $w=500\text{ N}$ y $\mu=0.40$.



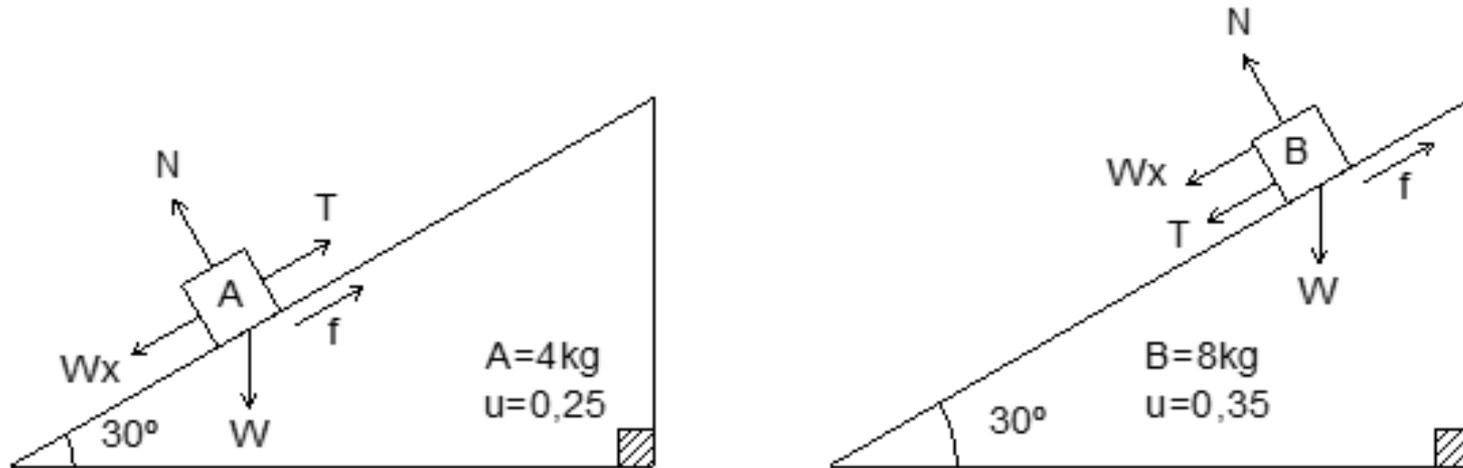
Un bloque de masa m_1 sobre una superficie horizontal rugosa se conecta a una bola de masa m_2 mediante una cuerda ligera sobre una polea ligera sin fricción, como se muestra en la figura. Al bloque se aplica una fuerza de magnitud F en un ángulo con la horizontal como se muestra, y el bloque se desliza hacia la derecha. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque y la superficie esta presente. Determine la magnitud de la aceleración de los dos objetos.



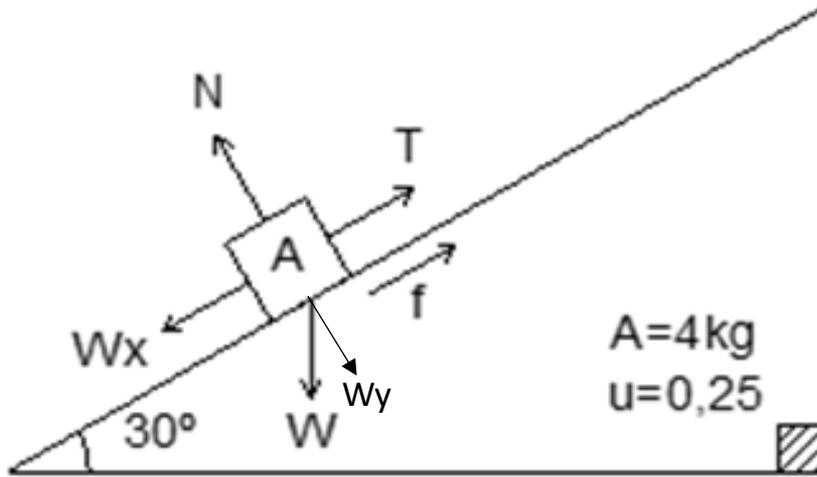
Dos bloques de masas de 4.00 kg y 8.00 kg están conectados por un cordón y bajan deslizándose por un plano inclinado a 30 grados. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque de 4.00 kg y el plano es de 0.25; y entre el bloque de 8.00 kg y el plano es de 0.35. **Encuentre la tensión de la cuerda y la aceleración de los bloques.**



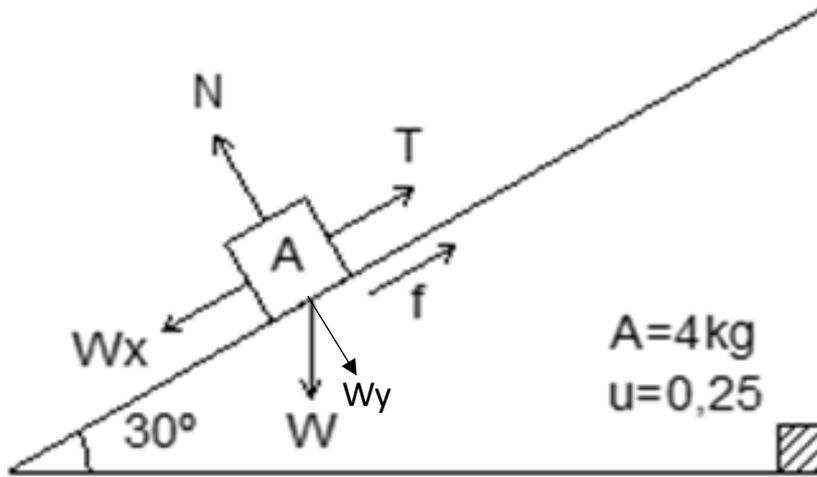
Dos bloques de masas de 4.00 kg y 8.00 kg están conectados por un cordón y bajan deslizando por un plano inclinado a 30 grados. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque de 4.00 kg y el plano es de 0.25; y entre el bloque de 8.00 kg y el plano es de 0,35. Encuentre la tensión de la cuerda y la aceleración de los bloques.



El bloque A se resbala más que el bloque B, por lo que la cuerda se tensa y, por lo tanto, existe tensión.



1. Defina el sistema de referencia más conveniente, así como el sentido positivo de los ejes.
2. Descomponga los vectores fuerza con respecto al sistema de referencia definido por usted.
3. Evalúe el cumplimiento de las Leyes de Newton en el eje x y en el eje y .



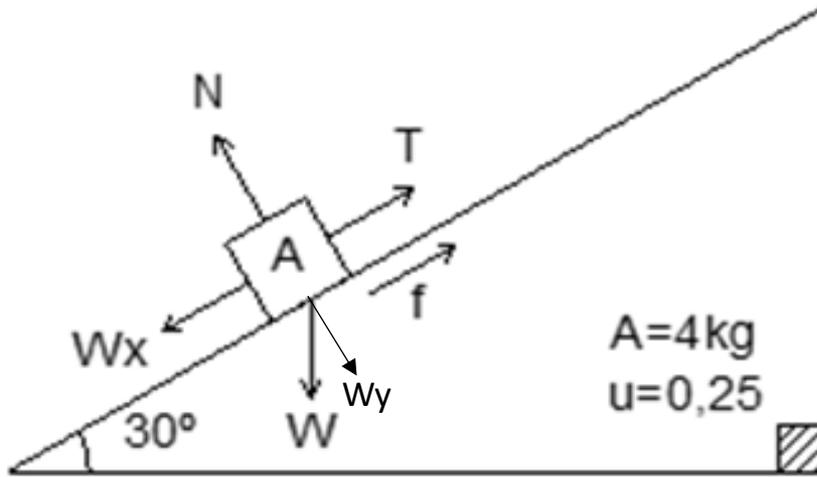
1. Defina el sistema de referencia más conveniente, así como el sentido positivo de los ejes.
2. Descomponga los vectores fuerza con respecto al sistema de referencia definido por usted.
3. Evalúe el cumplimiento de las Leyes de Newton en el eje x y en el eje y.

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$W_x - T - f_r = m \cdot a$$

$$W \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$



1. Defina el sistema de referencia más conveniente, así como el sentido positivo de los ejes.
2. Descomponga los vectores fuerza con respecto al sistema de referencia definido por usted.
3. Evalúe el cumplimiento de las Leyes de Newton en el eje x y en el eje y .

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$W_x - T - fr = m \cdot a$$

$$W \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot N = m \cdot a \quad \leftarrow N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = m \cdot a$$

$$4 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ - T - 0,25 \cdot 4 \cdot 9,8 \cdot \cos 30^\circ = 4 \cdot a$$

$$19,6 - T - 8,487 = 4 \cdot a$$

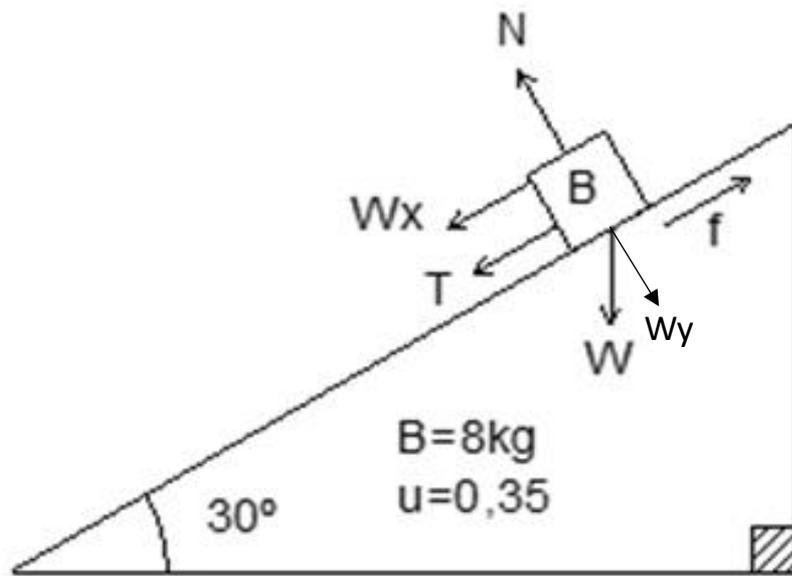
$$-T + 11,113 = 4 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y = W \cdot \cos 30^\circ$$

