

C.-TEMA: FISICA MODERNA

1.- Estudio y su categoría.

Historia: La física moderna comienza desde comienzos del **siglo XX**, cuando el alemán **Max Planck**, investiga sobre el “cuanto” de energía, Planck decía que eran partículas de energía indivisibles, y que éstas no eran continuas como lo decía la física clásica, por ello nace esta nueva rama de la física que estudia las manifestaciones que se producen en los átomos, los comportamientos de las partículas que forman la materia y las fuerzas que las rigen. (También se le llama física cuántica).

En **1905**, **Albert Einstein**, publicó una serie de trabajos que revolucionaron la física de ese entonces, que trataban de “La dualidad onda-partícula de la luz”, “La teoría de la relatividad” entre otros, además, años más tarde se descubre por medio de telescopios la existencia de otras galaxias, la superconductividad, el estudio del núcleo del átomo, y otros, logran que años más tarde, surgieran avances tecnológicos, como la invención del televisor, los rayos x, el radar, fibra óptica, el computador etc.

Casi todo lo planteado en el siglo XIX, fue puesto en duda y al final fue remplazado durante el siglo XX, de esta misma manera puede ocurrir ya que existen investigaciones más complejas, y los nuevos conocimientos que se irán adquiriendo durante este nuevo siglo.

La intensidad de la radiación emitida por un cuerpo negro con una temperatura T viene dada por la **ley de Planck**:

$$I(\nu) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{\exp(h\nu/kT) - 1}$$

Donde $I(\nu) \delta\nu$ es la cantidad de energía por unidad de área, unidad de tiempo y unidad de ángulo sólido emitida en el rango de frecuencias entre ν y $\nu+\delta\nu$; h es una constante que se conoce como constante de Planck, c es la velocidad de la luz y k es la constante de Boltzmann.

La longitud de onda en la que se produce el máximo de emisión viene dada por la ley de Wien y la potencia emitida por unidad de área viene dada por la ley de Stefan-Boltzmann.

Por lo tanto, a medida que la temperatura aumenta el brillo de un cuerpo cambia del rojo al amarillo y el az.

F 1 Categorías: electricidad y electronica

Física moderna / cuerpo negro Física moderna / Dualidad onda-corpúsculo
Física moderna / Efecto de Compton Física moderna /Efecto Foto eléctrico
Física moderna / La fusión Nuclear Física moderna / Laseres
Física moderna / Masa y Energia Física moderna / Modelo atómico de Bohr
Física moderna / Principio de incertidumbre de Heisenberg
Física moderna / Protón, electrón, neutron
Física moderna / Reacciones nucleares/La fusión nuclear
Física moderna / Desintegración radioactividad /Núcleos inestables.

F 2 Leyes

Ley de Planck, Las leyes de Newton, Pascal, Arquímedes, Torricelli, Boyle y Mariotte, Bernoulli, Venturi, Jurin, Carnot, Coulomb, Joule, Kirchooff, Ohm, Lenz (inducción Foucault, Las ecuaciones de Maxwell, Experimentos de Michelson-Morley, Transformación de Lorenz, Teoría del campo magnético, Teoría solenoide, Teoría gravitatoria, Teoría de la relatividad, Fenómenos de inducción, Efectos electromagnéticos, Efecto Doppler, Descubrimiento del átomo; J.J:Thomson electrón;),Ernest Rutherford(núcleo del átomo),James Chadwick;modelo atómico, Henri Becquerel(uranio emite radiación),Charles Wilson(cámara de niebla),Cambridge(radiación), y otras teorías en universidades expuestas al presente.

Definiciones: de Física moderna La física es la ciencia de la naturaleza en un sentido muy amplio. Estudia las propiedades de la energía, el tiempo, el espacio y sus interacciones. En sí, se encarga de los fenómenos que se producen a la velocidad de la luz o valores cercanos a ella o cuyas escalas espaciales son del orden del tamaño del átomo o inferiores.

Significado de física: orden literario es una ciencia que estudia fenómenos físicos que no modifican la naturaleza de los cuerpos.

Signos: Leyes establecidas en sus materias históricas tales como; hidrostática (materia y sus estados), hidrodinámica, acustica, termología, optica, teroria de campos, efecto relativista física atómica nuclear.

2.- La aplicación de las ramas de física:

Física/Acústica

Física/Acústica/Batimiento

Física/Acústica/Efecto Doppler (sonido)

Física/Acústica/Onda sonora

Física/Acústica/Propagación del sonido

Física/Acústica/Sonido

Física/Acústica/Sonoridad
Física/Acústica/Velocidad del sonido
Física/Calorimetría
Física/Calorimetría/Calor, una forma de energía
Física/Calorimetría/Capacidad calorífica
Física/Calorimetría/Equilibrio térmico. Ley de las mezclas
Física/Calorimetría/Propagación del calor
Física/Campo gravitatorio
Física/Campo gravitatorio/Centro de gravedad
Física/Campo gravitatorio/Energía potencial en un campo gravitatorio
Física/Campo gravitatorio/Leyes de Kepler
Física/Cinemática
Física/Cinemática/Aceleración
Física/Cinemática/Cinemática del punto
Física/Cinemática/Velocidad
Física/ Definición de la Física
Física/Dinámica de rotación
Física/Dinámica de rotación/Momento angular
Física/Dinámica de rotación/Rotación de un sólido
Física/Dinámica de rotación/Teorema de Steiner
Física/Dinámica/Dinámica de los sistemas de puntos
Física/Dinámica/Dinámica del punto
Física/Dinámica/Leyes de Newton
Física/División de la Física
Física/Ejercicios de Física General
Física/El estado gaseoso
Física/El estado gaseoso/Comprobaciones experimentales. Ley de Boyle-Mariotte
Física/El estado gaseoso/Difusión
Física/El estado gaseoso/Gases reales
Física/El estado gaseoso/Modelo ideal de un gas
Física/El estado gaseoso/Teoría cinético molecular de gases ideales

F cont.

