

FÍSICA I

MATEMÁTICAS APLICADAS

FAÇULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS

Curso Básico - Primavera 2026

Omar De la Peña-Seaman



Instituto de Física “Ing. Luis Rivera Terrazas”
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Curso: Física I

Información General

Período de clases (18 sem.)

6 enero — 29 mayo 2025

Horario

Lunes, Miércoles: 12–14 hrs.

Jueves: 12–13 hrs.

Bibliografía

1. J. Walker, *Halliday & Resnick Fundamentals of Physics*, 11th edition (John Wiley & Sons, 2018).
2. R. Feynman, R.B. Leighton, and M. Sands *The Feynman Lectures on Physics*, 8th edition (CalTech, CA, 2013).
3. L. García-Colín Scherer, *Introducción a la Termodinámica Clásica*, 4a edición (Editorial Trillas, 2019).
4. R.K. Wangness, *Campos Electromagnéticos*, 1era edición (Editorial Limusa, 2001).
5. A. Beiser, *Concepts of Modern Physics*, 6th edition (McGraw Hill, 2003).

Criterios de evaluación

- Para cada uno de los temas:
 - Tarea: **40%**
 - Examen: **60%**
 - **No** se manejan trabajos/exámenes de **recuperación**.

Rúbricas

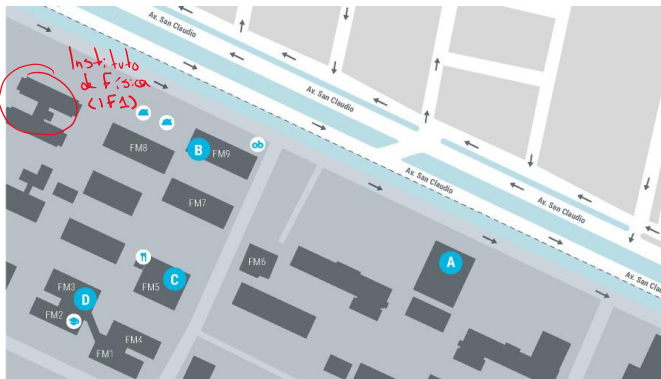
- Las tareas se entregan el **día** que se establece en la publicación de la misma. Si existiera un **retraso** en la entrega, se aplicará una penalización del **10%** por cada día de retraso.
- Se toma en cuenta el **procedimiento** de los ejercicios de tarea en la calificación. En caso de que se **omita**, se aplicará una penalización de **10-20%** por procedimiento omitido en cada ejercicio.
- La **asistencia** a clase es importante para comprender los temas discutidos, así como para tener derecho a examen extraordinario, en caso de ser necesario.

Curso: Física I

Medios de contacto

Para dudas y preguntas:

1. Grupo de Gmail: **Física I (primavera 2026)**
2. Correo electrónico: **omar.seaman@correo.buap.mx**
3. Oficina: Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas", Edificio **IF1**, oficina **214**.



Contenido del curso

- | | |
|------------------------------------|----------|
| 1. Mecánica Clásica | (5 sem.) |
| 2. Electricidad y Magnetismo | (5 sem.) |
| 3. Termodinámica | (4 sem.) |
| 4. Mecánica Cuántica y Relatividad | (4 sem.) |

Fuente de consulta e información

Las sesiones de clase y las tareas estarán disponibles *on-line* al término de cada tópico en la siguiente dirección:

http://www.ifuap.buap.mx/~oseaman/physics_I_2026.html

Contenido

1. Mecánica Clásica

Contenido: Tema 01

1. Mecánica Clásica

1.1 Movimiento unidimensional, bidimensional y tridimensional

1.2 Leyes de Newton, Dinámica de una partícula

Contenido: Tema 01

1. Mecánica Clásica

1.1 Movimiento unidimensional, bidimensional y tridimensional

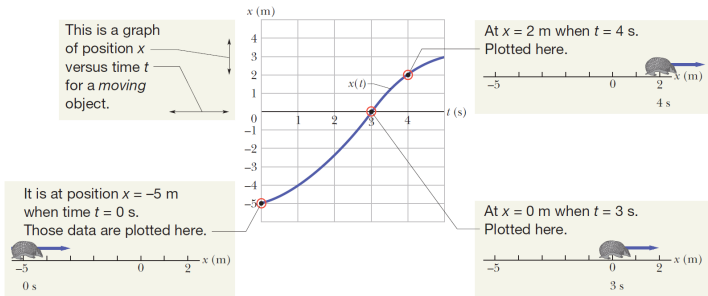
1.2 Leyes de Newton, Dinámica de una partícula

Movimiento unidimensional

Movimiento

La **cinemática** es la ciencia que estudia y analiza el **movimiento** de un cuerpo. Para entender el movimiento, se restringe la explicación a tres condiciones:

- El movimiento es a lo largo de una **línea recta**.
- Las **fuerzas** que causan el movimiento no se consideran, por el momento.
- El cuerpo en movimiento puede ser una **partícula**, o un **conjunto** de ellas, siempre que se muevan como un solo objeto.



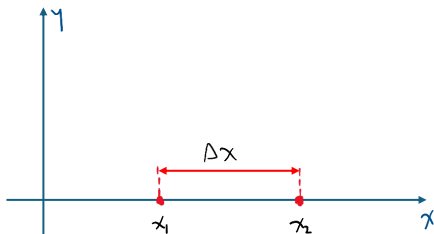
Movimiento unidimensional

Posición y desplazamiento

Localizar a un objeto significa encontrar su **posición** relativa a un punto de referencia, considerado como punto de partida el **origen** del sistema coordenado.

Por otro lado, un cambio de posición, por ejemplo de x_1 a x_2 , se le llama **desplazamiento** Δx , siendo:

$$\Delta x = x_2 - x_1,$$



Es importante mencionar que el desplazamiento es un ejemplo de cantidad **vectorial**, ya que tiene tanto magnitud como **dirección**.

Movimiento unidimensional

Velocidad y rapidez

Que tan rápido se mueve una partícula en un instante dado se define como la **velocidad instantánea**, o simplemente **velocidad** v .

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}.$$

La velocidad es un ejemplo de cantidad **vectorial**, ya que cuenta con magnitud, que se conoce como **rapidez**, y sentido.

Sus unidades en el sistema internacional **SI** son,

$$[v] = \frac{\text{longitud}}{\text{tiempo}} = \frac{m}{s}.$$

Movimiento unidimensional

Aceleración

Cuando la velocidad de una partícula cambia, se dice que la partícula se encuentra bajo el efecto de la **aceleración**, la cual está dada como,

$$a = \frac{dv}{dt},$$
$$\Rightarrow a = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2},$$

es decir, la aceleración de una partícula es la razón a la cual su velocidad cambia en un instante dado, y también se trata de una cantidad **vectorial**.

Las unidades en el sistema SI para la aceleración son,

$$a = \frac{\text{longitud}}{\text{tiempo}^2} = \frac{m}{s^2}.$$

Movimiento unidimensional

Aceleración constante

Al considerar la **aceleración constante**, la aceleración promedio es igual a la instantánea, por tanto:

$$a = a_{\text{avg}} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{v - v_0}{t},$$
$$\Rightarrow v = v_0 + at.$$

Otra ecuación que se puede obtener es considerando a la velocidad promedio:

$$v_{\text{avg}} = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{x - x_0}{t},$$
$$\Rightarrow x = x_0 + v_{\text{avg}}t,$$
$$= x_0 + 1/2v_0t + 1/2vt \quad \forall \quad v_{\text{avg}} = 1/2(v + v_0),$$
$$\therefore x = x_0 + v_0t + 1/2at^2.$$

Movimiento unidimensional

Aceleración constante

Las expresiones anteriores son las **ecuaciones básicas** para el caso de **aceleración constante**.