$$N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

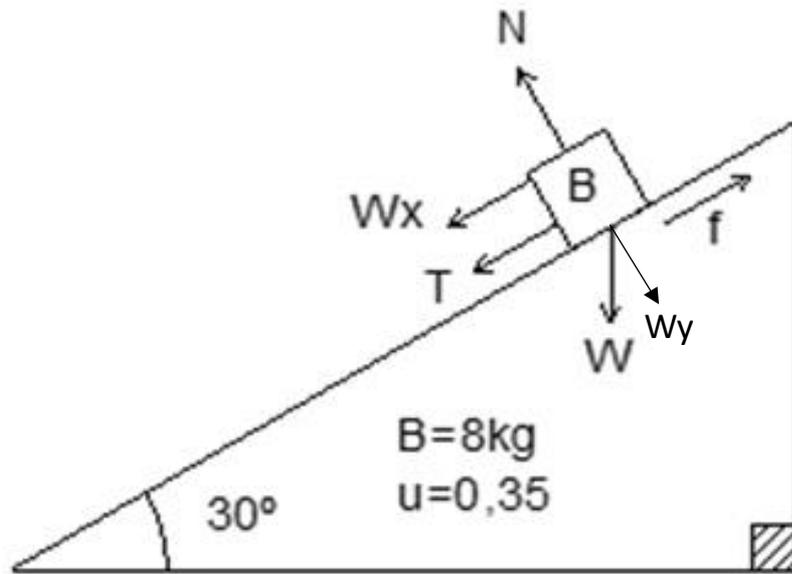


$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$T + W_x - f = m \cdot a$$

$$T + W \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$T + m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$



$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$T + W_x - fr = m \cdot a$$

$$T + W \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$T + m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a \quad \leftarrow N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

$$T + m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = m \cdot a$$

$$T + 8 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ - 0,35 \cdot 8 \cdot 9,8 \cdot \cos 30^\circ = 8 \cdot a$$

$$T + 39,2 - 23,764 = 8 \cdot a$$

$$T + 15,436 = 8 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 2}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y = W \cdot \cos 30^\circ$$

$$N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

- Se resuelve el sistema de ecuaciones

$$-T + 11,113 = 4 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$T + 15,436 = 8 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 2}$$

$$26,549 = 12 \cdot a$$

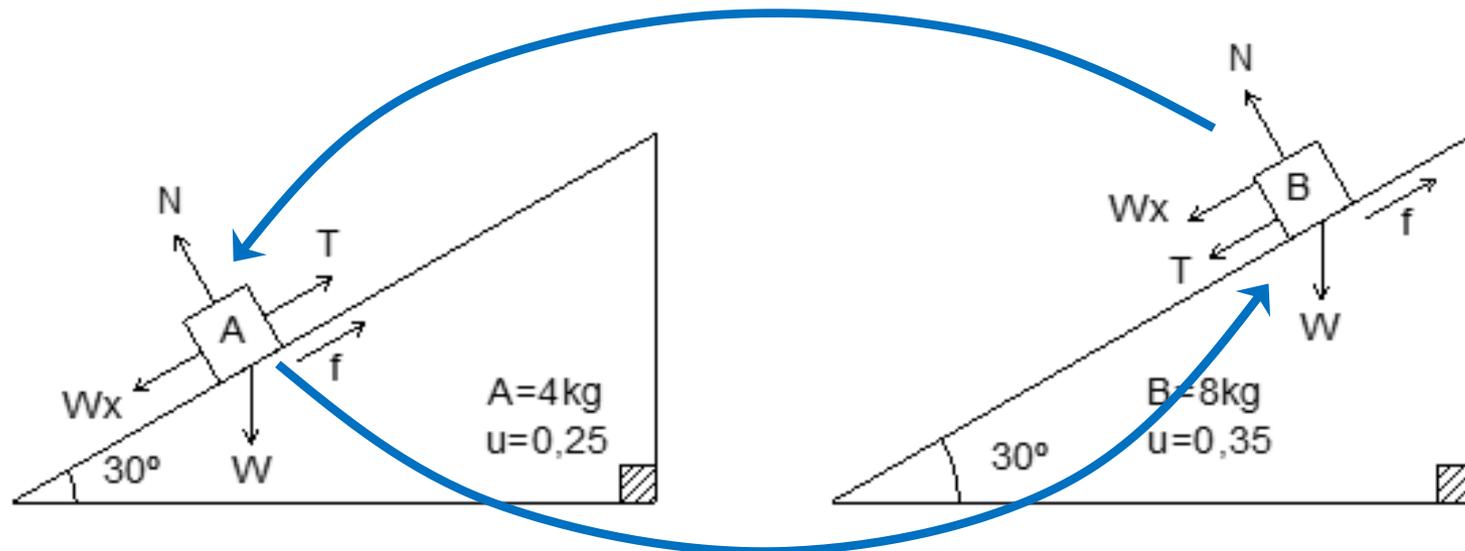
$$a = 2,212 \text{ m/s}^2$$

$$-T + 11,113 = 4 \cdot 2,212 \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$T = 2,263 \text{ N}$$

¿Tensión negativa?

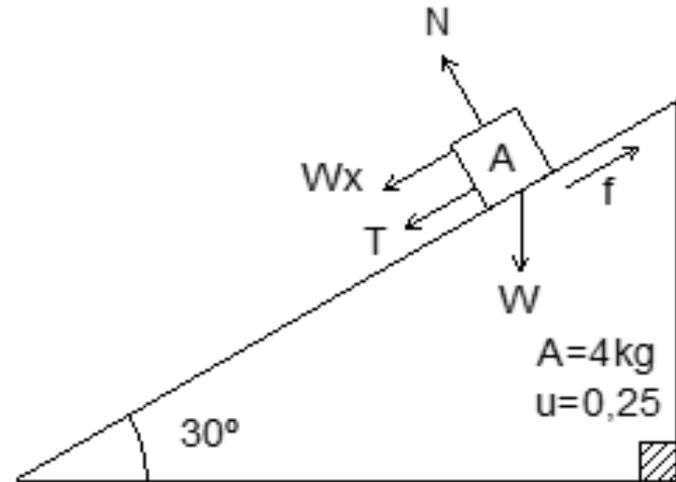
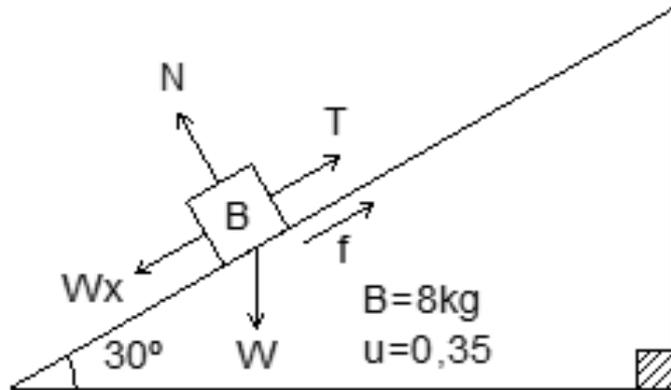
- Dos bloques de masas de 4.00 kg y 8.00 kg están conectados por un cordón y bajan deslizándose por un plano inclinado a 30 grados. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque de 4.00 kg y el plano es de 0.25; y entre el bloque de 8.00 kg y el plano es de 0.35. Encuentre la tensión de la cuerda y la aceleración de los bloques.



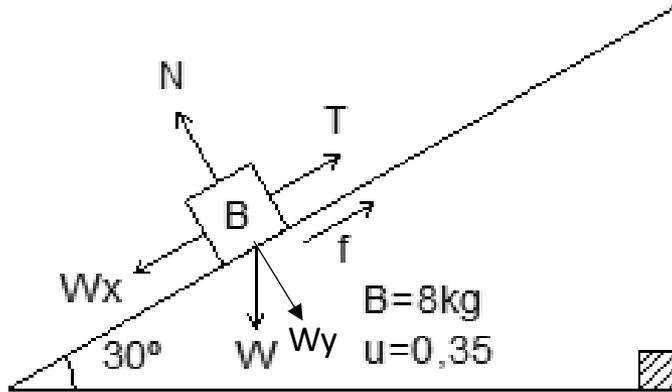
¿Qué tal si ahora se pone el bloque A arriba del bloque B?

¿Tensión negativa?

- Dos bloques de masas de 4.00 kg y 8.00 kg están conectados por un cordón y bajan deslizándose por un plano inclinado a 30 grados. El coeficiente de fricción cinética entre el bloque de 4.00 kg y el plano es de 0.25; y entre el bloque de 8.00 kg y el plano es de 0.35. Encuentre la tensión de la cuerda y la aceleración de los bloques.



¿Qué tal si ahora se pone el bloque A arriba del bloque B?