- Física/Electricidad y electrónica/Ley de Ohm
- Física/Electromagnetismo
- Física/Electromagnetismo/Electroscopio
- Física/Enlaces

- Física/Estructura de la materia
- Física/Estructura de la materia/Dilatación
- Física/Estructura de la materia/Estados de la materia
- Física/Estructura de la materia/Presión
- Física/Estructura de la materia/Termómetros
- Física/Estática
- Física/Estática/Equilibrio y reposo
- Física/Estática/Rozamiento
- Física/Estática/Tipos de equilibrio
- Física/Fenómenos superficiales de los líquidos
- Física/Fenómenos superficiales de los líquidos/Capilaridad
- Física/Fenómenos superficiales de los líquidos/Fuerzas de cohesión
- Física/Fenómenos superficiales de los líquidos/Tensión superficial
- Física/Física avanzada
- Física/Hidrodinámica/Principio de Bernoulli
- Física/Introducción a la Física
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Campos y energía potencial
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Descomposición de la energía cinética
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Energía
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Impulso
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Principio de conservación de la cantidad de movimiento
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Principio de conservación de la energía
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Principio de conservación del momento angular
- Física/Magnitudes mecánicas fundamentales/Trabajo, potencia
- Física/Mecánica Newtoniana
- Física/Moderna /Reacciones nucleares/La fusión nuclear
- Física/Moderna/Desintegración radiactiva/Núcleos inestables
- Física/Preliminares

F cont.

Física/Propiedades de los fluidos

Física/Propiedades de los fluidos/Ecuación fundamental de la hidrostática

Física/Propiedades de los fluidos/Hidrostática

Física/Propiedades de los fluidos/Presión hidrostática

Física/Propiedades de los fluidos/Principio de Arquímedes

Física/Propiedades de los fluidos/Principio de Pascal

Física/Sistema Cegesimal o CGS

Física/Sistema Internacional de Unidades (SI)

Física/Sistema Métrico Decimal

Física/Sistema Usual en Estados Unidos

Física/Unidades y medidas

Física/Versión para imprimir

Física/Vibraciones mecánicas/Movimiento ondulatorio

Física/Vibraciones mecánicas/Ondas estacionarias

Física/Vibraciones mecánicas/Ondas longitudinales y ondas transversales

Física/Vibraciones mecánicas/Principio de Huygens

Física/Vibraciones mecánicas/Propiedades generales de las ondas

Física/Óptica/Difracción

Física/Óptica/Discusión de la ley de la refracción

Física/Óptica/El ojo

Física/Óptica/Espejos planos

Física/Óptica/Formación de imágenes

Física/Óptica/Imágenes: sus tipos

Física/Óptica/Índice de refracción

Física/Óptica/Interferencias luminosas

Física/Óptica/Lentes

Física/Óptica/Leyes de la reflexión y de la refracción

Física/Óptica/Naturaleza de la luz

Física/Óptica/Polarización

Física/Óptica/Reflexión

Física/Óptica/Reflexión y refracción

Física/Óptica/Refracción

Física/Óptica/Refracción en una lamina y en un prisma

Física/Óptica/Velocidad de la luz

Física/Óptica/Visión binocular

Física/Óptica/Óptica geométrica y óptica física

H

O

Física/Hidrodinámica

Física/Óptica

T

Física/Hidrodinámica/Teorema de Torricelli

Física/Termodinámica

Física/Termodinámica/Introducción a la termodinámica

3.- Función científica de física moderna

Electricidad esta que puede observarse en todos los objetos donde genera movilidad, iluminación y otros cuya forma de energía producida por diversas causas, que se manifiestan por fenómenos de potencia de luz.

Caso típico del campo eléctrico es que existen entre dos polos cargados a una posición adecuada

Electronica esta puede definirse como el estudio de los electrones de la materia en movimientos (campo de fuerzas capaces de ejercer alguna influencia como lo son eléctrico magnético, estos creados en el interior de una bobina cuando, por sus espiras fluye una corriente eléctrica.

La electronica se basa en principios técnicos y física los cuales desarrollan dispositivos de comunicación interactiva provocando una revolución tecnológica (ejemplo la calculadora que utilizamos para estudiar, trabajar u cualquier otra labor cotidiana).

Cuerpo negro; es un objeto que absorbe toda la luz y toda la energía que incide sobre él. Ninguna parte de la radiación es reflejada o pasa a través del cuerpo negro. El cual emite luz y constituye un modelo ideal físico para el estudio de la emisión de radiación electromagnética.

