

MECÁNICA

La mecánica es la parte de la física que estudia el movimiento de los cuerpos. Su desarrollo comenzó en los siglos XVII y XVIII con los trabajos de Galileo y Newton. En 1905 Einstein publicó su famosa teoría de la relatividad, que modificó las leyes del movimiento de Galileo y Newton, las cuales pasan a ser casos particulares de aquélla. En los años treinta del siglo XX se desarrolló la Mecánica Cuántica, que explica el movimiento de las partículas microscópicas, para las cuales no son válidas las leyes de Newton del movimiento.

Se tienen así las siguientes disciplinas:

Mecánica cuántica: es la teoría que se aplica al movimiento de las partículas atómicas y subatómicas.

Mecánica clásica: es un caso particular de la anterior para cuerpos macroscópicos.

A su vez, ambas disciplinas presentan teorías relativistas y no relativistas. La primera se aplica para movimientos con velocidades cercanas a la de la luz mientras que la segunda es una aproximación para velocidades pequeñas comparadas con aquella.

La mecánica clásica se divide en tres grandes cuerpos:

Estática: estudia el equilibrio de los cuerpos en reposo.

Cinemática: estudia el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo determinan.

Dinámica: estudia el movimiento de los cuerpos a partir de las causas del mismo.

Sistemas de unidades

Recibe el nombre de **sistema de unidades de medición**, el conjunto de unidades de medición, establecidas de forma concreta, de todas las magnitudes que se consideran en una rama determinada de la física. Reciben el nombre de unidades fundamentales o primarias de medición de un sistema dado, las unidades de medición establecidas independientemente para varias (generalmente tres o cuatro) magnitudes físicas heterogéneas elegidas arbitrariamente. Se denominan unidades derivadas o secundarias, aquellas que se establecen por medio de las primarias del sistema dado basándose en las leyes físicas que expresan la relación existente entre las magnitudes físicas de que se trate y las magnitudes cuyas unidades de medición se toman como fundamentales.

En la Mecánica se utilizan los sistemas MKS y CGS. El primero tiene como unidades fundamentales al metro, al kilogramo y al segundo, como unidades de longitud, masa y tiempo respectivamente. Las mismas magnitudes se dan en el CGS en las unidades de centímetro, gramo y segundo, que son las unidades fundamentales en este sistema.

La República Argentina adhirió al Sistema Internacional de unidades (SI), que en lo referente a las magnitudes mecánicas coincide con el sistema MKS. Por eso, en el SI la unidad de velocidad es una unidad derivada de las de distancia y tiempo, expresándose en metros por segundo.

CINEMÁTICA

Concepto de velocidad

La velocidad es la distancia recorrida en un intervalo de tiempo.

$$v = x/t$$

donde

x es la distancia recorrida y t el tiempo empleado en hacerlo. La velocidad es en realidad una cantidad vectorial, esto es, además de un valor numérico tiene una dirección.

Aceleración

Es la variación de velocidad en un intervalo de tiempo dado. Al igual que la velocidad, es una cantidad vectorial:

$$a = \Delta v / \Delta t$$

donde

Δv es la variación en la velocidad que tiene lugar en el intervalo Δt .

Unidades de aceleración: metros por segundo al cuadrado [m/s^2].

El hecho de que la velocidad sea una cantidad vectorial implica que la misma puede variar tanto por un cambio de magnitud como por un cambio en la dirección. Por ejemplo, un vehículo que se desplaza con velocidad constante en magnitud en un recorrido circular sufre una aceleración debida al cambio constante en la dirección de la velocidad. Esta aceleración se llama centrípeta.

Ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado

En este caso la aceleración a es constante:

$$\begin{aligned}v &= v_0 + at \\x &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2\end{aligned}$$

donde

x_0 es la posición inicial del móvil, v_0 la velocidad inicial del mismo, a es su aceleración y t es el tiempo empleado en recorrer el tramo $x - x_0$.

Ejemplo 1

Un automóvil circula a una velocidad de 100 km/h. En un instante determinado, una vaca cruza la ruta y el conductor aplica el freno. Suponiendo un tiempo de reacción de 1 segundo y una desaceleración instantánea, calcular la distancia recorrida por el auto durante el tiempo de reacción.

$$x = v \cdot t \Rightarrow x = 100 \text{ km/h} \cdot 1000 \text{ m/km} \cdot [3600 \text{ s/h}]^{-1} \cdot 1 \text{ s} = 27,78 \text{ m}$$

Ejemplo 2

Un ejemplo de aceleración constante es la aceleración de la gravedad, que se define así:

$$g = P / m$$

donde

P es el peso del cuerpo y m es la masa del mismo. Esta aceleración es igual para todos los cuerpos y depende de la latitud geográfica y de la altura sobre el nivel del mar. El valor normal de g para los fines prácticos es de $9,81 \text{ m/s}^2$. Se llama caída libre al movimiento que realiza un cuerpo debido exclusivamente a la acción de la gravedad.