$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$W_x - T - f_r = m \cdot a$$

$$W \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot N = m \cdot a \quad \leftarrow N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - T - \mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = m \cdot a$$

$$8 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ - T - 0,35 \cdot 8 \cdot 9,8 \cdot \cos 30^\circ = 8 \cdot a$$

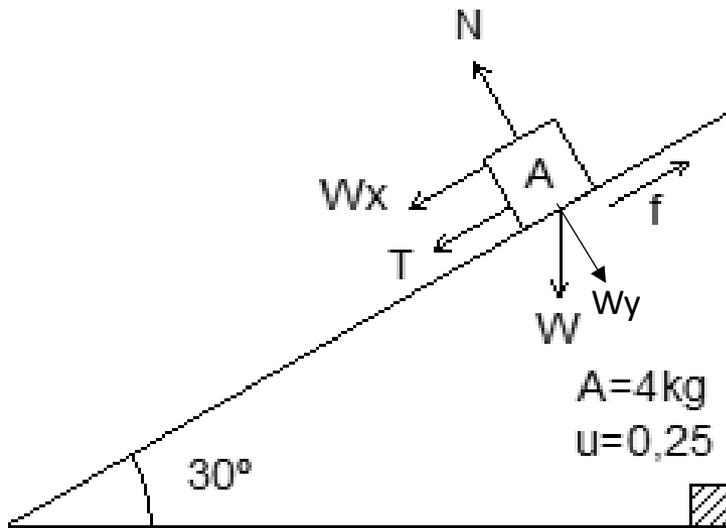
$$39,2 - T - 23,764 = 8 \cdot a$$

$$-T + 15,436 = 8 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y = W \cdot \cos 30^\circ$$



$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$T + W_x - fr = m \cdot a$$

$$T + W \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$T + m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a \quad \leftarrow N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

$$T + m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = m \cdot a$$

$$T + 4 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ - 0,25 \cdot 4 \cdot 9,8 \cdot \cos 30^\circ = 4 \cdot a$$

$$T + 19,6 - 8,487 = 4 \cdot a$$

$$T + 11,113 = 4 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 2}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y = W \cdot \cos 30^\circ$$

$$N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

- Se resuelve el sistema de ecuaciones

$$-T + 15,436 = 8 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$T + 11,113 = 4 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 2}$$

$$26,549 = 12 \cdot a$$

$$\mathbf{a = 2,212 \text{ m/s}^2}$$

$$-T + 15,436 = 8 \cdot 2,212 \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$\mathbf{T = -2,26 \text{ N}}$$

- Se resuelve el sistema de ecuaciones

$$-T + 15,436 = 8 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$T + 11,113 = 4 \cdot a \quad \rightarrow \text{Ecuación 2}$$

$$26,549 = 12 \cdot a$$

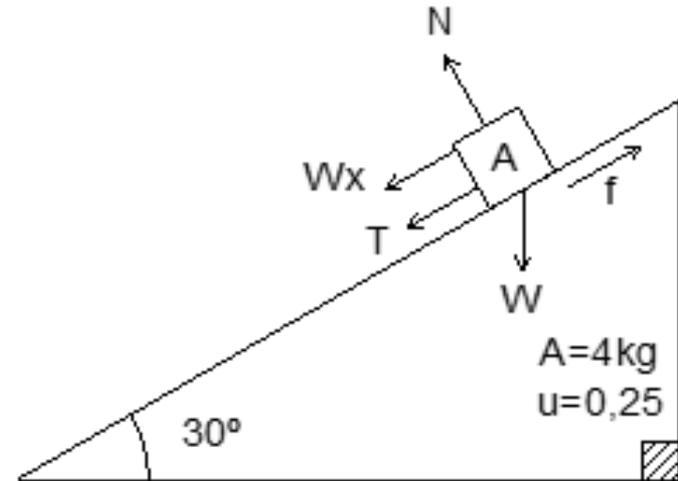
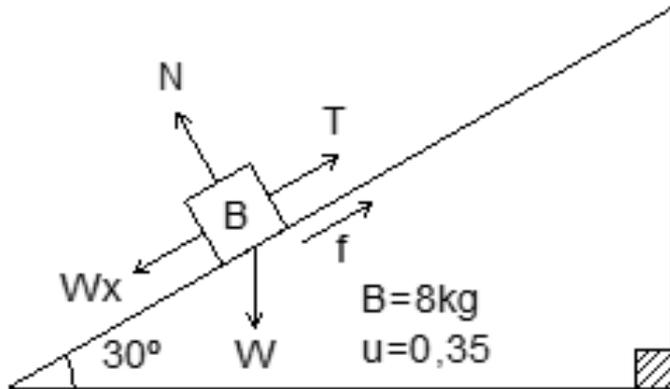
$$\mathbf{a = 2,212 \text{ m/s}^2}$$

$$-T + 15,436 = 8 \cdot 2,212 \quad \rightarrow \text{Ecuación 1}$$

$$\mathbf{T = -2,26 \text{ N}}$$

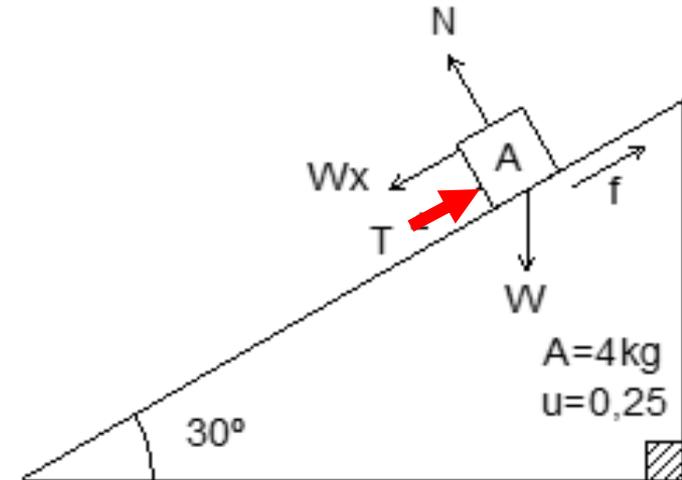
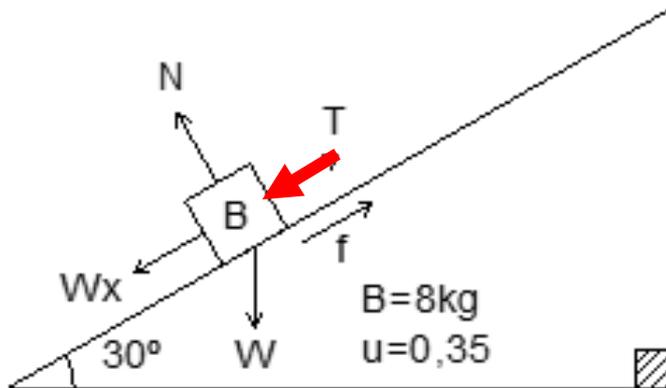
Tensión Negativa!!!! ¿Qué significa esto?

Aprendan a interpretar resultados y encontrarle sentido.

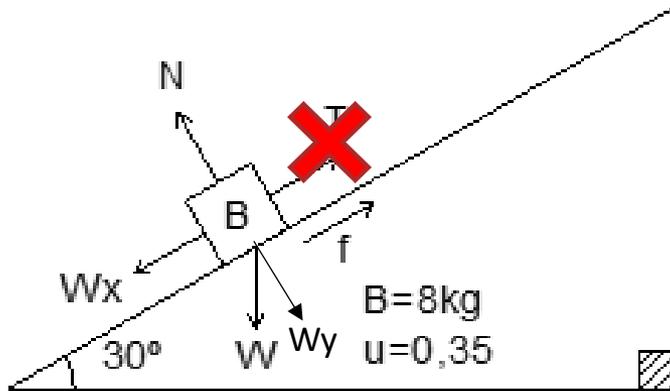


- El bloque A se resbala más fácil que el bloque B, esto se puede ver en sus coeficientes de fricción.
- Mayor coeficiente de fricción, mayor resistencia a “resbalarse” tendrá el bloque.
- Si el bloque A resbala más que el bloque B entonces la cuerda no se tensa!

Aprendan a interpretar resultados y encontrarle sentido.



- Si en los cálculos obtienen tensiones negativas, significa que la fuerza está del lado contrario de lo que se supuso.
- Sin embargo, esto significaría que las tensiones estarían como se muestran en la figura con flechas rojas. Esto es imposible! La cuerda no empuja.
- Por lo tanto, el cuerpo tensor no está tenso. Es decir no produce fuerza alguna.
- No se puede usar el mismo procedimiento anterior. Hay que adaptarlo a esta nueva realidad.



Sabemos que no hay tensión, entonces no se debe tomar en cuenta en los cálculos. Además, podemos inferir que ambos cuerpos se mueven de manera independiente ahora.

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$W_x - f_r = m \cdot a$$

$$W \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a \quad \leftarrow N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = m \cdot a$$

$$8 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ - 0,35 \cdot 8 \cdot 9,8 \cdot \cos 30^\circ = 8 \cdot a$$

$$39,2 - 26,764 = 8 \cdot a$$

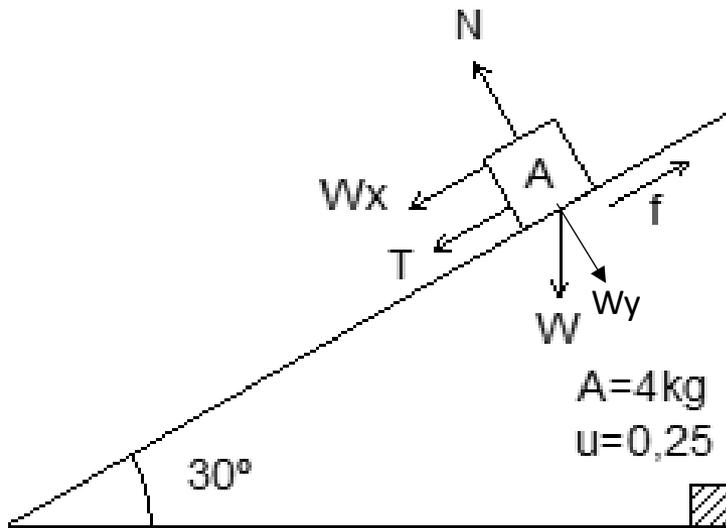
$$a = 1,555 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{aceleración del bloque B}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y = W \cdot \cos 30^\circ$$

$$N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$



Sabemos que no hay tensión, entonces no se la debe tomar en cuenta en los cálculos. Además, podemos inferir que ambos cuerpos se mueven de manera independiente ahora.