Base Experimental; es posible estudiar objetos en el laboratorio con comportamiento muy cercano al del cuerpo negro. Para ello se estudia la radiación proveniente de un agujero pequeño en una cámara aislada. La cámara *absorbe* muy poca energía del exterior ya que ésta solo puede incidir por el reducido agujero. Sin embargo, la cavidad irradia energía como un cuerpo negro. La luz emitida depende de la temperatura del interior de la cavidad produciendo el espectro de emisión de un cuerpo negro La luz emitida por un cuerpo negro se denomina *radiación de cuerpo negro*

Notas históricas; el espectro de emisión de la radiación de cuerpo negro no podía ser explicado con la teoría clásica del electromagnetismo y la mecánica clásica. Estas teorías predecían una intensidad de la radiación a bajas longitudes de onda (altas frecuencias) infinita. A este problema se le conoce como la **catástrofe ultravioleta**.

Esta idea fue utilizada poco después para explicar el efecto fotoeléctrico. Estos dos trabajos constituyen los cimientos básicos sobre los que se asentó la mecánica cuántica. Hoy llamamos fotones a los *quanta* de Planck

Cuerpos reales y aproximación de cuerpo gris; Los objetos reales nunca se comportan como cuerpos negros ideales. En su lugar, la radiación emitida a una frecuencia dada es una fracción de la emisión ideal. La *emisividad* de un material específica cuál es la fracción de radiación de cuerpo negro que es capaz de emitir el cuerpo real. La emisividad puede ser distinta en cada longitud de onda y depende de factores tales como la temperatura, condiciones de las superficies (pulidas, oxidadas, limpias, sucias, nuevas o intemperizadas, etc.) y ángulo de emisión. En algunos casos resulta conveniente suponer que existe un valor de emisividad constante para todas las longitudes de onda, siempre menor que 1 (que es la emisividad de un cuerpo negro). Esta aproximación se denomina *aproximación de cuerpo gris*. La emisividad es igual a la *absortividad* de manera que un objeto que no es capaz de absorber toda la radiación incidente también emite menos energía que un cuerpo negro ideal

Dualidad onda-corpúsculo: El efecto fotoeléctrico fue uno de los primeros efectos físicos que puso de manifiesto la dualidad onda-corpúsculo característica de la mecánica cuántica. La luz se comporta como ondas pudiendo producir interferencias y difracción como experimento de doble rendija, pero intercambia energía de forma discreta en paquetes de energía, fotones, cuya energía depende de la frecuencia de la radiación electromagnética. Las ideas clásicas sobre la absorción de radiación electromagnética por un electrón sugerían que la energía es absorbida de manera continua. La **dualidad onda corpúsculo**, también llamada onda partícula, resolvió una aparente paradoja, demostrando que la luz y la materia pueden, a la vez, poseer propiedades de partícula y propiedades ondulatorias.

De acuerdo con la física clásica existen diferencias entre onda y partícula. Una partícula ocupa un lugar en el espacio y tiene masa mientras que una onda se extiende en el espacio caracterizándose por tener una velocidad definida y masa nula.

Actualmente se considera que la dualidad onda - partícula es un *“concepto de la mecánica cuántica según el cual no hay diferencias fundamentales entre partículas y ondas: las partículas pueden comportarse como ondas y viceversa”*.

Éste es un hecho comprobado experimentalmente en múltiples ocasiones. Fue introducido por Broglie, físico francés. En su tesis doctoral propuso la existencia de ondas de materia, es decir que toda materia tenía una onda asociada a ella. Esta idea revolucionaria, fundada en la analogía con que la radiación tenía una partícula asociada, propiedad ya demostrada entonces, no despertó gran interés, pese a lo acertado de sus planteamientos, ya que no tenía evidencias de producirse. Sin embargo Einstein reconoció su importancia por su trabajo. Su trabajo decía que la longitud de onda, λ , de la onda asociada a la materia era

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

- Donde h es la constante de Planck y p es la cantidad de movimiento de la partícula de materia. Su trabajo decía que la longitud de onda, λ , de la onda asociada a la materia era

La luz, onda y corpúsculo. Dos teorías diferentes convergen gracias a la física cuántica

Efecto de Compton: consiste en el aumento de la longitud de onda de un fotón de rayos X cuando choca con un electrón libre y pierde parte de su energía. La frecuencia o la longitud de onda de la radiación dispersada dependen únicamente de la dirección de dispersión

Relevancia: Compton quien pudo explicarlo utilizando la noción cuántica de la radiación electromagnética como cuantos de energía. Constituyó la demostración final de la naturaleza cuántica de la luz tras los estudios de Planck (el cuerpo negro) y Albert Einstein del efecto fotoeléctrico.

Efecto Compton Inverso: Cuando los fotones chocan con electrones *relativistas*, pueden ganar inverso. *Este efecto puede ser una de las explicaciones de la emisión de rayos X en supernovas, quasars y otros objetos astrofísicos de alta energía*

Efecto Foto eléctrico: consiste en la emisión de electrones por un material cuando se lo ilumina con radiación electromagnética (luz visible o

ultravioleta, en general). A veces se incluye en el término efecto fotoeléctrico dos otros tipos de interacción entre la luz y la materia

Fotoconductividad.

Es el aumento de la conductividad eléctrica de la materia o en diodos provocada por la luz.

Efecto fotovoltaico.

Transformación parcial de la energía luminosa en energía eléctrica.

