FISICA SELECTIVIDAD

1. Interacción gravitatoria

1.1. Ley de gravitación universal. Aplicaciones.

1.2. Fuerzas conservativas. Energía potencial.

1.3. Energía potencial gravitatoria.

1.4. Conservación energía mecánica.

1.5. Campo gravitatorio terrestre. Interacciones a distancia.

1.6. Magnitudes que caracterizan al campo gravitatorio.

1.7. Movimiento de satélites y planetas. Velocidad de escape. Lanzamiento satélites artificiales.

2. Vibraciones y ondas

2.1. Movimiento vibratorio. Movimiento vibratorio armónico (MAS). Oscilador armónico.

2.2. Cinemática y dinámica del MAS.

2.3. Energía en el MAS (cinemática, potencial, mecánica).

2.4. Ejemplos de osciladores armónicos (péndulo simple, resorte vertical)

2.5. Movimiento ondulatorio. Noción de onda. Tipos de onda.

2.6. Magnitudes características de las ondas.

2.7. Ecuación de ondas armónicas unidimensionales. Periodicidad respecto al tiempo y a la posición.

2.8. Energía de una onda.

2.9. Ondas sonoras: efecto Doppler.

3. Óptica

3.1. Teorías de la luz. Velocidad de la luz.

3.2. Reflexión y refracción. Reflexión total.

3.3. Formación de imágenes en espejos y lentes esféricas

4. Interacción electromagnética

4.1. Interacción electrostática. Ley de Coulomb. Principio de superposición.

4.2. Intensidad del campo eléctrico. Potencial eléctrico.

4.3. Energía potencial eléctrica.

4.4. Campo magnético.

4.5. Fuentes del campo magnético: campo creado por cargas en movimiento, campo magnético creado por un elemento de corriente. Por una corriente eléctrica recta e indefinida, por una corriente circular.

4.6.Ley de Lorentz

4.7. Fuerzas magnéticas entre corrientes eléctricas. Ley de Ampère.

5.-Física moderna

5.1. Radiación térmica. Teoría de Planck.

5.2. Efecto fotoeléctrico.

5.3. Estructura del átomo. Energía de enlace.

5.4. Desintegración radiactiva: magnitudes características.

5.5. Fusión y fisión nuclear.

1. INTERACCIÓN GRAVITATORIA

1.1. Ley de gravitación universal. Aplicaciones.

Conocida como ley gravitacional de Newton, en la que se expresa el

valor de la fuerza de atracción entre dos masas.

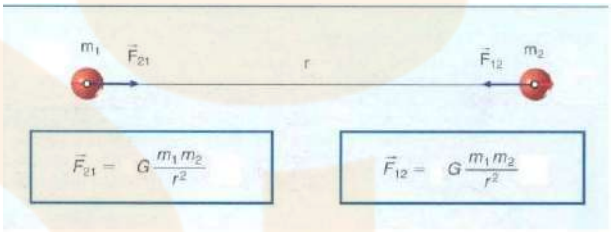
Dos partículas materiales se atraen mutuamente con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Las fuerzas gravitatorias tienen las siguientes características.

La dirección del vector fuerza es la de la recta que une las dos partículas.

Se presentan a pares y con mismo módulo y dirección pero distinto sentido.

Son fuerzas a distancia, es decir no necesitan ningún medio material entre las masas para que dichas fuerzas actúen.



Aplicaciones

La Ley de Gravitación Universal tiene diversas aplicaciones en la tecnología e investigación espacial, así tenemos la puesta en órbita de satélites artificiales al rededor no sólo de nuestro planeta sino también al rededor de otros planetas, los lanzamientos de naves espaciales fuera del campo gravitatorio de la Tierra, etc.

Nos permite determinar la fuerza de atracción gravitatoria de la Tierra sobre un satélite (o planeta) que gira alrededor de ella en una orbita circular. Podemos utilizar la Ley de Gravitación Universal para hallar el valor de la aceleración de la gravedad a diversas alturas.

1.2 Fuerza conservativa. Energía potencial.

Un fuerza es conservativa cuando el trabajo que realiza dicha fuerza para trasladar una partícula de un punto A a otro B depende de los puntos inicial y final pero no del camino seguido. El trabajo es igual a una función que solo depende de las coordenadas y a dicha función se le denomina energía potencial.

$$\int_A^B \mathbf{F}\cdot\mathbf{dr} \quad E_{pA} \quad E_{pB} \qquad E_p = E_p(x,y,z)$$

El trabajo de una fuerza conservativa no depende del camino seguido para ir del punto A al punto B.

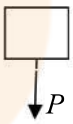
El trabajo de una fuerza conservativa a lo largo de un camino cerrado es cero.

$$\oint \mathbf{F}\cdot\mathbf{dr} = 0$$

El peso es una fuerza conservativa

Supongamos que subimos un cuerpo de masa m a velocidad constante. Calculemos el trabajo de la fuerza peso F=-*mg* j cuando el cuerpo se desplaza desde la posición A hasta la posición B

$$w = \int_A^B -mgdy = -mg(h_A - h_B) = mg(h_B - h_A) = Ep_A - Ep_B$$



La energía potencial Ep correspondiente a la fuerza conservativa peso tiene la forma funcional $Ep = mgh + c$, donde c es una constante aditiva que nos permite establecer el nivel cero de la energía potencial.

1.3 Energía potencial gravitatoria.

La diferencia de energía potencial gravitatoria de una masa m entre un punto A y B, es igual al trabajo que realiza el campo gravitatorio para trasladar dicha masa entre A yB.

$$W = \int_A^B \vec{F}.d\vec{r} = -G\frac{m}{r_A} \quad G\frac{m}{r_B}$$

La energía potencial gravitatoria de una masa m en un punto del espacio es el trabajo que realiza el campo gravitatorio para trasladar la masa m desde dicho punto hasta el infinito.

$$E_p = -G\frac{m}{r}$$

1.4 Conservación energía mecánica.

1.5 Campo gravitatorio terrestre.

Llamaremos campo gravitatorio terrestre a la perturbación que la Masa de la tierra produce en el espacio que le rodea por el hecho de tener masa.

Podemos considerar la masa de la tierra M que perturba el espacio que le rodea, creando un campo gravitatorio. Dicho campo se hace evidente cuando una partícula testigo de masa m se sitúa en él a una distancia r del centro de M y es atraída con una fuerza (dejar un cuerpo libre a una altura determinada);

$$F = G\frac{m_1 . m_2}{r^2}$$

Estaremos fuera del campo gravitatorio terrestre cuando $F \to 0$. Para ello $r \to \infty$.

1.6 Magnitudes que caracterizan al campo gravitatorio.

El campo gravitatorio se describe mediante dos magnitudes fundamentales: una vectorial, la intensidad del campo gravitatorio (g)y otra escalar, el potencial gravitatorio(V).

Intensidad del campo gravitatorio (g)

La intensidad del campo gravitatorio, g, en un punto del espacio es la fuerza que actuaría sobre la unidad de masa situada en ese punto. Su unidad es N/kg.

$$E = \frac{F}{m} = G\frac{m}{r^2}(N/kg)$$

Potencial gravitatorio(V).

Es el trabajo que realiza el campo gravitatorio para trasladar la unidad de masa desde dicho punto hasta el infinito.

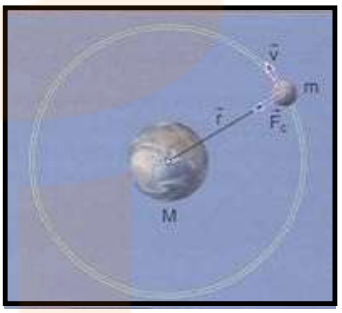
$$V = -G\frac{m}{r}(J/kg)$$

1.7. Movimiento de satélites y planetas. Velocidad de escape. Lanzamiento satélites artificiales.

Los movimientos de los planetas alrededor del sol siguen orbitas elípticas de mayor o menor excentricidad.
Vamos a analizar las características del movimiento orbital de un satélite alrededor de la tierra. Los resultados son extrapolables a los movimientos de los planetas alrededor del sol.

Velocidad orbital.

Supongamos que hay una partícula de masa m con trayectoria alrededor de la tierra circular de radio r.