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$W_x - fr = m \cdot a$$

$$W \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot N = m \cdot a \quad \leftarrow N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$

$$m \cdot g \cdot \sin 30^\circ - \mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = m \cdot a$$

$$4 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ - 0,25 \cdot 4 \cdot 9,8 \cdot \cos 30^\circ = 4 \cdot a$$

$$19,6 - 8,487 = 4 \cdot a$$

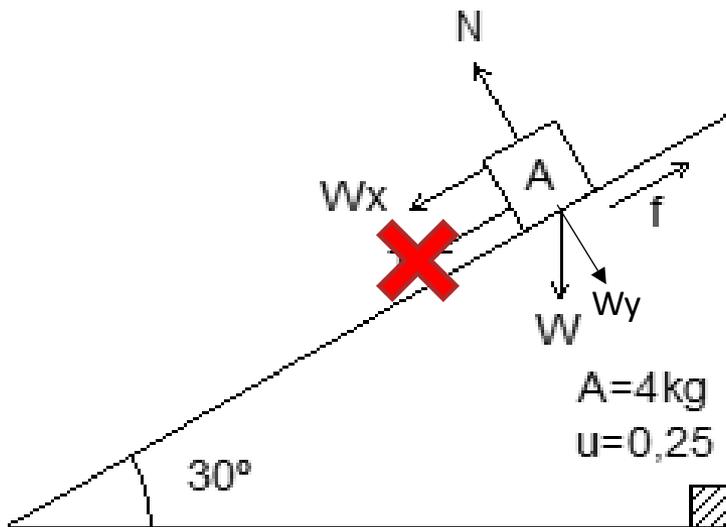
$$a = 2,778 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{aceleración del bloque A}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y = W \cdot \cos 30^\circ$$

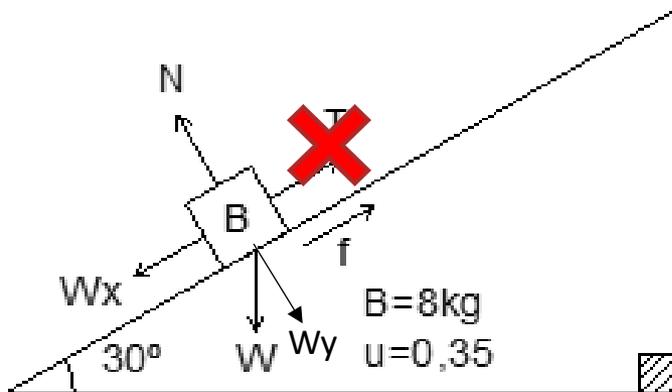
$$N = m \cdot g \cdot \cos 30^\circ$$



$$a = 2,778 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{aceleración del bloque A}$$

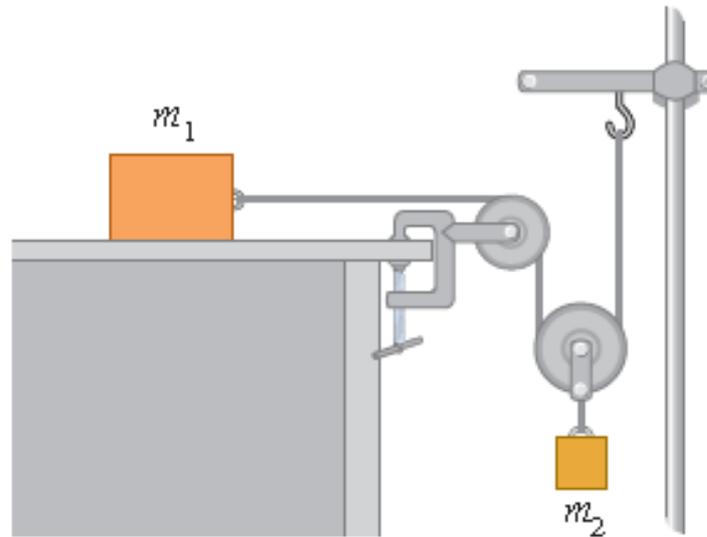
Este proceso se hizo para demostrar físico-matemáticamente que en la situación descrita, la cuerda no está tensa.

Sin embargo, usando pensamiento lógico se podía inferir que la cuerda no estaba tensa.



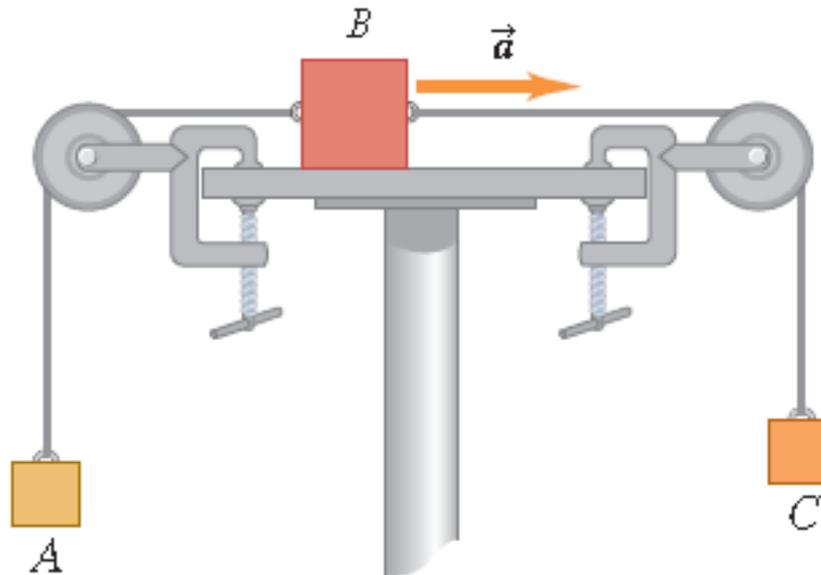
$$a = 1,555 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{aceleración del bloque B}$$

Determine la aceleración de cada bloque de la figura, en términos de m_1 , m_2 y g . No hay fricción en ninguna parte del sistema.

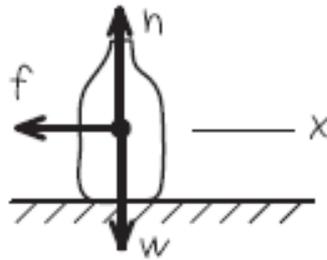


El bloque A de la figura tiene masa de 4.00 kg , y el bloque B , de 12.0 kg . El coeficiente de fricción cinética entre el bloque B y la superficie horizontal es de 0.25 .

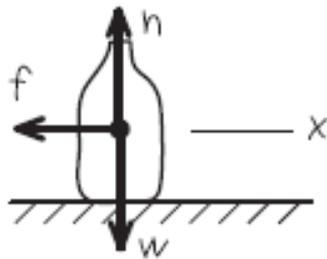
- ¿Qué masa tiene el bloque C si B se mueve a la derecha con aceleración de 2.00 m/s^2 ?
- ¿Qué tensión hay en cada cuerda en tal situación?



Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



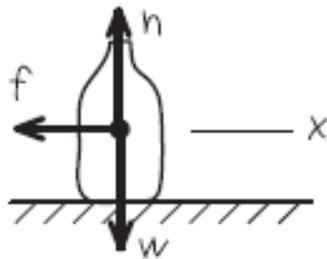
- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



Se trazan los ejes, tomando el X positivo en dirección del movimiento. La botella SI se mueve en el eje X, entonces:

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



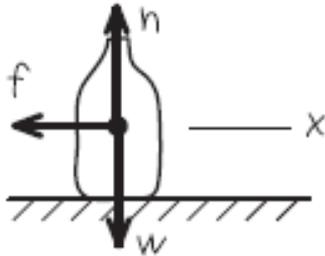
Se hace la suma de fuerzas con todas las que orienten al eje seleccionado. En este caso, X:

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

$$-f = (0,45) \cdot \vec{a}_x$$

Vamos con un ejemplo

- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



Se hace la suma de fuerzas con todas las que orienten al eje seleccionado. En este caso, X:

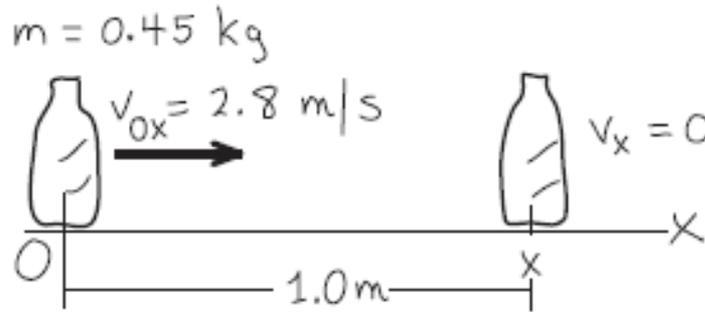
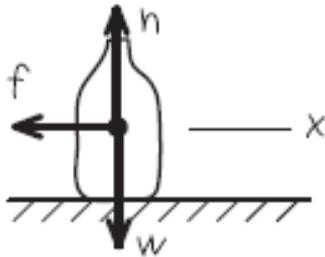
$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

$$-f = (0,45) \cdot \vec{a}_x$$

Al momento, no sabemos la fuerza de fricción ni la aceleración con la que se mueve la botella. Si se encuentra cómo calcular la aceleración ya se podrá calcular el módulo de la fricción f .

Vamos con un ejemplo

- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



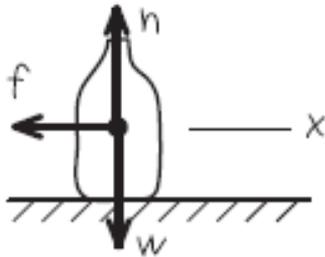
$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

$$-f = (0,45) \cdot \vec{a}_x$$

Para encontrar la aceleración con la que se mueve el cuerpo en dirección X, se utiliza las características de su movimiento.