La primera célula solar. Estaba formada por selenio recubierto de una fina capa de oro.

Efecto fotoeléctrico: la explicación hecha por Albert Einstein quien basó su formulación de la fotoelectricidad en una extensión del trabajo sobre los cuantos. Más tarde Robert Andrews Millikan experiencias para demostrar que la teoría de Einstein no era correcta... y demostró que sí lo era.

Formulación del efecto foto eléctrico: esta interpretación los fotones de luz tienen una energía característica determinada por la longitud de onda de la luz. Si un electrón absorbe energía de un fotón y tiene mayor energía que la necesaria para salir del material y que su velocidad está bien dirigida hacia la superficie, entonces el electrón puede ser extraído del material. Si la energía del fotón es demasiado pequeña, el electrón es incapaz de escapar de la superficie del material. Los cambios en la intensidad de la luz no cambian la energía de sus fotones, tan sólo su número y por lo tanto la energía de los electrones emitidos no depende de la intensidad de la luz incidente. Si el fotón es absorbido parte de la energía se utiliza para liberarlo del átomo y el resto contribuye a dotar de energía cinética a la partícula libre.

En principio, todos los electrones son susceptibles de ser emitidos por efecto fotoeléctrico. En realidad los que más salen son los que necesitan lo menos de energía para salir y, de ellos, los más numerosos.

En un aislante (dieléctrico), los electrones más energéticos se encuentran en la banda de valencia. En un metal, los electrones más energéticos están en la banda de conducción. En un semiconductor de tipo N, son los electrones de la banda de conducción que son los más energéticos. En un semiconductor de tipo P también, pero hay muy pocos en la banda de conducción. Así que en ese tipo de semiconductor hay que ir a buscar los electrones de la banda de valencia.

Pero eso no es todo. A la temperatura ambiente, los electrones más energéticos se encuentran cerca del nivel de Fermi (salvo en los semiconductores intrínsecos en los cuales no hay electrones cerca del nivel de Fermi). La energía que hay que dar a un electrón para llevarlo desde el

nivel de Fermi hasta el exterior del material se llama función de trabajo. El valor de esa energía es muy variable y depende del material, estado cristalino y, sobre todo de las últimas capas atómicas que recubren la superficie del material. Los metales alcalinos (sodio, calcio, cesio, etc.) presentan las más bajas funciones de trabajo. Aun es necesario que las superficies estén limpias al nivel atómico. Una de la más grandes dificultades de las experiencias de Millikan era había que fabricar las superficies de metal en el vacío.

La fusión Nuclear: Es el proceso mediante el cual dos núcleos atómicos se unen para formar uno de mayor peso atómico. No debe confundirse con el accidente de las centrales nucleares denominado "fusión del núcleo", que hace referencia a que la parte más "interna" (núcleo) del reactor nuclear se funde (se derrite) como resultado del cese de su adecuado control y refrigeración.

El nuevo núcleo tiene una masa inferior a la suma de las masas de los dos núcleos que se han fusionado para formarlo. Esta diferencia de masa es liberada en forma de energía. La energía que se libera varía en función de los núcleos que se unen y del producto de la reacción. La cantidad de energía liberada corresponde a la fórmula $E = mc^2$, donde m es la diferencia de masa observada en el sistema entre antes y después de la fusión y "c" es la velocidad de la luz (300.000 km/s).

Los núcleos atómicos tienden a repelerse debido a que están cargados positivamente, de forma que cuanto más cerca estén más intensas es la fuerza repulsiva. Pero también ocurre otro proceso: existen fuerzas nucleares atractivas que son extremadamente intensas a distancias muy pequeñas. Esto hace que la fusión solo pueda darse en condiciones de temperatura y presión muy elevadas que permitan compensar la fuerza de repulsión. La temperatura elevada hace que aumente la agitación térmica de los núcleos y esto los puede llevar a fusionarse, debido al efecto túnel. Para que esto ocurra son necesarias temperaturas del orden de millones de Kelvins. El mismo efecto se puede producir si la presión sobre los núcleos es muy grande, obligándolos a estar muy próximos.

Las necesidades mínimas para producir la fusión se llaman Criterios de Lawson, y son criterios de densidad iónica y tiempo mínimo de confinamiento necesario.

La reacción de fusión más sencilla (esto es, la que requiere menos energía) es la del deuterio y el tritio formando helio.

La fusión nuclear es el proceso que se produce en las estrellas y que hace que brillen. También es uno de los procesos de la bomba de

hidrógeno. Al contrario que la fisión nuclear, no se ha logrado utilizar la fusión nuclear como medio rentable (o sea, la energía aplicada al proceso es mayor que la obtenida por la fusión) de obtener energía, aunque hay numerosas investigaciones en esa dirección.

Desarrollo de la fusión nuclear

Hasta el momento, la fusión nuclear controlada es utilizada sólo en la investigación de futuros reactores de fusión, aunque aún no se han logrado reacciones de fusión que sirvan para generar energía de forma útil, algo que se espera lograr con la construcción del ITER en Francia. Como dato curioso es válido agregar que de conseguirse la fusión nuclear controlada a gran escala, una milla cuadrada de agua contendría la misma energía que todos los yacimientos petroleros conocidos y los que se estiman sin descubrir.

