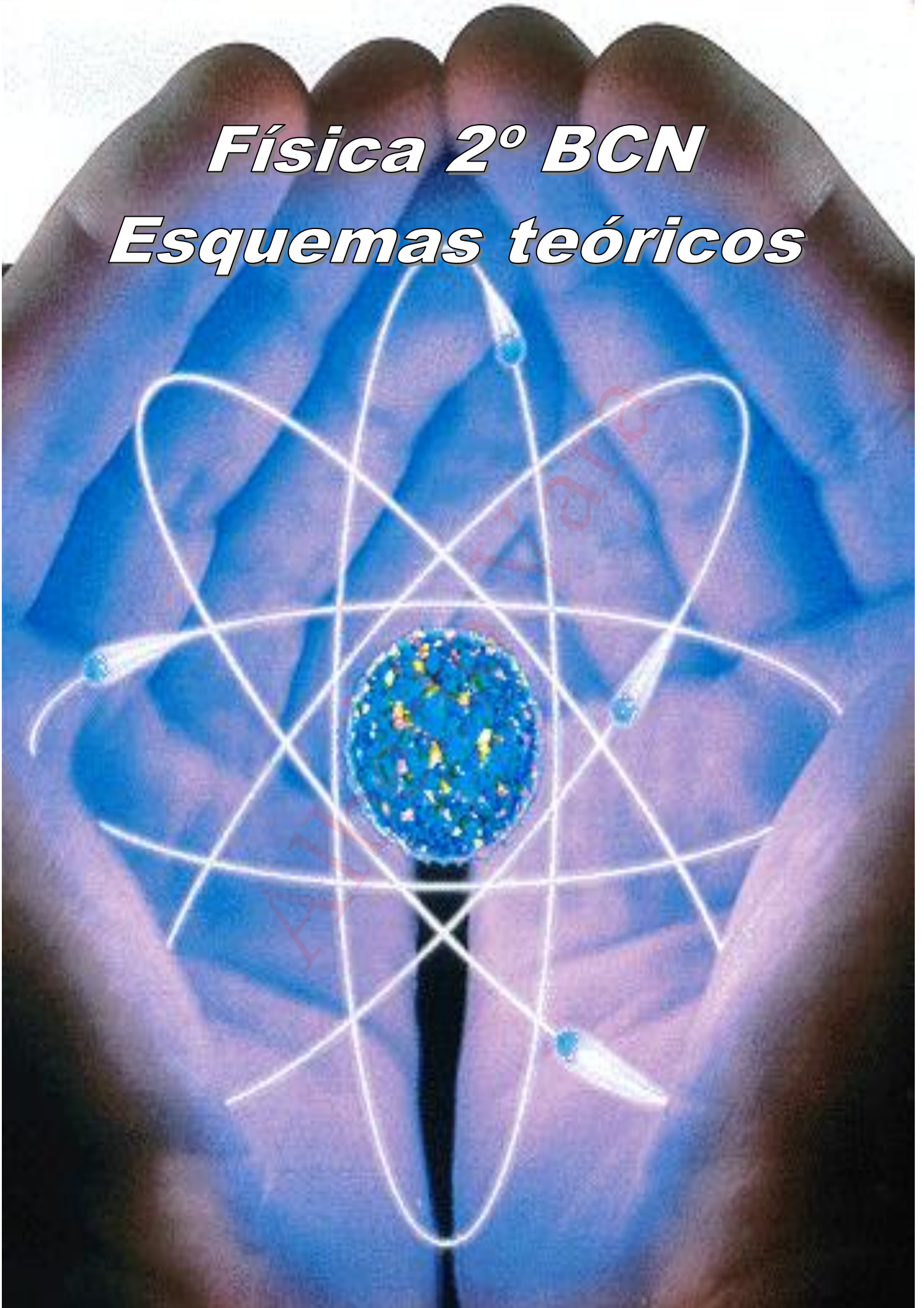
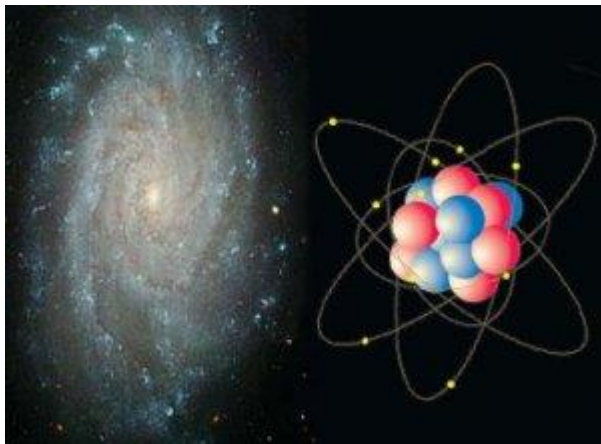


Física 2º BCN
Esquemas teóricos



Breve historia y evolución de la Física

La opinión generalizada es que la ciencia y la era científica comenzaron en el siglo XVII con Isaac Newton dando forma a las matemáticas que pretendían describir nuestro mundo físico.



Durante más de doscientos años, las observaciones que hizo Newton sobre la naturaleza fueron la base de la rama científica conocida como “física clásica”, teniendo mucho éxito al explicar las cosas a gran escala como el movimiento de los planetas y el hecho de que las manzanas caigan de un árbol (antes eureka, hoy: wow!). La física clásica ha hecho tan bien su trabajo que nos ha permitido calcular las órbitas de nuestros satélites e incluso pese a todo enviar cohetes a la luna ida y vuelta.

En los inicios del siglo XX, sin embargo, los avances científicos revelaron un lugar de la naturaleza en el que las leyes de Newton no parecían funcionar: en el mundo microscópico del átomo, entonces fue necesario desarrollar un nuevo tipo de física: **la física cuántica**.

Cuántica viene de Quantum que quiere decir una determinada cantidad de energía electromagnética. Por lo tanto el quantum es la sustancia de la que está hecho nuestro mundo cuando lo reducimos a su quintaesencia. Los científicos de la física cuántica pronto comprobaron que lo que a nosotros nos parece un mundo sólido, en realidad no lo es en absoluto. Un buen ejemplo es que al igual que la unión de muchas imágenes individuales hace que una película parezca real, la vida está compuesta de pequeños y breves “paquetes” de luz llamados “quanta”. Los quanta de la vida suceden tan rápidamente que a menos que nuestro cerebro haya sido adiestrado para funcionar de otra manera (desarrollando el testigo, el observador, ralentizando los movimientos a través de técnicas de meditación por ejemplo) simplemente suma todos los impulsos para crear la acción ininterrumpida semejante a cualquier película proyectada sobre una pantalla blanca.

La física cuántica es el estudio de lo que sucede a muy pequeña escala con las fuerzas que dan vida a nuestro mundo físico.

Ahora bien, hay una tercera forma de física y es la que quiere unir a estas dos físicas: clásica y cuántica, sería la llamada teoría unificada. Hacer esto requiere la existencia de algo que llene aquello que consideramos como espacio vacío. Y a eso mismo es donde queremos llegar: es lo que sería el origen de la Matrix.

Resumiendo hasta llegar a la teoría Unificada:

1687 – **Física newtoniana**: Isaac Newton publica sus leyes del movimiento, y así comienza la ciencia moderna. Según esta visión, el universo es un enorme sistema mecánico en que el tiempo y el espacio son absolutos.

1867 – **Física de la teoría de campos**: James Clerk Maxwell propone la existencia de fuerzas que no pueden ser explicadas por la física de Newton. Sus investigaciones, junto con las de Michael Faraday, llevan a la visión de un universo compuesto por campos de energía que interactúan mutuamente.

1900 – **Física cuántica**: Max Planck publica su teoría de un mundo compuesto de «paquetes» de energía llamados «quanta». Los experimentos realizados a escala cuántica muestran que la materia existe más como probabilidades y tendencias que como algo absoluto, lo que indica que la «realidad» puede no ser tan real y sólida como creíamos.

1905 - **Física de la relatividad**: la visión del universo de Albert Einstein desbanca a la física newtoniana. Einstein sugiere que el tiempo es relativo en lugar de absoluto. Un aspecto clave de la relatividad es que el tiempo y el espacio no pueden ser separados y existen juntos como una cuarta dimensión.

1970 – **Física de la teoría de cuerdas**: los físicos descubren que se pueden usar las teorías que describen el universo como compuesto por pequeñas cuerdas vibratorias de energía para explicar tanto el mundo cuántico como el de la realidad cotidiana. En 1984, la teoría es formalmente aceptada por la comunidad científica como un puente que puede servir para unir todas las teorías.

20?? – **La nueva y mejorada teoría unificada de la física**: algún día en el futuro, los físicos descubrirán una forma para explicar la naturaleza holográfica de lo que observamos en el universo cuántico, así como lo que vemos en el mundo de la realidad cotidiana. Formularán las ecuaciones que unifiquen sus explicaciones y formen una única historia.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I.)

El Sistema Internacional de unidades (SI) está basado en el antiguo sistema métrico decimal. Se ha desarrollado posteriormente en una serie de conferencias y acuerdos internacionales que han tenido por objeto proporcionar un conjunto de unidades lógico y coherente para todas las medidas científicas, industriales y comerciales.

Se definen operacionalmente siete **unidades básicas**.- Las demás unidades se denominan **unidades derivadas** porque se definen en función de estas unidades fundamentales. Por ejemplo, la unidad de velocidad es el m/s y la unidad de densidad es el kg/m³.

Por el Real Decreto 27 Octubre 1989, Num. 1317/1989 (M° Obras Públicas y Urbanismo) se establece el control metrológico CEE y se determinan como Unidades Legales de Medida las unidades básicas, suplementarias y derivadas del Sistema Internacional de Unidades (SI), adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas vigente en la Comunidad Económica Europea.

a) Unidades Básicas, en el SI:

<i>Magnitud fundamental</i>	<i>Unidad fundamental</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Definición operacional</i>
Longitud	metro	m	1 metro es la longitud el trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de 1 / 299 792 458 de segundo.
Masa	kilogramo	kg	1 kilogramo es la masa del prototipo internacional del kilogramo (kilogramo patrón).
Tiempo	segundo	s	1 segundo es la duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio-133.
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A	1 amperio es la intensidad de una corriente constante que, manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de 1 metro uno de otro, en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newtons por metro de longitud.
Temperatura termodinámica	kelvin	K	1 kelvin es la fracción 1 / 273,16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
Cantidad de sustancia	mol	mol	1 mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kg de carbono-12.
Intensidad luminosa	candela	cd	1 candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y cuya intensidad energética en dicha dirección es 1 / 683 watt por estereorradián

b) Unidades suplementarias, en el SI:

<i>Magnitud</i>	<i>Unidad</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Definición operacional</i>
Ángulo plano	radián	rad	1 radián es el ángulo plano comprendido entre dos radios de un círculo que, sobre la circunferencia de dicho círculo, interceptan un arco de longitud igual a la del radio.
Ángulo sólido	estereorradián	sr	1 estereorradián es el ángulo sólido que, teniendo su vértice en el centro de una esfera, intercepta sobre la superficie de dicha esfera un área igual a la de un cuadrado que tenga por lado el radio de la esfera.

c) Algunas unidades derivadas, en el SI (de nombres especiales):

<i>Magnitud</i>	<i>Unidad</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Expresión en otras unidades</i>	<i>Expresión en unidades básicas</i>
Frecuencia	hercio	Hz	-	s ⁻¹
Fuerza	newton	N	-	m.kg.s ⁻²
Presión, tensión	pascal	Pa	N.m ⁻²	m ⁻¹ .kg.s ⁻²
Energía, trabajo, calor	julio	J	N.m	m ² .kg.s ⁻²
Potencia, flujo radiante	vatio	W	J.s ⁻¹	m ² .kg.s ⁻³
Carga eléctrica	culombio	C	-	s.A
Potencial eléctrico, fem	voltio	V	W.A ⁻¹	m ² .kg.s ⁻³ .A ⁻¹
Resistencia eléctrica	ohmio	Ω	V.A ⁻¹	m ² .kg.s ⁻³ .A ⁻²
Conductancia eléctrica	siemens	S	A.V ⁻¹	m ⁻² .kg ⁻¹ .s ³ .A ²
Capacidad eléctrica	faradio	F	C.V ⁻¹	m ⁻² .kg ⁻¹ .s ⁴ .A ²
Flujo magnético	weber	Wb	V.s	m ² .kg.s ⁻² .A ⁻¹
Inducción magnética	tesla	T	Wb.m ⁻²	kg.s ⁻² .A ⁻¹
Inductancia	henrio	H	Wb.A ⁻¹	m ² .kg.s ⁻² .A ⁻²
Flujo luminoso	lumen	lm	-	cd.sr
Iluminancia	lux	lx	lm.m ⁻²	m ⁻² . cd.sr
Actividad radiactiva	becquerel	Bq	-	s ⁻¹

PREFIJOS para la formación de MÚLTIPLOS y SUBMÚLTIPLOS de las unidades S.I.:

Los prefijos de la tabla inferior pueden combinarse con cualquier unidad SI para obtener múltiplos o submúltiplos de las mismas. Cada prefijo indica la multiplicación de la unidad SI por una potencia especificada de 10. La tabla siguiente presenta nombres y factores de conversión de dichos prefijos:

Prefijo	Símbolo	Factor		Prefijo	Símbolo	Factor
deci	d	10^{-1}		deca	da	10^1
centi	c	10^{-2}		hecto	h	10^2
mili	m	10^{-3}		kilo	k	10^3
micro	μ	10^{-6}		mega	M	10^6
nano	n	10^{-9}		giga	G	10^9
pico	p	10^{-12}		tera	T	10^{12}
femto	f	10^{-15}		peta	P	10^{15}
atto	a	10^{-18}		exa	E	10^{18}

CONSTANTES FÍSICAS FUNDAMENTALES

Los datos han sido extraídos de REVIEW OF PARTICLE PROPERTIES, Phys. Rev. D 50 (Particles and Fields) 1173-1826 (1994).

Cuando no se incluyen errores, los dígitos consignados (salvo tal vez el último) son significativos.

Los valores de la velocidad c , la permitividad ϵ_0 y la permeabilidad μ_0 son números exactos.

Magnitud	Símbolo	Valor
Velocidad de la luz en el vacío	c	299 792 458 m/s
Constante de Planck	h	$6'62608 \times 10^{-34}$ J.s
Constante reducida de Planck	$\hbar = h/2\pi$	$1'054573 \times 10^{-34}$ J.s
Constante de Boltzmann	k_B	$1'38066 \times 10^{-23}$ J.K ⁻¹
Constante de Avogadro	N_A	$6'02214 \times 10^{23}$ mol ⁻¹
Constante de los gases ideales	R	$8'3145$ J.mol ⁻¹ .K ⁻¹ = $0'082058$ atm.l.mol ⁻¹ .K ⁻¹
Volumen molar, gas ideal en c.n.	V_0	$22'414 \times 10^{-3}$ m ³ .mol ⁻¹
Unidad de masa atómica	u	$1'66054 \times 10^{-27}$ kg
Carga elemental	e	$1'602177 \times 10^{-19}$ C
Masa del electrón	m_e	$9'10939 \times 10^{-31}$ kg = $5'48580 \times 10^{-4}$ u
Masa del protón	m_p	$1'67262 \times 10^{-27}$ kg = $1'0072765$ u
Masa del neutrón	m_n	$1'67493 \times 10^{-27}$ kg = $1'0086649$ u
Carga específica del electrón	e/m_e	$1'75882 \times 10^{11}$ C/kg
Permitividad del vacío	ϵ_0	$8'854187817... \times 10^{-12}$ F.m ⁻¹
Permeabilidad del vacío	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ N.A ⁻² = $12'56637961... \times 10^{-7}$ N.A ⁻²
Constante de Coulomb	$k = 1/4\pi\epsilon_0$	$10^{-7}c^2$ N.A ⁻² = $8'98755178... \times 10^9$ N.m ² C ⁻²
Constante de Rydberg	R_∞	$1'09737 \times 10^7$ m ⁻¹
Constante de gravitación universal	G	$6'673 \times 10^{-11}$ N.m ² .kg ⁻²
Aceleración estándar gravedad	g	$9'80665$ m.s ⁻²
Radio de Bohr	a_0	$5'29177 \times 10^{-11}$ m
Magnetón de Bohr	μ_B	$9'27408 \times 10^{-24}$ J.T ⁻¹
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5'6703 \times 10^{-8}$ W.m ⁻² .K ⁻⁴

1. FUERZAS

1. FUERZA (definición provisional):

“Es toda causa capaz de producir alguna deformación en un cuerpo o comunicarle una aceleración”

“Dos fuerzas iguales de la misma dirección y sentido contrario se anulan si sus puntos de aplicación están rígidamente unidos”



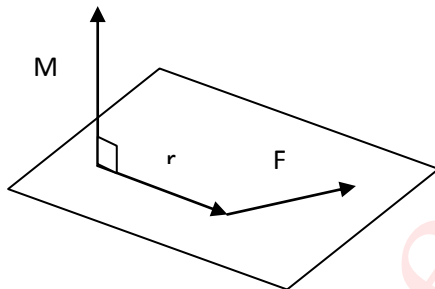
2. COMPOSICIÓN DE FUERZAS CONCURRENTES (aplicadas en el mismo punto)

Fuerza resultante: $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$

3. MOMENTO (torque) DE UNA FUERZA

Se denomina **partícula** no sólo una masa tan pequeña que se puede considerar como un punto, sino también todo cuerpo de cuya rotación se prescinde por carecer de importancia.

Un **sólido rígido** es un objeto material que no puede considerarse partícula y en el que todas las distancias relativas entre las partículas que lo componen se mantienen constantes a lo largo de un intervalo temporal finito.



Una fuerza aplicada a un sólido rígido en su centro de masa le comunica (o le puede comunicar) un movimiento de **traslación**. Si la fuerza se aplica en otro punto cualquiera produce a la **vez traslación y rotación**.

Se define momento o torque de una fuerza a la expresión:

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

4. MOMENTO DE VARIAS FUERZAS CONCURRENTES

“El momento de la resultante es igual a la suma vectorial de los momentos de las fuerzas componentes si éstas son concurrentes”

5. COMPOSICIÓN DE FUERZAS APLICADAS A UN CUERPO RÍGIDO

Efecto de **traslación**: determinado por el vector suma de las fuerzas $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$

Efecto de **rotación**: determinado por el vector suma de los momentos, todos evaluados con respecto al mismo punto $\vec{M} = \sum \vec{M}_i$

OBSERVACIÓN: A primera vista, parece lógico suponer que el punto de aplicación de la fuerza **R** debe ser tal que el momento debido a ella sea igual a **M** (situación que siempre se producirá en el caso de fuerzas concurrentes, y así, la fuerza así aplicada sería equivalente al sistema, tanto en rotación como en traslación). Sin embargo, en general, esto no es posible, así que sobre un cuerpo rígido no puede reducirse a una sola fuerza resultante.

Par de fuerzas: “sistema de dos fuerzas de igual magnitud pero de direcciones opuestas que actúan a lo largo de dos líneas paralelas”

6. COMPOSICIÓN DE FUERZAS COPLANARIAS

En este caso siempre es posible reducir el sistema a una sola resultante \mathbf{R} , a menos que se reduzca a un par de fuerzas con \mathbf{R} no nula y \mathbf{M} nulo.

7. COMPOSICIÓN DE FUERZAS PARALELAS

Un sistema de fuerzas paralelas puede reducirse a una sola fuerza, paralela a todas ellas, dada por la ecuación $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$, y actuando en el punto dado por $\vec{r}_c = \frac{\sum \vec{r}_i F_i}{\sum F_i}$ denominado **centro de las fuerzas paralelas**, donde las componentes F_i son negativas o positivas dependiendo del sentido.

8. CENTRO DE MASA

Caso discreto:
$$\vec{r}_c = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$$

9. ESTÁTICA. EQUILIBRIO DE UNA PARTÍCULA

La estática es la rama de la mecánica que estudia el equilibrio de los cuerpos. Una partícula se encuentra en equilibrio si la suma de todas las fuerzas que actúan sobre ella es cero; esto es:

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0}$$

10. ESTÁTICA. EQUILIBRIO DE UN CUERPO RÍGIDO

En un cuerpo rígido es necesario considerar el equilibrio en relación tanto a la traslación como a la rotación. Por lo tanto se requieren las condiciones siguientes:

- I. La suma de todas las fuerzas que actúan sobre ella es cero (**equilibrio de traslación**):

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0}$$

- II. La suma de todos los momentos con respecto a cualquier punto debe ser cero (**equilibrio rotacional**):

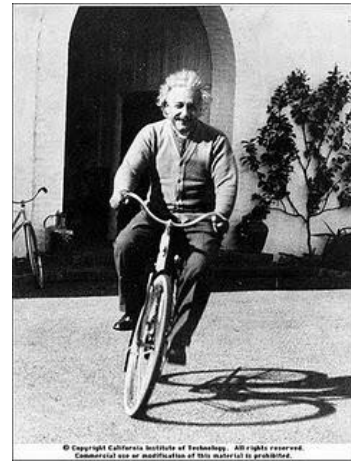
$$\sum \vec{M}_i = \vec{0}$$

2. CINEMÁTICA

1. INTRODUCCIÓN:

“La **Cinemática** (del griego κινεω, kineo, movimiento) es la rama de la mecánica clásica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que lo producen, limitándose, esencialmente, al estudio de la trayectoria en función del tiempo”.

En la Cinemática se utiliza un **sistema de coordenadas** para describir las trayectorias, denominado sistema de referencia. La **velocidad** es el ritmo con que cambia la posición un cuerpo. La **aceleración** es el ritmo con que cambia su velocidad. La velocidad y la aceleración son las dos principales cantidades que describen cómo cambia su posición en función del tiempo.



Se dice que un objeto se encuentra en **movimiento relativo** con respecto a otro cuando su posición, medida relativa al segundo cuerpo, está cambiando con el tiempo. Por otra parte, si esta posición relativa no cambia con el tiempo, el objeto se encuentra en **reposo relativo**. Tanto el movimiento como el reposo son conceptos relativos; esto es, dependen de la condición del objeto con relación al cuerpo que se usa como referencia.

2. MOVIMIENTO RECTILÍNEO:

- Velocidad media:
$$\bar{v} = \frac{x' - x}{t' - t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$
- Velocidad instantánea:
$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$
- Aceleración media:
$$\bar{a} = \frac{v' - v}{t' - t} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$
- Aceleración instantánea:
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$
- Representación vectorial

3. MOVIMIENTO CURVILÍNEO:

- Velocidad media:
$$\bar{v} = \frac{\vec{r}' - \vec{r}}{t' - t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$
- Velocidad instantánea:
$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v\vec{u}_T$$
- Aceleración media:
$$\bar{a} = \frac{\vec{v}' - \vec{v}}{t' - t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$
- Aceleración instantánea (**componentes tangencial y normal**):

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{dv}{dt}\vec{u}_T + \frac{v^2}{\rho}\vec{u}_N = \vec{a}_T + \vec{a}_N$$

donde ρ es el **radio de curvatura**.

4. MOVIMIENTO BAJO ACELERACIÓN CONSTANTE:

- $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}(t - t_0)$
- $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{1}{2}\vec{a}(t - t_0)^2$
- **Caía de graves (aplicación).**

OBSERVACIONES: Atención a la idealización de las condiciones para considerar los resultados válidos:

- (1) El alcance es suficientemente pequeño como para despreciar la curvatura de la Tierra.
- (2) La altura es suficientemente pequeña como para despreciar la variación de la gravedad con la altura.
- (3) La velocidad inicial del proyectil es suficientemente pequeña para despreciar la resistencia del aire.

5. MOVIMIENTO CIRCULAR:

- Velocidad angular: $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ con $\omega = \frac{d\theta}{dt}$
- Relaciones: $v = \frac{ds}{dt} = R \frac{d\theta}{dt} = R\omega$
- Frecuencia y período: $\nu = \frac{1}{T}$ con $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$
- Aceleración angular: $\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$
 - Como la dirección del vector $\vec{\omega}$ es constante (al ser el movimiento en un plano), la variación se debe sólo al módulo, luego se puede escribir: $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$
 - $\vec{a} = \vec{a}_T + \vec{a}_N = R\alpha\vec{u}_T + \frac{v^2}{R}\vec{u}_N$
 - Si el movimiento es circular uniforme ($v = \text{cte}$), no hay aceleración tangencial pero sí aceleración normal o **centrípeta**. Se puede escribir
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(\vec{\omega} \times \vec{r})}{dt} = \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{\omega} \times \vec{v} = \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

6. MOVIMIENTO CURVILÍNEO GENERAL:

- **Velocidad radial y velocidad transversal**

$$\vec{v} = v_r \vec{u}_r + v_\theta \vec{u}_\theta = \frac{dr}{dt} \vec{u}_r + r \frac{d\theta}{dt} \vec{u}_\theta = \frac{dr}{dt} \vec{u}_r + r\omega \vec{u}_\theta$$

7. MOVIMIENTO RELATIVO. SISTEMAS DE REFERENCIA. RELATIVIDAD

- **Sistemas de referencia.**
- **Transformación de Galileo:**

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases}$$

- **Relación entre velocidades y aceleraciones (velocidad de arrastre):**
 - “La aceleración permanece invariante cuando se pasa de un sistema de referencia a otro que se encuentra en movimiento relativo de traslación uniforme”
 - **Principio de relatividad de Galileo y Newton:** “Las leyes de la Física deben ser las mismas para todos los observadores que se mueven a velocidad constante, sin importar la magnitud y dirección de su velocidad”
- **Sistemas inerciales y no inerciales.**
- **Teoría de la relatividad de Einstein:**
 - Redefinición de los conceptos de espacio y tiempo.
 - Postulados de Einstein:
 - Las leyes de los fenómenos físicos son las mismas cuando se enuncian en función de uno cualquiera de dos sistemas de referencia que se muevan a velocidad constante uno respecto al otro.
 - La velocidad de la luz en el vacío es un invariante, siempre es $c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ independientemente de la velocidad del observador o de la fuente luminosa.

- **Transformación de Lorentz** (contracción de longitudes y dilatación de tiempos)

$$\begin{cases} x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \frac{t - \frac{v}{c^2} \cdot x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \end{cases}$$

3. DINÁMICA. PRINCIPIOS Y APLICACIONES



- Estudio de la relación entre el movimiento de un cuerpo y las causas de este movimiento.

“Fuerza es la causa capaz de producir aceleración o deformación en los cuerpos”

- **LEYES DE NEWTON** (válida únicamente para sistemas inerciales):
 - **PRIMERA LEY. PRINCIPIO DE INERCIA:** *“Un cuerpo en reposo o en movimiento uniforme permanecerá en reposo o en movimiento uniforme a menos que se le aplique alguna fuerza exterior”.*
 - **SEGUNDA LEY. PRINCIPIO FUNDAMENTAL:** *“La fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es igual al producto de su masa por la aceleración de dicho cuerpo”.*

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

- **TERCERA LEY. PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN:** *“Siempre que dos cuerpos interactúan, la fuerza que ejerce el primero sobre el segundo (acción) es igual y opuesta a la que ejerce el segundo sobre el primero (reacción)”*
- **Masa inercial:** *“Cociente constante entre la fuerza aplicada al cuerpo y la aceleración que adquiere”*
- **Masa y peso.**
- **Aplicaciones prácticas de las leyes de Newton:**
 - Ejemplos directos.
 - Tensiones de cuerdas.
 - Fuerza de inercia.
 - El plano inclinado.
 - Fuerzas de rozamiento: Coeficientes cinético y estático.
 - Movimiento curvilíneo. Fuerzas centrípetas y centrífugas. Peraltes. Péndulo cónico.

4. TEOREMAS DE CONSERVACIÓN I



I. LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MASA.

- **Sistema aislado:** “Es todo sistema no sometido a acción e influencia de ningún agente externo al mismo sistema”
- “La masa total contenida en un sistema aislado permanece constante”
- En **mecánica relativista**, esta ley es más ambiciosa y es incluida en el marco de la conservación de la energía total (la masa es una forma más de energía):

Ecuaciones relacionadas:

$$E = mc^2 \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

II. LEY DE CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL.

- **Momento lineal o cantidad de movimiento (momentum)** de una partícula es el producto de su masa por la velocidad que lleva

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

La ley de inercia puede expresarse así:

“Una partícula libre siempre se mueve con momentum constante”

- Generalización: *“El momentum total de un sistema aislado es constante”*

Consecuencia: *“Una interacción produce un intercambio de momentum”*

- **Segunda y tercera leyes de Newton (concepto de fuerza)**

“Fuerza es el cambio (derivada) del momento lineal con respecto al tiempo”

Para un sistema de dos partículas:

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} = \frac{d\vec{p}_2}{dt} \Rightarrow \vec{F}_1 = \vec{F}_2$$

“Cuando dos partículas interactúan, la fuerza sobre una es igual y opuesta a la fuerza sobre la otra”

- **Sistemas con masa variable (movimiento de cohetes)**

III. LEY DE CONSERVACIÓN DEL MOMENTUM ANGULAR.

- *Momentum angular con respecto a un punto O de una partícula de masa m que se mueve a un velocidad v (y por consiguiente momento lineal p) está definido por*

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v} = m\vec{r} \times \vec{v}$$

- *“El cambio con respecto al tiempo del momentum angular de una partícula es igual al momento (torque) de la fuerza aplicada a ella”*

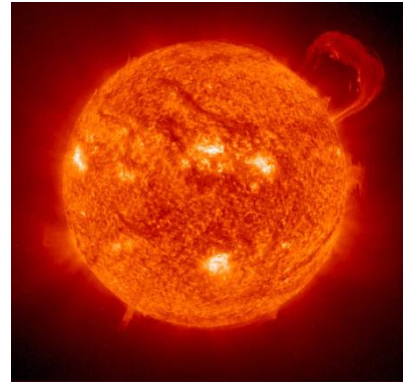
$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

- FUERZAS CENTRALES: (Fuerza cuya dirección pasa siempre a través de un punto fijo)

“Cuando la fuerza es central, el momentum angular con respecto al centro de la fuerza es una constante del movimiento, y viceversa”

Movimientos planetarios (2ª ley de Kepler).

5. TRABAJO Y ENERGÍA



1. Trabajo: definición y unidades.

$$W = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

- *Fuerza constante:*

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

- *En una dimensión*

- *Fuerza constante:*

$$W = F_x \Delta x \cos \theta$$

- *Fuerza variable:*

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F dx$$

2. Energía cinética: definición.

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

3. Teorema del trabajo-energía cinética.

$$W_{total} = \Delta E_c = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$$

4. Potencia: definición y unidades.

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

5. **Fuerza conservativa:** “Una fuerza es conservativa, si el trabajo que realiza es cero cuando la partícula se mueve a lo largo de una trayectoria cerrada (que retorna a su posición inicial). Como consecuencia, el trabajo realizado en el movimiento de una partícula de una posición inicial a otra final, es independiente de la trayectoria seguida”

6. Energía potencial: “La energía potencial de un sistema es la energía asociada a la configuración del mismo. La variación de la energía potencial de un sistema se define por el valor negativo del trabajo realizado por todas sus fuerzas conservativas que actúan sobre el sistema”

- Definición:
$$\Delta U = U_2 - U_1 = -\int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{s}$$
$$dU = \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

- Gravitatoria:
$$\Delta U = U_2 - U_1 = mgy$$

- Elástica (muelle):
$$U = \frac{1}{2} kx^2$$

- Fuerza conservativa:
$$F_x = -\frac{dU}{dx}$$

- Curva de energía potencial:

“En un mínimo de la curva de energía potencial en función del desplazamiento, la fuerza es cero y el sistema se encuentra en equilibrio estable. En un máximo, la fuerza es cero y el sistema está en equilibrio inestable. Una fuerza conservativa siempre tiende a acelerar una partícula hacia una posición de energía potencial más baja”

6. TEOREMAS DE CONSERVACIÓN II: CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA



1. **Energía mecánica:** “La suma de las energías cinética y potencial de un sistema mecánico se denomina **energía total del sistema**”

$$E_{Tmec} = E_c + E_p$$

- **Conservación de la energía mecánica:** “Si no hay fuerzas externas que realicen trabajo sobre un sistema, y todas las fuerzas internas son conservativas, *la energía mecánica total del sistema permanece constante*”

$$E_{Tmec} = E_c + E_p = cte.$$

2. **Energía total de un sistema:** “La energía de un sistema consiste en energía mecánica, energía térmica, energía química y otros tipos de energía, tales como la radiación sonora y la radiación electromagnética”

$$E_{sist} = E_{mec} + E_{term} + E_{quim} + E_{otras}$$

3. **Conservación de la energía**

- **Universo:** “La energía total del universo es constante. La energía puede transformarse de una forma a otra o transmitirse de una región a otra, pero nunca crearse o destruirse”
- **Sistema:** “La energía de un sistema puede modificarse por trabajo realizado sobre el sistema y por transmisión de energía en forma de calor (ésta incluye la emisión o absorción de radiación). El aumento o disminución de la energía del sistema puede explicarse siempre por la aparición o desaparición de algún tipo de energía en otra parte”

$$E_{entrada} - E_{salida} = \Delta E_{sist}$$

- Teorema **trabajo-energía:**

$$W_{ext} = \Delta E_{sist} = \Delta E_{mec} + \Delta E_{term} + \Delta E_{quim} + \Delta E_{otras}$$

4. **Energía disipada por rozamiento:** “Para un sistema formado por un par de superficies deslizantes, la energía total disipada por rozamiento sobre ambas superficies es igual al incremento de energía térmica del sistema y viene expresada por

$$f \cdot \Delta x = \Delta E_{term}$$

en donde Δx es el desplazamiento de una superficie respecto de la otra”

5. **Resolución de problemas:** “La conservación de la energía mecánica y el teorema trabajo-energía pueden utilizarse como una alternativa de las leyes de Newton para resolver problemas mecánicos que requieren la determinación del módulo de la velocidad de una partícula en función de su posición”

6. **Masa y energía:** “Una partícula de masa m posee una energía en reposo intrínseca E_0 dada por

$$E = mc^2$$

en donde c es la velocidad de la en el vacío.

Un sistema de masa M posee también una energía en reposo $E_0 = Mc^2$. Si un sistema gana o pierde energía interna ΔE , simultáneamente gana o pierde masa, $\Delta M = \Delta E/c^2$ ”

- **Energía de enlace:** “La energía requerida para descomponer un sistema en sus partes constituyentes se denomina *energía de enlace*. Esta energía es $\Delta M c^2$, en donde ΔM es la suma de las masas de sus partes constituyentes menos la masa del sistema ligado”
7. **Mecánica newtoniana y relatividad:** “Cuando la velocidad de una partícula se aproxima a la velocidad de la luz en el vacío c (cuando la energía cinética se acerca a su energía en reposo), la mecánica newtoniana deja de tener validez y debe reemplazarse por la *teoría especial de la relatividad de Einstein*”
8. **Cuantización de la energía:** “La energía interna de un sistema microscópico sólo puede tener una serie discreta de valores posibles. Para un sistema que oscila con frecuencia f los valores energéticos permitidos están separados por una cantidad hf , en donde h es la constante de **Planck**:

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

Los sistemas macroscópicos a menudo intercambian energía con sus alrededores emitiendo o absorbiendo radiación electromagnética, que también está *cuantizada*. El cuanto de la energía radiante se llama fotón

$$E_{\text{fotón}} = hf$$

donde f es la frecuencia de la radiación electromagnética”