DINÁMICA

Las leyes de Newton

Primera ley

Un cuerpo permanecerá en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme a menos que actúe sobre él una fuerza externa.

Segunda ley

La aceleración que sufre un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza externa resultante sobre el mismo.

La segunda ley puede expresarse así:

$$F = m \cdot a$$

donde

F es la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo, a es la aceleración y m es la masa del cuerpo.

Tercera ley

Para cada acción existe una reacción igual y opuesta.

Concepto de masa

Se llama *masa* de un cuerpo a la magnitud física que sirve de medida de sus propiedades inerciales y gravitatorias. En la mecánica newtoniana la masa presenta las siguientes propiedades:

- Es una magnitud aditiva: $m = \sum m_i$
- No depende de la velocidad

Unidades de masa y fuerza

	MKS (SI)	CGS
Masa	kilogramo [kg]	gramo [g]
Fuerza	Newton (N)	Dina (din)

Fuerzas de la naturaleza

- Fuerza gravitatoria
- Fuerza electromagnética
- Fuerza nuclear fuerte
- Fuerza nuclear débil

Ejemplos de fuerza

Peso: $P = m \cdot g$

siendo g la aceleración gravitatoria y m la masa del cuerpo.

Fuerza de rozamiento: es una interacción entre los cuerpos que tiene lugar en sus puntos de contacto y que se opone al desplazamiento relativo. Se debe principalmente a las rugosidades que presentan las superficies de los cuerpos que rozan.

Fuerza Centrípeta: en el movimiento circular, el cambio de dirección en la velocidad causa una aceleración hacia el centro de curvatura. Esta aceleración es la base de la fuerza centrípeta, es decir, la fuerza hacia el centro de la trayectoria circular.

Fuerza Gravitatoria: es la fuerza que se ejerce entre dos cuerpos con masas m_1 y m_2 .

$$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / x^2$$

donde

G es la constante gravitatoria.

m_1 y m_2 son las masa de los cuerpos.

x es la distancia que los separa.

Podemos observar que es una Ley de cuadrado inverso con la distancia.

Trabajo

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo causando una aceleración se realiza un *trabajo*.

Si la fuerza es constante, el trabajo es:

$$W = F \cdot d$$

donde

F es la fuerza aplicada y d es la distancia recorrida por el cuerpo.

Energía

Es la capacidad de un cuerpo para realizar trabajo. Toma diferente formas:

- Mecánica
- Interna (calor y trabajo)
- Eléctrica
- Nuclear

Unidades de trabajo y energía

Joule (J) = 1 Newton · 1m (en el MKS)

Ergio (erg) = 1 Dina · 1 cm (en el CGS)

$$1 \text{ Joule} = 10^7 \text{ ergios}$$

Energía mecánica

Existen dos tipos de energía Mecánica:

Cinética: es la energía de movimiento

$$T = \frac{1}{2} mv^2$$

donde

m es la masa del cuerpo y v su velocidad.

Potencial: depende de la geometría o configuración del sistema. Se designará con la letra V .

$$\text{Energía Mecánica} = T + V$$

Conservación de la energía mecánica

La energía mecánica de un sistema permanece invariable durante el movimiento si no existen fuerzas de rozamiento. El sistema se denomina conservativo. Si existen fuerzas de rozamiento, la energía mecánica del sistema disminuye con el movimiento. En tal caso el sistema se llama disipativo.

ELECTROMAGNETISMO

Electrostática

Estudia las propiedades e interacciones de las cargas eléctricas en reposo. Existen cargas positivas y negativas. Las cargas de igual signo se repelen y las de distinto signo se atraen.

Ley de conservación de la carga

$\sum q_i = \text{constante}$ para un sistema aislado.

Fuerza electrostática: la fuerza entre dos cargas puntuales en el vacío está dada por la *Ley de Coulomb*:

$$F = kq_1q_2/d^2$$

siendo

q_1 y q_2 las cargas y d la distancia entre ellas. k es una constante que depende del sistema de unidades. Vemos que también es una ley de cuadrado inverso con la distancia.

Concepto de campo

Según la teoría clásica, la interacción entre partículas y cuerpos alejados entre sí se realiza mediante campos físicos creados en el espacio circundante por estas partículas o cuerpos.