La fuerza centrípeta que actúa sobre el satélite
Es igual a la gravitatoria.

$$F_c = F_g \Rightarrow G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$$

De donde se deduce que la velocidad orbital

del satélite es: $$v_{orb} = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

Período de revolución (T)

Es el tiempo que el satélite tarda en describir una órbita completa.

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

Energía Mecánica de traslación

Se llama energía total a la que tiene una masa o satélite que órbita alrededor de la tierra. Es la suma de la Ec y de la Ep

$$E = E_c + E_p$$

Teniendo en cuenta que :

$E_p = -G\frac{Mm}{r}$ y $E_C = \frac{1}{2}mv^2 = G\frac{Mm}{2r}$, se deduce que

$$E = -G\frac{Mm}{2r}$$

Velocidad de escape.

Es la velocidad que hay que comunicar a un cuerpo de masa m situado sobre la superficie del planeta para que pueda escapar del campo gravitatorio e irse al infinito ($r \to \infty$ y $v = 0$)

$$E_A = E_B \Rightarrow E_{pe} + E_{ce} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_e^2 = G\frac{Mm}{r} \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

En caso de que el satélite se encuentre en una orbita de radio r el resultado sería;

$$E_A = E_B \Rightarrow E_p + E_c + E_{ce} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_e^2 = G\frac{Mm}{2r} \Rightarrow v_e = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

Lanzamiento satélites artificiales.

Para poner un satélite en orbita hay que suministrarle cierta energía cinética llamada energía de satelización. Su cálculo vendría dado por la expresión;

$$E_p + E_{cs} = E \Rightarrow E_{cs} = E - E_p \Rightarrow E_{cs} = \left[-\frac{GMm}{2r}\right] - \left[-\frac{GMm}{R_T}\right]$$

$E_{cs} = GMm\left[\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right]$ y la velocidad de satelización será;

$$v_{sat} = \sqrt{2GM\left[\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right]}$$

Satélites geoestacionarios

Un satélite se llama geoestacionario cuando se encuentra siempre sobre el mismo punto de la superficie terrestre, es decir, recorre toda su orbita en el tiempo que la tierra hace una rotación completa (24 h)

Aplicando la 3º ley de Kepler:

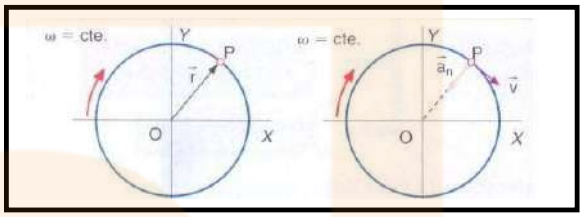
$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \qquad r = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}}$$

2.-VIBRACIONES Y ONDAS.

2.1. Movimiento vibratorio. MAS. Oscilador armónico.

Movimiento Periódico.

Un cuerpo realiza un movimiento periódico cuando sus variables de posición, velocidad y aceleración toman los mismos valores tras cada intervalo de tiempo denominado período.
Ejemplo (Planetas alrededor del sol, manecillas de un reloj,..)



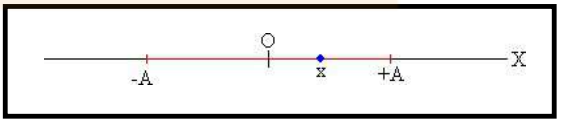
Movimiento vibratorio u oscilatorio.

Una partícula realiza un movimiento vibratorio u oscilatorio cuando se desplaza de un lado a otro de su posición de equilibrio, repitiendo sus variables cinemáticas a intervalos de tiempo.
Si las oscilaciones son muy rápidas son vibraciones.
Si las vibraciones son lentas son oscilaciones.

Movimiento armónico simple.(MAS).

En el MAS se repiten las variables cinemáticas cada cierto tiempo, pero además la partícula sigue una trayectoria recta y sometida a una fuerza recuperadora proporcional al vector de posición y de signo opuesto (Ley de Hooke $F = -kx$)
Las características del MAS son:

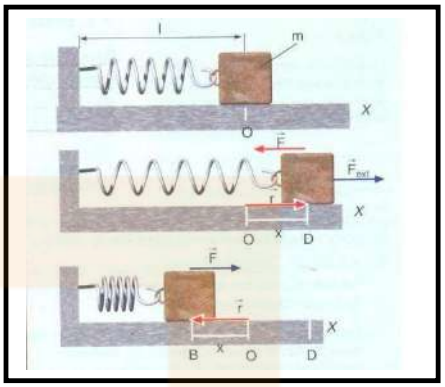
Centro de oscilación: Punto medio de las oscilaciones.
Elongación: Posición de la partícula en cada instante de tiempo.
Amplitud: Valor máximo de la elongación.
Período: tiempo empleado por la partícula en efectuar una oscilación completa.
Frecuencia: oscilaciones por unidad de tiempo.



Oscilador armónico.

Selectivitat.io

Un oscilador armónico es un sistema de MAS debido a la acción de una fuerza recuperadora (Ley de Hooke $F = -kx$)



2.2. Cinemática y Dinámica del MAS.

Una partícula describe un Movimiento Armónico Simple (M.A.S.) cuando se mueve a lo largo del eje X, estando su posición x dada en función del tiempo t por la ecuación:

$$x(t) = Asen(\omega t + \varphi_0)$$

Derivando la posición con respecto al tiempo, obtenemos la velocidad del móvil $v = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$, que tambien se puede expresar de la forma partiendo de la ecuación de la trigonometría: $sen^2 x + \cos^2 x = 1$

$$v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

Derivando de nuevo respecto del tiempo, obtenemos la aceleración del móvil

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 sen(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 x$$

Dinámica del MAS.

Aplicando la segunda ley de Newton obtenemos la expresión de la fuerza necesaria para que un móvil de masa m describa un M.A.S. Esta fuerza es proporcional al desplazamiento x y de sentido contrario a éste.

$F = ma = -m\omega^2 x$ comparando con la Ley de Hooke $F = -kx$ se deduce que la constante elástica K viene dada por la expresión

$$K = m\omega^2 \qquad \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

2.3. Energía en el MAS (cinemática, potencial, mecánica).

Toda partícula sometida a un movimiento armónico simple posee una energía mecánica que podemos descomponer en: Energía Cinética (debida a que la partícula está en movimiento) y Energía Potencial (debida a que el movimiento armónico es producido por una fuerza conservativa).

Energía cinética

Si tenemos en cuenta el valor de la energía cinética $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ y el valor de la velocidad del m.a.s. obtenido en la ecuación del apartado cinemática ($v = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$, sustituyendo obtenemos;

$E_c = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0) = \frac{1}{2} K A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)$, que tambien se puede expresar de la forma partiendo de la ecuación de la trigonometría: $sen^2 x + \cos^2 x = 1.$

$$E_c = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2) = \frac{1}{2} kA^2$$

En donde observamos que tiene un valor periódico, obteniéndose su valor máximo cuando la partícula se encuentra en la posición de equilibrio, y obteniéndose su valor mínimo en el extremo de la trayectoria.

$$x = 0 \quad \Rightarrow \quad v_{\max} \quad \Rightarrow \quad E_{c\max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = E$$

$$x = \pm A \quad \Rightarrow \quad v_{\max} = 0 \quad \Rightarrow \quad E_c = 0$$

Energía potencial

La energía potencial en una posición x vendrá dada por el trabajo necesario para llevar la partícula desde la posición de equilibrio hasta el punto de elongación x.

$$w = \int_x^x \vec{F}.d\vec{x} = \int_x^x kxdx = \frac{1}{2} Kx^2$$

Por ello el valor de la energía potencial vendrá dado por la expresión;

$$Epotencial = ½kx^2$$

En donde observamos que tiene un valor periódico, obteniéndose su valor máximo cuando la partícula se encuentra en el extremo de la trayectoria, y obteniéndose su valor mínimo la posición de equilibrio.

$$x = 0 \qquad \Rightarrow \qquad E_p = 0$$

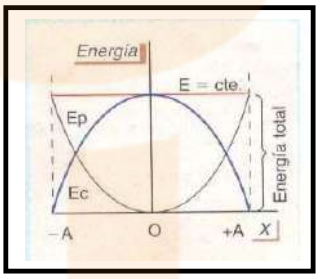
$$x = \pm A \qquad \Rightarrow \qquad E_{p\,\max} = \frac{1}{2} kA^2 = E$$

Energía mecánica

Teniendo en cuenta que la energía mecánica es la suma de la energía potencial más la energía cinética, nos encontramos que la energía mecánica de una partícula que describe un m.a.s. será:

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2} k(A^2 - x^2) + \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2$$

En el m.a.s. la energía mecánica permanece constante si no hay rozamiento, por ello su amplitud permanece también constante.



