



CEU

*Universidad
San Pablo*

TEMA 3: DINÁMICA

OET – Curso 2020/2021

Biomedical engineering degree

Ruzica Jevtic

Universidad San Pablo CEU

Madrid

TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. Fuerzas de arrastre

TEMA 3: DINÁMICA

1. **Primera Ley de Newton: ley de la inercia**
2. **Fuerza y masa**
3. **Segunda Ley de Newton**
4. **Peso**
5. **Fuerzas de contacto**
6. **Resolución de problemas: diagramas de fuerzas**
7. **Tercera Ley de Newton**
8. **Fuerza de rozamiento**
9. **Fuerzas de arrastre**

Primera Ley de Newton: ley de la inercia

Recordar...

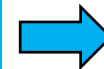
- La **cinemática** es la parte de la física que estudia el movimiento de los cuerpos, sin “preocuparse” por las causas de este movimiento

¿Qué es la **DINÁMICA**?

- Es la parte de la física que estudia las **fuerzas que actúan sobre un cuerpo**
- Isaac Newton puede considerarse como el padre de la dinámica → **Leyes de Newton**

NOTA: Siempre que se produce una aceleración de un cuerpo, éste está sometido a una fuerza

Este avión está acelerando antes del despegue:
Las Leyes de Newton relacionan la aceleración de un objeto con su masa y con las fuerzas que actúan sobre él



Primera Ley de Newton: ley de la inercia II

Primera Ley de Newton:

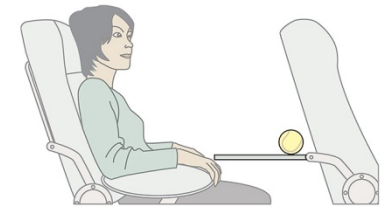
Todo cuerpo en reposo sigue en reposo *a menos que* actúe alguna fuerza externa sobre él

Un cuerpo en movimiento continúa moviéndose con velocidad constante *a menos que* actúe alguna fuerza externa sobre él

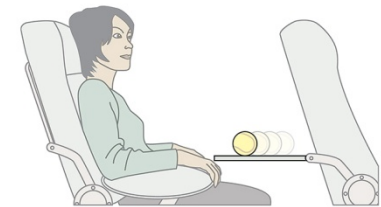
NOTA: Esta ley es sólo válida para velocidades medidas desde un sistema de **referencia inercial**

- Si sobre un objeto no actúa ninguna fuerza, cualquier sistema de referencia con respecto al cual la aceleración del objeto es cero, es un sistema de referencia inercial
- Todo sistema de referencia inercial se mueve a una velocidad constante (posiblemente nula) respecto a cualquier otro sistema de referencia inercial

El sistema de referencia del avión no es inercial



(a)



(b)

TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. **Fuerza y masa**
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. Fuerzas de arrastre

Fuerza:

Influencia externa o acción sobre un objeto que produce un cambio en su velocidad (es decir, una aceleración) con respecto a un sistema de referencia inercial

- La fuerza es una **cantidad vectorial**: tiene un módulo y una dirección
- Las **fuerzas ejercidas por unos cuerpos sobre otros** y las **fuerzas que se generan al estar dos cuerpos en contacto físico** se llaman **fuerzas de contacto**

Fuerzas fundamentales de la naturaleza:

1. Interacción gravitacional
2. Interacción electromagnética
3. Fuerza nuclear débil
4. Fuerza nuclear fuerte



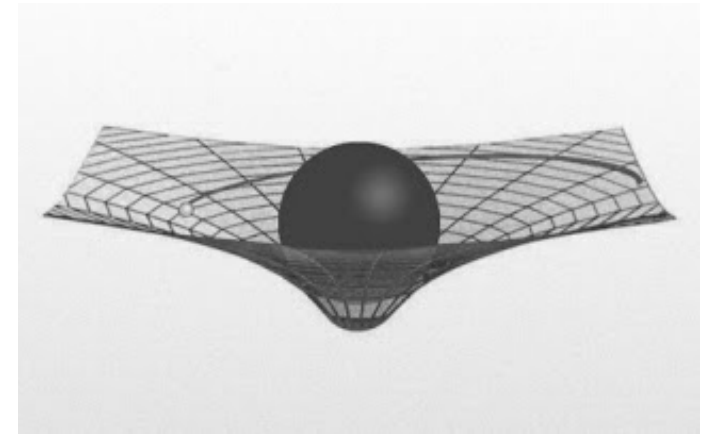
Masa:

Cantidad de materia que tiene un cuerpo

- Es una **propiedad intrínseca de un cuerpo** y una **medida de su inercia**
- Es una **magnitud escalar**

NOTA:

- Es importante no confundir la masa con el peso, que es una magnitud vectorial que representa una fuerza
- Tampoco debe confundirse la masa con la cantidad de sustancia, que se mide en moles



TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. Fuerzas de arrastre

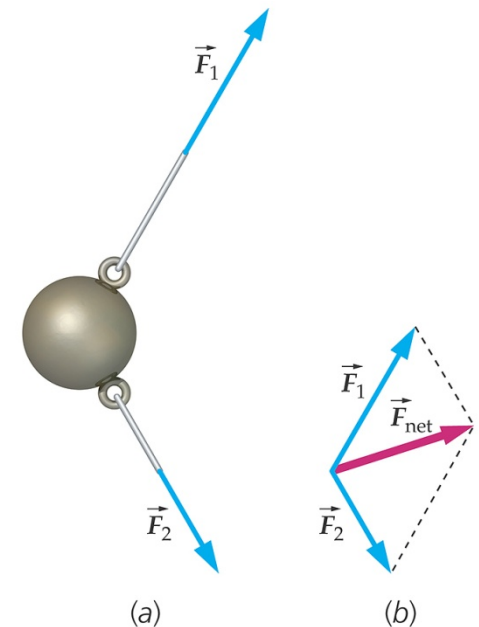
Segunda Ley de Newton:

La aceleración de un cuerpo es proporcional fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a la masa del cuerpo, de manera que:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{neta}}{m}, \quad \vec{F}_{neta} = \sum \vec{F}$$

- Se denomina **fuerza neta** que se ejerce sobre un cuerpo a la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él (principio de superposición)

La fuerza neta es un vector que tiene la misma dirección que la aceleración del cuerpo



Ejercicios:

1. Al aplicar una fuerza sobre un cuerpo que tiene una masa de 1 kg, éste se acelera a 5 m/s², y aplicando esa misma fuerza sobre otro cuerpo, éste se acelera a 11 m/s², ¿cuál es el módulo de la fuerza aplicada?, ¿y cuál es la masa del segundo cuerpo?
2. Aplicando una fuerza constante $\mathbf{F}$ durante tres segundos sobre un cuerpo de 68 kg éste se desplaza 2.25 m, ¿cuál es el módulo de la fuerza?
3. Una partícula de masa 0.4 kg está sometida simultáneamente a las siguientes fuerzas:
 $\mathbf{F}_1 = -2\mathbf{i} - 4\mathbf{j}$
 $\mathbf{F}_2 = -2.6\mathbf{i} + 5\mathbf{j}$

Si la partícula se encuentra en el origen de coordenadas en $t = 0$ s, calcule su vector de posición y su velocidad para $t = 1.6$ s

TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. **Peso**
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. Fuerzas de arrastre

Es importante tener en cuenta que...

- Si dejamos caer un objeto cerca de la superficie terrestre, el objeto acelera hacia la Tierra, y despreciando la resistencia del aire, todos los objetos poseen la misma aceleración, llamada aceleración de la gravedad $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- La fuerza que causa esta aceleración es la fuerza de la gravedad ($F_g = m \cdot g$) ejercida por la tierra sobre cada objeto

Por tanto:

- El **PESO** de un objeto es el módulo de la fuerza de la gravedad que actúa sobre él

Ejercicio:

- Sobre una persona que, según una báscula, tiene un peso de $800 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$, se ejerce una fuerza horizontal de 40 N , ¿qué aceleración en esa dirección adquirirá esta persona?

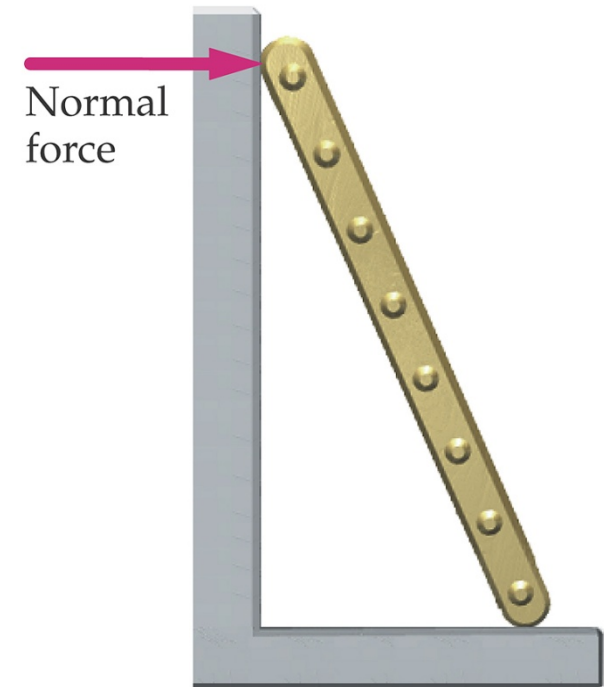
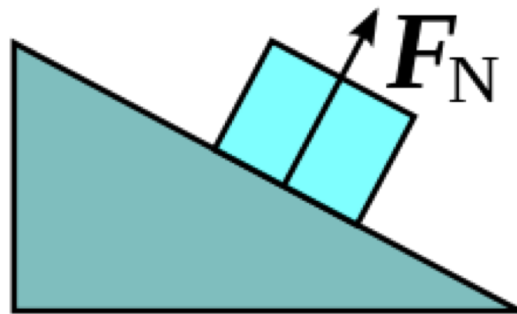
TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. **Fuerzas de contacto**
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. Fuerzas de arrastre

Sólidos:

Si empujamos una superficie, ésta devuelve el empuje...

- La fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado sobre la misma, **perpendicular a la superficie en contacto**, se denomina **FUERZA NORMAL**, y es de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario a la fuerza ejercida por el cuerpo sobre la superficie

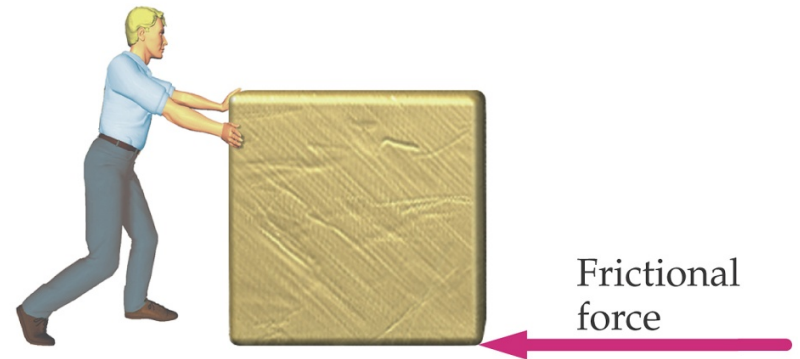


Sólidos:

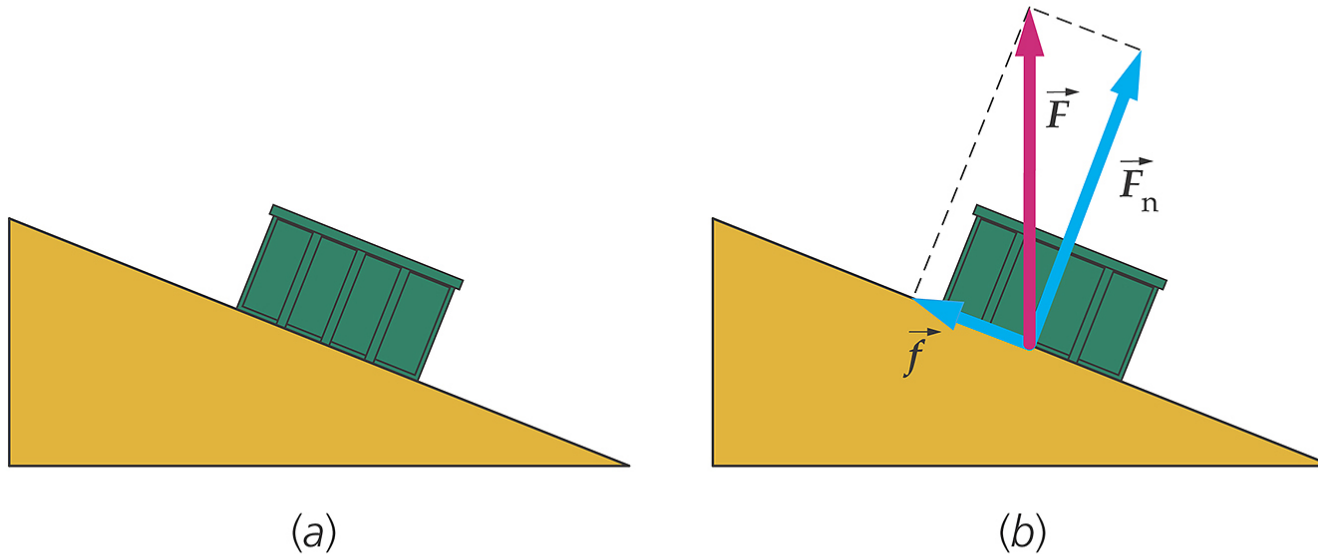
En ciertas circunstancias, los cuerpos en contacto ejercen fuerzas entre sí paralelas a las superficies de contacto

- Para comenzar a desplazar un cuerpo o para mantener al cuerpo desplazándose a lo largo de una superficie es necesario aplicarle una fuerza para contrarrestar la fuerza que se opone al movimiento relativo entre ambas superficies

Esta fuerza que se opone al movimiento, se denomina **FUERZA DE ROZAMIENTO**, y tiene la misma **dirección** que la fuerza aplicada sobre el **objeto**, pero con **sentido contrario**, y es **paralela a la superficie** de contacto



Sólidos - Ejemplo:



- (a) Un contenedor descansa sobre un plano inclinado
- (b) La fuerza de contacto del plano sobre el contenedor se representa o bien por la fuerza $\vec{F}$, o bien como superposición entre la fuerza normal $\vec{F}_n$ y la de fricción $\vec{f}$

Muelles:

Cuando un **muelle se comprime o se alarga una pequeña cantidad x** , la **fuerza que ejerce**, según puede demostrarse experimentalmente es:

LEY DE HOOKE: $F_x = -kx$, donde k es la constante elástica (o constante recuperadora)

NOTA:

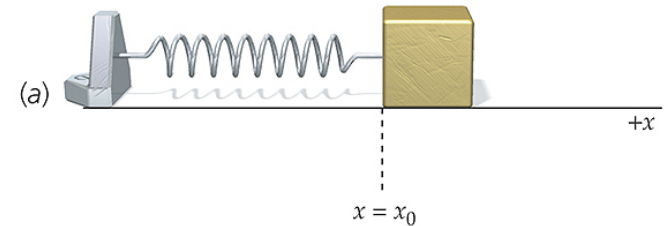
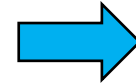
- Un objeto en reposo bajo la influencia de fuerzas que se equilibran, se dice que está en ***equilibrio estático***
- Si un pequeño desplazamiento da lugar a una fuerza de restitución neta hacia la posición de equilibrio, se dice que el ***equilibrio es estable***

Para pequeños desplazamientos, casi todas las fuerzas de restitución obedecen la ley de Hooke

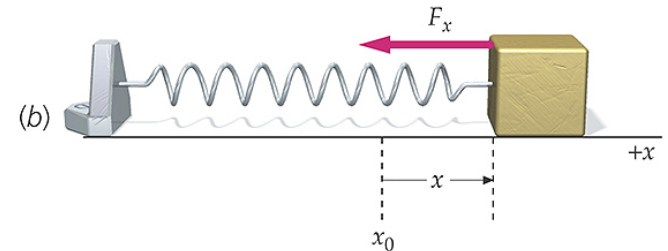
Muelles – Ejemplo:

Muelle horizontal:

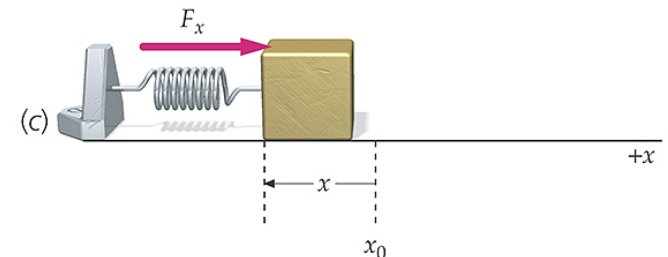
- a) Cuando el muelle no está tenso, no ejerce ninguna fuerza sobre el bloque
- b) Cuando se estira, de modo que x es positivo, ejerce una fuerza de magnitud kx en el sentido negativo de x
- c) Cuando el muelle se comprime, de modo que x es negativo, el muelle ejerce una fuerza de magnitud $k|x|$ en sentido positivo



$F_x = -kx$ is negative (because Δx is positive).

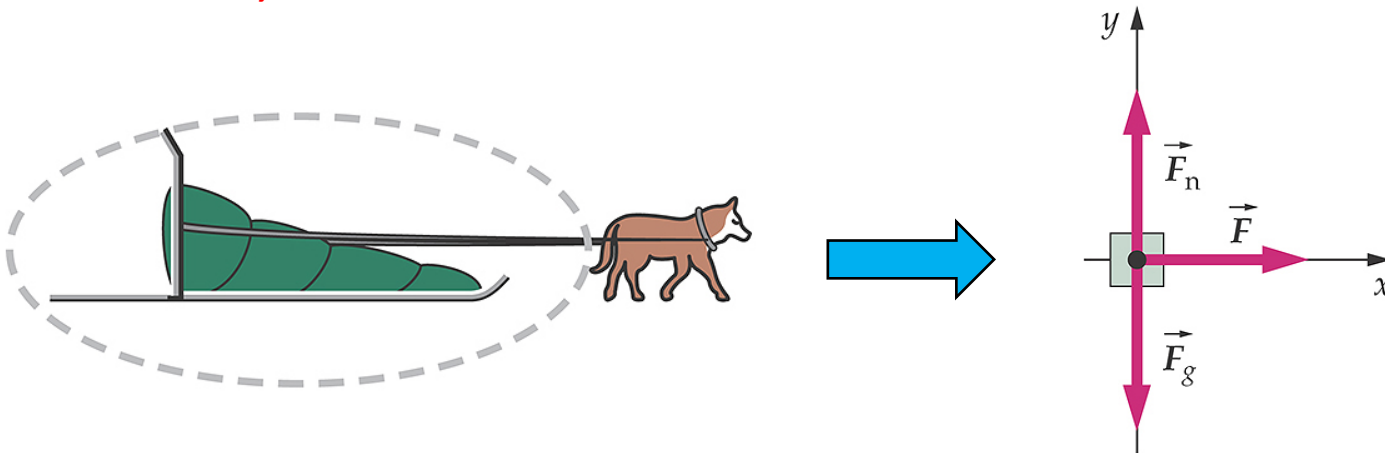


$F_x = -kx$ is positive (because Δx is negative).



Cuerdas:

- Un cuerpo se puede arrastrar y mover mediante una cuerda
- Se puede suponer que una **cuerda es como un muelle pero con una constante elástica muy grande** → la deformación que adquiere al aplicar la fuerza es despreciable
- Las **cuerdas pueden usarse no para empujar objetos, sino para tirar de ellos** → la magnitud de una fuerza que un trozo de una cuerda ejerce sobre otro adyacente se denomina **TENSIÓN, T**



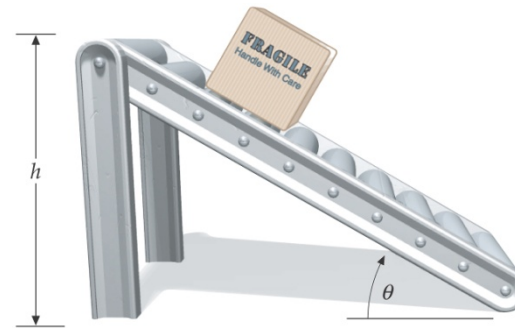
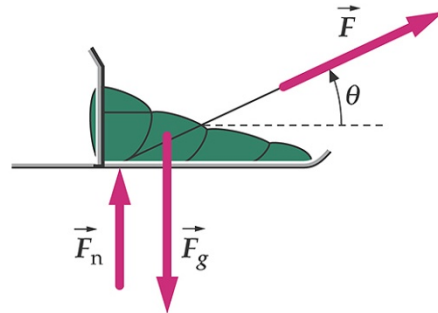
TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. Fuerzas de arrastre

Resolución de problemas: diagramas de fuerzas

Ejercicios:

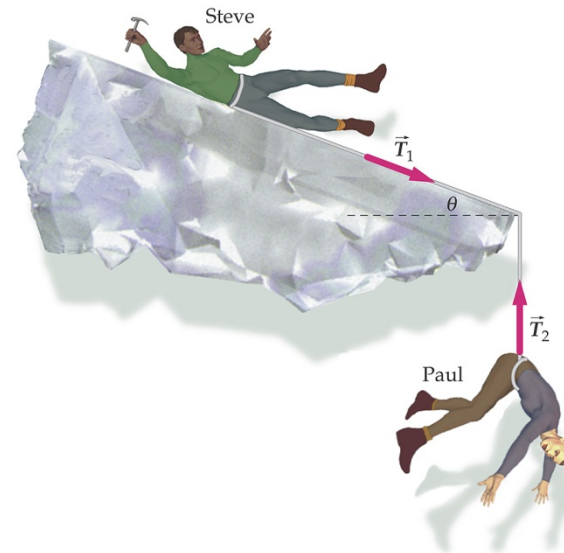
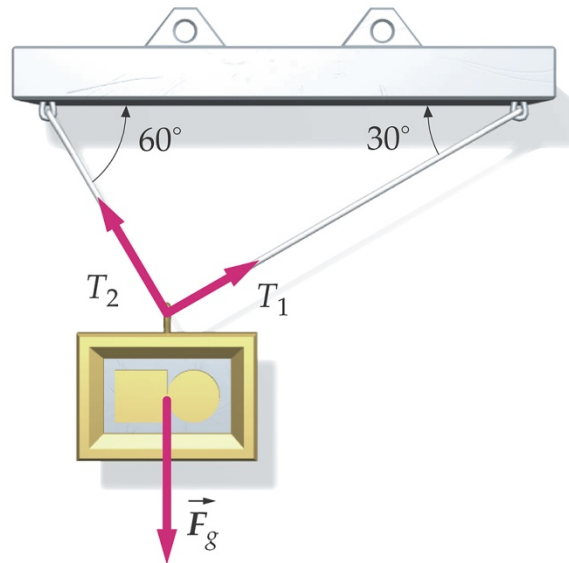
1. Una persona arrastra un trineo tirando de una cuerda que forma un ángulo de 25° con la horizontal. La masa del trineo es de 80 kg, y suponemos que el rozamiento del trineo con el hielo es despreciable. Si la persona ejerce una fuerza de 150 N, ¿cuál será la aceleración del trineo?, ¿cuál es la fuerza normal ejercida sobre la superficie del trineo?
2. Se desea usar una rampa para descargar objetos desde un camión. Para evitar que los objetos se dañen, la velocidad vertical de los objetos al llegar al fondo de la rampa debe ser inferior a 2.5 m/s. La fuerza de rozamiento de los objetos con la rampa es despreciable. Si la altura de descarga del camión es $h = 1$ m, ¿cuál es el ángulo máximo de la rampa con la horizontal?



Resolución de problemas: diagramas de fuerzas II

Ejercicios:

- Un cuadro que pesa 8 N se cuelga mediante dos cables, tal y como se muestra en la figura. Determine la tensión de los dos cables
- Calcula el módulo de las fuerzas de tensión de la imagen, en base a las masas de los alpinistas Steve y Paul

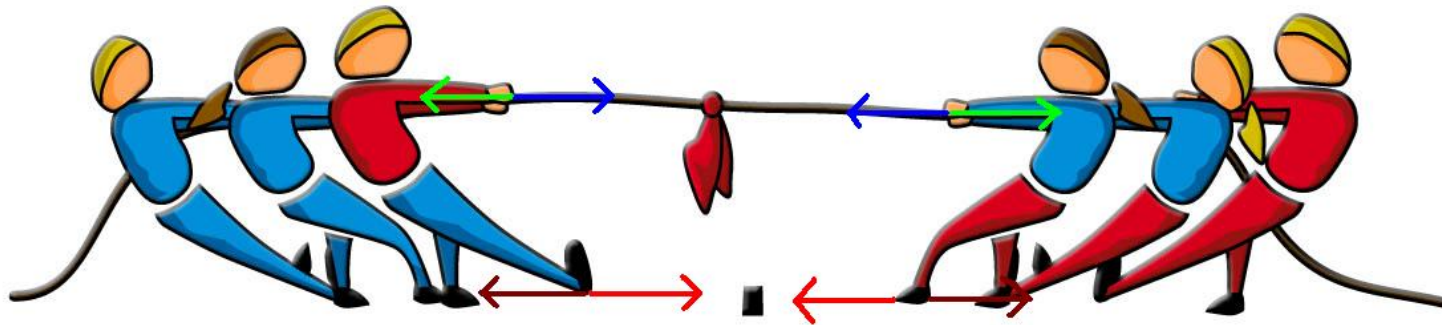


TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. Fuerzas de arrastre

Tercera Ley de Newton:

Si un cuerpo A ejerce una fuerza F_{AB} sobre un cuerpo B , el cuerpo B ejercerá una fuerza F_{BA} sobre A y se cumplirá que $F_{AB} = -F_{BA}$

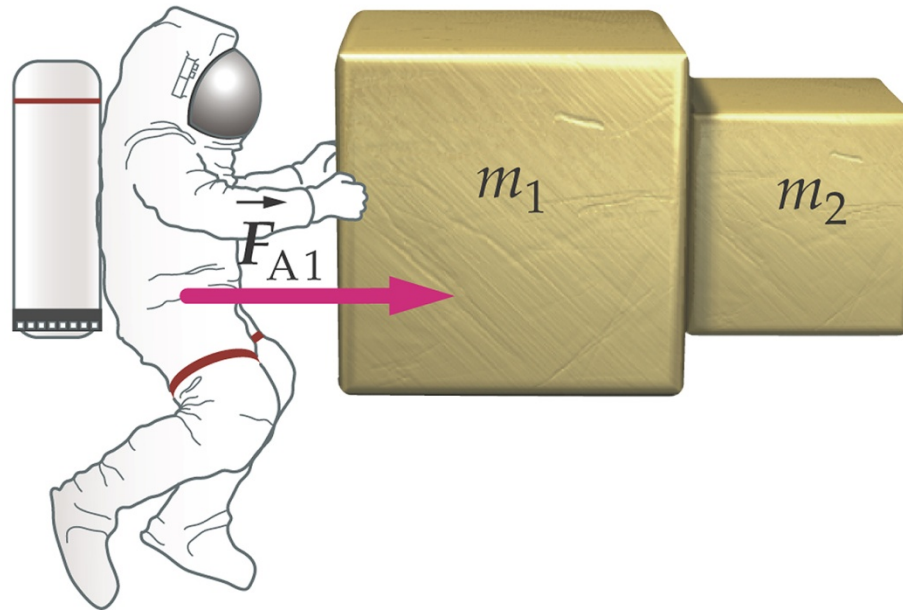


NOTA:

Es común referirse a estas fuerzas como **acción y reacción**; sin embargo, esta terminología es desafortunada, porque parece como si una fuerza reaccionara a la otra, lo cual no es cierto, ya que ambas fuerzas actúan simultáneamente

Ejercicio:

- Un astronauta en el espacio empuja una caja de masa m_1 con una fuerza $\mathbf{F}_{A1}$. Esta caja está en contacto directo con otra segunda caja de masa m_2 , ¿cuál es la aceleración de las dos cajas?, ¿cuál es el módulo de la fuerza ejercida por una caja sobre la otra?

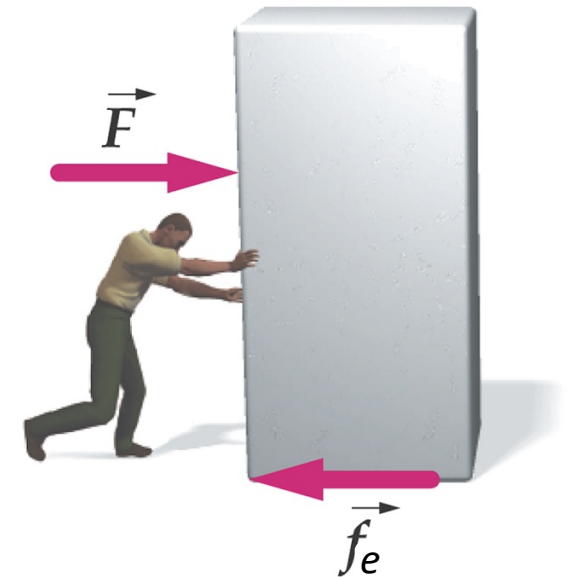


TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. **Fuerza de rozamiento**
9. Fuerzas de arrastre

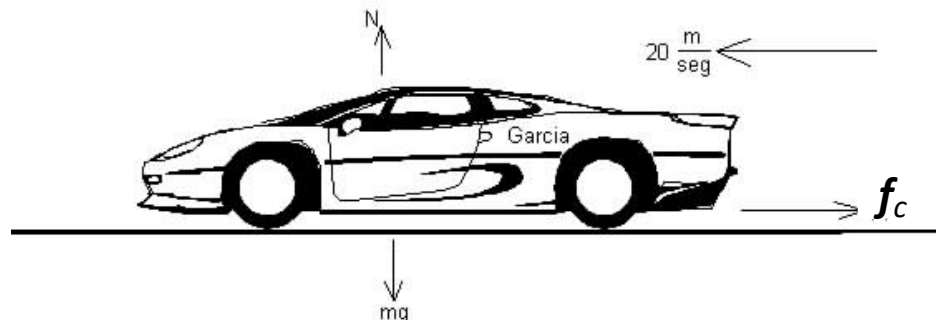
Rozamiento estático:

- Cuando se aplica una fuerza horizontal $\vec{F}$ a un gran bloque que descansa sobre el suelo, el bloque no se mueve, debido a la fuerza de rozamiento estático $\vec{f}_e$, ejercida por el suelo sobre el bloque, que equilibra la fuerza que estamos aplicando
- El **ROZAMIENTO ESTÁTICO** es la fuerza de rozamiento que actúa cuando aún no hay deslizamiento entre las dos superficies en contacto (evita que el bloque se deslice)
- Esta fuerza varía entre cero hasta un cierto valor máximo $f_{e\max} = \mu_e F_n$, siendo μ_e el coeficiente de rozamiento estático
- Para que un objeto comience a moverse deberá aplicarse sobre él una fuerza mayor que $f_{e\max} \rightarrow f_e \leq \mu_e F_n$



Rozamiento cinético:

- Si se **empuja** ese “gran bloque” con la **fuerza suficiente**, éste se **deslizará sobre el suelo**
- Al deslizarse, el suelo ejerce una **FUERZA DE ROZAMIENTO CINÉTICO**, $f_c = \mu_c F_n$, donde μ_c es el coeficiente de rozamiento cinético, que se opone al sentido del movimiento
- Para que el bloque se deslice con **velocidad constante**, debe ejercerse, al menos, una **fuerza sobre el bloque igual en módulo y de sentido opuesto a la fuerza de rozamiento cinético ejercida por el suelo**
- La fuerza de rozamiento cinético es **independiente de la fuerza exterior aplicada**

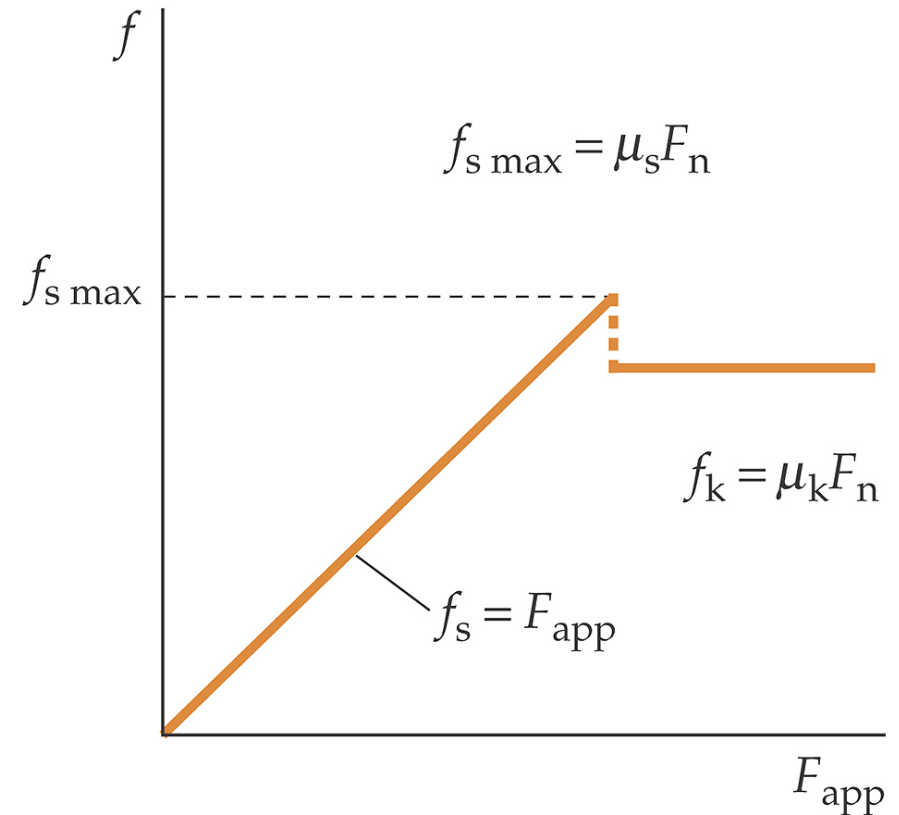


Comportamiento típico de los coeficientes de rozamiento estáticos y dinámicos:

Para cualquiera que sea la superficie de contacto $\mu_c < \mu_e$



Se debe aplicar siempre mayor fuerza para iniciar el movimiento del bloque que para mantenerlo en movimiento a velocidad constante



Ejercicios:

1. Un disco con una velocidad de 8.5 m/s recorre una distancia de 8 metros antes de pararse. Si el disco tiene una masa de 40 kg, ¿cuál es el coeficiente de rozamiento entre el disco y la cubierta?
2. Tenemos una moneda situada sobre la tapa de un libro. Vamos inclinando la tapa del libro hasta que la moneda comienza a desplazarse. Calcule el coeficiente de rozamiento estático entre la moneda y la tapa del libro en función del ángulo máximo de la tapa del libro antes de que la moneda comience a desplazarse
3. Una persona tira de un trineo de 50 kg de peso a través de una cuerda que forma un ángulo de 40° con la horizontal. Si los coeficientes de rozamiento estático y dinámico son respectivamente de 0.2 y 0.15, ¿cuál será la fuerza de rozamiento cuando se tira del trineo con una fuerza de 100 N?, ¿y de 140 N?

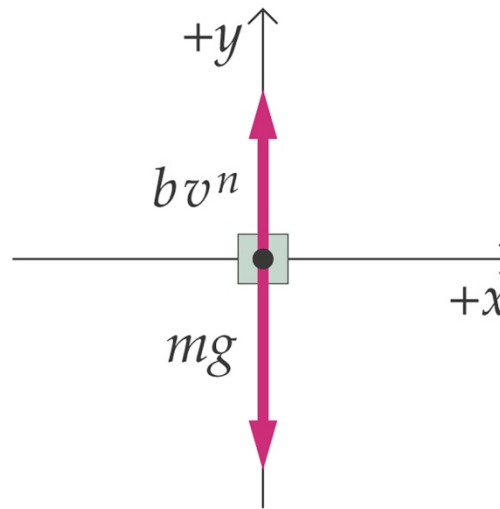
TEMA 3: DINÁMICA

1. Primera Ley de Newton: ley de la inercia
2. Fuerza y masa
3. Segunda Ley de Newton
4. Peso
5. Fuerzas de contacto
6. Resolución de problemas: diagramas de fuerzas
7. Tercera Ley de Newton
8. Fuerza de rozamiento
9. **Fuerzas de arrastre**

Fuerzas de arrastre

Cuando **un cuerpo se desplaza dentro de un gas** (como los gases de la atmósfera de la tierra) o **de un líquido** (como un submarino en el mar) “arrastra” parte del gas o del líquido con él, lo cual provoca una **fuerza que se opone al movimiento** → **FUERZA DE ARRASTRE**

- Experimentalmente puede demostrarse que **la fuerza de arrastre es proporcional a una potencia de la velocidad del objeto**, y su módulo es: **$F_d = b \cdot v^n$**
- Por este motivo, cuando un **objeto cae dentro de la atmósfera** terrestre alcanza una **velocidad límite** que no es capaz de superar
- Esta **velocidad se alcanza cuando la fuerza de arrastre es igual a la fuerza de la gravedad**: **$mg = b \cdot v^n$**



Ejercicio:

- Un paracaidista de masa 64 kg alcanza una velocidad límite de 180 km/h, ¿cuál es la magnitud de la fuerza de arrastre sobre el paracaidista? Si la fuerza de arrastre es proporcional al cuadrado de la velocidad del paracaidista, ¿cuál es el factor de proporcionalidad b de esta fuerza?