Campo eléctrico

Es el creado por una partícula o cuerpo con carga eléctrica distinta de cero.

Campo electrostático

Es un campo eléctrico estacionario, es decir que no varía con el tiempo, y está creado por cargas inmóviles.

$$E = F/q$$

donde

q es una carga de prueba inmóvil y F es la fuerza con la que el campo actúa sobre la carga q .

Potencial eléctrico

Es una magnitud escalar de la cual se deriva un campo. En el caso del campo electrostático, el potencial es igual al trabajo realizado por las fuerzas eléctricas al desplazar una carga unidad positiva desde el punto considerado hasta el infinito.

$$W = V \cdot q$$

donde

V es la energía potencial y q la carga.

El potencial se mide en Volts: $[V] = [J] / [C]$

Interesa siempre la *diferencia de potencial* entre dos puntos. El cero de potencial es arbitrario y generalmente se elige la Tierra.

Corriente eléctrica

Consiste en un flujo de electrones que se produce cuando hay una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor.

Por convención se considera que la corriente va del terminal positivo al negativo, aunque el flujo de electrones tiene el sentido opuesto.

La *UNIDAD* de corriente eléctrica es el *amperio*, que se define como el paso de una carga de un coulomb en un segundo.

- Los materiales que admiten el paso de corriente eléctrica se denominan *conductores*.
- Los materiales que no admiten paso de corriente son los *aislantes*.

Campo Magnético

En 1820 Oersted descubrió que una corriente eléctrica producía un campo magnético. A su vez, un campo magnético ejerce una fuerza sobre una carga móvil.

Por lo tanto, electricidad y magnetismo son dos conceptos relacionados. De ahí que se hable de Fuerza Electromagnética.

Teoría de Maxwell

Un campo eléctrico variable, induce un campo magnético. Un campo magnético variable induce un campo eléctrico.

Las fuentes del campo eléctrico son las cargas eléctricas. No existen fuentes del campo magnético.

Los campos oscilantes generan ondas electromagnéticas.

Espectro electromagnético

Es el conjunto de frecuencias (longitudes de onda) de las ondas electromagnéticas.

Abarca el rango de 10^{-15} m a 10^9 m y se subdivide en franjas:

- | | |
|------------------|-----------------|
| - Ondas de radio | - Ultravioletas |
| - Microondas | - Rayos x |
| - Ondas visibles | - Rayos gamma |

Teoría ondulatoria de la luz

La luz es una onda electromagnética, cuya longitud de onda se encuentra en el rango de 400 a 750 nm (1 nanómetro = 10^{-9} m).

Se manifiesta a través de dos fenómenos:

- **La interferencia:** que es la superposición de las ondas teniendo en cuenta su desfase.
- **La difracción:** que es el desvío de la luz al encontrarse con obstáculos de dimensiones comparables a su longitud de onda.

MECÁNICA CUÁNTICA

Cuantificación de la radiación

En 1900 Planck introdujo el concepto de *cuanto* en su teoría de la radiación del cuerpo negro: la energía de un sistema toma valores discretos, y se intercambia mediante múltiplos enteros de un paquete o cuanto de energía.

En 1905, Einstein aplica el concepto de cuanto a la explicación del efecto fotoeléctrico. Según él, la luz está formada por cuantos o fotones, contradiciendo la teoría ondulatoria.

Dualidad onda-partícula

En 1920, De Broglie enunció la teoría de la dualidad onda partícula. Según ésta, el comportamiento en forma de partícula o de onda depende de las circunstancias.

Así como la luz se comporta como onda en la interferencia y en la difracción y como partícula en el efecto fotoeléctrico, las partículas se comportan como tales en ciertas circunstancias, pero sufren difracción *ondulatoria en otras*.

Formalización de la mecánica cuántica

En 1926 Heisenberg sistematizó la mecánica cuántica, que abarca la mecánica newtoniana como un caso particular. Ésta sigue vigente para los cuerpos macroscópicos.

Enuncia el Principio de Incertidumbre: según éste, es imposible conocer simultáneamente la posición y la velocidad de una partícula, lo que destruye el concepto de trayectoria de la mecánica clásica.

El observador influye sobre las mediciones, a través del instrumento de observación, el cual, al interactuar con el sistema bajo estudio cambia en forma aleatoria el resultado esperado de la medición.

Se habla de probabilidad de los resultados posibles, y no del resultado esperado del experimento.

ESTRUCTURA ATÓMICA Y NUCLEAR

El átomo

El átomo es la unidad más simple en que puede dividirse un elemento, reteniendo las propiedades originales del mismo.

Se compone de dos partes fundamentales: el *núcleo* y la *nube electrónica*.