Relacionándolas pueden dar expresiones adicionales que ayuden a resolver un problema de manera más sencilla, obteniendo al final **cinco ecuaciones**:

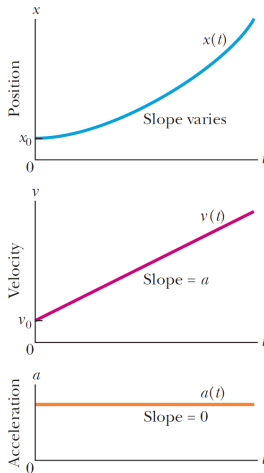
$$v = v_0 + at,$$

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2,$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0),$$

$$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t,$$

$$x = x_0 + vt - \frac{1}{2}at^2.$$



Movimiento unidimensional

Aceleración en caída libre

Si se lanza una partícula hacia arriba o hacia abajo, ignorando los efectos de la resistencia del aire, se observa que:

Movimiento hacia arriba: La partícula se **desacelera**.

Movimiento hacia abajo: La partícula se **acelera**.

En ambos casos, el cambio de velocidad ocurre a una razón constante, lo que se conoce como aceleración en **caída libre**.

Se le representa con la variable g , cuyo valor es aproximadamente de 9.8 m/s^2 , el cual varía ligeramente con la latitud en el planeta.

Cabe mencionar que la aceleración en caída libre es **negativa**:

$$a = -g = -9.8 \text{ m/s}^2.$$

Movimiento bidimensional y tridimensional

Posición y desplazamiento

Una manera general de ubicar a una partícula es mediante un **vector de posición**, \mathbf{r} ,

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k},$$

siendo $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ los vectores **unitarios** del espacio cartesiano.

Al moverse una partícula, su vector de posición cambiará desde \mathbf{r}_1 a \mathbf{r}_2 , en un tiempo determinado, con lo cual, el **desplazamiento** será,

$$\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1.$$

Lo cual se puede expresar de la siguiente manera,

$$\Delta\mathbf{r} = \Delta x\mathbf{i} + \Delta y\mathbf{j} + \Delta z\mathbf{k},$$

$$\forall \quad \mathbf{r}_1 = x_1\mathbf{i} + y_1\mathbf{j} + z_1\mathbf{k} \quad \& \quad \mathbf{r}_2 = x_2\mathbf{i} + y_2\mathbf{j} + z_2\mathbf{k},$$

donde $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta y = y_2 - y_1$, y $\Delta z = z_2 - z_1$.

Movimiento bidimensional y tridimensional

Velocidad

la **velocidad** de una partícula en un instante dado t se puede expresar como,

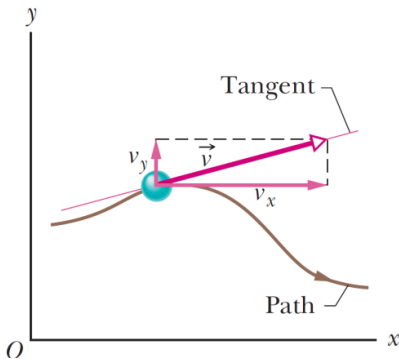
$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt},$$

describiendo en componentes,

$$\begin{aligned}\mathbf{v} &= \frac{d}{dt} (x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}), \\ &= \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} + \frac{dz}{dt}\mathbf{k}, \\ &= v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j} + v_z\mathbf{k}.\end{aligned}$$

siendo $v_x = dx/dt$, $v_y = dy/dt$, y $v_z = dz/dt$.