2.4. Ejemplos de osciladores armónicos

Péndulo simple

El movimiento del péndulo simple es un MAS siempre que se consideren desplazamientos muy pequeños.

Donde el período y la frecuencia angular
Vienen dados por las expresiones;

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

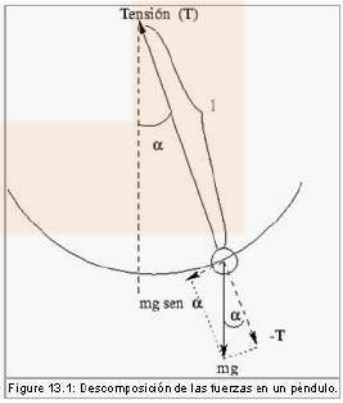
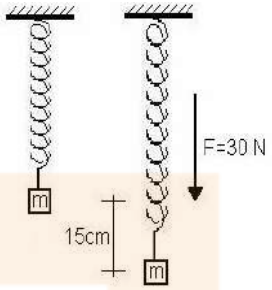


Figure 13.1: Descomposición de las fuerzas en un péndulo.

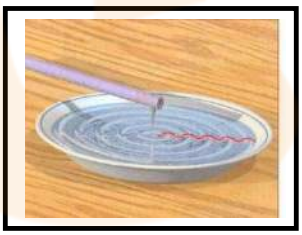
Resorte vertical



2.5. Movimiento ondulatorio. Noción de onda. Tipos de onda.

Movimiento ondulatorio.

Un movimiento ondulatorio es una forma de transmision de energía, sin transporte neto de materia, mediante la propagación de alguna forma de perturbación. Esta perturbación se denomina onda.



Noción de onda.

En todo fenomeno de propagación de ondas, podemos apreciar algunos elementos comunes:
Una perturbación inicial que se transmite de unos puntos a otros, sin desplazamiento neto de materia, desde un foco emisor.
Una transmisión de energía a traves de un medio.
Cierto restraso entre el instante que se produce la perturbación inicial y el instante en que está va alcanzando sucesivamente los puntos mas alejados.

Tipos de onda.

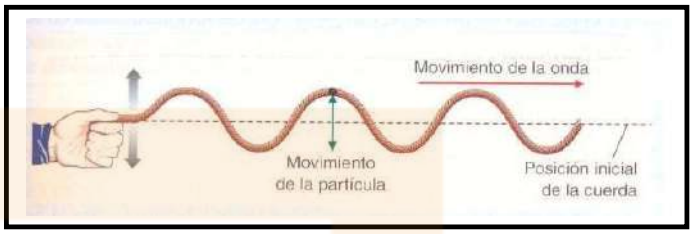
Según las ondas necesiten un medio material para propagarse se pueden clasificar en:

Ondas mecánicas: propagación de una perturbación de tipo mecánico a través de algun medio material elastico por el que se transmite la energía mecánica de la onda (ondas sonoras)

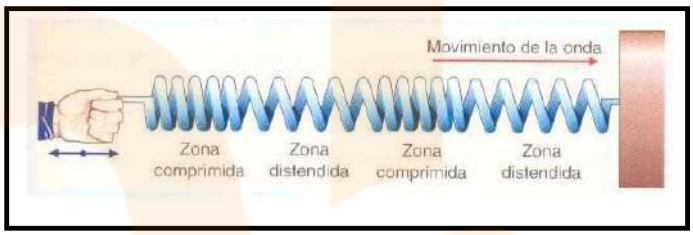
Ondas electromágneticas: transmisión de la energía electromágnetica mediante la propagación de dos campos oscilatorios, el eléctrico y el mágnetico, que no requiere medio físico (luz visible, ondas de radio, rayos X….)

Además las ondas mecánicas teniendo en cuenta la dirección de vibración de las particulas del medio se pueden clasificar en:

Ondas mecánicas transversales: la dirección dirección de oscilación de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación de la onda (olas del mar)



Ondas mecánicas longitudinales: la dirección dirección de oscilación de las partículas es paralela a la dirección de propagación de la onda (ondas sonoras)



2.6. Magnitudes características de las ondas.

Amplitud (A): valor máximo de la elongación (m).
Longitud de onda: distancia mínima entre dos puntos consecutivos que se hallan en el mismo estado de vibración (entre cresta-cresta o valle-valle) (m).
Período: tiempo que tarda el movimiento ondulatorio en avanzar una longitud de onda.
Frecuencia: número de ondas que pasan por un punto del medio por unidad de tiempo.

2.7. Ecuación de ondas armónicas unidimensionales. Periodicidad respecto al tiempo.

Ecuación de ondas

$$y(x,t) = Asen\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

Introduciendo el número de ondas $K = \frac{2\pi}{\lambda}$ al ecuación se expresa como:

$$y(x,t) = Asen\left[\omega t - kx\right]$$

Periodicidad respecto al tiempo y a la posición.

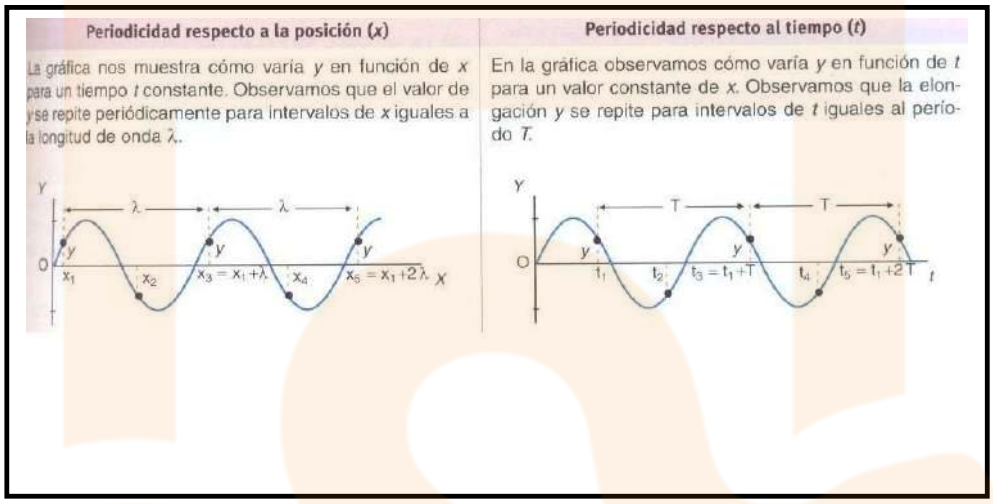
$$y(x,t) = Asen\left[\omega t - kx\right]$$

En el primer caso se fija el tiempo y se queda una función de tipo

$y(x) = Asen(kx)$ (Una foto instantánea de la cuerda)

En el segundo caso se toma fijo un punto de la cuerda y se nos queda una función dependiente del tiempo de tipo MAS.

$y(x) = Asen(\omega t)$



2.8. Energía de una onda.

Se han definido las ondas como un fenómeno de transmisión de energía sin que haya transporte de materia ¿Ahora bien, cuál es la energía que se propaga? Es evidente que la que contiene el foco emisor.

Si consideramos una onda armónica que se propaga en sentido positivo del eje OX (onda sobre una cuerda), la energía será la del oscilador, es decir;

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}v^2{}_{max}$$

Pero si queremos determinar el valor de la velocidad en cualquier punto habremos de derivar con relación al tiempo la elongación, es decir, la ecuación de la onda.

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{d\left[Asen(\omega t - kx)\right]}{dt} = \omega A\cos(\omega t - kx)$$

Dado que el valor máximo de un cos es 1, la velocidad máxima será $v = \omega A$

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}m(2\pi f)^2 A^2$$

De dónde obtenemos que la energía total que se transmite es:

$E = 2\pi^2 mA^2 f^2$ o también

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

Vemos que la energía es proporcional al cuadrado de la amplitud y al cuadrado de la frecuencia.