El núcleo es 10 000 veces más pequeño que el átomo pero concentra el 99% de la masa de éste.

El núcleo se compone de dos partículas: los *neutrones* que no poseen carga y los *protones*, que poseen carga eléctrica positiva.

La nube de electrones rodea al núcleo. Los electrones poseen carga negativa y, en el átomo neutro, igualan en número a los protones del núcleo.

La masa del electrón es 1840 veces menor que la del protón. La masa del neutrón es ligeramente superior a la del protón.

Se denomina *ión* de un átomo a la partícula cargada que se origina cuando el átomo pierde o gana electrones

Configuración electrónica

Los electrones se agrupan en órbitas o capas, con energía bien definida y que aceptan un determinado número de electrones.

Cada capa electrónica corresponde a un *nivel de energía* permitido. Los electrones pasan de una capa a otra absorbiendo o emitiendo fotones cuya energía es la diferencia entre las energías de los niveles involucrados.

Es decir, el electrón -y en general toda partícula incluyendo al átomo- tiene su energía discretizada, no puede tomar cualquier valor.

Cada capa se designa con un número de acuerdo al orden decreciente de energía de enlace, o también, mediante letras de la K hasta la Q. La capa K es la más cercana al núcleo, y los electrones pertenecientes a ella poseen la mayor energía de enlace.

¿Cuáles son los electrones más fáciles de arrancar del átomo?

Respuesta: los de la capa más alejada del núcleo pues son los que tienen menor energía de enlace.

Nomenclatura atómica

Número atómico: es el N° de protones del núcleo (Z)

Número másico

$$A = Z + N$$

donde

N es el número de neutrones del núcleo.

Un elemento cualquiera X se representa:



donde

X es el símbolo químico del elemento

Isótopos: son átomos que poseen igual Z pero distinto N (y por lo tanto, distinto A). Son indistinguibles químicamente y se los representa con el mismo símbolo químico

Ej. el hidrógeno posee tres isótopos:

H^1_1 Hidrógeno

H^2_1 Deuterio

H^3_1 Tritio

Isóbaros: átomos que tiene el mismo A

Nucleidos: se llaman así los núcleos con A, Z y un estado energético definidos.

Isótonos: son nucleidos que tienen el mismo N

Isómeros: son nucleidos que tienen el mismo A y el mismo Z pero distinto estado energético.

Unidades de masa atómica

u.m.a.: se define como 1/12 de la masa del átomo de C^{12} . La masa de cualquier átomo expresada en gramos es igual al peso atómico dividido el N° de Avogadro ($6,02 \cdot 10^{23}$ átomos).

Entonces: $12 \text{ g} / (6,02 \cdot 10^{23}) = 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

$1 \text{ u.m.a} = 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ g} / 12 = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

Unidades de Energía

Electronvoltio: es la cantidad de energía adquirida por un electrón cuando se acelera en un campo eléctrico producido por una diferencia de potencial de 1 volt. Se simboliza eV.

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Joule}$

$1 \text{ keV} = 1 \text{ 000 eV}$

$1 \text{ MeV} = 1 \text{ 000 000 eV}$

Equivalencia masa - energía

En 1905 Einstein da a conocer la Teoría Especial de la Relatividad, en la cual la energía de una partícula está dada por:

$$E = mc^2 + T + V$$

El primer término es la llamada energía en reposo de la partícula, y establece una equivalencia entre la masa y la energía. C es la velocidad de la luz en el vacío.

Las consecuencias del principio de equivalencia masa - energía son:

- Una cantidad pequeña de materia puede dar lugar a una enorme energía liberada.
- La energía se puede *condensar* en materia.
- $1 \text{ u.m.a} = 931 \text{ MeV}$ es la equivalencia en unidades.
- La masa de un átomo es menor que la suma de las masas de las partículas que lo componen. Esto se llama *defecto de masa*.

Fuerza Nuclear

El defecto de masa se explica por la energía necesaria para mantener unido al núcleo.

Por ejemplo: el núcleo de He^4_2 tiene 2 protones y 2 neutrones.

La masa total sería: $2 \times 1,008 + 2 \times 1,009 = 4,034$ u.m.a

La masa medida es de 4,004 u.m.a. y la diferencia es de 0,03 u.m.a., que equivale a una energía de 28 MeV, que es la energía de unión del núcleo.

La energía de unión varía de núcleo a núcleo y se expresa como energía de unión por nucleón.

Esta energía de unión es la manifestación de la *fuerza nuclear fuerte*, que es la que mantiene unido al núcleo, balanceando a la repulsión electromagnética de los protones.