La dirección de \mathbf{v} será siempre **tangente** a la trayectoria de la partícula en la posición específica que se desea conocer,



Movimiento bidimensional y tridimensional

Aceleración

la **aceleración** de una partícula en un instante dado t está dada como,

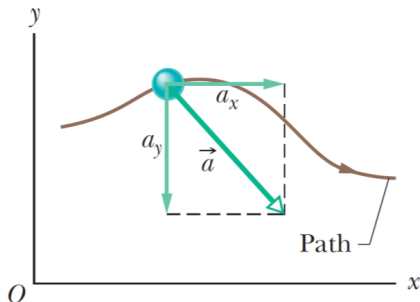
$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt},$$

expresando en componentes,

$$\begin{aligned}\mathbf{a} &= \frac{d}{dt} (v_x \mathbf{i} + v_y \mathbf{j} + v_z \mathbf{k}), \\ &= \frac{dv_x}{dt} \mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt} \mathbf{j} + \frac{dv_z}{dt} \mathbf{k}, \\ &= a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + a_z \mathbf{k}.\end{aligned}$$

donde $a_x = dv_x/dt = d^2x/dt^2$, $a_y = dv_y/dt = d^2y/dt^2$, y $a_z = dv_z/dt = d^2z/dt^2$.

A diferencia de la velocidad, la dirección de \mathbf{a} no guarda una relación geométrica específica con la trayectoria de la partícula,



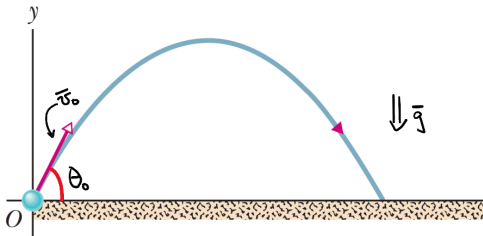
Movimiento bidimensional y tridimensional

Movimiento parabólico o de proyectil

El **movimiento parabólico** o de **proyectil** considera una partícula en movimiento en un plano vertical¹ con cierta **velocidad inicial**,

$$\begin{aligned}\mathbf{v}_0 &= v_{0x}\mathbf{i} + v_{0y}\mathbf{j}, \\ &= v_0\cos\theta_0\mathbf{i} + v_0\sin\theta_0\mathbf{j},\end{aligned}$$

siendo θ_0 el ángulo formado con la horizontal, y con una **aceleración** tipo caída libre² \mathbf{g} , la cual solo tiene componente vertical.



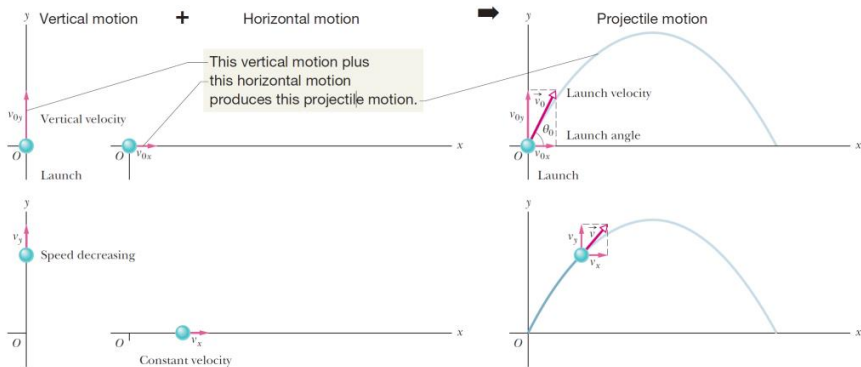
¹Dos dimensiones.

²Siempre dirigida hacia abajo.