Láseres

Masa y Energía

Modelo atómico de Bohr: es estrictamente un modelo del átomo de hidrógeno tomando como punto de partida el modelo de Rutherford, Niels Bohr trata de incorporar los fenómenos de absorción y emisión de los gases, así como la nueva mecánica cuántica desarrollada por Max Planck y el fenómeno del efecto fotoeléctrico observado por Albert Einstein.

“El átomo es un pequeño sistema solar con un núcleo en el centro y electrones moviéndose alrededor del núcleo en orbitas bien definidas.” Las orbitas están cuantizadas (los e- pueden estar solo en ciertas orbitas)

Cada orbita tiene una energía asociada. La más externa es la de mayor energía.

Los electrones no radian energía (luz) mientras permanezcan en orbitas estables.

Los electrones pueden saltar de una a otra orbita. Si lo hace desde una de menor energía a una de mayor energía absorbe un cuanto de energía (una cantidad) igual a la diferencia de energía asociada a cada

orbita. Si pasa de una de mayor a una de menor, pierde energía en forma de radiación (luz).

El mayor éxito de Bohr fue dar la explicación al espectro de emisión del hidrogeno. Pero solo la luz de este elemento. Proporciona una base para el carácter cuántico de la luz, el fotón es emitido cuando un electrón cae de una orbita a otra, siendo un pulso de energía radiada. Bohr no puede explicar la existencia de orbitas estables y para la condición de cuantización. Bohr encontró que el momento angular del electrón es $h/2\pi$ por un método que no puede justificar

Principio de incertidumbre de Heisenberg: en mecánica cuántica afirma que no se puede determinar, simultáneamente y con precisión arbitraria, ciertos pares de variables físicas, como son, por ejemplo, la posición y la cantidad de movimiento de un objeto dado. En palabras sencillas, cuanto mayor certeza se busca en determinar la posición de una partícula, menos se conoce su cantidad de movimiento lineal.

Definición formal : si se preparan varias copias idénticas de un sistema en un estado determinado las medidas de la posición y el momento variarán de acuerdo con una cierta distribución de probabilidad característica del estado cuántico del sistema. Las medidas de la desviación estándar Δx de la posición y el momento Δp verifican entonces el principio de incertidumbre que se expresa matemáticamente como

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$$

(Donde h es la constante de Planck (para simplificar, $\frac{h}{2\pi}$ suele escribirse como \hbar)

En la física de sistemas clásicos esta incertidumbre de la posición-momento no se manifiesta puesto que se aplica a estados cuánticos y h es extremadamente pequeño.

Una de las formas alternativas del principio de incertidumbre más conocida es la incertidumbre tiempo-energía que puede escribirse como:

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$$

Esta forma es la que se utiliza en mecánica cuántica para explorar las consecuencias de la formación de partículas virtuales, utilizadas para estudiar los estados intermedios de una interacción. Esta forma del principio de incertidumbre es también la utilizada para estudiar el concepto de energía del vacío.

Explicación cualitativa : podemos entender mejor este principio si pensamos en lo que sería la medida de la posición y velocidad de un electrón: para realizar la medida (para poder "ver" de algún modo el electrón) es necesario que un fotón de luz choque con el electrón, con lo cual está modificando su posición y velocidad; es decir, por el mismo hecho de realizar la medida, el experimentador modifica los datos de algún modo, introduciendo un error que es imposible de reducir a cero, por muy perfectos que sean nuestros instrumentos.

No obstante hay que recordar que el principio de incertidumbre es inherente al universo, no al experimento ni a la sensibilidad del instrumento de medida. Surge como necesidad al desarrollar la teoría cuántica y se corrobora experimentalmente. No perdamos de vista que lo dicho en el párrafo anterior es un símil pero no se puede tomar como explicación del principio de incertidumbre.

Consecuencias del principio: supone un cambio básico en nuestra forma de estudiar la Naturaleza, ya que se pasa de un conocimiento teóricamente exacto (o al menos, que en teoría podría llegar a ser exacto con el tiempo) a un conocimiento basado sólo en probabilidades y en la imposibilidad teórica de superar nunca un cierto nivel de error.

El principio de indeterminación es un resultado teórico entre magnitudes conjugadas (posición - momento, energía-tiempo, etcétera). Un error muy común es decir que el principio de incertidumbre impide conocer con infinita precisión la posición de una partícula o su cantidad de movimiento. Esto es falso. El principio de incertidumbre nos dice que no podemos medir simultáneamente y con infinita precisión un par de magnitudes conjugadas.

Es decir, nada impide que midamos con precisión infinita la posición de una partícula, pero al hacerlo tenemos infinita incertidumbre sobre su momento. Por ejemplo, podemos hacer un montaje como el del experimento de Young y justo a la salida de las rendijas colocamos una pantalla fosforescente de modo que al impactar la partícula se marca su posición con un puntito. Esto se puede hacer, pero hemos perdido toda la información relativa a la velocidad de dicha partícula.

Por otra parte, las partículas en física cuántica no siguen trayectorias bien definidas. No es posible conocer el valor de las magnitudes físicas que describen a la partícula antes de ser medidas. Por lo tanto es falso asignarle una trayectoria a una partícula. Todo lo más que podemos es decir que hay

una determinada probabilidad de que la partícula se encuentre en una posición más o menos determinada.