En una cuerda en la que se propague una onda sin amortiguamiento, la amplitud se mantiene constante. Esto es debido a que la onda es unidimensional.

2.9. Ondas sonoras. Efecto Doppler.

Ondas sonoras

El sonido es una vibración o perturbación mecánica de algún cuerpo que se propaga en forma de ondas a través de algún medio medio material.

Ejemplos de ondas sonoras son la vibración cuerdas guitarra, campana, timbre, copa cristal, cuerdas vocales, que mueven la capa de aire de nuestro entorno y producen vibraciones que se transmiten como un movimiento ondulatorio.
Esta vibración llega a nuestro oído, se transmite del tímpano al oído interno y finalmente al cerebro produciendo la sensación que llamamos sonido.

Efecto Doppler.

El efecto Doppler consiste en el cambio que experimenta la frecuencia con que experimenta la frecuencia con que percibimos un movimiento ondulatorio respecto de la frecuencia con la que ha sido originado, a causa del movimiento relativo entre la fuente y el receptor.

Las sirenas de una ambulancia son más agudas a medida que se acercan a nosotros y mas graves cuando se alejan.

Una aplicación importante del efecto Doppler es el descubrimiento de la expansión del universo.
Si medimos los espectros de las galaxias observamos que las líneas del espectro se desplazan hacia el rojo (efecto Doppler). Esto significa que el foco de la radiación se aleja, es decir el universo esta en expansión.

3. OPTICA.
3.1. Teorías de la luz. Velocidad de la luz.

Teorías de la luz

Es a mediados del XVII cuando aparecen casi conjuntamente dos teorías acerca de la naturaleza de la luz. Teoría CORPUSCULAR (1666) y teoría ONDULATORIA (1678)

TEORIA CORPUSCULAR(NEWTON)

Supone que la luz está compuesta por una serie de corpúsculos o partículas emitidos por los manantiales luminosos, los cuales se propagan en línea recta y que pueden atravesar medios transparentes, y pueden ser reflejados por materias opacas. Esta teoría explica la propagación rectilínea de la luz y la reflexión pero no aclaraba otros como la refracción (solo si hacía una suposición falsa, $v_{liquidos} > v_{aire}$). Tampoco explica los fenómenos de interferencia y difracción.

TEORIA ONDULATORIA (HUYGENS)

Huygens propuso en 1690, que la luz consiste en la propagación de una perturbación ondulatoria del medio. Es decir al igual que el sonido se trataba de ondas longitudinales. Esta teoría explica las leyes de la reflexión y la refracción, pero no fenómenos típicamente ondulatorios como la difracción.

Además presentaba otra dificultad y es que suponía que las ondas luminosas necesitan para propagarse un medio ideal, llamado ETER, presente tanto en el vacío como en los cuerpos materiales.

Esta teoría no fue aceptada debido al gran prestigio de Newton. Tuvo que pasar más de un siglo para que se tomara nuevamente en consideración la "Teoría Ondulatoria". Los experimentos de Young (1801) sobre fenómenos de interferencias luminosas, y los de Fresnel sobre difracción fueron decisivos para que se tomaran en consideración los estudios de Huygens y para la explicación de la teoría ondulatoria.

Fue también Fresnel (1815) quien explicó el fenómeno de la polarización transformando el movimiento ondulatorio longitudinal, supuesto por Huygens, en transversal.

TEORIA ELECTROMAGNETICA (MAXWELL 1865)

Descubre que la luz no es una onda mecánica sino una forma de onda electromagnética de alta frecuencia. Las ondas luminosas consisten en la propagación, sin soporte material, de un campo eléctrico y de un campo magnético perpendiculares entre si y a la dirección de propagación.

Objeciones a ésta teoría:

No se da explicación a:

- Fenómenos por absorción o emisión (Espectros atómicos)
- Fenómenos fotoeléctricos (Einstein)
- Emisión de luz por cuerpos incandescentes (Catástrofe UV).

Y por lo tanto es necesario volver a la teoría corpuscular, como hizo Planck en 1900.

TEORIA DE LOS CUANTOS (PLANCK 1900)

Esta teoría establece que los intercambios de energía entre la materia y la luz, solo son posibles por cantidades finitas. (cuantos) átomos de luz, que posteriormente se denominarán fotones. Esta teoría tropieza con el inconveniente de no poder explicar los fenómenos de tipo ondulatorio: Interferencias, difracción, Nos encontramos nuevamente con dos hipótesis contradictorias, la teoría electromagnética y la de los cuantos.

MECANICA ONDULATORIA (DE BROGLIE 1924)

Auna la teoría electromagnética y la de los cuantos, herederas de la ondulatoria y corpuscular respectivamente, evidenciando la doble naturaleza de la luz. Esta teoría establece así la naturaleza corpuscular de la luz en su interacción con la materia (procesos de emisión y absorción)y la naturaleza electromagnética en su propagación.

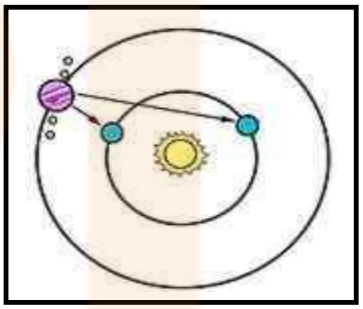
Velocidad de la luz.

Durante muchos siglos se ha creído que la velocidad de la luz es infinita y que su propagación es instantánea. Sin embargo hoy día sabemos que es finita y cuyo valor es $c = 3.10^8 m/s$.

A partir del siglo XVII se han seguido dos métodos para medir la velocidad de la luz: "métodos astronómicos" y "métodos terrestres".

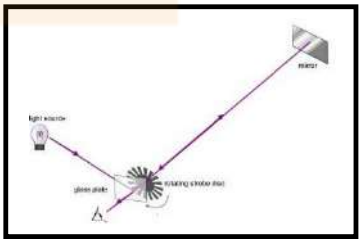
Métodos astronómicos (Medición de Roemer).

El método de Römer se basa en observar los retrasos acumulados en la observación de los eclipses del satélite Io(de Júpiter) que en medio año se acercaban a unos mil segundos. En medio año, Júpiter apenas se ha movido mientras que la Tierra ocupa una posición diametralmente opuesta. Como bien sugirió Römer los mil segundos de retraso es el tiempo que tarda la luz en atravesar el diámetro de la órbita de la Tierra que es de trescientos millones de kilómetros.



Métodos terrestres (Método Fizeau).

El físico frances Fizeau hizo pasar un haz de luz entre dos dientes consecutivos de los 720 de una rueda dentada. Este haz de luz se refleja en un espejo situado a 8,63 km. A bajas velocidades de rotación de la rueda era posible hacer pasar el haz de luz por el siguiente diente. Conociendo la velocidad angular de la rueda para que la luz pase por el siguiente diente ($\omega = 25{,}2 rev/s$) es posible calcular la velocidad de la luz.



3.2. Reflexión y refracción. Reflexión total.

Reflexión

Cuando una onda luminosa alcanza la superficie de separación de dos medios de distinta naturaleza, parte de esa onda se refleja y se dice que ha tenido lugar la reflexión.

Las leyes de la reflexión son:

Primera Ley: El rayo incidente (I), la normal (n) y el rayo reflejado (r) están en un mismo plano.

Segunda Ley: El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión : i=r

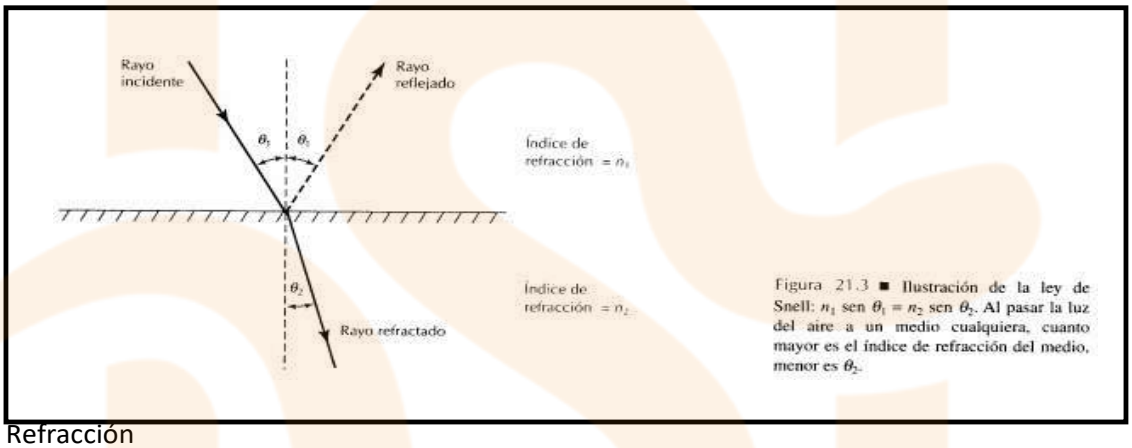


Figura 21.3 ■ Ilustración de la ley de Snell: n_1 sen $\theta_1 = n_2$ sen θ_2. Al pasar la luz del aire a un medio cualquiera, cuanto mayor es el índice de refracción del medio, menor es θ_2.