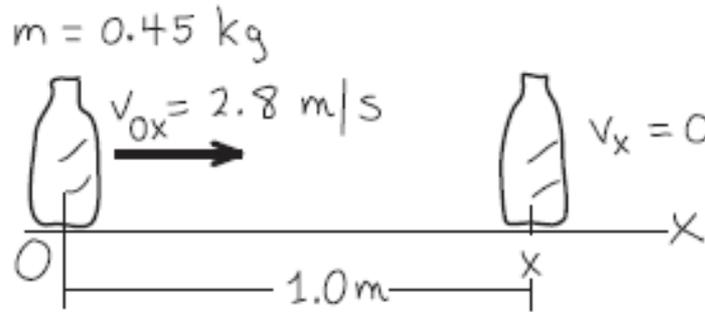
Vamos con un ejemplo

- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

$$-f = (0,45) \cdot a_x$$



$$v_f^2 = v_o^2 + 2a\Delta x$$

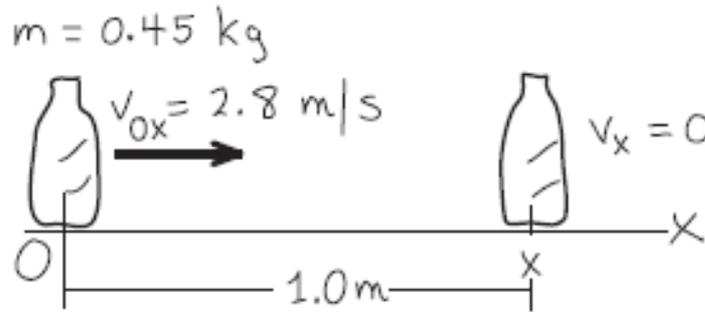
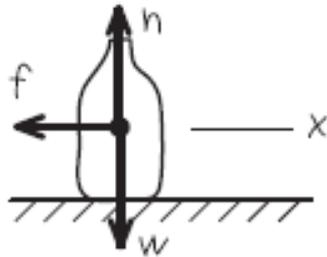
$$0 = (2,8)^2 + 2 \cdot a_x(1)$$

$$a_x = \frac{-(2,8)^2}{2}$$

$$a_x = -3,9 \text{ m/s}^2$$

Vamos con un ejemplo

- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

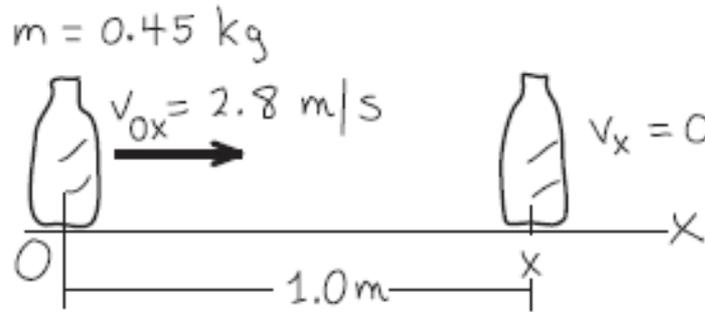
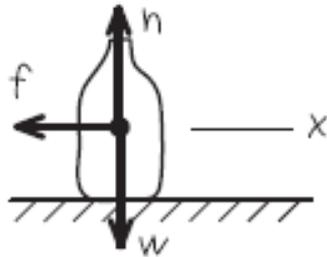
$$-f = (0,45) \cdot a_x$$

$$a_x = -3,9 \text{ m/s}^2$$

Esta aceleración es con la que se mueve la botella debido a la acción de la fuerza de fricción. Puede ser reemplazada en la primera ecuación que se obtuvo.

Vamos con un ejemplo

- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

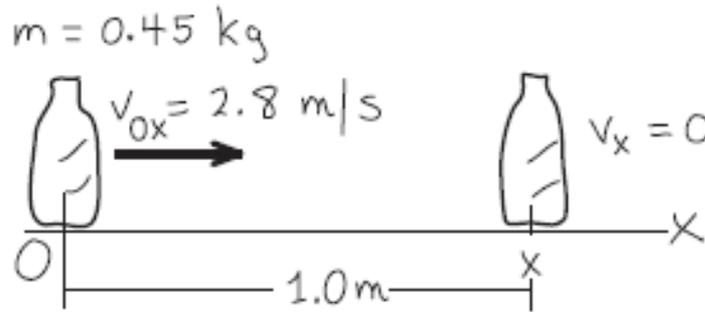
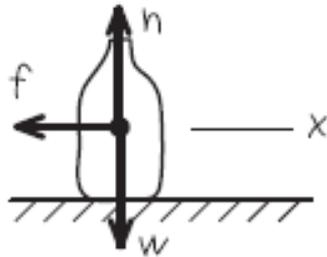
$$-f = (0,45) \cdot (-3,9)$$

$$f = 1,8 \text{ N}$$

$$a_x = -3,9 \text{ m/s}^2$$

Vamos con un ejemplo

- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué **magnitud y dirección** tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

$$-f = (0,45) \cdot (-3,9)$$

$$f = 1,8 \text{ N}$$

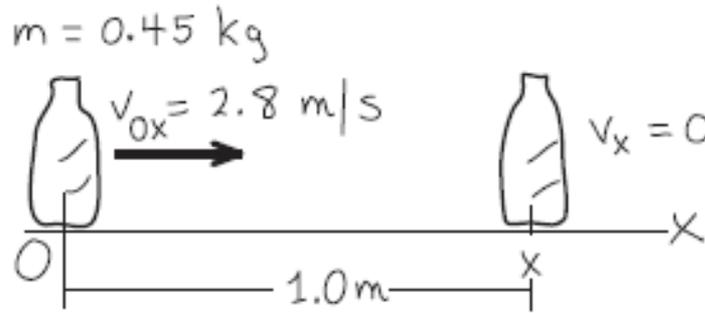
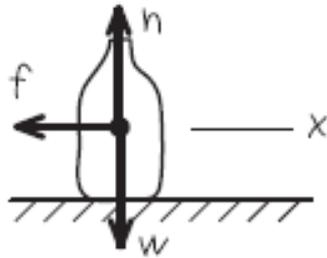
$$a_x = -3,9 \text{ m/s}^2$$

Módulo: 1,8 N

Dirección: A la izquierda

Vamos con un ejemplo

- Un mesero empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0,45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2,8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1 m antes de detenerse. ¿Qué **magnitud y dirección** tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?



$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x$$

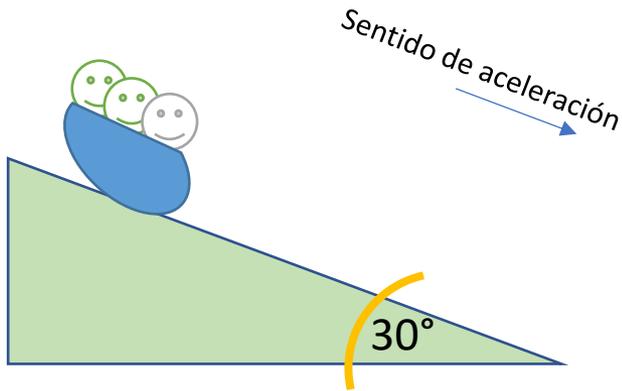
$$-f = (0,45) \cdot (-3,9)$$

$$f = 1,8 \text{ N}$$

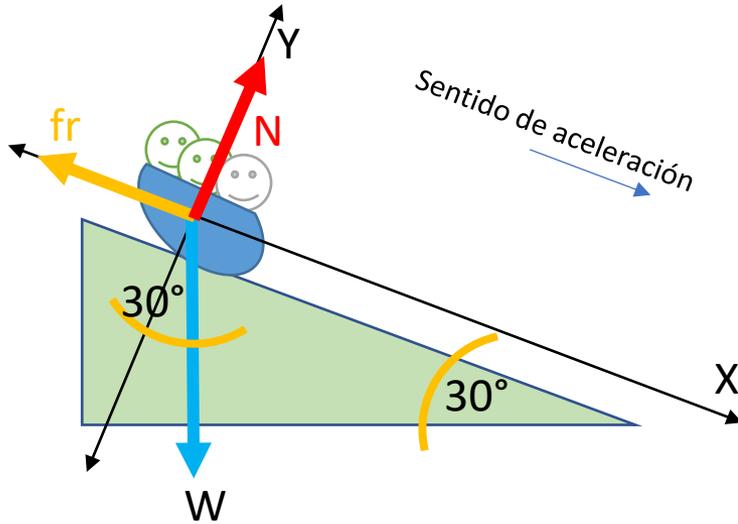
$$a_x = -3,9 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{f} = (-1,8\vec{i}) \text{ N}$$

Un trineo de zinc con 3 estudiantes de la UNACH se alista para deslizarse sobre una rampa de hierro colado inclinada 30° con la horizontal. Cada estudiante está saludable y pesa 80kg , el trineo pesa 30kg . ¿Se deslizan los estudiantes?

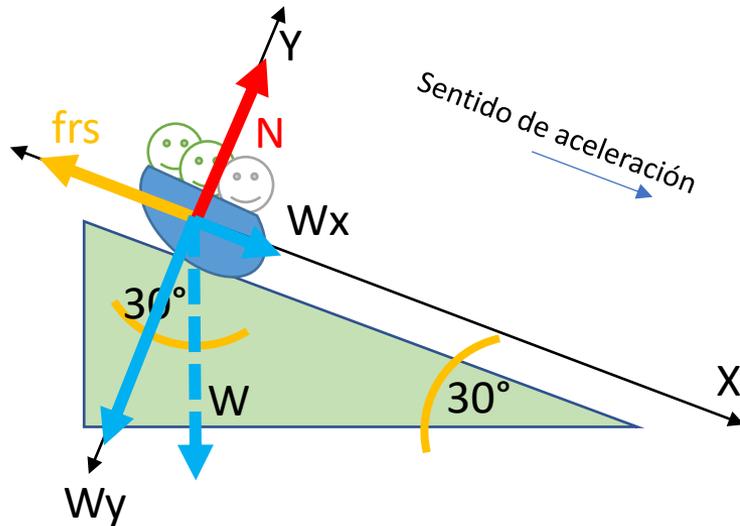


Un trineo de zinc con 3 estudiantes de la UNACH se alista para deslizarse sobre una rampa de hierro colado inclinada 30° con la horizontal. Cada estudiante está saludable y pesa 80kg , el trineo pesa 30kg . ¿Se deslizan los estudiantes?



Para determinar si se deslizan o no los estudiantes, se debe saber cuál es el máximo de fricción estática que puede ofrecer el roce de ambas superficies y compararlo con la fuerza que provoca el movimiento.

