

TEMA 1 MECÁNICA

¿Algún comentario o sugerencia para mejorar este recurso?



Scan Me

¿Qué vamos a ver este tema?

1. Introducción
2. Cinemática
3. Leyes de la dinámica clásica
4. Colisiones
5. Tipos de fuerza
6. Trabajo y energía
7. Fuerzas conservativas. Energía potencial
8. Conservación de la energía mecánica
9. Energía en colisiones

1. Introducción

En este tema estudiamos la parte de la física que estudia el movimiento, la **MECÁNICA**. Dentro de esta rama distinguimos la **CINEMÁTICA** (estudio exclusivo del movimiento sin considerar fuerzas), **ESTÁTICA** (condiciones para que un sistema no se mueva) y **DINÁMICA** (enfocado a las causas del movimiento, las fuerzas y los movimientos que estos provocan).

En este curso nos centraremos en la **DINÁMICA** y la **CINEMÁTICA**.

2. Cinemática



ESPACIO, TIEMPO Y MÓVIL

- **Espacio absoluto**: El entorno/escenario donde ocurren fenómenos físicos. Es homogéneo y las leyes de la física son válidas en todo el espacio. Representamos el espacio mediante un espacio vectorial cartesiano tridimensional, con su origen de coordenadas. Las distancias y posiciones se miden en metros (m) en el SI. **en centímetros (cm) en el C.G.S.**
- **Tiempo absoluto**: Es la variable respecto de la cual parametrizamos el movimiento. Es uniforme en todo el espacio. Se mide en segundos (s).
- **Móvil**: Es un cuerpo muy pequeño que solo ocupa un punto material infinito. El tamaño es muy pequeño en función de la escala que usemos.

DESCRIPCIÓN MATEMÁTICA DEL MOVIMIENTO $\vec{r}(t) = x(t)\hat{i} + y(t)\hat{j} + z(t)\hat{k}$

La posición de una partícula queda determinada por su vector de posición $\vec{r}$, que

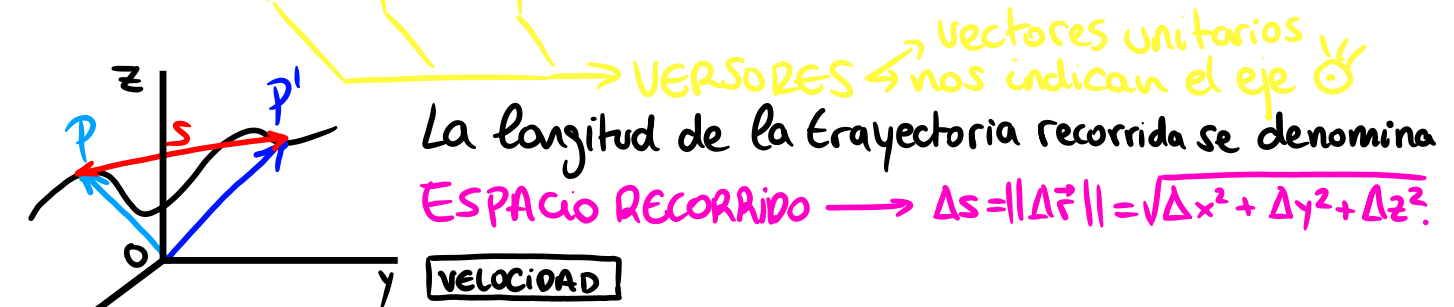
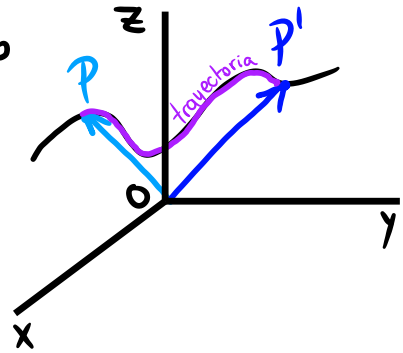
tiene el origen de coordenadas O y como final el punto P donde se encuentra la partícula. El punto P es la suma de la posición del corpúsculo respecto los tres ejes.

$$P(x, y, z)$$

La partícula, al desplazarse, recorre un determinado espacio. Se denomina trayectoria.