Movimiento bidimensional y tridimensional

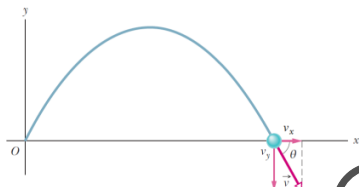
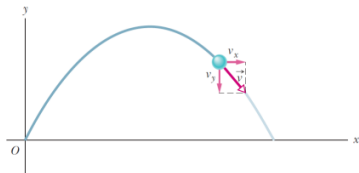
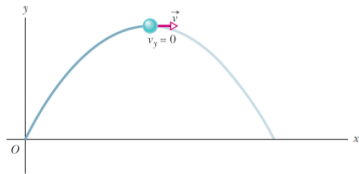
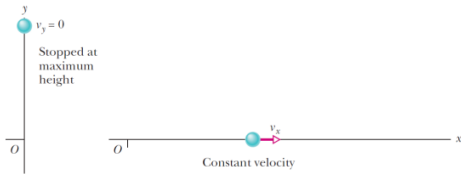
Movimiento parabólico o de proyectil

El movimiento parabólico se puede descomponer en un movimiento **horizontal uniforme** y un movimiento **vertical acelerado** en todo momento, siendo independientes entre ellos,



Movimiento bidimensional y tridimensional

Movimiento parabólico o de proyectil



Movimiento bidimensional y tridimensional

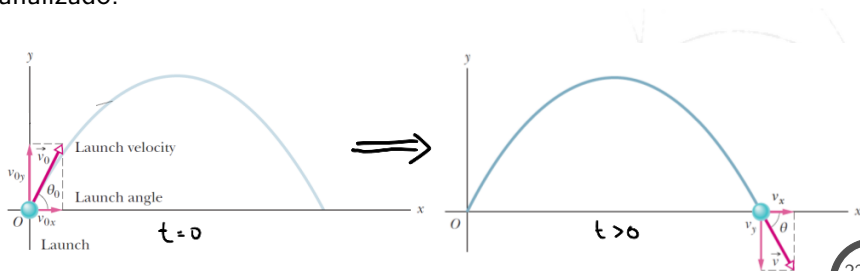
Movimiento parabólico o de proyectil

Para resolver el movimiento parabólico, basta con atacar por separado cada una de las dimensiones:

Movimiento horizontal: Se trata de un movimiento uniforme, sin aceleración.

Movimiento vertical: Involucra un movimiento con aceleración constante conocida (g).

Ambas componentes están relacionadas por el **tiempo**, el cual es el mismo para las dos dimensiones, independiente del punto del movimiento analizado.



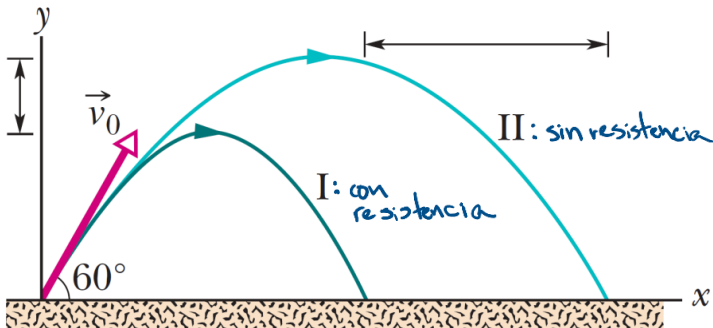
Movimiento bidimensional y tridimensional

Movimiento parabólico o de proyectil

El análisis presentado ha sido sin considerar los **efectos del aire**, los cuales afectarían al movimiento de una partícula de dos maneras:

Movimiento horizontal: Reducción del rango alcanzado.

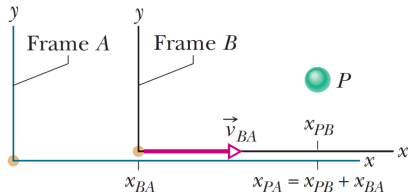
Movimiento vertical: Decremento de la altura máxima.



Movimiento bidimensional y tridimensional

Movimiento relativo

La velocidad de una partícula dependerá del **marco de referencia** desde donde el observador realiza la medición.