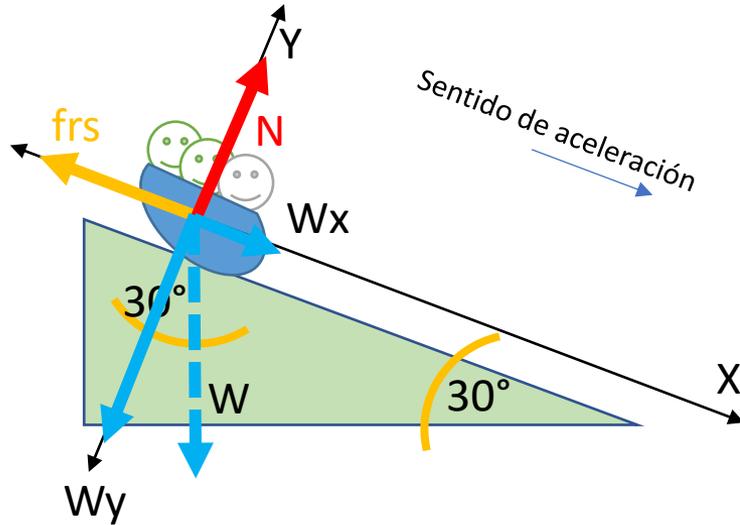
Un trineo de zinc con 3 estudiantes de la UNACH se alista para deslizarse sobre una rampa de hierro colado inclinada 30° con la horizontal. Cada estudiante está saludable y pesa 80kg , el trineo pesa 30kg . ¿Se deslizan los estudiantes?



Descomponemos todas las fuerzas que no estén directamente sobre los ejes X-Y impuestos.

La fuerza que contribuye al movimiento, en este caso, es W_x . Si W_x es más grande que la fricción estática, entonces se moverá el trineo. Caso contrario, no lo hará.

Un trineo de zinc con 3 estudiantes de la UNACH se alista para deslizarse sobre una rampa de hierro colado inclinada 30° con la horizontal. Cada estudiante está saludable y pesa 80kg , el trineo pesa 30kg . ¿Se deslizan los estudiantes?



$$f_{r_s} = \mu_s \cdot \vec{N}$$

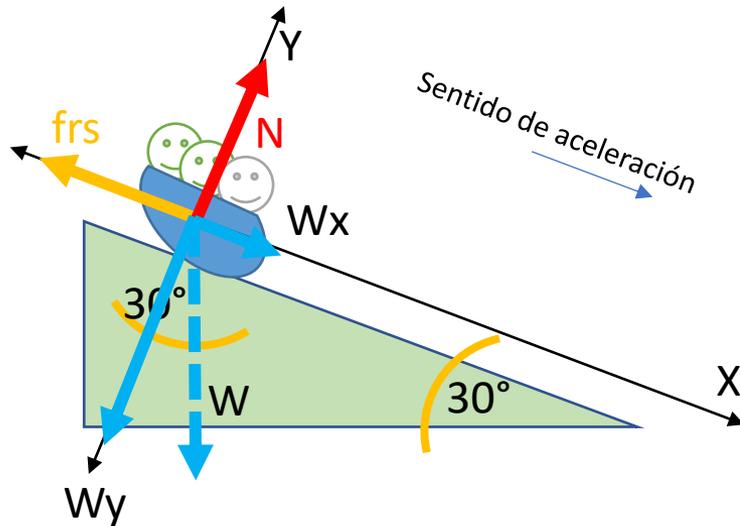
Calculamos el valor de W_x y de f_{r_s}

$$m = 3(80) + 30 = 270\text{kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646\text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(30^\circ) = 2646 \cdot \sin(30^\circ) = 1323\text{ N}$$

Un trineo de zinc con 3 estudiantes de la UNACH se alista para deslizarse sobre una rampa de hierro colado inclinada 30° con la horizontal. Cada estudiante está saludable y pesa 80kg , el trineo pesa 30kg . ¿Se deslizan los estudiantes?



Calculamos el valor de W_x y de f_{rs}

$$m = 3(80) + 30 = 270\text{kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646\text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(30^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(30^\circ) = 1323\text{ N}$$

$$f_{rs} = \mu_s \cdot \vec{N}$$

$$\sum F_y = 0$$

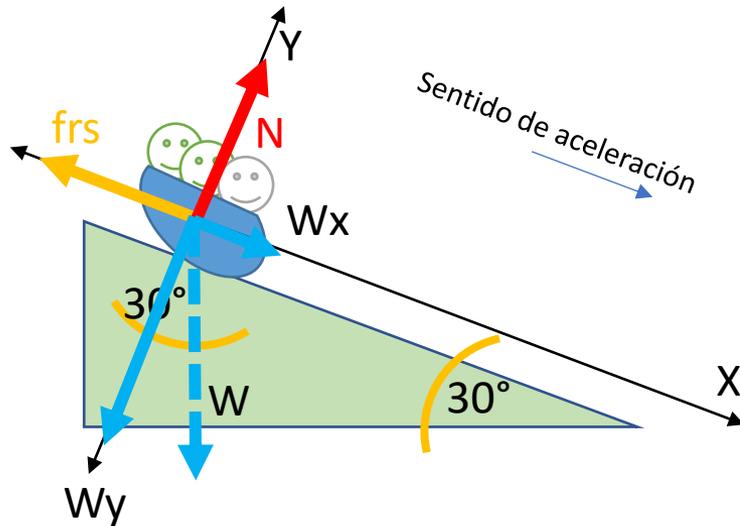
$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y$$

$$N = W \cdot \cos(30^\circ) = 2646 \cdot \cos(30^\circ) = 2291,5\text{ N}$$

$$\mu_s = 0,85 \text{ (de la tabla de coeficientes)}$$

Un trineo de zinc con 3 estudiantes de la UNACH se alista para deslizarse sobre una rampa de hierro colado inclinada 30° con la horizontal. Cada estudiante está saludable y pesa 80kg , el trineo pesa 30kg . ¿Se deslizan los estudiantes?



$$f_{r_s} = \mu_s \cdot \vec{N}$$

$$f_{r_s} = (0,85) \cdot (2291,5)$$

$$f_{r_s} = 1947,775 \text{ N}$$

Calculamos el valor de W_x y de f_{r_s}

$$m = 3(80) + 30 = 270\text{kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646 \text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(30^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(30^\circ) = 1323 \text{ N}$$

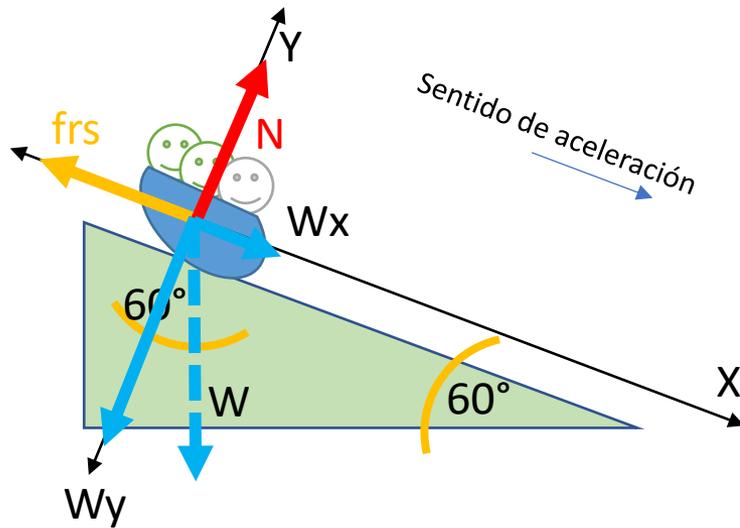
$$W_x = 1323 \text{ N}$$

$$f_{r_s} = 1947,775 \text{ N}$$

La fricción máxima que el trineo y la rampa ofrece antes de que el trineo empiece a moverse es más grande que la fuerza que quiere provocar el movimiento. Entonces, el trineo **no se mueve**.

Un pequeño cambio al problema...

- Ahora, si la rampa está inclinada 60° , ¿se deslizan o no?



Calculamos el valor de W_x y de f_{rs}

$$m = 3(80) + 30 = 270 \text{ kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646 \text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(60^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(60^\circ) = 2291,5 \text{ N}$$

$$f_{rs} = \mu_s \cdot \vec{N}$$

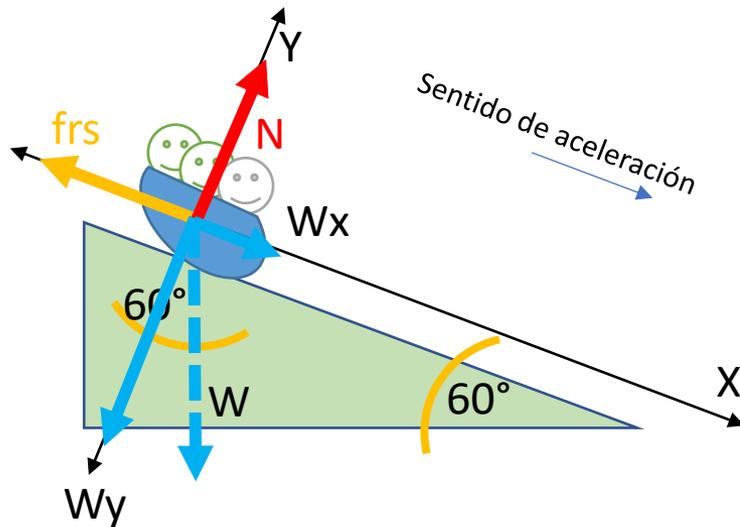
$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y$$

$$N = W \cdot \cos(60^\circ) = 2646 \cdot \cos(60^\circ) = 1323 \text{ N}$$

$$\mu_s = 0,85 \text{ (de la tabla de coeficientes)}$$



$$f_{r_s} = \mu_s \cdot \vec{N}$$

$$f_{r_s} = (0,85) \cdot (1323)$$

$$f_{r_s} = 1124,55 \text{ N}$$

Calculamos el valor de W_x y de f_{r_s}

$$m = 3(80) + 30 = 270 \text{ kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646 \text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(60^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(60^\circ) = 2291,5 \text{ N}$$

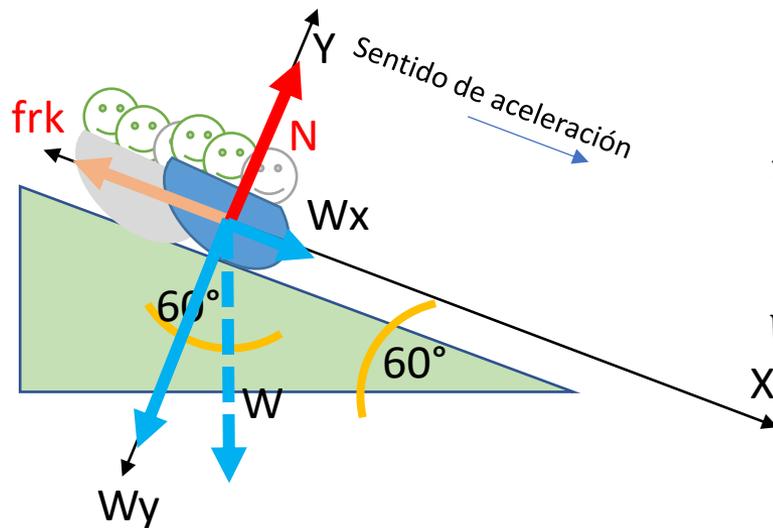
$$W_x = 2291,5 \text{ N}$$

$$f_{r_s} = 1124,55 \text{ N}$$

La fricción máxima que el trineo y la rampa ofrece antes de que el trineo empiece a moverse es menor que la fuerza que quiere provocar el movimiento. Entonces, el trineo se mueve.