Refracción

Refracción es el fenómeno por el cual un rayo luminoso sufre una desviación al atravesar dos medios transparentes de distinta densidad.

Las leyes de la refracción son:

Primera Ley: El rayo incidente (I), la normal (n) y el rayo refractado (r) están en un mismo plano.

Segunda Ley: La razón entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es una constante - llamada indice de refracción - del segundo medio respecto del primero, ley de Snell.

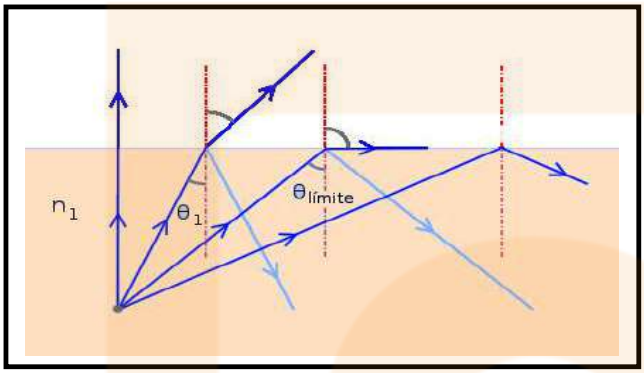
$n_1 seni = n_2 senr$ (ley de Snell).

Reflexión Total.

Se denomina reflexión interna total al fenómeno que se produce cuando un rayo de luz, atravesando un medio de índice de refracción n más grande que el índice de

refracción en el que este se encuentra, se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios reflejándose completamente.

Este fenómeno solo se produce para ángulos de incidencia superiores a un cierto valor crítico, o ángulo límite θc. Para ángulos mayores la luz deja de atravesar la superficie y es reflejada internamente de manera total



$$n_1 \, sen L = n_2 \, sen 90^\circ \quad \Rightarrow \quad sen L = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

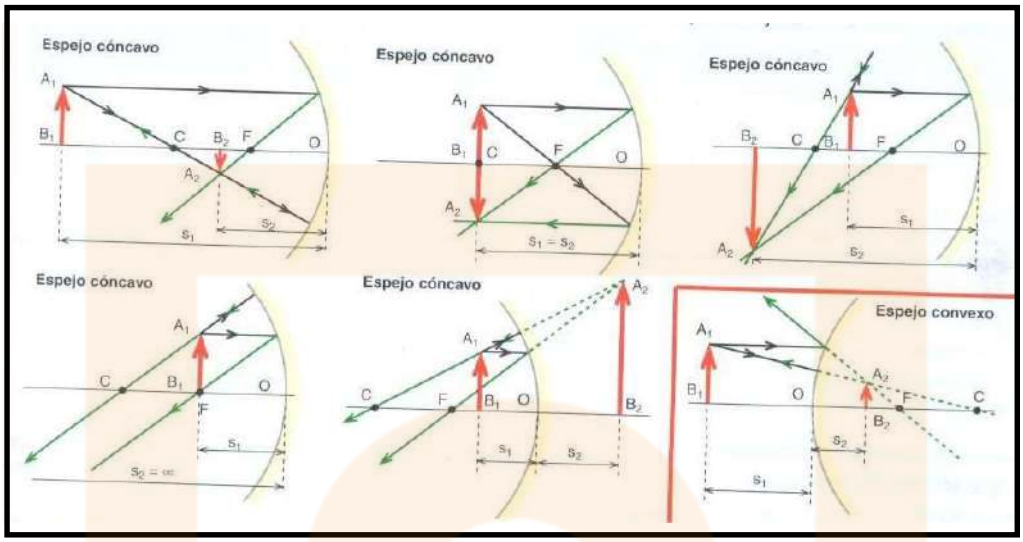
3.3. Formación de imágenes en espejos y lentes esféricas

a) Espejos. Tipos. Formación de imágenes. Ecuaciones.

Espejos
Llamamos espejo a toda superficie lisa y pulida capaz de reflejar los rayos luminosos.
Tipos.
Pueden ser planos o esféricos según sea la superficie.
Nos centraremos en el estudio de los esféricos cuyos elementos son;

Centro de curvatura; centro de la superficie esférica
Eje óptico; eje de simetría de la superficie esférica.
Polo o vértice; Punto de corte del eje óptico con el espejo esférico
Foco objeto, punto del eje óptico que cumple la propiedad de que todos los rayos cuya dirección pasa por ese punto, se reflejan paralelamente al eje óptico.
Foco imagen, punto del eje óptico en el que convergen los rayos reflejados que provienen de rayos paralelos al eje óptico.

Formación de imágenes.



Ecuación de espejos esféricos.

$$\frac{1}{s_1}+\frac{1}{s_2}=\frac{1}{f} \qquad {}_LA=\frac{y_2}{y_1}=-\frac{s_2}{s_1} \qquad f=\frac{r}{2}$$

b) Lentes. Tipos. Formación de imágenes. Ecuaciones.

Lentes

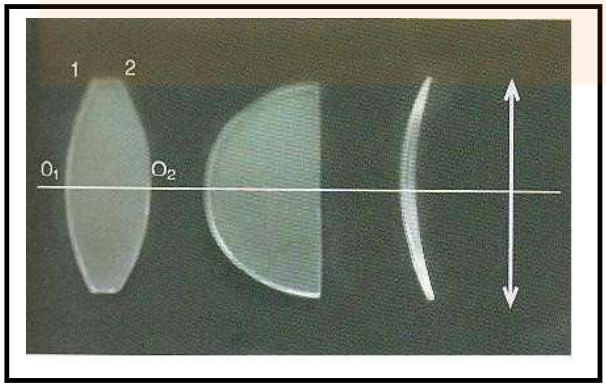
Una lente es un sistema óptico centrado formado por dos dioptrios, uno de los cuales al menos es esféricos, y en el que los dos medios refringentes poseen el mismo índice de refracción.

Tipos

Atendiendo a su forma se pueden clasificar en dos grupos.

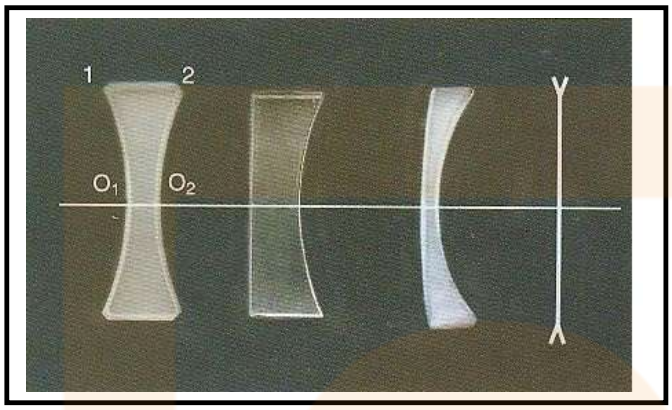
Convergentes; son más gruesas en su parte central que en los extremos.

Biconvexas, Planoconvexas, meniscoconvergentes.

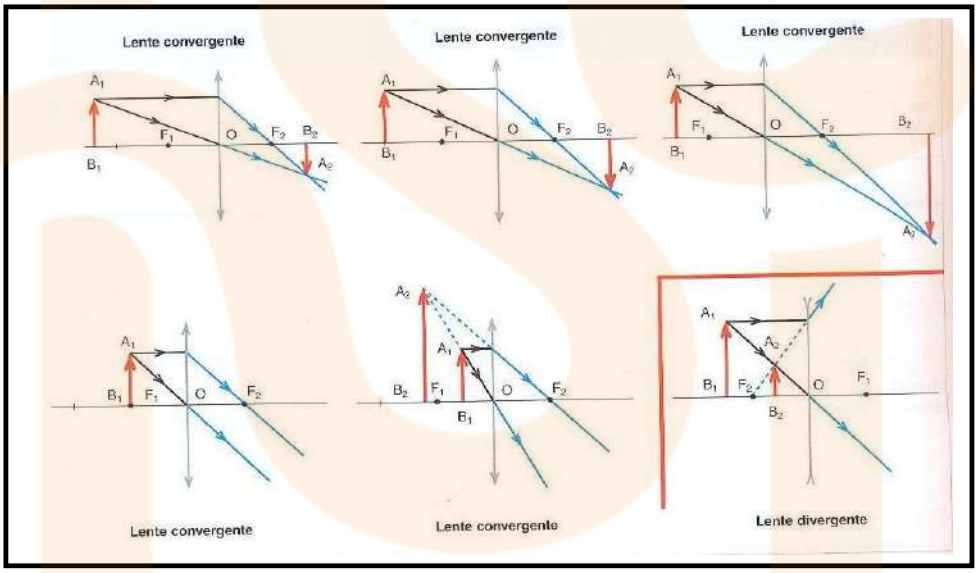


Divergentes; son más gruesas en sus extremos que en su parte central.

Biconcavas, Planoconcavas, meniscodivergentes.



Formación de imágenes.



Ecuaciones.

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{s_2} - \frac{1}{s_1} \qquad {}_LA = \frac{y_2}{y_1} = \frac{s_2}{s_1} \qquad f_1 = -f_2$$

Selectivitat.io

4.-INTERACCIÓN ELECTROMAGNETICA.

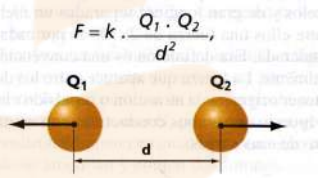
4.1. Interacción electrostática. Ley de Coulomb. Principio de superposición.

La interacción electrostática o la fuerza eléctrica es la responsable de la atracción o repulsión entre objetos con carga eléctrica. Establece que dos cargas del mismo signo se repelen, mientras que dos cargas de signos opuestos se atraen.

Ley de Coulomb

En 1785 Coulomb enunció la ley que expresa el valor de la fuerza que se ejercen mutuamente dos cargas eléctricas.
La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas eléctricas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

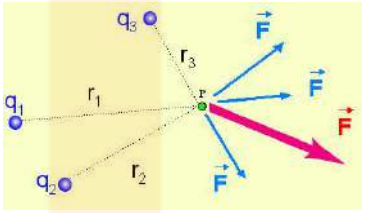
$$F = K\frac{Q.q}{r^2} \text{ (N)}$$



Principio de superposición.

La fuerza eléctrica que siente una carga debido a la presencia de dos o más cargas, es la suma vectorial de las fuerzas ejercidas por cada una de las partículas sobre la carga de referencia.

$$F_T = \sum F_i = F_1 + F_2 + \square F_i$$



4.2. Intensidad del campo eléctrico. Potencialeléctrico

Intensidad del campo eléctrico

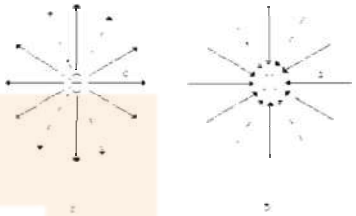
Llamamos campo eléctrico a la perturbación que un cuerpo produce en el espacio que lo rodea por el hecho de tener carga eléctrica.

El campo eléctrico se describe mediante dos magnitudes fundamentales: una vectorial, la intensidad del campo eléctrico (E)y otra escalar, el potencial eléctrico(V).

Intensidad del campo eléctrico (E)

La intensidad del campo eléctrico, E en un punto del espacio es la fuerza que actuaría sobre la unidad de carga situada en ese punto. Su unidad es N/C.

$$E = \frac{F}{q} = G\ \frac{q}{r^2}(N/C)$$



Potencial gravitatorio(V).

Es el trabajo que realiza el campo gravitatorio para trasladar la unidad de carga desde dicho punto hasta el infinito.

$$V = -G\frac{m}{r}(J/kg)$$

4.3. Energía potencial eléctrica.

La diferencia de energía potencial eléctrica de una carga Q entre un punto A y B, es igual al trabajo que realiza el campo gravitatorio para trasladar dicha masa entre A yB.

$$W = \int_A^B \vec{F}.d\vec{r} = K\frac{Q}{r_A} - K\frac{Q}{r_B}\ (\text{J}).$$

La energía potencial eléctrica de una carga Q en un punto del espacio es el trabajo que realiza el campo gravitatorio para trasladar la carga Q desde dicho punto hasta el infinito.

$$E_p = K\ \frac{Qq}{r}\ (\text{J})$$

4.4. Campo magnético.

El campo magnético es la perturbación que un imán o una corriente eléctrica producen en el espacio que los rodea.

Para determinar la intensidad del campo magnético se define el vector campo magnético o inducción magnética.

Descripción.

Si en una región del espacio existe un campo magnético y colocamos una carga de prueba q, experimentalmente se demuestra que.

a) Si la carga está en reposo no siente ninguna fuerza magnética.

$$v = 0 \qquad \Rightarrow \qquad F = 0$$

b) Si la carga se mueve con una velocidad v, experimenta una fuerza magnética con las siguientes características:

$$v \neq 0 \qquad \Rightarrow \qquad F \neq 0$$

$$F \propto q$$

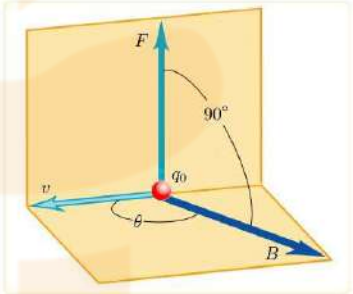
$$F \perp v$$

$$\text{dirección } v = B \Rightarrow F = 0$$

$$\text{dirección } v \perp B \Rightarrow F = F_{max}$$

A partir de todo esto se define el vector inducción magnética como.

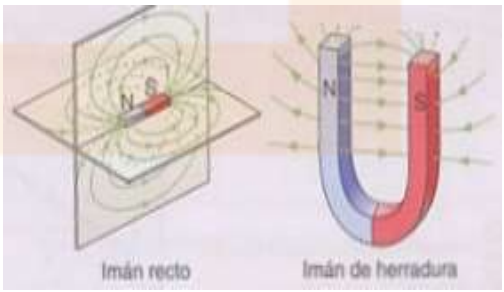
$$B = \frac{F}{qv\,sen\alpha}$$



Representación

Las líneas de inducción magnéticas nos permiten visualizar un campo magnético, las cuales cumplen las siguientes condiciones:

El vector inducción magnética B es tangente a las líneas de inducción y tiene el mismo sentido.
La densidad de líneas de inducción es proporcional al modulo de B .



Selectivitat.io

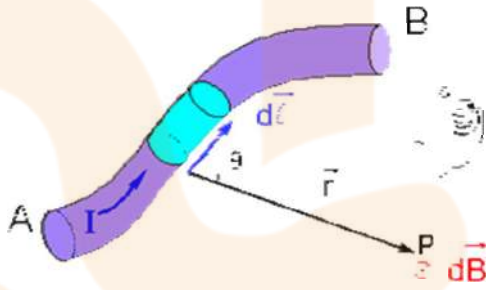
4.5. Fuentes del campo magnético: campo creado por cargas en movimiento, campo magnético creado por un elemento de corriente. Por una corriente eléctrica recta e indefinida, por una corriente circular.

La mayor parte de los campos magnéticos utilizados en industria son creados por corrientes eléctricas que circulan a través de una bobina. Vamos a ver como calcular el campo magnético creado por distintas corrientes eléctricas.

Campo magnético creado por un elemento de corriente (Ley de Biot y Savart).

El campo magnético dB creado por un elemento de corriente Idl en un punto del espacio viene dado por la ley de Biot y Savart.

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \times \vec{u}}{r^2}$$ donde;



μ_0, permeabilidad en el vacio.

I, intensidad de corriente

dl, elemento conductor

u, vector unitario, que une el elemento conductor y el punto P.

r, distancia del elemento conductor dl al punto P.

Campo magnético creado por cargas en movimiento.

El campo eléctrico creado por una carga en movimiento tambien se puede determinar mediante la ley de Biot y Savart.
Observa que una carga con velocidad v equivale a un elemento de corriente dado por:

$q\vec{v} = q\frac{dl}{dt} = \frac{q}{dt}\vec{dl} = \vec{Idl}$, por tanto el campo magnético creado por la

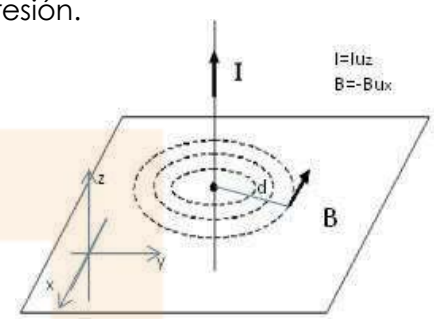
carga q en movimiento vendrá dado por:

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{qv \times u}{r^2}$$

Campo magnético creado por una corriente recta e indefinida

El campo magnético B creado por una corriente recta e indefinida aplicando la ley de Biot y Savart, viene dado por la expresión.

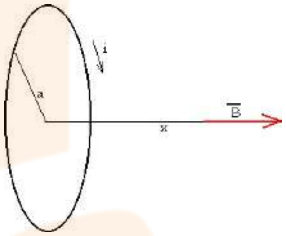
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$



Campo magnético creado por una corriente circular

El campo magnético B creado por una corriente circular aplicando la ley de Biot y Savart, viene dado por la expresión

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$



4.6. Ley de Lorentz

La ley de Lorentz expresa la fuerza ejercida por un campo magnético sobre una carga en movimiento. Dicha fuerza verifica las siguientes propiedades:

a) Si la carga está en reposo no siente ninguna fuerza magnética.

$$v = 0 \quad \Rightarrow \quad F = 0$$

b) Si la carga se mueve con una velocidad v, experimenta una fuerza magnética con las siguientes características:

$$v \neq 0 \quad \Rightarrow \quad F \neq 0$$

- $F \propto q$
- $F \perp v$
- $dirección v = B \Rightarrow F = 0$
- $dirección v \perp B \Rightarrow F = F_{max}$

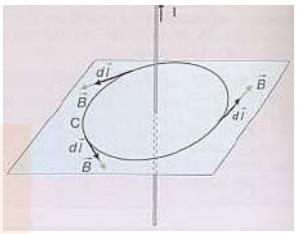
Estas propiedades pueden resumirse en una ecuación vectorial que recibe el nombre de ley de Lorentz.

$$F = q(\vec{v} \times B) = qvBsen\alpha$$

4.7. Fuerzas magnéticas entre corrientes eléctricas. Ley de Ampère.

Teorema de Ampère.

El teorema de Ampere nos permitirá determinar el campo magnético creado por algunas corrientes de simetría sencilla.



Para ello introducimos el concepto de circulación del campo magnético: $\oint_c Bdl$

Si calculamos la circulación del campo magnético creado por una corriente rectilínea de intensidad I a lo largo de una circunferencia de radio R, resulta que $B = \mu_0 I$

El Teorema de Ampere es la generalización de este resultado.

La circulación del campo magnético sobre cualquier curva cerrada C es igual al producto de la permeabilidad μ_0 por la intensidad de

corriente que atraviesa por la curva cerrada C.

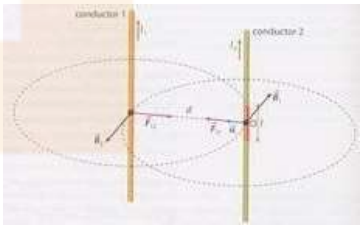
$$\oint_c Bdl = \mu_0 I$$

Fuerzas magnéticas entre corrientes eléctricas

La fuerza magnética que actúa sobre un elemento conductor por el que circula una intensidad de corriente I y está expuesto a un campo magnético B viene dado por la expresión

$$F = I\,(l \times B) = IlBsen\alpha$$

Ampere estudio las fuerzas magnéticas que se ejercen mutuamente dos corrientes paralelas. Observo que si las corrientes tenían el mismo sentido los hilos se atraían y si tenían sentido contrario se repelen.



La fuerza que experimentan los conductores

por unidad de longitud es:

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

5.-Física moderna.

5.1. Radiación térmica. Teoría de Planck.

Radiación del Cuerpo Negro. Hipótesis de Planck

Antecedentes históricos

Es bien conocida la anécdota de que a finales del siglo XIX un destacado físico de la época William Thomson (1824-1907) conocido como Lord Kelvin, se atrevió a decir que solo dos pequeñas "nubecillas" arrojaban sombras sobre el majestuoso panorama de conocimiento que había construido la física clásica desde Galileo y Newton hasta ese momento:

Una de esas nubecillas era la incapacidad de la teoría electromagnética clásica de predecir la distribución de la energía radiante emitida a diferentes frecuencias emitidas por un radiador idealizado llamado cuerpo negro.

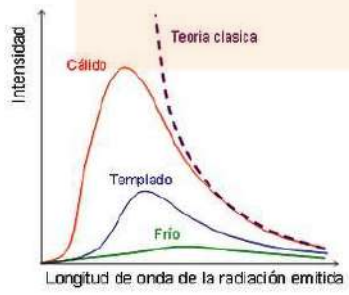
Lo que Lord Kelvin no puedo predecir es que al tratar de disipar esas dos "nubecillas", la física se vería irremediablemente arrastrada a una nueva física: la física moderna fundada sobre dos nuevos pilares: la revolución relativista y la revolución cuántica con un científico protagonista en ambas: Albert Einstein.

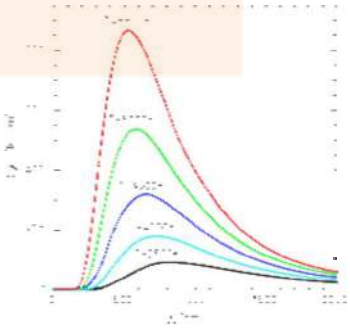
Radiación del Cuerpo Negro

Una superficie o cuerpo que absorbe toda la radiación que incide sobre ella se llama superficie de cuerpo negro ideal. Como este cuerpo no refleja nada, aparecerá negro a nuestros ojos. Un cuerpo negro también será un emisor ideal, y así la luz emitida por un cuerpo negro se llama radiación de cuerpo negro.

La radiación del cuerpo negro presenta las siguientes características.

- La potencial total P emitida a la temperatura T por una superficie S cumple la Ley de Stefan-Boltzmann. $P = \vartheta T^4 S$
- La longitud de onda máxima para la que se produce mayor emisión de energía es inversamente proporcional a la temperatura T, según la ley de desplazamiento de Wien. $\lambda_{\max} T = 2{,}897755.10^{-3} m.K$





Selectivitat.io

A principios de 1900 dos físicos Rayleigh y Jeans utilizaron los principios de electromagnetismo y la termodinámica para describir la radiación del cuerpo negro.

Obtuvieron una expresión matemática (Ley de Rayleigh-Jeans) en la que la energía de la radiación disminuye al aumentar la longitud de onda, pero aumenta indefinidamente al disminuir está.

Los resultados experimentales para longitudes de onda grandes si concordaban con los teóricos, pero cuando la longitud de onda tiende a cero (Zona del UV) la energía emitida tiende a cero.

Este fracaso de la teoría clásica se conoce como "catastrofe ultravioleta".

Planck y el inicio de la Revolución Cuántica

A finales de 1900 el físico alemán Max Planck (1858-1947) presentó un trabajo acerca de la ley de la radiación del cuerpo negro. Este trabajo puede considerarse como el nacimiento de la física cuántica.

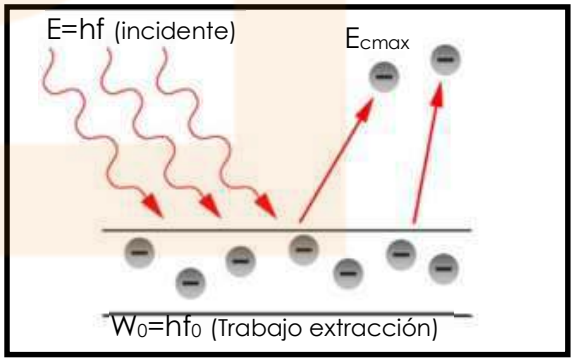
Max Planck abandonó la física clásica e introdujo las siguientes hipótesis: Los átomos que emiten la radiación se comportan como osciladores armónicos.

Cada oscilador absorbe o emite energía de la radiación en una cantidad proporcional a su frecuencia de oscilación.

$E_0 = hf$, así la energía total emitida o absorbida por cada oscilador solo puede tener un número entero de porciones de energía E_0.

$$E = nE_0 = nhf$$

5.2. Efecto fotoeléctrico. Medida de la E_{cmax}.



Efecto fotoeléctrico

La emisión de electrones por metales iluminados con luz de determinada frecuencia fue observada a finales del siglo XIX por Hertz y Hallwachs. El proceso por el cual se liberan electrones de un material por la acción de la radiación se denomina "efecto fotoeléctrico"

Sus características esenciales son:

- Para cada sustancia hay una frecuencia mínima o umbral de la radiación electromagnética por debajo de la cual no se producen fotoelectrones por más intensa que sea la radiación.

- El número de electrones aumenta cuando se incrementa la intensidad de la radiación que incide sobre el metal.

Ecuación efecto fotoeléctrico

$$E = W + Ec_{\max}$$

E , energía de la radiación incidente, $E = hf$

W , trabajo de extracción, es la energía mínima necesaria para que un electrón escape del metal.

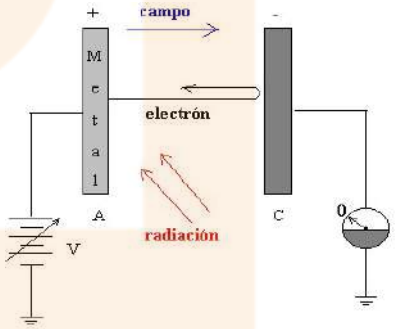
$W = hf_0$, donde f_0 es la frecuencia umbral

$E_{c\max}$, energía cinética máxima, con la que salen despedidos los electrones.

E p W , no hay emisión fotoeléctrica.

E f W , si hay emisión y el electrón sale del metal con una energía cinética $Ec_{\max} = E - W$

Medida de la E_{cmax}



Mediante una fuente de potencial variable, tal como se ve en la figura podemos medir la energía cinética máxima de los electrones emitidos. Aplicando una diferencia de potencial V entre las placas A y C se frena el movimiento de los fotoelectrones emitidos.
Para un voltaje V0 determinado, el amperímetro no marca el paso de corriente, lo que significa que ni los electrones más rápidos llegan a la placa C. En ese de los electrones se hace igual a la energía cinética. $q_e AV = Ec_{\max}$

5.3. Estructura del átomo. Energía de enlace.

Estructura del átomo

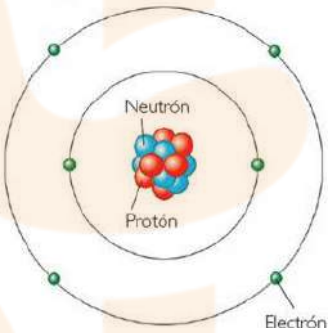
En el átomo distinguimos dos partes: el núcleo y la corteza.

El núcleo es la parte central del átomo y contiene partículas con carga positiva, los protones, y partículas que no poseen carga eléctrica, es decir son neutras, los neutrones. La masa de un protón es aproximadamente igual a la de un neutrón.

Todos los átomos de un elemento químico tienen en el núcleo el mismo número de protones. Este número, que caracteriza a cada elemento y lo distingue de los demás, es el número atómico y se representa con la letra Z.

La corteza es la parte exterior del átomo. En ella se encuentran los electrones, con carga negativa. Éstos, ordenados en distintos niveles, giran alrededor del núcleo. La masa de un electrón es unas 2000 veces menor que la de un protón.

Los átomos son eléctricamente neutros, debido a que tienen igual número de protones que de electrones. Así, el número atómico también coincide con el número de electrones.



Energía de enlace.

La energía de enlace de un núcleo es la energía liberada cuando sus nucleones aislados se unen para formar el núcleo.

Experimentalmente se comprueba que la masa de un núcleo cualquiera formado por Z, protones y $A-Z$ neutrones, es siempre inferior a la suma de la masa de los

protones y neutrones libres.

$$\Delta m = \left[Z m_p + (A - Z) m_n \right] - M_N$$

La energía asociada a este defecto de masa es precisamente la energía de enlace.

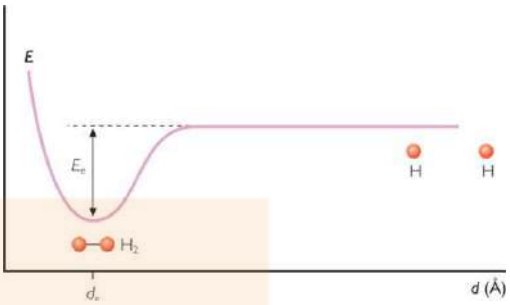
$\Delta E = \Delta m . c^2$, y la energía por nucleón $\frac{\Delta E}{A} = \Delta m . c^2$.

Cuanto mayor es el cociente $\frac{\Delta E}{A}$, mas estable es el núcleo.

Ejemplo de formación de la molécula de hidrógeno, según la reacción:

$${}^{1}_{1}H \quad + \quad {}^{1}_{1}H \quad \rightarrow \quad {}^{2}_{2}H$$

La diferencia de energía corresponde a la energía de enlace.



5.4. Desintegración radiactiva: magnitudes características.

Cuando un núcleo atómico emite radiación α, β, γ, el núcleo cambia de estado o bien se transforma en otro distinto. En este último caso se dice que ha tenido lugar una desintegración.

La desintegración radiactiva es un proceso aleatorio gobernado por las leyes estadísticas. Sean N, el nº de núcleos que aún no se han desintegrado en un tiempo t, experimentalmente se demuestra que el número de emisiones por unidad de tiempo es proporcional al número de núcleos existentes.

$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$, donde λ, es la constante radiactiva.

El signo menos indica que el número de núcleos disminuye con el tiempo.

De la expresión anterior, integrando podemos deducir la ley de emisión radiactiva;

$$\int \frac{dN}{N} = \int -\lambda dt \qquad \Rightarrow \qquad N = N_0 . e^{-\lambda t}$$ (la ley de emisión radiactiva)

T, es el tiempo necesario para que se desintegre la mitad de los núcleos iniciales N_0 y recibe el nombre de período de semidesintegración o semivida.

$$T = \frac{Ln2}{\lambda}$$

5.5. Fusión y Fisión nuclear.

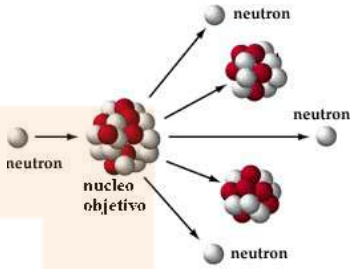
Fisión nuclear.

Es una reacción nuclear en la que un núcleo pesado se divide en otros dos más ligeros al ser bombardeado con neutrones. En el proceso se libera gran cantidad de energía.

En 1938 los físicos alemanes Hahn y Strassmann consiguieron dividir el núcleo de Uranio según la reacción.

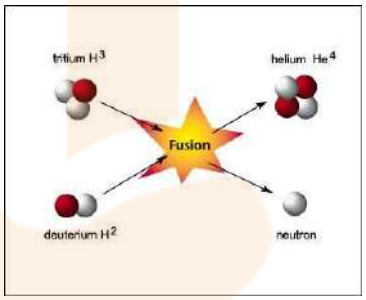
$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{921}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$$

Que podíamos representar así;



Fisión nuclear

Fusión nuclear.
Es una reacción nuclear en la que dos núcleos ligeros se unen para formar otro más pesado. En el proceso se libera gran cantidad de energía.

$$^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

Para iniciar un proceso de fusión es necesario una energía inicial (energía de activación).
Las reacciones de fusión tienen lugar de forma natural en el sol y las estrellas gracias a las altas temperaturas que se alcanzan en su interior.