El marco de referencia B se mueve a **velocidad constante** v_{BA} respecto al marco de ref. A , por tanto, la **posición** y **velocidad** de la partícula P , desde A , se puede obtener como:

$$x_{PA} = x_{PB} + x_{BA},$$

$$v_{PA} = \frac{dx_{PA}}{dt} = \frac{dx_{PB}}{dt} + \frac{dx_{BA}}{dt},$$

$$\Rightarrow v_{PA} = v_{PB} + v_{BA}.$$

Analizando la **aceleración**,

$$a_{PA} = \frac{dv_{PA}}{dt} = \frac{dv_{PB}}{dt} + \frac{dv_{BA}}{dt},$$

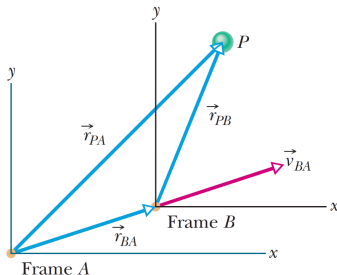
$$\Rightarrow a_{PA} = a_{PB},$$

debido a que la velocidad v_{BA} es **constante**.

Movimiento bidimensional y tridimensional

Movimiento relativo

El análisis anterior se puede generalizar a más dimensiones,



en donde la **posición**, **velocidad** y **aceleración**, medidas desde el marco de referencia A , considerando el movimiento a **velocidad constante** del marco de ref. B respecto a A (\mathbf{v}_{BA}), vienen dadas como:

$$\mathbf{r}_{PA} = \mathbf{r}_{PB} + \mathbf{r}_{BA},$$

$$\mathbf{v}_{PA} = \mathbf{v}_{PB} + \mathbf{v}_{BA},$$

$$\mathbf{a}_{PA} = \mathbf{a}_{PB}.$$

Contenido: Tema 01

1. Mecánica Clásica

1.1 Movimiento unidimensional, bidimensional y tridimensional

1.2 Leyes de Newton, Dinámica de una partícula

Leyes de Newton

Mecánica Newtoniana

La **dinámica** trata con lo que causa que un objeto se mueva y, en particular, se **acelere**, es decir las **fuerzas**.

La relación entre las fuerzas y la aceleración causada por éstas fue entendida por **Isaac Newton**³ dando lugar a lo que se conoce como **mecánica Newtoniana**.

Esta teoría, sin embargo, no aplica en todos los casos, por ejemplo:

- Si la **velocidad** de las partículas es muy **grande**, del orden de una fracción de la velocidad de la luz, entonces se debe de utilizar la teoría especial de la relatividad de Einstein.
- Si el **tamaño** de las partículas es muy **pequeño**, del orden de la escala atómica, entonces se debe de implementar la formulación de la mecánica cuántica.

³(1642–1727).

Leyes de Newton

Fuerzas y Primera ley de Newton

La **fuerza** al ser una cantidad vectorial, posee magnitud y dirección, con las siguientes características:

Unidades: Se define como 1 **newton** (N) la fuerza que acelera en 1 m/s^2 a 1 Kg de masa, es decir:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ Kg} * 1 \text{ m/s}^2.$$

Fuerza resultante: Si dos o más fuerzas actúan en un cuerpo, éstas se pueden sumar, dando una **fuerza neta**, la cual puede sustituir a todas las fuerzas que la originaron, generando el mismo efecto.

Primera Ley de Newton

Si no existe una fuerza neta actuando en un cuerpo, $\mathbf{F}_{\text{net}} = 0$, entonces la velocidad del cuerpo no cambiará, es decir, no se acelerará.

Leyes de Newton

Masa y Segunda Ley de Newton

De la observación o experimentación, se tiene que al aplicar la **misma** fuerza a **distintos** objetos, se obtendrá como resultado **diferentes** valores de aceleración.

El objeto con la **mayor** masa se acelerará **menos**, es decir, la aceleración tiene una relación **inversa** con la masa, lo cual nos ayuda a definirla:

Masa Es una cantidad escalar, intrínseca de un objeto/cuerpo, y se puede definir como la característica que relaciona a una fuerza aplicada a un cuerpo con su aceleración resultante.