Un cálculo extra...

- Sabemos que con una inclinación de la rampa de 60° , los estudiantes se deslizan, ¿con qué aceleración lo hacen?

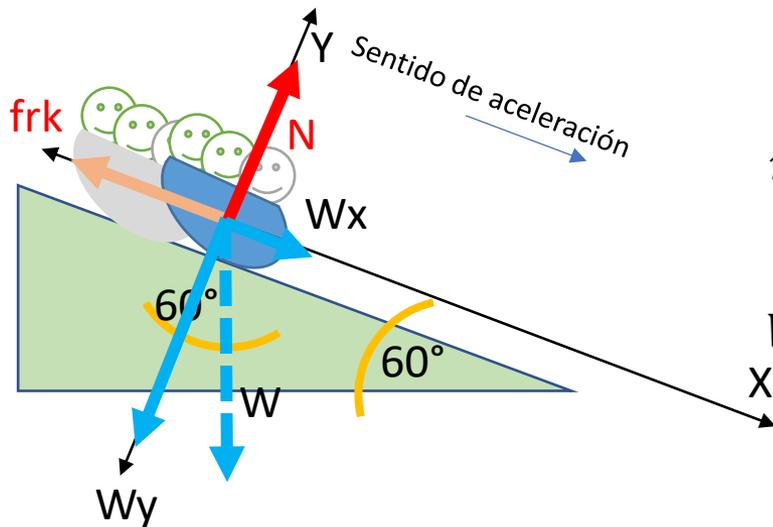


$$m = 3(80) + 30 = 270\text{kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646\text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(60^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(60^\circ) = 2291,5\text{ N}$$

*El momento que una fuerza vence a la fricción estática, el cuerpo sometido a esa fuerza empieza a moverse. A partir de ese instante, la fricción que “impide” el movimiento se vuelve **fricción cinética***



$$m = 3(80) + 30 = 270 \text{ kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646 \text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(60^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(60^\circ) = 2291,5 \text{ N}$$

$$f_{r_k} = \mu_k \cdot \vec{N}$$

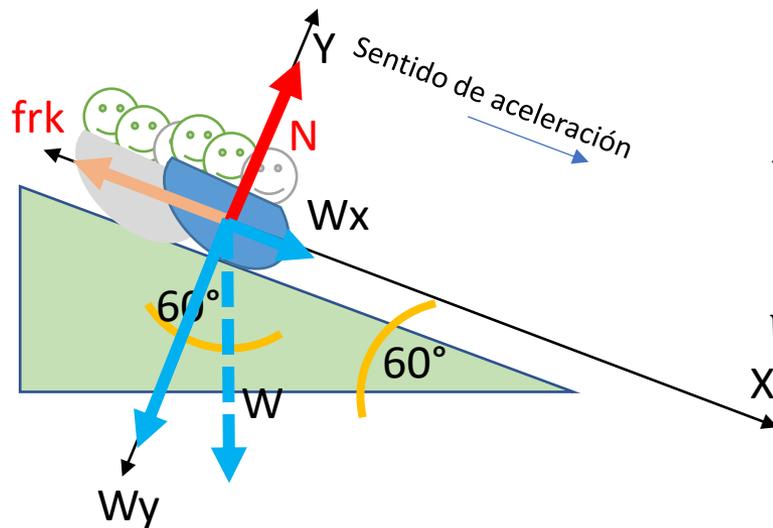
$$\sum F_y = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y$$

$$N = W \cdot \cos(60^\circ) = 2646 \cdot \cos(60^\circ) = 1323 \text{ N}$$

$$\mu_k = 0,21 \text{ (de la tabla de coeficientes)}$$



$$m = 3(80) + 30 = 270 \text{ kg}$$

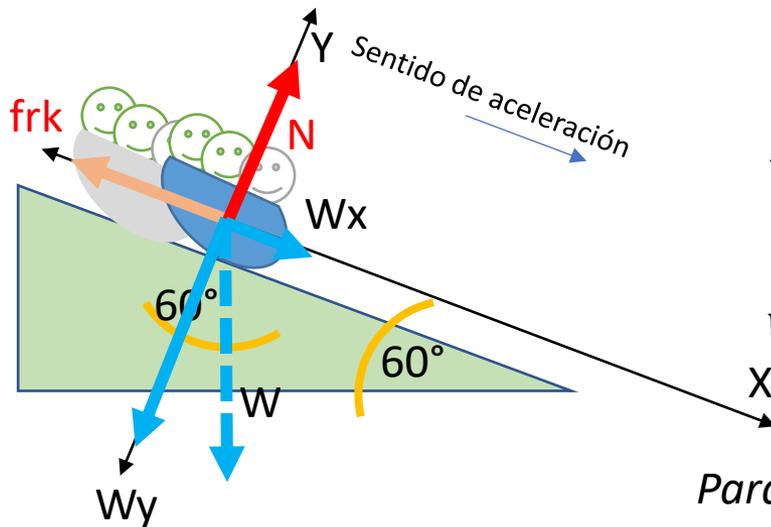
$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646 \text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(60^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(60^\circ) = 2291,5 \text{ N}$$

$$f_{r_k} = \mu_k \cdot \vec{N}$$

$$f_{r_k} = (0,21) \cdot (1323)$$

$$f_{r_k} = 277,83 \text{ N}$$



$$m = 3(80) + 30 = 270 \text{ kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646 \text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(60^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(60^\circ) = 2291,5 \text{ N}$$

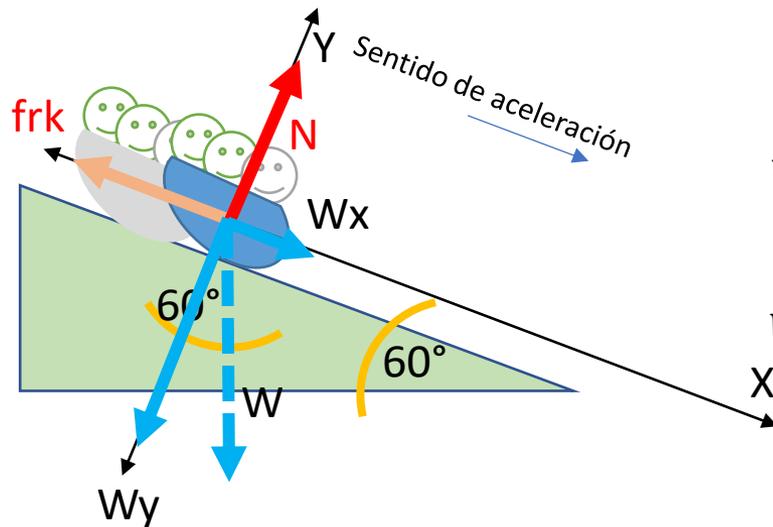
Para calcular la aceleración con la que se mueve el trineo, se aplica la 2da ley de Newton en el eje X porque el movimiento es en ese sentido:

$$f_{r_k} = \mu_k \cdot \vec{N}$$

$$f_{r_k} = (0,21) \cdot (1323)$$

$$f_{r_k} = 277,83 \text{ N}$$

$$\sum F_x = m \cdot a_x$$



$$m = 3(80) + 30 = 270 \text{ kg}$$

$$W = m \cdot g = 270(9,8) = 2646 \text{ N}$$

$$W_x = W \cdot \sin(60^\circ) = 2646 \cdot \text{sen}(60^\circ) = 2291,5 \text{ N}$$