Incertidumbre: Los términos "indeterminación" e "incertidumbre" son equivalentes en este contexto, podemos referirnos al "principio de indeterminación de Heisenberg" o "principio de incertidumbre de Heisenberg" indistintamente.

Proton, electrón, neutron: las interacciones eléctricas entre el neutron y protón, situación que varió después de la experiencia de Rutherford. Los modelos posteriores se basan en una estructura de los átomos con una masa central cargada positivamente rodeada de una nube de carga negativa.

Este tipo de estructura del átomo llevó a Rutherford a proponer su modelo en que los electrones se moverían alrededor del núcleo en órbitas. Este modelo tiene una dificultad proveniente del hecho de que una partícula cargada acelerada, como sería necesario para mantenerse en órbita, radiaría radiación electromagnética, perdiendo energía. junto con las del electromagnetismo aplicadas al átomo llevan a que en un tiempo del orden de 10^{-10} s, toda la energía del átomo se habría radiado, con el consiguiente caída de los electrones sobre el núcleo

Nube electronica: alrededor del núcleo se encuentran los electrones que son partículas elementales de carga negativa igual a una carga elemental y con una masa de $9,10 \times 10^{-31}$ kg.

La cantidad de electrones de un átomo en su estado basal es igual a la cantidad de protones que contiene en el núcleo, es decir, al número atómico, por lo que un átomo en estas condiciones tiene una carga eléctrica neta igual a 0.

A diferencia de los nucleones, un átomo puede perder o adquirir algunos de sus electrones sin modificar su identidad química, transformándose en un (ION), una partícula con carga neta diferente de cero.

El concepto de que los electrones se encuentran en órbitas satelitales alrededor del núcleo se ha abandonado en favor de la concepción de una nube de electrones deslocalizados o difusos en el espacio, el cual representa mejor el comportamiento de los electrones descrito por la mecánica cuántica únicamente como funciones de densidad de probabilidad de encontrar un electrón en una región finita de espacio alrededor del núcleo

Dimensiones atómicas: la mayor parte de la masa de un átomo se concentra en el núcleo, formado por los protones y los neutrones, ambos conocidos como nucleones, Las dimensiones atómicas cuales son 1836 y 1838 veces más pesados que el electrón respectivamente

El tamaño o volumen exacto de un átomo es difícil de calcular, ya que las nubes de electrones no cuentan con bordes definidos, pero puede estimarse razonablemente en $1,0586 \times 10^{-10}$ m, el doble del radio de Bohr para el átomo de hidrógeno. Si esto se compara con el tamaño de un protón, que es la única partícula que compone el núcleo del hidrógeno, que es aproximadamente 1×10^{-15} se ve que el núcleo de un átomo es cerca de 100.000 veces menor que el átomo mismo, y sin embargo, concentra prácticamente el 100% de su masa.

Para efectos de comparación, si un átomo tuviese el tamaño de un estadio, el núcleo sería del tamaño de una canica colocada en el centro, y los electrones, como partículas de polvo agitadas por el viento alrededor de los asientos

Evolución del modelo atómico: la concepción del átomo que se ha tenido a lo largo de la historia ha variado de acuerdo a los descubrimientos realizados en el campo de la física y la química. A continuación se hará una exposición de los modelos atómicos propuestos por los científicos de diferentes épocas. Algunos de ellos son completamente obsoletos para explicar los fenómenos observados actualmente, pero se incluyen a manera de reseña histórica

Modelo Dalton: este primer modelo atómico postulaba:

La materia está formada por partículas muy pequeñas llamadas átomos, que son indivisibles y no se pueden destruir.

Los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí, tienen su propio peso y cualidades propias. Los átomos de los diferentes elementos tienen pesos diferentes.

Los átomos permanecen sin división, aún cuando se combinen en las reacciones químicas.

Los átomos, al combinarse para formar compuestos guardan relaciones simples.

Los átomos de elementos diferentes se pueden combinar en proporciones distintas y formar más de un compuesto.

Los compuestos químicos se forman al unirse átomos de dos o más elementos distintos. Sin embargo desapareció ante el modelo de Thomson ya que no explica los rayos catódicos, la radioactividad ni la presencia de los electrones (e-) o protones (p)

Átomo: (del latín *atomus*, y éste del griego *άτομος*, *indivisible*) es la unidad más pequeña de un elemento químico que mantiene su identidad o sus propiedades y que no es posible dividir mediante procesos químicos.

El concepto de átomo como bloque básico e indivisible que compone la materia del universo ya fue postulado por la escuela atomista en la Antigua Grecia. Sin embargo, su existencia no quedó demostrada hasta el siglo XIX. Con el desarrollo de la física nuclear en el siglo XX se comprobó que el átomo puede subdividirse en partículas más pequeñas.

Estructura atómica: la teoría aceptada hoy es que el átomo se compone de un núcleo de carga positiva formado por protones y neutrones, en conjunto conocidos como nucleones, alrededor del cual se encuentra una nube de electrones de carga negativa

El núcleo atómico: El núcleo del átomo se encuentra formado por nucleones, los cuales pueden ser de dos clases:

Protón: Partícula de carga eléctrica positiva igual a una carga elemental, y $1,67262 \times 10^{-27}$ kg. y una masa 1837 veces mayor que la del electrón

Neutrón: Partículas carentes de carga eléctrica y una masa un poco mayor que la del protón ($1,67493 \times 10^{-27}$ Kg.).

El núcleo más sencillo es el del hidrógeno, formado únicamente por un protón. El núcleo del siguiente elemento en la tabla periódica, el helio, se encuentra formado por dos protones y dos neutrones. La cantidad de protones contenidos en el núcleo del átomo se conoce como número atómico, el cual se representa por la letra Z y se escribe en la parte inferior izquierda del símbolo químico. Es el que distingue a un elemento químico de otro. Según lo descrito anteriormente, el número atómico del hidrógeno es 1 (${}^1\text{H}$), y el del helio, 2 (${}^2\text{He}$).

La cantidad total de nucleones que contiene un átomo se conoce como número másico, representado por la letra A y escrito en la parte superior izquierda del símbolo químico. Para los ejemplos dados anteriormente, el número másico del hidrógeno es 1 (${}^1_1\text{H}$), y el del helio, 4 (${}^4_2\text{He}$).

Existen también átomos que tienen el mismo número atómico, pero diferente número másico, los cuales se conocen como isótopos. Por

ejemplo, existen tres isótopos naturales del hidrógeno, el **protio** (^1H), el **deuterio** (^2H) y el **tritio** (^3H). Todos poseen las mismas propiedades químicas del hidrógeno, y pueden ser diferenciados únicamente por ciertas propiedades físicas.

Otros términos menos utilizados relacionados con la estructura nuclear son los isótonos, que son átomos con el mismo número de neutrones. Los isóbaros son átomos que tienen el mismo número másico.

Debido a que los protones tienen cargas positivas se deberían repeler entre sí, sin embargo, el núcleo del átomo mantiene su cohesión debido a la existencia de otra fuerza de mayor magnitud, aunque de menor alcance conocida como la interacción nuclear fuerte.

El modelo Thomson: Luego del descubrimiento del electrón en 1897 por Joseph John Thomson, se determinó que la materia se componía de dos partes, una negativa y una positiva. La parte negativa estaba constituida por electrones, los cuales se encontraban según este modelo inmersos en una masa de carga positiva a manera de pasas en un pastel (de la analogía del inglés *plum-pudding model*).

Detalles del modelo atómico: Para explicar la formación de iones, positivos y negativos, y la presencia de los electrones dentro de la estructura atómica, Thomson ideó un átomo parecido a un pastel de frutas. Una nube positiva que contenía las pequeñas partículas negativas (los electrones) suspendidos en ella. El número de cargas negativas era el adecuado para neutralizar la carga positiva. En el caso de que el átomo perdiera un electrón, la estructura quedaría positiva; y si ganaba, la carga final sería negativa. De esta forma, explicaba la formación de iones; pero dejó sin explicación la existencia de las otras radiaciones

El modelo de Rutherford: Este modelo fue desarrollado por el físico Ernest Rutherford a partir de los resultados obtenidos en lo que hoy se conoce como el experimento de Rutherford en 1911. Representa un avance sobre el modelo de Thomson, ya que mantiene que el átomo se compone de una parte positiva y una negativa, sin embargo, a diferencia del anterior, postula que la parte positiva se concentra en un núcleo, el cual también contiene virtualmente toda la masa del átomo, mientras que los electrones se ubican en una corteza orbitando al núcleo en órbitas circulares o elípticas con un espacio vacío entre ellos. A pesar de ser un modelo obsoleto, es la percepción más común del átomo del público no científico. Rutherford predijo la existencia del neutrón en el año 1920, por esa razón en el modelo anterior (Thomson), no se habla de éste.

Por desgracia, el modelo atómico de Rutherford presentaba varias incongruencias:

Contradecía las leyes del electromagnetismo de James Clerk Maxwell, las cuales estaban muy comprobadas mediante datos experimentales. Según las leyes de Maxwell, una carga eléctrica en movimiento (en este caso el electrón) debería emitir energía constantemente en forma de radiación y llegaría un momento en que el electrón caería sobre el núcleo y la materia se destruiría. Todo ocurriría muy brevemente.

No explicaba los espectros atómicos.

Reacciones nucleares/La fusión nuclear

Desintegración radioactividad /Núcleos inestables.

3.-1. Matemáticas

Formulación Fotoeléctrica: Para analizar el efecto fotoeléctrico cuantitativamente utilizando el método derivado por Einstein es necesario plantear las siguientes ecuaciones:

Energía de un fotón absorbido = Energía necesaria para liberar 1 electrón + energía cinética del electrón emitido.

Algébricamente:

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2}mv_m^2,$$

Que puede también escribirse como

$$hf = \phi + E_k$$

Donde h es la constante de Planck, f_0 es la frecuencia de corte o frecuencia mínima de los fotones para que tenga lugar el efecto fotoeléctrico, ϕ es la función de trabajo, o mínima energía necesaria llevar un electrón del nivel de Fermi al exterior del material y E_k es la máxima energía cinética de los electrones que se observa experimentalmente.

Nota: Si la energía del fotón (hf) no es mayor que la función de trabajo (ϕ), ningún electrón será emitido.

En algunos materiales esta ecuación describe el comportamiento del efecto fotoeléctrico de manera tan sólo aproximada. Esto es así porque el estado de las superficies no es perfecto (contaminación no uniforme de la superficie).

3.-1-1 Condiciones (álgebra, ecuaciones, trigonometría)

3.-2. Aplicación (profesiones)

3.-1. Otros tipos de libros

3.-2 Características científica de física moderna

A – Compociones:

B – Divisiones:

C - Mención científicas:

D - Nombres históricos. El nombre *Cuerpo negro* fue introducido por Gustav Kirchhoff en 1862. El problema teórico fue resuelto por Max Planck quién supuso que la radiación electromagnética solo podía propagarse en paquetes de energía discretos a los que llamó *quanta*. Albert Einstein luego explica el efecto fotoeléctrico. Fotoconductividad, descubierta por Willoughby Smith en el selenio hacia la mitad del siglo 19. Efecto fotovoltaico, fabricada por Charles Fritts en 1884. Efecto fotoeléctrico fue descubierto y descrito por Heinrich Hertz en 1887. La explicación teórica solo fue hecha por Albert Einstein en 1905. Robert Andrews Millikan 10 años después para demostrar que la teoría de Einstein no era correcta... y demostró que sí lo era. Eso permitió que Einstein y él compartiesen el premio Nobel en 1923. Experimento de Thomas Young. Explicaciones de Millikan sobre los Electrones o el escrito por Compton y Allison sobre la teoría y experimentación con rayos X. Estas ideas fueron rápidamente reemplazadas tras la explicación cuántica de Albert Einstein. El efecto Compton fue estudiado por el físico Arthur Compton en 1923; como consecuencia de estos estudios Compton ganó el Premio Nobel de Física en 1927. “*Concepto* fundamental de las ondas dualidad (Stephen Hawking, 2001). Hecho comprobado experimentalmente introducido por Louis-Victor de Broglie, del siglo XX. En 1924, tesis doctoral y cinco años después Albert Einstein reconoció su trabajo, en 1929, recibió el Nobel en física por su trabajo. El principio de incertidumbre fue enunciado por Werner Heisenberg en 1927. Fue el primer modelo atómico con bases científicas, fue formulado en 1808 por John Dalton. Las interacciones eléctricas entre el neutron y protón antes del experimento de Rutherford la comunidad científica aceptaba el modelo atómico de Thomson. Niels Bohr con su modelo atómico.

El problema teórico fue resuelto por Max Planck quién supuso que la radiación electromagnética solo podía propagarse en paquetes de energía discretos a los que llamó *quanta*

3.-3. Base de conocimientos adquiridos en trabajo:

Las actividades, trabajo en grupo, resúmenes, vocabulario, notas útil en todo sentido mental, físico y tecnológico.

Tema 3.- Aplicaciones en PANAMA

3.-1. Estudio, Fuente de información,

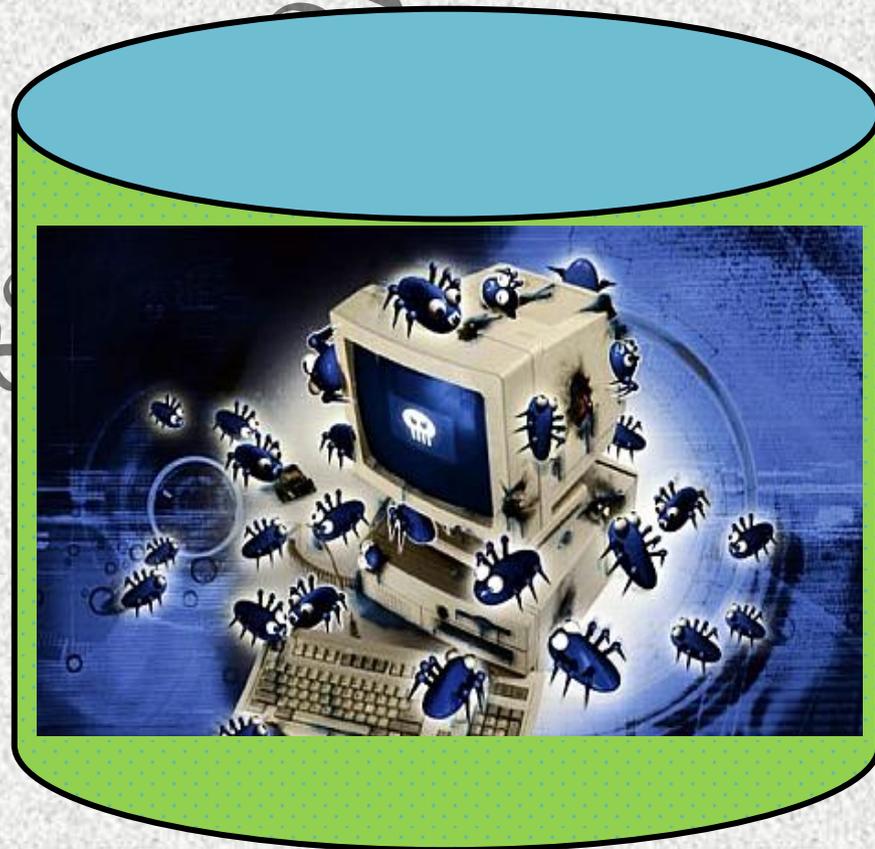
3.-2. Relaciones con otras ramas

4.-1. Material didáctico

4.-1-1 Condicion.

4.-2 Historia

4.-2. Resumen



248 78