Segunda Ley de Newton

La fuerza neta aplicada a un cuerpo es igual al producto de la masa del cuerpo por su aceleración,

$$\mathbf{F}_{\text{net}} = m\mathbf{a}.$$

Leyes de Newton

Segunda Ley de Newton

La **segunda ley de Newton** es equivalente a tres ecuaciones por componentes,

$$F_{\text{net},x} = ma_x, \quad F_{\text{net},y} = ma_y, \quad F_{\text{net},z} = ma_z,$$

donde cada una es **independiente** de las demás, es decir, la aceleración en una componente dada será generada solamente por la suma de las fuerzas en esa dirección, sin influencia de las otras.

Si la fuerza neta en un objeto es **cero**, significa que no se acelera ($a = 0$), es decir:

- Si el objeto está en **reposo**, permanecerá en reposo.
- Si el objeto está en **movimiento** a velocidad constante, continuará moviéndose a la misma velocidad.
- No significa que no existan fuerzas, simplemente de que se **anulan** entre ellas.

Leyes de Newton

Fuerzas peculiares

Fuerza gravitacional \mathbf{F}_g

- Fuerza que jala a un cuerpo hacia otro cuerpo, siendo el caso en la Tierra hacia un objeto siendo atraído hacia el centro del planeta.
- Su magnitud es igual al producto de la masa del objeto por la aceleración de la gravedad: $F_g = mg$.

Peso W

- El peso de un cuerpo, W , es la magnitud de la fuerza neta necesaria para evitar que el cuerpo caiga libremente.
- El peso de un cuerpo, W , es igual en magnitud a la fuerza gravitacional F_g en ese mismo cuerpo: $W = mg$.

Fuerza Normal \mathbf{F}_N

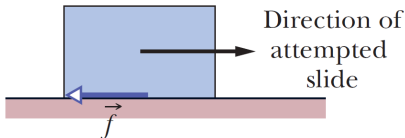
- Cuando un cuerpo se encuentra sobre una superficie, y no está en movimiento en la dirección vertical, la superficie ejerce una fuerza sobre el cuerpo, perpendicular a ella, para conservar el equilibrio.
- Esta fuerza es la fuerza normal \mathbf{F}_N , y su magnitud es igual al peso del cuerpo en ausencia de otras fuerzas: $F_N = mg$.

Leyes de Newton

Fuerzas peculiares

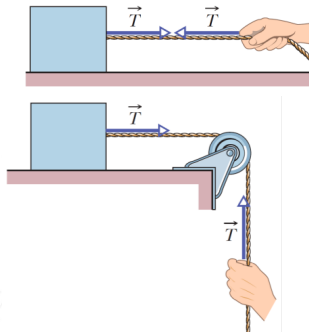
Fricción f

- La resistencia al movimiento que presenta un cuerpo que descansa en una superficie al aplicarle una fuerza externa se le conoce como la fricción f .
- La fricción es paralela a la superficie, y en dirección opuesta al movimiento que se pretende realizar.



Tensión T

- Cuando una cuerda se amarra a un objeto, y ésta se jala, entonces la cuerda ejerce una fuerza T sobre el cuerpo en dirección opuesta al mismo, y paralela a la cuerda.

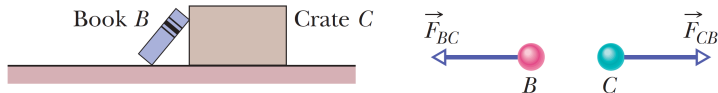


Leyes de Newton

Tercera Ley de Newton

Tercera Ley de Newton

Cuando dos cuerpos interactúan entre sí, las fuerzas en cada cuerpo debido al otro son siempre iguales en magnitud y de dirección opuesta.