$$f_{r_k} = \mu_k \cdot \vec{N}$$

$$f_{r_k} = (0,21) \cdot (1323)$$

$$f_{r_k} = 277,83 \text{ N}$$

$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

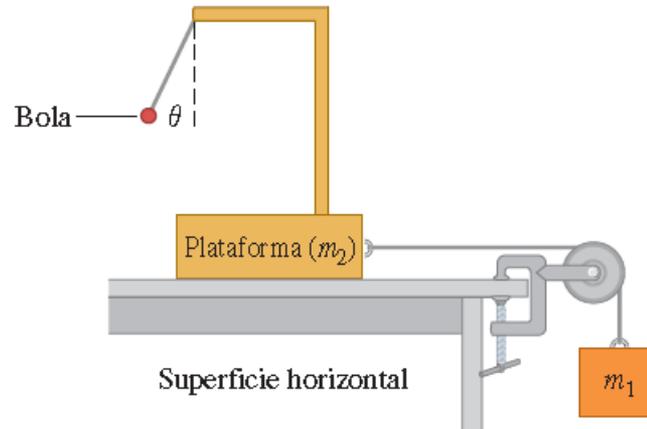
$$W_x - f_{r_k} = m \cdot a_x$$

$$a_x = \frac{W_x - f_{r_k}}{m} = \frac{2291,5 - 277,83}{270}$$

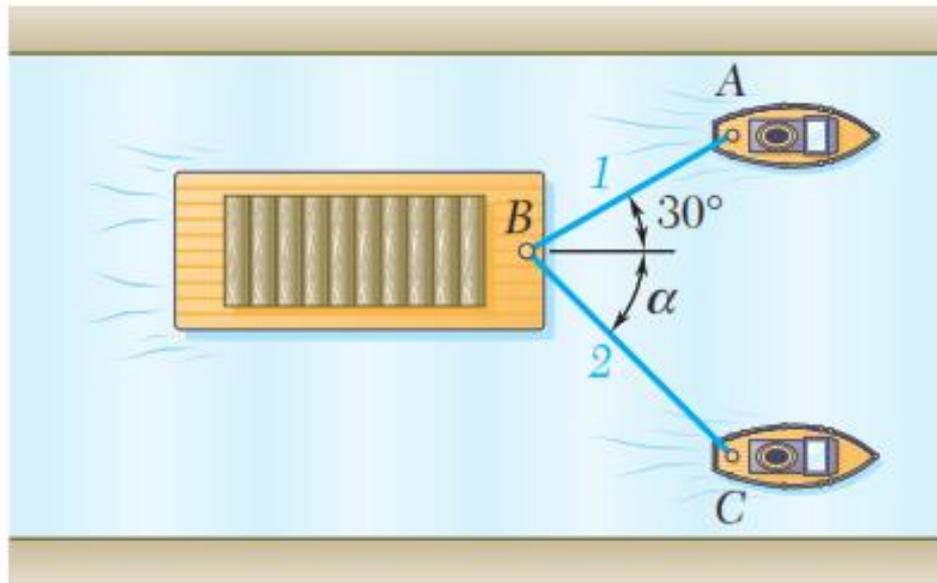
$$a_x = 7,458 \text{ m/s}^2$$

El sistema que se muestra en la figura puede usarse para medir la aceleración del mismo. Un observador que va sobre la plataforma mide el ángulo θ , que el cordón que sostiene la bola ligera forma con la vertical. No hay fricción en ningún lado.

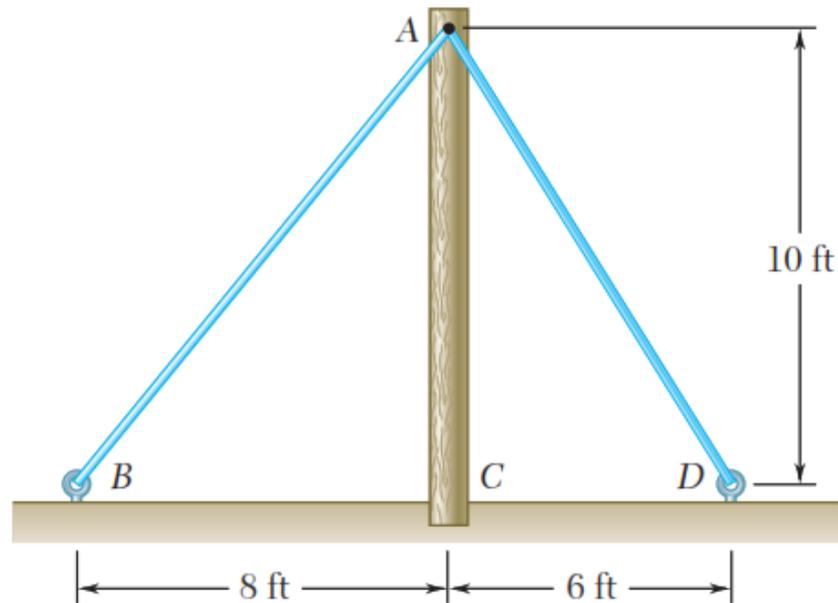
- ¿Cómo se relaciona θ con la aceleración del sistema?
- Si $m_1 = 250 \text{ kg}$ y $m_2 = 1250 \text{ kg}$, ¿cuál es el valor de θ ?
- Si usted puede modificar m_1 y m_2 , ¿cuál es el ángulo θ máximo que usted puede alcanzar? Explique cómo necesita ajustar m_1 y m_2 para lograrlo.



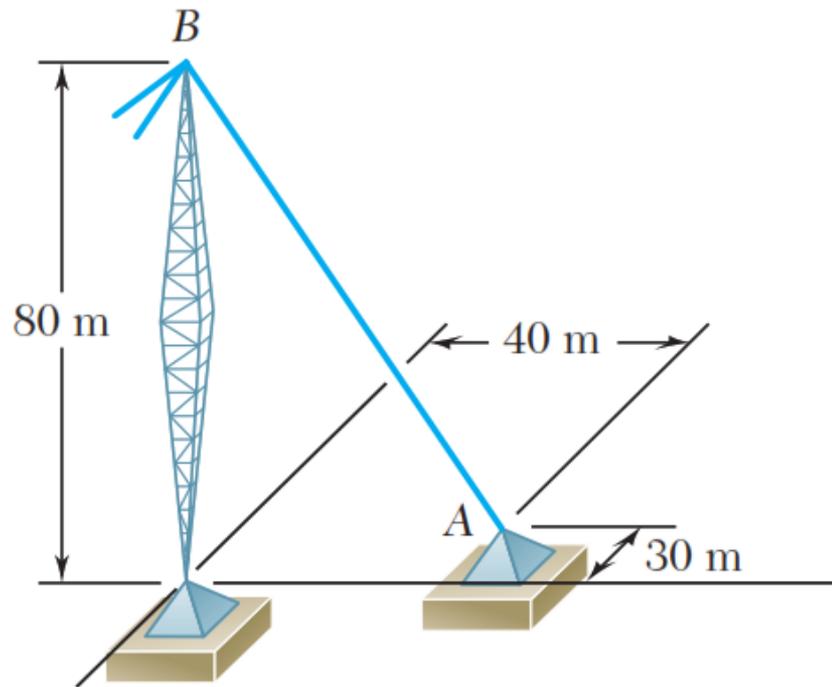
Un lanchón es arrastrado por dos remolcadores. Si la resultante de las fuerzas ejercidas por los remolcadores es una fuerza de 5 000 lb dirigida a lo largo del eje del lanchón, determine: a) la tensión en cada una de las cuerdas, sabiendo que $\alpha = 45^\circ$, y b) el valor de α tal que la tensión en la cuerda 2 sea mínima.



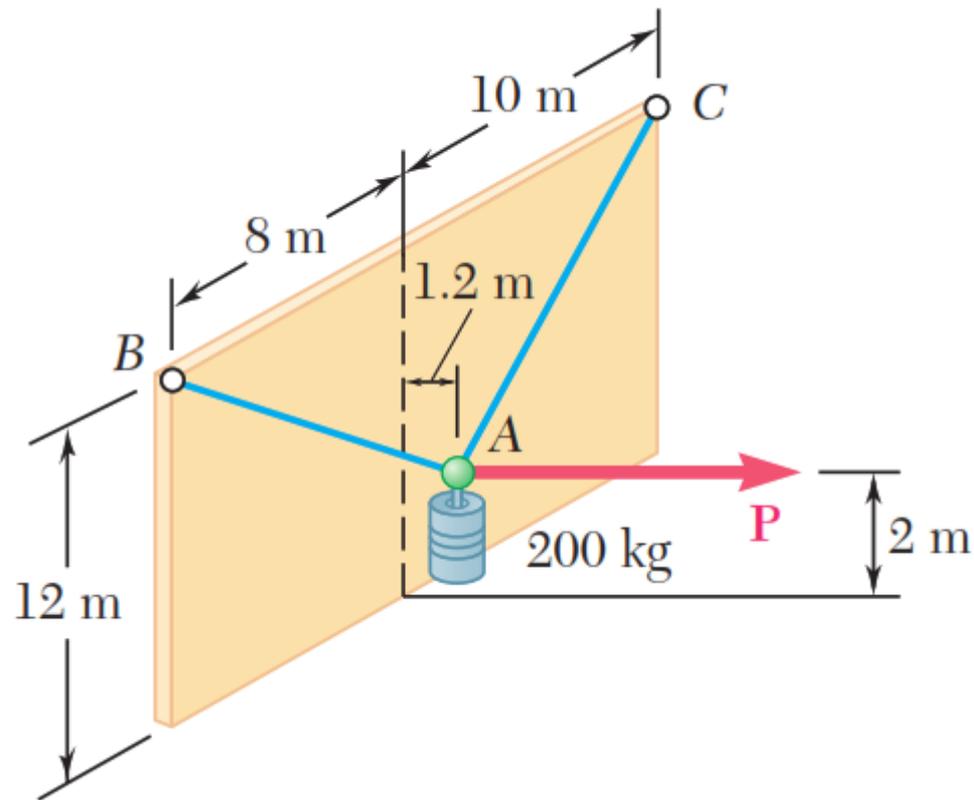
2.3 Los tirantes de cable AB y AD ayudan a sostener al poste AC . Si se sabe que la tensión es de 120 lb en AB y 40 lb en AD , determine gráficamente la magnitud y la dirección de la resultante de las fuerzas ejercidas por los tirantes en A mediante *a)* la ley del paralelogramo y *b)* la regla del triángulo.



El alambre de una torre está anclado en A por medio de un perno. La tensión en el alambre es de $2\,500\text{ N}$. Determine $a)$ las componentes F_x , F_y y F_z de la fuerza que actúa sobre el perno y $b)$ los ángulos θ_x , θ_y y θ_z que definen la dirección de la fuerza.



Un cilindro de 200 kg se sostiene por medio de dos cables AB y AC que se amarran en la parte más alta de una pared vertical. Una fuerza horizontal \mathbf{P} perpendicular a la pared lo sostiene en la posición mostrada. Determine la magnitud de \mathbf{P} y la tensión en cada cable.



¿Cómo se puede medir coeficientes de rozamiento?

- Pues pueden aprenderlo leyendo el siguiente link:
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/frict2.html>





GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN