



Física II

Reflexión, refracción y dispersión de la luz

Las propiedades conocidas de la luz son:

- Óptica Geométrica: comprende la reflexión, refracción y dispersión.
- Óptica Física: comprende la difracción, interferencia y polarización.
- Óptica Cuántica: comprende el efecto fotoeléctrico, efecto Compton y producción de pares.

Óptica Geométrica

Reflexión: acción de reflejar un rayo luminoso, calorífico, onda de sonido, etc. Que viaja en línea recta.

Leyes de la reflexión:

- A. El ángulo que forma el rayo incidente con la normal es exactamente igual al ángulo que se forma con el rayo reflejado y la normal.
- B. El rayo incidente, la normal, y el rayo reflejado están contenidos en un mismo plano.

Imagen formada en un espejo plano: las imágenes en un espejo plano, se forman por los rayos de luz que avanzan en línea recta y se reflejan conforme a las leyes de la reflexión. Las imágenes en un espejo plano son virtuales, una imagen virtual es aquella de donde parecen proceder los rayos de luz, pero en realidad no vienen de ella, si no que son la reflexión de esos rayos vistos por el observador.

Refracción: cambio de dirección que experimenta la luz al pasar de un medio al otro.

La velocidad de la luz en el vacío o en el espacio interestelar es de: 299,790 KM/S (186,300 millas/seg.).

En un medio transparente como el aire, vidrio, o agua, la luz viaja a velocidades menores; por ejemplo la velocidad de la luz en el agua es de 225,000 KM/S y en el vidrio es de 200,000 KM/S.

Índice de refracción: es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en un medio.

$$M=C/V$$

Donde:

M = índice de refracción

C = velocidad de la luz en el vacío

V = velocidad de la luz en un medio



Por ejemplo para el agua el índice de refracción es $M= 1.33$, para el vidrio $M=1.5$ y para el aire $M= 1.0029$

Cuando la luz cae en una superficie transparente como el agua o el vidrio parte de ella se refleja y el resto es refractada entrando al nuevo medio, esta desviación se debe al cambio de velocidad de la luz al entrar al segundo medio, el rayo refractado se mide tomando como referencia la normal.

El ángulo de refracción depende de:

- A. Ángulo de incidencia (entrada)
- B. Índice de refracción del material

Ley de Snell: el índice de refracción es constante para cualquier ángulo de incidencia en una sustancia dada.

Refracción en un prisma:

La refracción en un prisma es doble por que atraviesa dos aristas del prisma; tiene la particularidad de “reversibilidad”, es decir que los rayos luminosos invierten su sentido recorriendo la misma trayectoria.

Desviación mínima: es el ángulo mas pequeño de desviación producido por un prisma.

Dispersión: la luz solar al pasar a través de los cristales y joyas transparentes produce luz de colores brillantes.

Fue Newton quien usando prismas descubrió que los colores ya estaban presentes en la luz blanca y no que fueran propiedades del cristal; la función del prisma es solo separar los colores al refractarlos en diferentes direcciones.

Al esparcimiento angular de todos los colores, se le llama dispersión.

De la luz blanca se refracta cada color en distinto grado por su propio ángulo de desviación, la luz roja se refracta al mínimo mientras que la luz violeta lo hace al máximo.

La onda de colores producida es llamada espectro.

Diferentes prismas con diferentes materiales hacen diferentes dispersiones.

En el vacío todos los colores avanzan con la misma velocidad, esta es de $13,000$ KM/S, en el aire los colores del espectro tienen diferencia mínima en su velocidad; el rojo avanza mas aprisa y el violeta mas despacio.

Un ejemplo del espectro de la luz en la naturaleza es el arco iris.



Los Halos, se observan comúnmente como leves anillos parecidos al arco iris, al rededor del sol o de la luna y se deben a pequeños cristales de hielo que flotan en la atmósfera superior, estos actúan como prismas, refractan y dispersan la luz blanca produciendo un espectro.

La ciencia del color

La ciencia de la mezcla de colores se analiza con el fenómeno de refracción.

Para poder ver un objeto en su verdadero color, debe iluminarse con luz del mismo color; de no ser así entonces el objeto se vería gris o negro excepto si el objeto es blanco.

Color superficial: no todos los colores de la luz blanca son absorbidos completamente cuando llegan a la superficie de un cuerpo; una pequeña cantidad de luz blanca, al igual que el color de la superficie del cuerpo es reflejada y otra parte de la luz de color parecido al color del cuerpo es refractada.

Los 3 aspectos del color son:

- A. Tono o matiz: es una característica cualitativa, es el aspecto mas distintivo del color
- B. Saturación: es la cantidad de luz que tienen los colores, entre mas blanco tienen son menos saturados.
- C. Luminosidad o brillo: es la intensidad subjetiva, es una medida de la cantidad de color producida por un cuerpo, todo color debe de tener un tono, brillantez y saturación.

Colores metálicos

Algunas sustancias parecen ser de un color a la luz reflejada y de diferente color con luz transmitida, especialmente los metales y ciertos colorantes de anilina.

Mezcla de los colores del espectro.

Si dividimos el espectro en 3 partes iguales, obtendremos los colores primarios aditivos, estos son el rojo, verde y el azul.

Si combinamos estos obtendremos otros colores llamados sustractivos.

Rojo, verde, azul = colores primarios aditivos.

Azul - verdoso, amarillo, magenta = colores primarios sustractivos.

El triangulo de los colores

Es un ordenamiento triangular de los primarios aditivos y los primarios sustractivos con el blanco y el negro en el centro.

El orden de los colores es tal que la suma de cualquier par de primarios aditivos de los vértices, da el primario sustractivo que esta entre ellos; y la suma de los 3 da el blanco del centro.

Los colores opuestos frente a frente en el triangulo son complementarios.



Se dice que 2 colores son complementarios si al sumarlos producen blanco.

Ejemplo: el magenta y el verde son complementarios, el rojo y el azul – verdoso son complementarios.

La suma siempre produce un color mas brillante, la mezcla del rojo, verde y azul produce blanco y la sustracción produce un color mas oscuro.

Ejemplo:

La mezcla sustractiva del magenta, amarillo y azul verdoso origina el negro.

Un ejemplo practico del método aditivo de mezclas de colores es la televisión a color y un ejemplo practico del método sustractivo de mezclas de colores es la mezcla de pinturas para producir otra diferente.

El sistema cromático C.I.I.

En 1931 la comisión internacional de la iluminación (C.I.I.) realizo mediadas cualitativas de los colores; se tomaron como primarios aditivos: rojo, verde y azul.

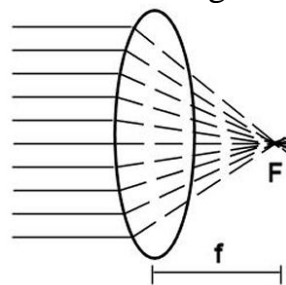
Cualquier muestra de un color puede medirse con un espectroscopio en función de los 3 colores primarios adoptados.

Lentes e instrumentos ópticos

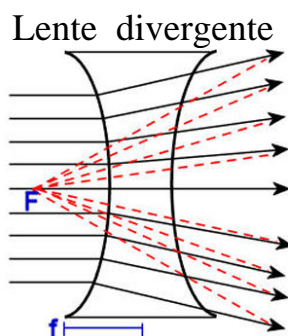
La función principal de los lentes es formar imágenes de los objetos reales; la lente es una pieza sólida de vidrio, cuarzo o fluorita con su superficie pulida en forma esférica.

Las lentes refractan la luz; las lentes con centro mas grueso se llaman convergentes o positivas, y las lentes con centro mas delgado son llamadas divergentes o negativas

Lente convergente



Los rayos paralelos convergen en un punto llamado foco

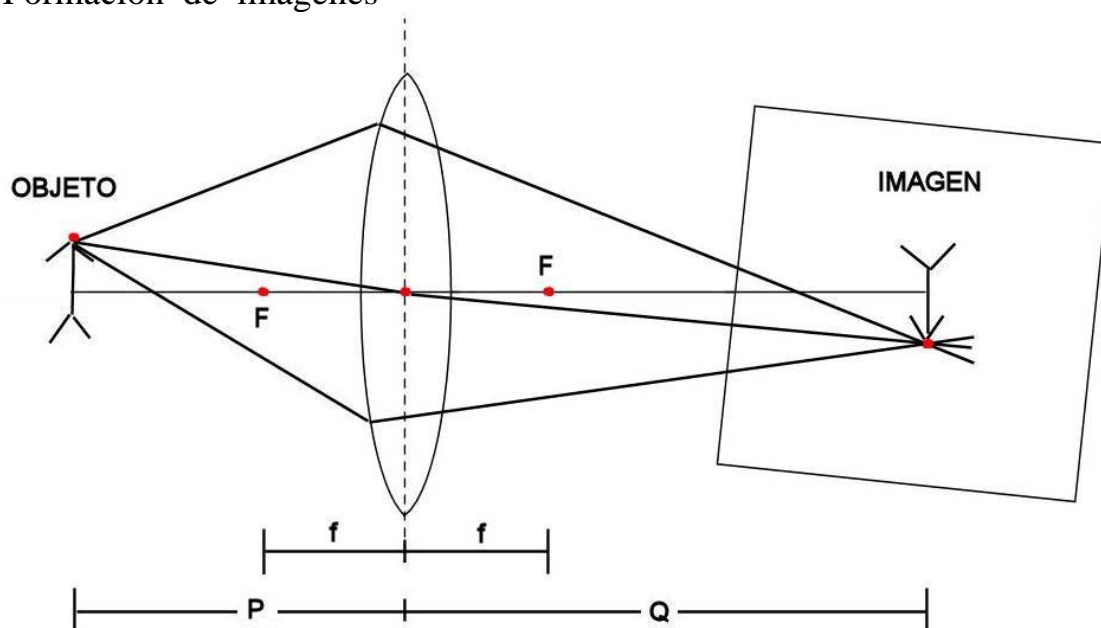


Los rayos paralelos se hacen divergentes como si hubieran salido del punto F.

F o F': foco

f: distancia focal (se mide del centro de la lente al foco)

Formación de imágenes



Donde:

P: distancia del objeto

Q: distancia de la imagen

f : distancia focal

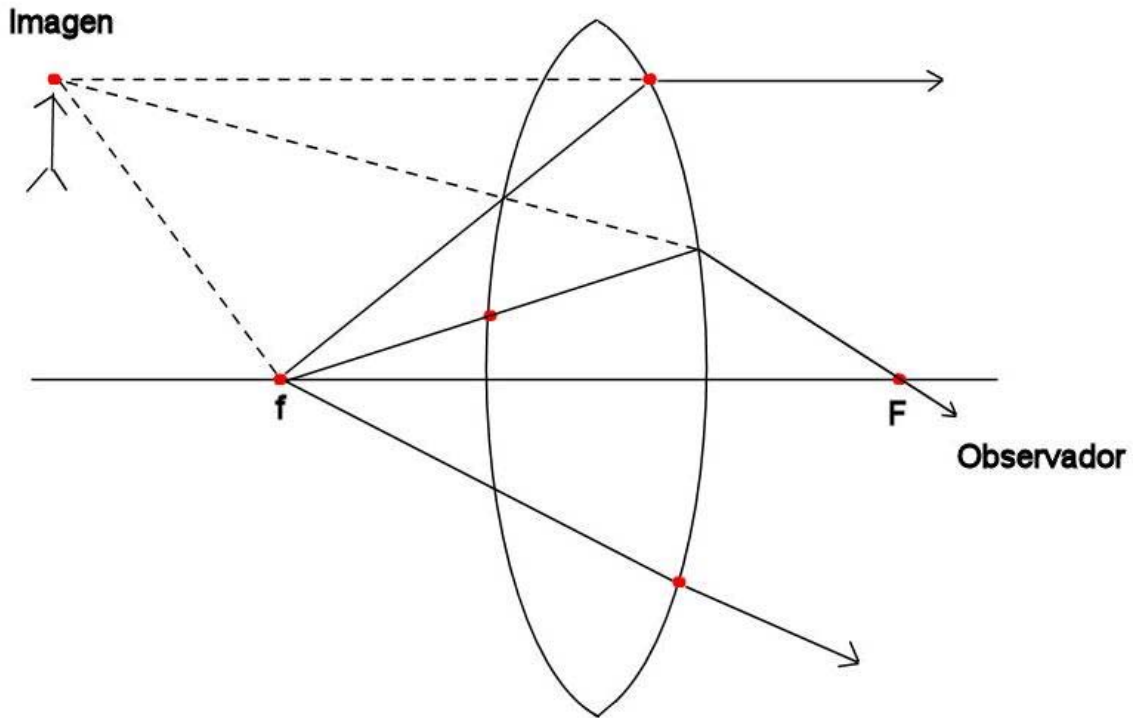
La distancia de la imagen se determina con la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$



Imágenes reales

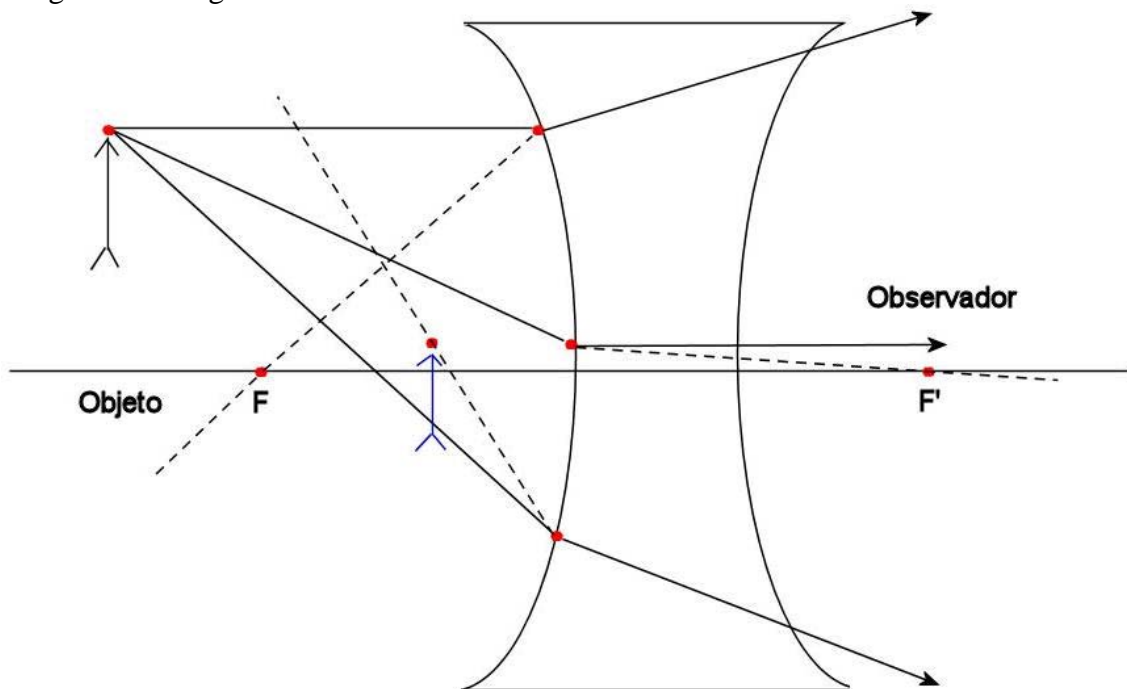
Se forman en lentes convergentes, solo si el objeto esta después del foco; se pueden proyectar en una pantalla y el observador las ve nítidas.



Imágenes virtuales

Se forman con lentes convergentes, solo si el objeto esta antes del foco y también se forman en todas las lentes divergentes; debido a la naturaleza de la lente, estas imágenes no se pueden proyectar en una pantalla.

Para cualquier imagen encontrada a la izquierda de la lente, la distancia de la imagen será negativa.





La cámara fotográfica utiliza un sistema de lentes, una lente convergente forma una imagen real sobre la película fotográfica. Al enfocar se eliminan los defectos de la imagen; el diafragma iris se utiliza con el fin de disminuir la abertura efectiva de la lente y así aumentar la distancia focal (f).

Cuanto mas pequeña es la abertura de la lente mas preciso será el enfoque de objetos, el numero “ f ” de una lente es igual a su distancia focal dividida por su diámetro.

El ojo en principio es una cámara con un sistema de lentes: cornea, cristalino y los líquidos que reflejan las cámaras; y tiene una película sensible llamada retina, las lentes de los ojos refractan y enfocan la luz hacia la retina.

La “acomodación” del ojo es la posibilidad que se tiene para enfocar objetos cercanos o distantes y esto se logra cuando cambia de forma el cristalino.

El poder de aumento o potencia amplificadora en un telescopio, es igual a la relación (división) que hay entre las distancias focales de las 2 lentes y viene dada por la siguiente formula:

$$A = F/f$$

Donde:

A= ampliación

F= distancia focal del objetivo

f = distancia focal del ocular

Los binoculares o prismáticos también utilizan sistemas de lentes, pero a diferencia del telescopio en estos se obtienen imágenes virtuales. Las especificaciones en los binoculares, significan por ejemplo que una ampliación de 7, utiliza un objetivo de 50mm de diámetro y esto se expresa como 7x50.

Difracción, interferencia y polarización

Se le llama difracción al fenómeno observado en los objetos cuando inciden los rayos luminosos; esto es cuando la luz pasa próxima aun borde cualquiera de un objeto opaco y dobla levemente su trayectoria y sigue con una nueva dirección, (se podría decir que un objeto tiene aura).



Teoría ondulatoria de Huggens

El científico Robert Hooke menciona que la luz es un fenómeno ondulatorio, Huggens perfecciona esta teoría con sus experimentos de difracción.

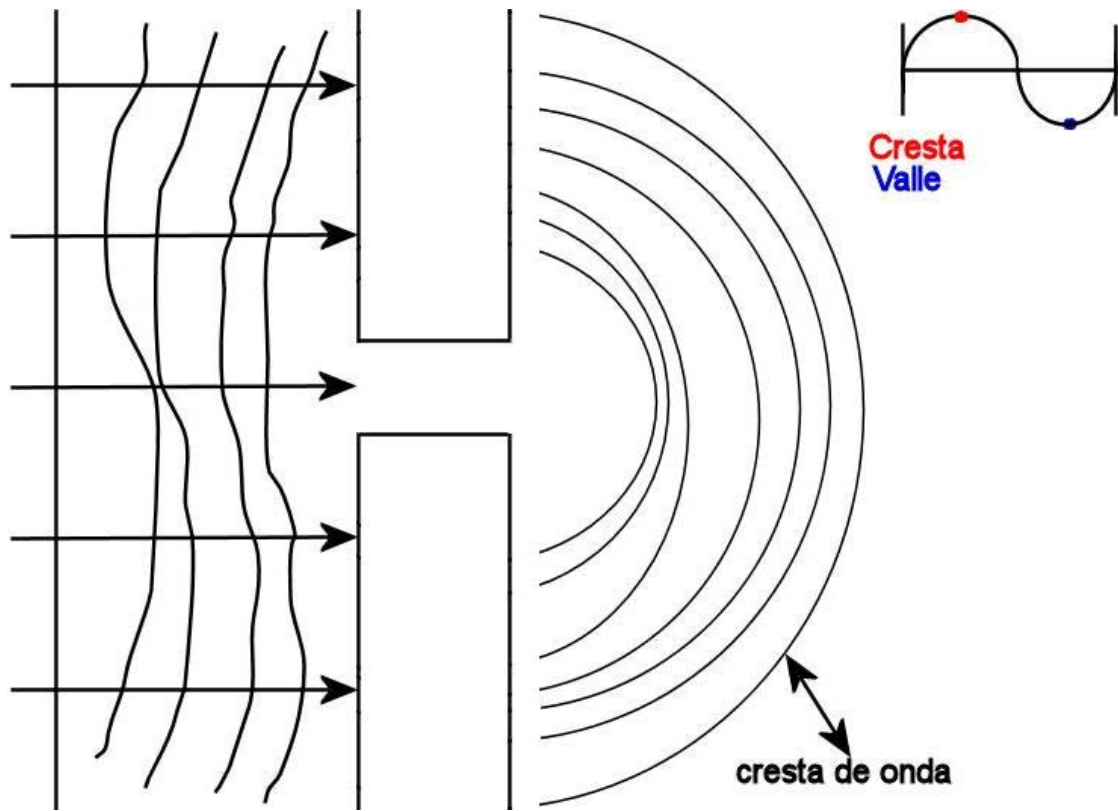
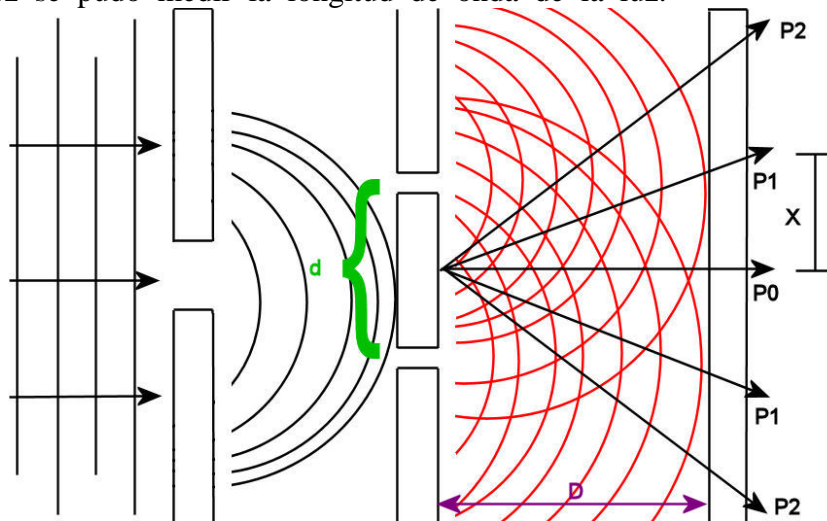


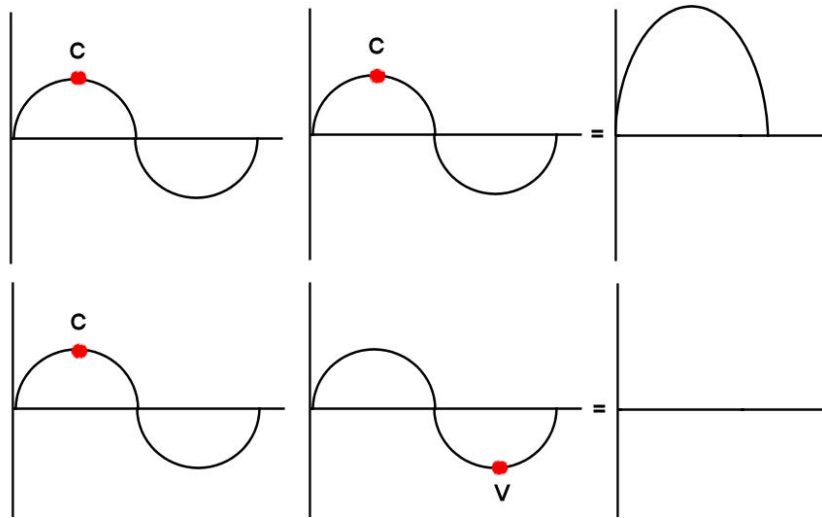
Diagrama de la difracción de las ondas en una pequeña abertura, “principio de Huggens”.

La prueba crucial entre la teoría crepuscular de Newton y la teoría ondulatoria de Huggens se efectuó en 1801 con el científico Tomas Young al explicar la interferencia de las ondas; el experimento de Young fue importante por que por primera vez se pudo medir la longitud de onda de la luz.

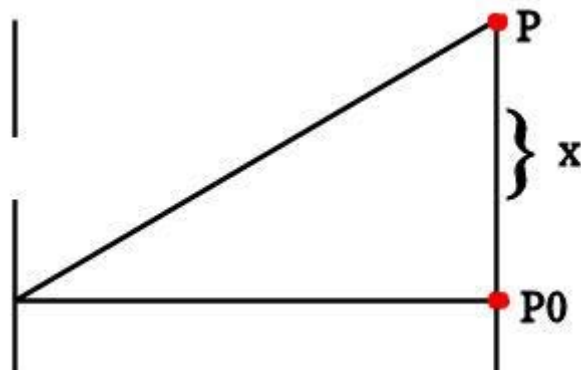
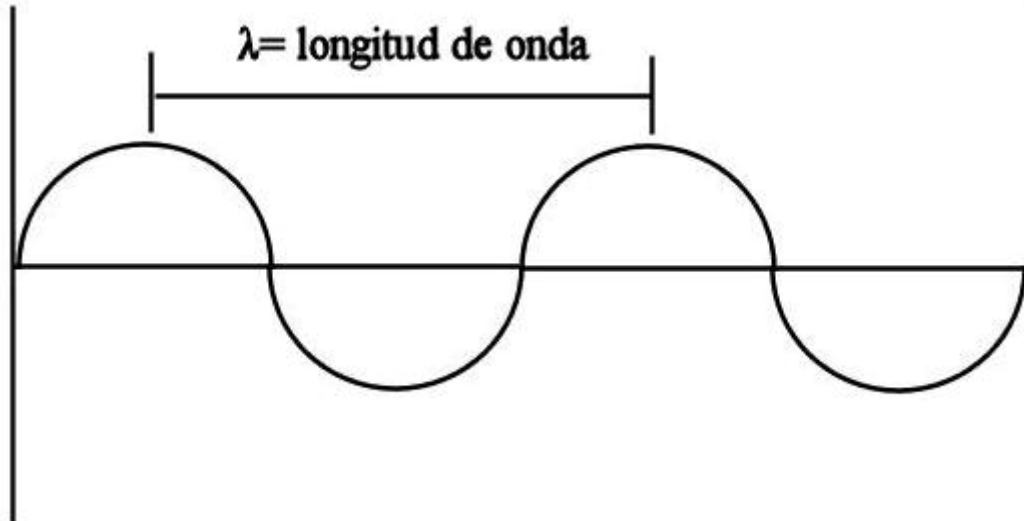




Interferencia de ondas



Longitud de onda





La longitud de onda viene dada por la formula:

$$\lambda = x (d/D)$$

Donde:

λ = longitud de onda.

d = distancia entre los centros de las ranuras.

D = distancia entre las pantallas en donde se forma la interferencia de amplificación de onda.

X= distancia entre los rayos luminosos

Color	Longitud de onda λ cm	Promedio cm.
Rojo	0.000070 – 0.000062	6.6×10^{-5} longitud mayor
Naranja	0.000062 – 0.000060	6.1×10^{-5}
Amarillo	0.000060 – 0.000058	5.9×10^{-5}
Verde	0.000058 – 0.000050	5.4×10^{-5}
Azul	0.000050 – 0.000044	4.7×10^{-5}
Violeta	0.000044 – 0.000040	4.2×10^{-5} longitud menor

La luz infrarroja tiene una longitud de onda mucho mayor que el rojo y el ultravioleta tiene una longitud de onda mucho menor que el violeta.

Interferómetro de Michelson

Es un aparato óptico que emplea el principio de la interferencia de dos haces de luz; con la finalidad de medir longitudes de onda de la luz de diferentes fuentes; siendo este un método muy exacto.

Utilizando el interferómetro se saben las longitudes de onda exactos de cierta fuente de luz y con ello se pueden medir distancias con gran exactitud.

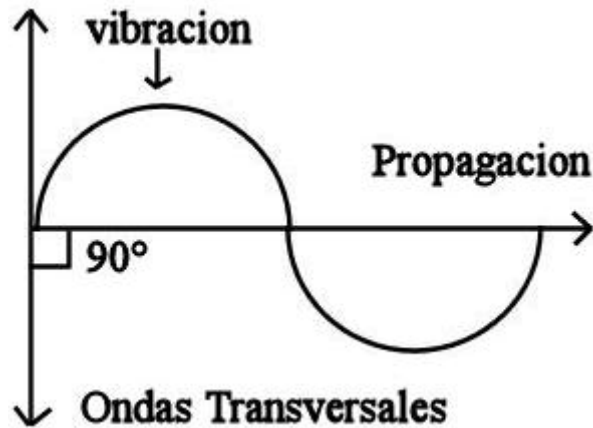
Por ejemplo; se a determinado el metro patrón en función de la longitud de onda de la luz naranja de una lampara de argon.

$$\lambda = 6057.80 \times 10^{-7} \text{ m} = 0.000605780\text{m}$$

Polarizacion de la luz

Los experimentos de la difracción y la interferencia de la luz se consideran generalmente como prueba de que la luz es un movimiento ondulatorio. El tipo de onda que tiene la luz lo vimos ilustrado por medio del fenómeno de difracción; la polarizacion de la luz nos demuestra que es un movimiento transversal.

Las ondas transversales tienen vibraciones formando rectas perpendiculares a la dirección de propagación; además suponemos que un haz de luz ordinaria consiste en millones de ondas, cada una con su propio plano de vibración y habiendo ondas vibrando en todos los planos con igual probabilidad.

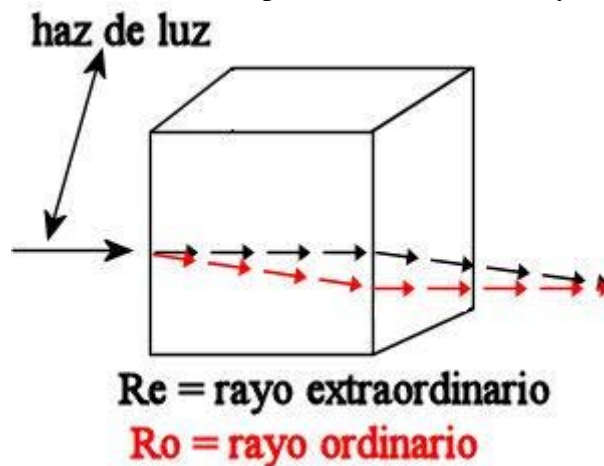


Si por un medio todas las ondas de un haz de luz se hacen vibrar en planos paralelos se dice que la luz esta polarizada en un plano.

Doble refracción

Existen algunas sustancias cristalinas tales como la calcita, cuarzo, mica, azúcar, topacio, selenita, hielo y aragonita que presentan el fenómeno de doble refracción.

En este fenómeno se refractan 2 rayos, uno de estos rayos obedece las leyes ordinarias de refracción llamándose rayo ordinario, mientras que el otro rayo se refracta de una forma extraordinaria, por ello es llamado rayo extraordinario.



Polarización por absorción selectiva.

Cuando la luz ordinaria entra en un cristal de turmalina ocurre la doble refracción, pero con la diferencia de que el rayo ordinario es absorbido mientras que el rayo extraordinario sale adelante; a esto se le llama absorción selectiva.

La dispersión y el azul del cielo.

El azul del cielo y el rojo del atardecer se debe a un fenómeno llamado dispersión, cuando la luz pasa a través de la atmósfera de la tierra las moléculas del aire recogen mucha luz y vuelven a emitirla en alguna otra dirección.

Experimentalmente se observa que las ondas mas cortas son dispersadas mas fácilmente que las largas, es decir la dispersión es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda.

$$D = K(1/\lambda^4)$$



Donde:

K = constante

λ = longitud de onda

es decir que son dispersadas 10 veces más fácilmente las ondas cortas de la luz violeta que las ondas largas de la luz roja. El atardecer rojo se debe a que las finas partículas de polvo dispersaron rápidamente las ondas violetas y quedan solo las ondas de la luz roja.

Electricidad en reposo.

Tales de Mileto (624 a.C. – 546 a.C.) observó que el ámbar llamado electrón, previamente frotado atrae pequeños materiales fibrosos y pedacitos de paja. A principios del siglo XVII William Gilbert descubrió que muchas sustancias podrían electrificarse por frotamiento, a este efecto se le llamo Eléctrico.

Atracción electrostática.

La palabra electrostática significa electricidad en reposo y la palabra atracción se refiere a la fuerza ejercida por un cuerpo sobre otro, estando separados por alguna distancia.

Por ejemplo, un peine ordinario de caucho duro que pase entre los cabellos se carga con electricidad y atrae en la misma forma objetos ligeros, en ocasiones puede verse saltar una chispa.

Ley general de las cargas:

Las cargas iguales se repelen y las contrarias se atraen.

Teoría de la electrización:

Todas las sustancias están formadas por átomos y moléculas, cada átomo contiene un núcleo cargado positivamente, debido a los protones; al rededor de cada núcleo hay partículas cargadas negativamente, llamadas electrones.

Cada átomo de una sustancia es eléctricamente neutro en su estado normal por que tiene cantidades iguales de cargas positivas y negativas.

Hay átomos y moléculas que tienen una afinidad o atracción para adquirir electrones adicionales; por ejemplo el caucho o el ámbar al ser frotados con la piel.

El electroscopio es un instrumento que sirve para medir el potencial eléctrico de un cuerpo cargado. Si se acerca a un cuerpo con carga positiva, hará que la hoja de oro caiga; el acercamiento de un cuerpo con carga negativa la hará subir.

Conductores y aislantes:

Los metales son buenos conductores y los no metales son malos conductores.

Los peores conductores son llamados generalmente aislantes o no conductores.



Conductores: níquel, platino, hierro, mercurio, plata, aluminio, cobre, oro.
No conductores: vidrio, ámbar, hule, mica, azufre, porcelana, papel, seda.

La diferencia entre un conductor y un aislante o “dieléctrico” es que en el conductor hay electrones libres, mientras que en el aislante todos los electrones están fuertemente ligados a sus respectivos átomos.

Las sustancias que no son ni buenos ni malos conductores, se llaman semiconductores. Los electrones en estas sustancias solo pueden ser movidos por una fuerza considerable.

Ley de las fuerzas electrostáticas.

Ley de Coulomb.

La fuerza que actúa entre 2 cargas es directamente proporcional al producto de las mismas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias entre ellas, es decir:

$$F=K(QQ'/d^2)$$

Donde:

F= fuerza (Newtons)

K=constante de proporcionalidad

Q y Q'= cargas eléctricas (Columbios)

d = distancia entre las cargas (metros)

La constante de proporcionalidad es:

$$K= 9 \times 10^9 \text{ newton- metro}^2/\text{columbio}^2$$

Un columbio es la cantidad de carga eléctrica que fluye por cualquier punto de un alambre en un segundo, produce una corriente de un amperio.

$$1 \text{ columbio} = 6.24 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

Los electrones son todos iguales con una cantidad de carga de:

$$e = 1.6019 \times 10^{-19} \text{ columbios}$$

El campo electroestático es el espacio que rodea a un cuerpo cargado, la intensidad del campo electroestático en cualquier punto cercano a un cuerpo es igual a la fuerza ejercida sobre una unidad de carga positiva colocada en ese punto.

En mecánica se define el trabajo como fuerza por distancia; el equivalente de esta ecuación es la diferencia de potencial (V)

$$V=(E)(d)$$



Donde:

V= diferencia de potencial (voltios)

E= intensidad del campo electrostático (voltios/metro o newtons/ columbios)

d= distancia (metros)

cuando se coloca una carga Q en un campo electrostático de intensidad E sufrirá una fuerza que viene dada por:

$$F= (Q)(E)$$

Electricidad en movimiento.

Para hacer que fluya continuamente una corriente de electrones por un alambre debe disponerse de un abastecimiento continuo de electrones en un extremo y un abasto continuo de cargas positivas en el otro.

Para lograr esto; existen 2 métodos: el uso de una batería que transforma la energía química en eléctrica y el uso de un generador eléctrico que transforma la energía mecánica en eléctrica.

Al flujo de corriente eléctrica en un alambre, se le llama corriente de electrones o electrónica (circula de (-) a (+)); y es la cantidad de carga en cada unidad de tiempo.

$$I= Q/t$$

Donde:

I = intensidad de corriente eléctrica (amperios)

Q = carga eléctrica (columbios)

t = tiempo (segundos)

Ley de Ohm:

La relación entre la diferencia del potencial y la corriente de electrones en un circuito es constante; esta constante de proporcionalidad es la resistencia eléctrica.

La corriente eléctrica en un circuito es directamente proporcional a la diferencia del potencial en inversamente proporcional a la resistencia del circuito, es decir:

$$R=V/I$$

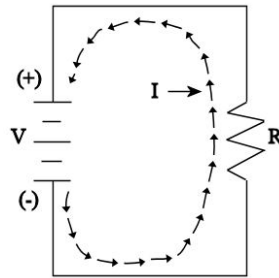
Donde:

R= resistencia (ohmios)

V= diferencia de potencial (voltios)

I = intensidad de corriente eléctrica (amperios)

La resistencia se define como la oposición presentada al flujo de corriente por un circuito.



1° Ley de Kirchoff: circuito en serie

$$V=V1 + V2 + V3 + V4....etc.$$

2° Ley de Kirchoff: circuito en paralelo

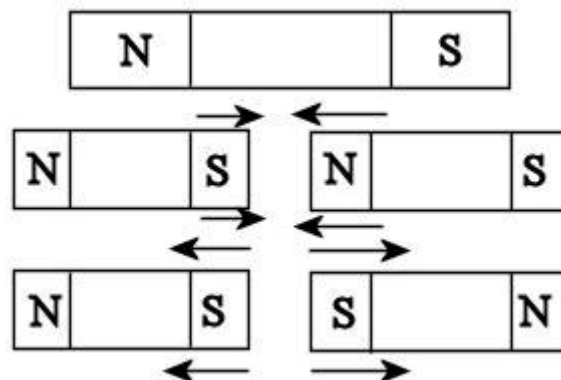
$$I= I 1 + I 2 + I 3 + I 4.... Etc.$$

Magnetismo.

La idea de usar una piedra imán como brújula es muy vieja; actualmente consta de una aguja recta de acero que ha sido magnetizada y montada con libertad de girar sobre una varilla con punta.

Los imanes mas potentes se hacen con una aleación que contiene aluminio, cobalto, níquel y hierro. El hierro puro a veces es llamado hierro dulce, no conserva su magnetismo, pero se usa en la construcción de los electroimanes. Los imanes permanentes tienen aplicaciones en la brújula, el receptor telefónico y el altavoz de la radio.

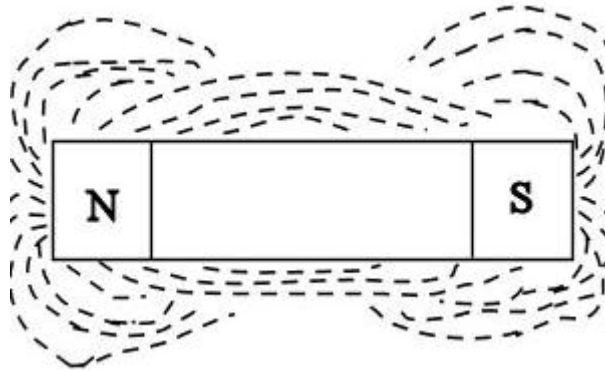
Entre los materiales que no sufren el efecto del magnetismo esta el aluminio, cobre, plata, oro, madera, vidrio, papel, etc. Las sustancias que son atraídas levemente son el níquel y el cobalto, el hierro es muy superior a todos los demás por su calidad magnética.





Campo magnético.

Es el campo o espacio que rodea a cada imán; no es visible pero puede demostrarse que existe.



El campo magnético de la tierra.

Los dos polos magnéticos de la tierra no coinciden con los polos norte y sur geográficos por lo que se refiere a su nombre magnético o polaridad, el polo sur magnético es el polo norte y viceversa.

Aun no se comprende la causa del magnetismo terrestre, puede deberse a los grandes depósitos de minerales de hierro o tal vez a las grandes corrientes eléctricas que fluyen en torno a la tierra que están relacionados con la rotación misma.

Declinación magnética.

El ángulo en que se desvía la brújula del norte geográfico recibe el nombre de ángulo de declinación, las líneas irregulares mas o menos verticales unen los puntos de declinación y se llaman líneas isogónicas. La línea que une los puntos donde la brújula señala al norte verdadero tiene 0° de declinación y se llama línea agónica.

Inclinación magnética.

Es la inclinación de la aguja de una brújula con respecto a la horizontal o superficie de la tierra; en los polos magnéticos el ángulo de inclinación de la aguja es de 90° es decir, tiene una posición vertical, en los mapas magnéticos se unen todos los que tienen la misma inclinación magnética mediante unas líneas que se llaman isoclinitas.

La fuerza o intensidad del campo magnético es expresado en Webbers/ m^2 en el sistema MKS y en Gauss en el sistema CGS.

La magnetización es la propiedad que tiene los materiales de comportarse como un nuevo imán; esto se logra por inducción, por contacto o por frotamiento.

Teoría molecular del ferromagnetismo

Un trozo de hierro consiste en millares de pequeños imanes elementales, estos imanes microscópicos (ultra); pueden consistir en átomos o moléculas individuales para formar cristales elementales de hierro.



Magnetismo

Efectos de la corriente eléctrica.

La corriente eléctrica genera 5 efectos generales: efecto térmico, magnético, mecánico, luminoso, y químico.

Efecto térmico de la corriente:

Cuando circula una corriente eléctrica por un alambre, se genera calor y aumenta la temperatura del mismo; los factores que permiten esto son la resistencia del alambre, la intensidad y el tiempo.

$$\text{Calor} = K I^2 R t$$

Donde:

K= factor de proporcionalidad (0.24 cal/julios)

I= intensidad de corriente (amperios)

R= resistencia (ohmios)

t = tiempo (segundos)

La ecuación anterior es conocida como la “Ley de Soule”.

Efecto magnético.

Este experimento fue descubierto por Oesterd, quien encontró la relación que existe entre la electricidad y el magnetismo; ambos se rigen por la regla de la mano izquierda. Oesterd demostró que se forma un campo magnético (círculos concéntricos) al rededor de cualquier alambre que lleve una corriente eléctrica.

Si se sostiene el selenoide o bobina con los dedos de la mano izquierda al rededor de la bobina señalando la dirección en que va la corriente de electrones, el dedo pulgar señala la dirección de las líneas internas de inducción y el polo norte.

Si se coloca en el centro de una bobina una barra de hierro dulce entonces se produce un poderoso imán llamado electroimán.

Efecto mecánico.

En 1821 Michael Faraday descubrió que cuando se coloca un alambre que lleva corriente en el campo de un imán se ejerce una fuerza mecánica sobre el alambre, este es el principio en el que se basa el motor eléctrico.

Corrientes eléctricas inducidas.

Faraday descubrió que si se induce una barra imantada dentro de una bobina se genera una corriente eléctrica o FEM (fuerza electromotriz).

Existen generadores de corriente continua como por ejemplo las pilas, donde no varía la corriente, también existen generadores de corriente eléctrica donde se llega a un voltaje máximo y un voltaje mínimo (cero).

El voltaje máximo se obtiene cuando la bobina esta en paralelo al campo magnético y se define por la ecuación:



$$V_{\text{max}} = NBA\omega$$

Donde:

N = número de vueltas de la bobina.

B = inducción magnética (webers/m²)

A = área de la bobina (m²).

ω = velocidad angular (radianes, segundos)

La variable “ ω ” está regida por la fórmula

$$\omega = 2\pi f$$

Donde:

f = frecuencia (ciclos por segundo)

El descubrimiento de los electrones.

Los electrones se descubrieron gracias a la fabricación de tubos de descargas con gases, el primero fue construido por Heinrich Geissler.

Sir William Crookes, diseñó un tubo de rayos catódicos y observó que salía un rayo de la terminal negativa del tubo llamado cátodo, y se dirigía a la positiva llamado ánodo, a este rayo le llamo catódico y se dio cuenta que tiene una cantidad de movimiento que dependía de su masa y de su velocidad, por que estos rayos movían un pequeño rehilete dentro del tubo.

En 1895 Jean Perrin descubre en París que los rayos catódicos son partículas con carga negativa.

Los experimentos de Millikan en 1909 dieron la carga mínima de un electrón y su masa, también se pudo calcular la velocidad que puede adquirir un electrón al someterse a un potencial eléctrico

Electrón = 1.6019×10^{-19} coulombios.

Masa = 9.1072×10^{-31} kg.

Los experimentos de J. J. Thomson con rayos catódicos logran descubrir que la velocidad de los electrones depende del potencial aplicado entre el ánodo y el cátodo, cuanto más alta es la tensión, mayor es la velocidad del electrón.

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

Donde:

Ve = potencial acelerador (voltios)

m = masa (kilogramos)

v = velocidad (m/s)

e = carga de partículas (coulombios)

De esta fórmula podemos obtener la velocidad del electrón despejándola de esta manera.

$$v = \sqrt{2Ve/m}$$



El descubrimiento de los átomos.

Goldstein construyó un tubo especial de descargas, haciéndole un agujero al cátodo, descubrió en este unos rayos llamados: rayos canales.

En 1896 W. Wien desvió un haz de rayo canal por medio de un campo magnético y se dio cuenta de que estos rayos eran positivos, se calculó la carga de los iones positivos y se descubrió que esta es igual a la carga del electrón, pero de signo contrario.

$$\text{Ion (+)} = + e = + 1.6019 \times 10^{-19} \text{ (columbios)}$$

En 1911 J. J. Thomson desarrolló un método para medir las masas relativas de diferentes átomos y moléculas, este método utiliza la desviación de los rayos positivos en un campo magnético y el aparato que lo hace se llama espectrógrafo de masas de Thomson.

Las conclusiones principales de Thomson son:

- A. Los rayos positivos o rayos canal son átomos o moléculas cargadas del gas, dentro del tubo.
- B. Las moléculas de hidrógeno y oxígeno tienen 2 veces el peso de sus átomos simples, por lo que son diatómicas.
- C. El monóxido de carbono está formado por moléculas diatómicas, cada una de las cuales pesa la suma de los pesos de sus átomos.

Los elementos químicos.

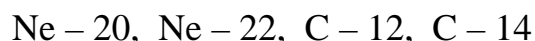
Un elemento químico es una sustancia compuesta por átomos con propiedades químicas idénticas, actualmente las encontramos registradas en la tabla periódica.

Cada elemento posee un determinado número de protones, a este número se le llama "número atómico", el peso atómico es el peso promedio de todos los isótopos de un elemento y se miden en gramos.

El número de masa se define como el número entero más cercano a la masa real de un isótopo, se mide en unidades atómicas de masa (uam), la unidad atómica de masa se define como 1/16 de la masa de un átomo de oxígeno.

Isótopos: son aquellos átomos de diferente peso o masa que corresponden al mismo elemento.

Ejemplo:



Isóbaros: son átomos que tienen la misma masa pero que pertenecen a diferentes componentes químicos.

Ejemplo:





El átomo de Thomson.

Thomson propuso un modelo atómico conocido como el budín de ciruelas, esta estructura estaba conformada por capas de electrones en una carga positiva.

En 1913 Niels Bohr propuso una nueva teoría del átomo de nitrógeno, él creía que se encontraba un núcleo con carga positiva (+ e) y girando al rededor de él un electrón con carga negativa (- e) y su orbita era circular de radio (r).

Bohr por medio de ecuaciones logro determinar la velocidad del electrón en cualquier orbita, también calculo el radio de las orbitas y la energía que desprenden los electrones en una emisión de luz cuando estos salían de una orbita a otra.

$$m v r = n (h/2\pi)$$

$$v = n h / m r 2 \pi$$

$$r = n^2 h^2 / 4 \pi^2 m e^2 K$$

Donde:

v = velocidad (m / s²)

n = numero cuántico principal (# de orbita)

h = constante de Planck (6.62 x 10 julios/seg.)

m = masa del electrón

r = radio de la orbita circular

K = constante gravitacional electrostática (9 x 10 Nm²/ columbios)

e = carga del electrón (1.60 x 10 columbios)

Cuando el electrón se desprende completamente de un átomo se dice que este queda ionizado; mientras que cuando es forzado a pasar a otra orbita exterior se dice que el átomo a sido excitado.

Según Bohr en cada capa u orbita del átomo cabe un determinado numero de electrones según la ecuación “2n²”, por ejemplo en la cuarta orbita existen “2n²” electrones es decir:

$$2(4)^2 = 2(16) = 32 e$$

En 1924 el físico francés De Broglie derivo una ecuación pronosticando que todas las partículas atómicas tienen una onda de longitud definida, asociadas con ellas; esto se debe a que los electrones y protones giran como trompos.

$$\lambda = h / m v$$

Donde:

λ = longitud de onda. (amstrongs) = 1m = 1 x 10 = 1Å

h = constante de Planck.

m = masa de las partículas. (Kg.)

v = velocidad de las partículas.



Radioactividad.

Se define como la desintegración espontánea del núcleo de 1 o mas átomos; en 1896 Beckerel encontró cierta sal de uranio que producía cierta clase de rayos que pueden atravesar varias capas de papel.

En 1898 Pedro y Marie Curie descubren el polonio y el radio, siendo estos también elementos radioactivos.

Rutherford y sus colaboradores descubrieron que estos rayos penetrantes eran de 3 clases definidos, estos rayos se logran descubrir por la desviación en un campo magnético.

Rayos alfa: (α) +

Rayos beta: (β) -

Rayos gama: (γ)

Los rayos alfa son partículas doblemente ionizadas; son núcleos de helio, los rayos beta son electrones a grandes velocidades y los rayos gamma también llamados fotones son ondas electromagnéticas de frecuencia igual o ligeramente menor que los rayos X.

Rutherford se dio cuenta que las partículas alfa son un agente ionizador poderoso, mientras que los rayos gamma no lo son.

Transmutación por desintegración simultanea.

Cuando se desintegra un átomo de radio lanza partículas alfa y pierde una carga positiva doble; se dice entonces que se ha efectuado una desintegración, cuando el radio sufre esta desintegración se convierte en un nuevo átomo llamado "radon" entonces decimos que ocurrió una transmutación.

Periodo de vida media.

Es el tiempo necesario para que la mitad de una cantidad dada de un elemento radioactivo se desintegre en un elemento nuevo. Por ejemplo la vida media del radio para que este se convierta en radon es de 1600 años. La desintegración de núcleos radioactivos se escribe en forma de ecuaciones, llamadas reacciones nucleares.

Colisiones atómicas y desintegraciones nucleares.

Rutherford se dio cuenta que la partícula (α) altamente ionizadora también penetraba fácilmente en los átomos de otras sustancias, ocasionando la desintegración del átomo.

En 1932, Chadwick, demostró que los rayos penetrantes tenían partículas con carga positiva (+) y otras partículas sin carga que él les llama neutrones, se dio cuenta también que los neutrones son más rápidos y tienen una penetración más grande que las partículas alfa; por que los neutrones no se detienen a ionizar átomos.



Ahora sabemos que el núcleo de un átomo contiene 2 partículas; los protones y los neutrones a los cuales se les asigno una masa unitaria, el neutron no tiene carga y los protones tiene carga positiva. Para encontrar el numero de neutrones que tiene un núcleo atómico, se calcula por la diferencia entre la masa atómica menos el numero atómico.

Los núcleos de todos los elementos ya sean estables o radiactivos son llamados nuclidos. Todos los nuclidos están compuestos por nucleones es decir protones y neutrones.

La masa es una forma de energía, esto lo demostró Einstein al formular la ecuación que explica la desintegración atómica, la ecuación de la masa y la energía es:

$$e = mc^2$$

Donde:

e = equivalencia de la masa en energía. (julios)

m = masa. (kilogramos)

c = velocidad de la luz en el vacío.

La aniquilación de la masa es entonces una fuente insospechable de energía, para encontrar la equivalencia entre la energía de masa, la energía de los rayos gamma y la energía cinética se obtiene de la siguiente igualdad múltiple.

$$e = mc^2 \Rightarrow hv = \frac{1}{2} (mv^2) \Rightarrow Ve \text{ (voltios - electrón)}$$

La unidad que se utiliza cuando se trata del desprendimiento de energía por aniquilación de masa es el millón de electrón – voltio o “mega electrón – voltio” (Mev)

La aniquilación de una unidad de masa atómica es de 931 Mev.

Rayos cósmicos.

Las observaciones experimentales hacen ver que los rayos cósmicos que entran a nuestra atmósfera están compuestos casi exclusivamente por núcleos atómicos de carga positiva. Las 2/3 partes de estos rayos cósmicos llamados primarios son protones, la otra tercera parte (1/3) son partículas alfa y una pequeñísima cantidad de núcleos de carbono, nitrógeno, oxígeno y hierro.

Al entrar en la atmósfera una partícula primaria de gran energía choca con otro núcleo atómico, rompiéndose una o las 2 partículas en varios fragmentos nucleares mas pequeños, estas partículas de velocidad elevada chocan a su vez con otros núcleos, dividiendo mas su energía para producir otras partículas muy rápidas, estas ultimas partículas son llamadas rayos cósmicos secundarios.

Uno de los resultados de los choques entre los rayos cósmicos es la creación de rayos gamma de alta frecuencia y gran penetración; clasificados también como rayos cósmicos secundarios.



El positrón o electrón positivo fue descubierto en 1935 por Anderson, fotografiando huellas de rayos cósmicos en una cámara de niebla, la razón de que no fueran descubiertos antes es que no duran mucho tiempo en estado libre. Tan pronto como un positrón encuentra a un electrón los dos son aniquilados.

Existen pruebas de que cuando un positrón y un electrón se acercan uno al otro, se combinan girando uno al rededor del otro como una estrella doble, a estos pares se les llama positrinos; tienen una vida muy corta por que se desintegran completamente y se crean rayos gamma si es que giran en direcciones opuestas.

Los mesones son descubiertos en 1938, en los rayos cósmicos, estas son partículas con carga que tienen una masa 100 veces mayor a la masa de un electrón, sin embargo, mas ligera que el protón; se producen en las capas superiores de la atmósfera por los choques de los rayos cósmicos con los núcleos atómicos en el aire.

Cuando los mesones se desintegran forman rayos gamma, electrones y posiblemente alguna otra partícula aun no observada llamada neutrino.

Transformación de los elementos.

Muchos experimentos han demostrado que los productos de desintegración que deben buscarse son protones, partículas alfa, neutrones, rayos gamma, electrones y mesones. Estas transmutaciones liberan energía debido a la desintegración atómica; muchas de ellas producen átomos inestables químicamente o radioactivos.

El núcleo atómico.

La desintegración de diferentes núcleos se puede producir por distintas clases de partículas con diferentes cantidades de energía; ahora comprendemos que el núcleo esta conformado por tan solo neutrones y protones (nucleones).

Si calculamos por separado la suma de la masa de cada uno de los nucleones que tienen un nuclido y lo comparamos con la masa registrada del mismo nuclido encontraremos entonces una diferencia de masa en “u.a.m.” esto no se debe a una medida inexacta, si no que esta “u.a.m.” convertida en “Mev” es la energía de aniquilación que liga a las partículas subatómicas o nucleones.

Un método informativo de presentar las diferencias de masa y las energías de unión de los nucleones estables es por medio de la ecuación llamada “fracción de empaado”:

$$P = m - A / A$$

Donde:

P = diferencia entre la masa promedio del núcleo.

m = masa del nuclido (protones y neutrones)

a = numero de masa (masa atómica del elemento)