En el ejemplo, se tiene que los cuerpos (el libro y la caja) interactúan entre sí **empujándose** uno a otro:

- Se tiene una fuerza horizontal \mathbf{F}_{BC} aplicada sobre el libro debido a la caja.
- También existe una fuerza horizontal \mathbf{F}_{CB} aplicada sobre la caja debido al libro.

por tanto, por la tercera ley de Newton se tiene:

$$F_{BC} = F_{CB} \ \& \ \mathbf{F}_{BC} = -\mathbf{F}_{CB}.$$

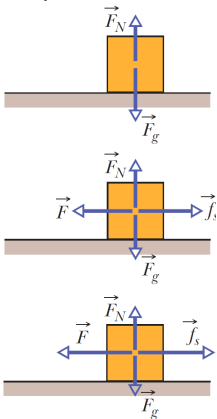
Dinámica

Fricción

La **fuerza de fricción** presenta dos diferentes variantes:

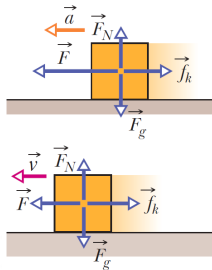
Fricción estática

Fuerza f_s que impide que un cuerpo se mueva al aplicarle una fuerza \vec{F} , equilibrándola.



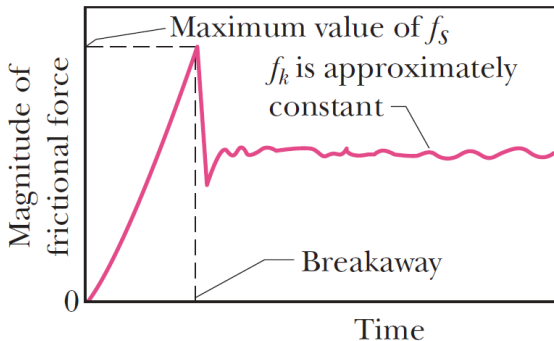
Fricción cinética

Cuando \vec{F} se incrementa, sobrepasa el **punto de quiebre** de f_s , moviendo el cuerpo, pero sigue existiendo una fricción, f_k ($< f_s$) oponiéndose al movimiento.



Dinámica

Fricción



- La **fricción estática** se va modificando para poder igualar a la fuerza aplicada, hasta cierto valor, conocido como **punto de quiebre**.
- La **fricción cinética** es aproximadamente **constante**, y con un valor menor a la estática.

Dinámica

Propiedades de la fuerza de fricción

Propiedad 1: Si el cuerpo no se mueve, entonces la fuerza de **fricción estática** \mathbf{f}_s se equipara con la comp. paralela a la superficie de \mathbf{F} , con la misma magnitud y sentido contrario.

Propiedad 2: La magnitud de \mathbf{f}_s tiene un valor **máximo**,

$$f_{s,\max} = \mu_s F_N,$$

donde μ_s es el **coeficiente de fricción estática** y F_N es la magnitud de la fuerza normal del cuerpo.

Propiedad 3: Si el cuerpo se desliza sobre la superficie, la magnitud de la fuerza de fricción decae rápidamente a un valor f_k ,

$$f_k = \mu_k F_N,$$

siendo μ_k el **coeficiente de fricción cinética**.

μ_s y μ_k son cantidades adimensionales, determinadas experimentalmente, y sus valores dependen tanto del cuerpo como de la superficie.

Dinámica

Movimiento circular uniforme

Cuando un cuerpo se mueve en un **círculo** (o un arco del mismo) a una **velocidad constante** v se tiene un **movimiento circular uniforme**.

- A pesar de que v es constante, existe un cambio de **dirección**, por tanto hay una aceleración, que se le llama **aceleración centrípeta**,
- Tanto la fuerza como la aceleración centrípeta apuntan hacia el **centro de curvatura** de la trayectoria de la partícula,

$$a = \frac{v^2}{R} \quad \forall \quad R = \text{radio del círculo.}$$

- La aceleración centrípeta se debe a una fuerza neta que la genera, conocida como **fuerza centrípeta**,

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad F = \frac{mv^2}{R}.$$