Entonces, el movimiento de una partícula queda determinado si se conoce su posición respecto del tiempo:

$$\vec{r}(t) = x(t)\hat{i} + y(t)\hat{j} + z(t)\hat{k} \rightarrow \text{ecuación del movimiento.}$$



Una partícula pasa de un punto P , situado en una posición $\vec{r}$ a un punto Q , situado en una posición $\vec{r} + \Delta \vec{r}$, en un intervalo Δt . Recorrerá un espacio Δs en Δt . La relación entre $\Delta \vec{r}$ y Δt se denomina **VELOCIDAD MEDIA** $\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$. $\vec{v}$ es un vector de misma dirección y sentido que el vector $\Delta \vec{r}$.

Pero, la velocidad media variará en función del intervalo de tiempo que determinemos. La dependencia de $\langle \vec{v} \rangle$ respecto de Δt la hace útil sola, y exclusivamente en trayectorias rectas donde $\langle \vec{v} \rangle$ sea cte.

No obstante, para evitar esta dependencia del Δt , definimos la **VELOCIDAD**:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}. \text{ Y la velocidad es la suma de la velocidad en cada eje:}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_x \hat{i} + \vec{v}_y \hat{j} + \vec{v}_z \hat{k}. \text{ Se mide en m/s (metros/segundo) en el SI y cm/s en CGS.}$$

ACELERACIÓN

La aceleración es la variación de velocidad respecto del tiempo. La aceleración media $\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ y la aceleración instantánea $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$. La suma de la aceleración de cada eje es $\vec{a} = \vec{a}_x \hat{i} + \vec{a}_y \hat{j} + \vec{a}_z \hat{k}$.

Se mide en m/s^2 en el S.I., y en cm/s^2 en el C.G.S.

La aceleración puede también descomponerse en dos vectores: uno normal (perpendicular al movimiento) y otro tangente.

$$a_n = \frac{v^2}{R} \leftarrow \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = a_t \hat{e}_t + a_n \hat{e}_n \rightarrow a_t = \frac{dv}{dt}$$

TIPOS DE MOVIMIENTOS

✓ **MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME** $\rightarrow \vec{a} = 0, \vec{v} = \text{cte}$.

Ecuaciones de posición $\rightarrow \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t$

✓ **MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACCELERADO** $\rightarrow \vec{a} = \text{cte}, \vec{v} \neq \text{cte}$

Ecuaciones de posición $\rightarrow \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$

Ecuación de la $\Delta \vec{v} \rightarrow \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$.

Ecuación de posición y velocidad $\rightarrow \Delta \vec{v}^2 = 2 \vec{a} \Delta \vec{r}$

✓ **MOVIMIENTO CIRCULAR CON ACCELERACIÓN ANGULAR CTE**

Una partícula va describiendo la trayectoria de una circunferencia, describe un ángulo θ respecto del tiempo.

La distancia recorrida $s = \theta R$, R es el radio de la circunferencia.

La velocidad angular $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ y la aceleración angular $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$, entonces $v = \omega R$ y $a_t = \omega R$.

La aceleración normal $a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$.

Si $\vec{a} = \text{cte}$, entonces $\omega = \omega_0 + \alpha t$ y $\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

Decimos que el movimiento es relativo por que depende del sistema de referencia que estamos usando.

Un ejemplo práctico, si nosotros vamos en un coche por la autovía a 120 Km/h, la imagen exterior se mueve, "y no nosotros".

Si una persona observa la autovía verá el coche moverse, pero a sus ojos él no.

Conceptualmente se puede relacionar con el tema de álgebra, de cambio de bases en un espacio vectorial. Si conocemos la matriz de paso de B a B' , podemos calcular los vectores en base B respecto de B' . En cinemática, igual. Si desde el sistema de referencia 1 conocemos el vector posición $\vec{r}_{O'}$ del origen O' del segundo sistema de referencia, podemos establecer una relación entre SR_1 y SR_2 .

$$\text{POSICIÓN} \Rightarrow \vec{r} = \vec{r}_{O'} + \vec{r}'$$

$$\text{VELOCIDAD} \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}_{O'} + \vec{v}'$$

$$\text{ACELERACIÓN} \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_{O'} + \vec{a}'$$

3. Leyes de la dinámica clásica

la interacción entre cuerpos es posible gracias al concepto de fuerza.

la fuerza es una medida de la interacción del medio ambiente que rodea a la partícula sobre esta. Es de carácter direccional, y por tanto, vectoriales. Se mide en Newtons = $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ { en el SI.

la fuerza se aplica sobre un cuerpo con masa ^{kg}. Esta última es una medida de la inercia o resistencia de un objeto al cambiar su estado de movimiento, es escalar y positiva.

PRIMERA LEY DE NEWTON | LEY DE LA INERCIA

Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que se le obligue a variar dicho estado mediante fuerzas que actúen sobre él.

Dos ideas fundamentales $\rightarrow$ reposo y movimiento rectilíneo es lo mismo
 $\downarrow$
la ausencia de fuerza.

inercia



Del lat. *inertia* 'indolencia', 'inacción'.

1. f. Fís. Propiedad de los cuerpos de mantener su estado de reposo o movimiento si no es por la acción de una fuerza.

SEGUNDA LEY DE NEWTON LEY FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA

La variación del movimiento de un cuerpo es proporcional a la fuerza que actúa sobre el cuerpo y se realiza en la dirección de la recta en la que actúa la fuerza.

↑ misma dirección y sentido.

Esta ley puede expresarse como $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$, donde $\vec{F}$ es la resultante de las fuerzas (la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo).

La primera y segunda ley solo son válidas si el sistema de referencia es inercial.

En mecánica newtoniana, un sistema de referencia inercial es un sistema de referencia en el que las leyes del movimiento cumplen las leyes de Newton ¹. En otras palabras, es un sistema que está en reposo o se mueve con velocidad constante, es decir, sin aceleración ². En un sistema de referencia inercial, un cuerpo libre de fuerzas externas se mantiene en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme ³.

Sumario con IA de Kagi

MOMENTO LINEAL O CANTIDAD DE MOVIMIENTO

La segunda ley de Newton se refiere a la variación de movimiento de un cuerpo y este movimiento se ha identificado con velocidad.

El estado de movimiento no es igual de un cuerpo a otro no es el mismo, a pesar de poder compartir la misma velocidad.

Describamos este estado con el llamado MOMENTO LINEAL o CANTIDAD DE MOVIMIENTO $\Rightarrow \vec{p} = m \cdot \vec{v} \rightarrow \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

Si $\vec{F} = 0$, $\vec{p} = \text{cte} \rightarrow$ principio de conservación del momento lineal para una partícula.

↪ se mide en kg m/s en el SI.

TERCERA LEY DE NEWTON

A toda acción se le opone siempre una reacción igual: o sea, las acciones mutuas entre dos cuerpos, uno sobre otro, se dirigen siempre en sentidos opuestos.

La fuerza que ejerce cuerpo 1 sobre cuerpo 2 se nota $\vec{F}_{12}$, y viceversa, $\vec{F}_{21}$,

se tiene: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.

Si solo actúan fuerzas internas (entre partículas), se cumple el principio de conservación del momento lineal para n partículas.

4. Colisiones

Una interacción que dura muy poco tiempo, instantánea, se le puede decir choque o colisión.

$$\vec{p}_{TOTAL} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \longrightarrow \Delta \vec{p}_{TOTAL} \approx \vec{F}_{EXT} \Delta t \xrightarrow{\sim 0} \Delta \vec{p}_{TOTAL} = \vec{0}$$

Si se da esta interacción, y actúan fuerzas externas no impulsivas, el momento lineal total de este sistema permanece constante. En los choques se conserva el momento lineal total.

Si las fuerzas externas toman valores muy altos, los llamaremos impulsivos. $\otimes$

En los sistemas hay fuerzas impulsivas internas, pero si queremos que se cumpla la propiedad no pueden haber fuerzas impulsivas externas.

5. Tipos de fuerzas

FUNDAMENTALES

fuerza eléctrica y magnética

$$\vec{F}_E = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$\vec{E}$ campo eléctrico

$\vec{B}$ campo magnético

q carga

$\vec{v}$ velocidad de la partícula

fuerza gravitatoria

$$\vec{F}_G = -G \frac{m_1 m_2}{R_{12}^3} \vec{R}_{12}$$

G constante de gravitación universal

$\vec{R}_{12}$ vector dirigido de m_1 a m_2

(...)

Siempre que haya fenómenos eléctricos, la fuerza gravitatoria se puede despreciar.

Ambas son fuerzas de largo alcance.

(...)

interacción fuerte

Es la responsable de la estabilidad de los núcleos atómicos.

interacción débil

Se produce entre cualquier tipo de partículas elementales.

Ambas interacciones son de corto alcance y tienen efectos a escala nuclear.

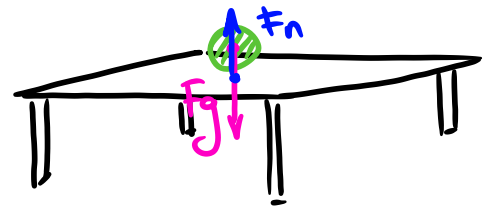
DE LIGADURA

Las fuerzas de ligadura son aquellas que mantienen ciertas condiciones geométricas.

Por ejemplo: Si colocas una pelota sobre una mesa, aparece una fuerza normal perpendicular que impedirá que sea atravesado.

PESO Y PESO APARENTE

El **PESO** es la fuerza con la que atrae la tierra a los cuerpos que están sobre ella.



$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$, donde $\vec{g}$ es la aceleración de la gravedad, y depende de varios factores: latitud, altura, la proximidad a grandes masas (ie. las montañas).

$\vec{P}$ es una propiedad variable que cambia en función de una posición u otra. La sensación de los efectos de la gravedad que sentimos, no es más que unas fuerzas que compensan o actúan en reacción de este peso. A estas fuerzas las denominaremos **PESO APARENTE**.

Cuando no hay una reacción que lo equilibre, el peso aparente es nulo y se da la ingravidez.

DE ROZAMIENTO

Es una fuerza electromagnética, cuyo origen reside en la repulsión que se ejerce entre moléculas de distintos materiales en las superficies.

imperfectas en contacto.



La fuerza de rozamiento siempre se opone al movimiento relativo de las superficies en contacto o la tendencia del movimiento.

En ciertos márgenes, la velocidad y sus superficies en contacto se pueden despreciar como variables, resultando que la fuerza de rozamiento es proporcional a la fuerza normal que se producen entre ellas.

Distinguimos dos tipos:

→ estática: no se produce movimiento relativo entre las superficies en contacto. Empujamos algo sin llegar a moverlo. En ese caso

$\vec{F}_r \leq \mu_e \vec{N}$, con μ_e siendo el coeficiente de rozamiento estático entre los dos cuerpos y $\vec{N}$ es la fuerza normal a la superficie de contacto mutuo. $\vec{F}_r \leq \mu_e \vec{N}$ nos da un valor límite, pero nunca la fuerza límite. Es una desigualdad.

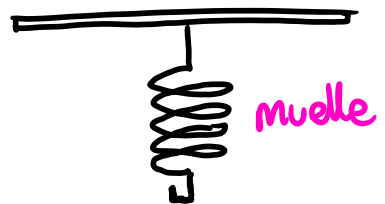
→ dinámica: las superficies se mueven una respecto de otra. Se cumple que $\vec{F}_{rd} = \mu_d \vec{N}$.

DE ROZAMIENTO de fluidos

Depende de la viscosidad del fluido, la geometría del cuerpo y es proporcional a la velocidad relativa (en caso de flujo laminar), que coincidirá con la absoluta si el fluido está en reposo.

$\vec{F}_r = -b\vec{v}$, con $b > 0$ que depende de la viscosidad del líquido y geometría del cuerpo.

Por ejemplo, para una esfera en movimiento $\vec{F}_r = -6\pi R \eta \vec{v}$, donde R es el radio de la esfera y η la viscosidad del fluido.

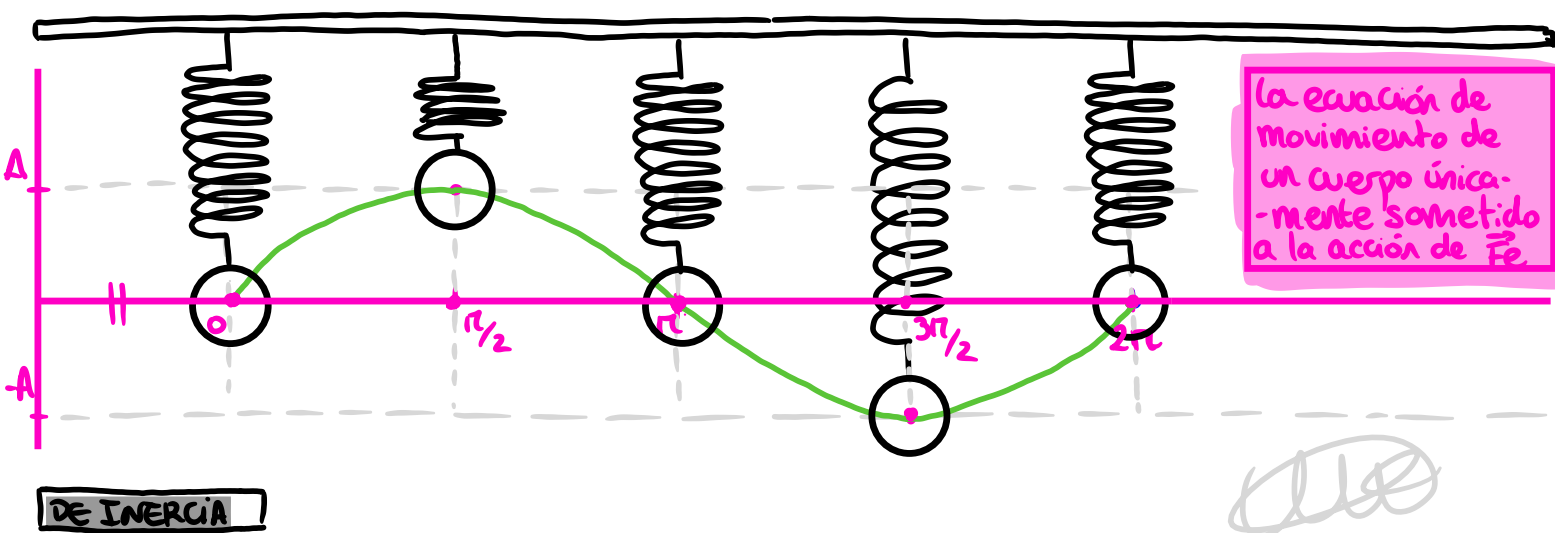


ELÁSTICAS LEY DE HOOKE

Son las fuerzas recuperadoras que aparecen al deformarse un sólido y obliga que se recupere a su forma original. Depende de la naturaleza del cuerpo y de cuánto se ha deformado. Si la deformación

Se encuentra dentro del margen de elasticidad (margen de deformación en el que el cuerpo todavía puede recuperar su forma normal), la expresión de la fuerza elástica es: $\vec{F}_e = -k \Delta x \hat{i}$, siendo k la constante de elasticidad y Δx la deformación del material.

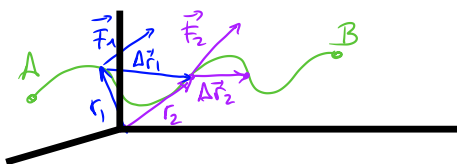
El caso más típico es de los muelles. k es la cte. del muelle y Δx la longitud desde la posición de reposo.



Se produce en los sistemas de referencia no inerciales cuando intentamos aplicar la segunda ley de Newton. Para calcularla, necesitamos saber de antemano la aceleración del sistema de referencia $\vec{a}_0$. Entonces podremos calcularla con la expresión $\vec{F}_i = -m\vec{a}_0$.

6. Trabajo y Energía

Introducimos estos conceptos porque a veces conocemos la fuerza en función de la posición y no del tiempo. Además, nos permite conectar campos aparentemente descorrelacionados, como el electromagnetismo, mecánica o física de partículas.



TRABAJO

El trabajo es una magnitud física que mide cuánto contribuye una fuerza al movimiento, para ir de A (posición inicial) a B (posición final) con una trayectoria C. Se mide en Julios (J). $W_{A \rightarrow B} = \int_{\vec{r}_A}^{\vec{r}_B} \vec{F} d\vec{r}$

POTENCIA

Es una magnitud que relaciona el trabajo realizado por una fuerza y el tiempo empleado en realizarlo.

La potencia P (en WATTS, vatio, $W = 1 \text{ J/s}$) se calculará como $P = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{r}}{dt} = \langle \vec{F}, \vec{v} \rangle$.

ENERGÍA

Es una magnitud física que mide la capacidad que un sistema o cuerpo tiene para producir trabajo. Se mide en Julios.

Distinguimos dos tipos:

- **Cinética**: capacidad que tiene un cuerpo de producir trabajo sobre otro cuerpo debido a la **velocidad** que lleva el cuerpo.
- **Potencial**: la capacidad de un cuerpo de producir trabajo sobre otro debido a la posición en la que se encuentra, respecto de un campo externo.

TEOREMA DE LAS FUERZAS VIVAS

Este teorema relaciona el trabajo $W_{A \rightarrow B}$ con la Energía Cinética.

El movimiento de una partícula se puede obtener sabiendo cuál es la resultante de fuerzas que actúan sobre esta partícula. Si a esa resultante la llamamos $\vec{F}$, podemos averiguar cuál es el trabajo que realiza dicha resultante:

$$W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2.$$

Sólo es válido para las resultantes de fuerzas!!!

Definimos la $E_c = \frac{1}{2} m v^2$, entonces $W_{A \rightarrow B} = E_{cB} - E_{cA} = \Delta E_c$.

7. Fuerzas conservativas. Energía potencial

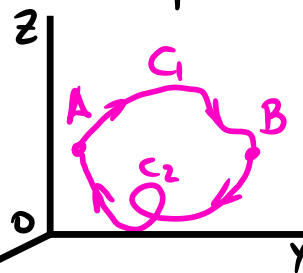
El trabajo que una fuerza realiza para ir de $A \rightarrow B$, $W_{A \rightarrow B}$, es una función

que depende de la trayectoria recorrida para ir de $A \rightarrow B$.

En algunos casos, el trabajo no depende del camino, sino solo de las posiciones iniciales y finales:

$$W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_B^A \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

Denota
trayectoria cerrada



Las fuerzas que cumplen esto se denominan conservativas, y para que se den necesitamos de la **Energía Potencial**: $W_{A \rightarrow B} = -(E_{PB} - E_{PA}) = -\Delta E_P$.

trabajo realizado x fuerzas conservativas para ir de $A \rightarrow B$.

El trabajo realizado en una trayectoria cerrada de una fuerza conservativa es nula.

La fuerza conservativa podemos escribirla como: $\vec{F} = -\vec{\nabla} E_P$, donde

$$\vec{\nabla} f = \frac{\partial f}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial f}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial f}{\partial z} \hat{k}.$$

8. Conservación de la energía mecánica.

Si relacionamos $W_{A \rightarrow B} = -\Delta E_P$ y $W_{A \rightarrow B} = \Delta E_C$ conseguimos $-\Delta E_P = \Delta E_C \Rightarrow E_{CB} + E_{PB} = E_{CA} + E_{PA} \Rightarrow E_{mB} = E_{mA}$, donde E_m denota **ENERGÍA MECÁNICA**.

Esto solo se cumple si **TODAS** las fuerzas que actúan son conservativas, y se le conoce como **PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA**.

En sistemas no conservativos, las fuerzas las distinguiremos en conservativas y no conservativas. El trabajo $W_{A \rightarrow B}$ sería simplemente $W_{A \rightarrow B} = -\Delta E_P + W^{NC}$, donde W^{NC} denota el trabajo realizado por las fuerzas conservativas. La energía mecánica $E_{mB} = E_{mA} + W^{NC}$, es decir, sería la energía mecánica de las fuerzas conservativas más el trabajo de las no conservativas, la E_m de B.

9 Energía en colisiones

En las colisiones podemos distinguir dos tipos de choques: elásticos o inelásticos.

Los elásticos son aquellos en los que se conserva la energía mecánica, mientras que los inelásticos todo lo contrario.

En los choques inelásticos distinguimos los choques plásticos o perfectamente inelásticos, que presentan la mayor pérdida de energía, o bien transformándose en calor o concentrándose en deformar el cuerpo chocado.

↓
la transformación en calor lo veremos en temas posteriores.

[Handwritten signature]

¿Algún comentario o
sugerencia para mejorar
este recurso?



Scan Me