UD 6 FÍSCA MODERNA

6.1 LOS LÍMITES DE LA FÍSICA CLÁSICA

Revisión cronológica del desarrollo de la física moderna

- **1.887** **Hertz produce ondas electromagnéticas**: *Se comprueba la teoría de Maxwell sobre los fenómenos electromagnéticos y se descubre el efecto fotoeléctrico.*

- **1.887** **Michelson-Morley hacen experimentos que demuestra que la velocidad de la luz no depende del movimiento terrestre**: *Se comprueba que no existe el éter.*

- **1.896** **Becquerel descubre la radioactividad de los núcleos atómicos.**

- **1.900** **Planck propone su hipótesis:** *Se explica la radiación del cuerpo negro proponiendo que la energía está cuantizada, y se introduce una constante fundamental en física: la constante de Planck h.*

- **1.905** **Einstein propone la teoría especial de la relatividad y la dualidad onda-corpúsculo para la luz**: *la primera modifica las ideas de tiempo absoluto y la segunda explica el efecto fotoeléctrico proponiendo que la luz está formada por fotones de energía cuantizada $E = h\upsilon$.*

- **1.913** **Bohr propone su modelo del átomo de hidrógeno**: *se explican los espectros atómicos introduciendo la cuantización de la energía y la teoría de Einstein de la luz.*

- **1.915** **Einstein propone la teoría general de la relatividad**: *Se propone la equivalencia entre el campo gravitatorio y sistema acelerado, con grandes implicaciones en cosmología.*

- **1.916** **Millikan comprueba experimentalmente la ecuación de Einstein para la luz.**

- **1.919** **Eddington comprueba experimentalmente la teoría general de la relatividad**: *Se comprobó la desviación de la luz durante un eclipse de sol.*

- **1.919** **Compton explica la difusión de rayos X como el choque de fotones y electrones.**

- **1.924** **Luis de Borglie propone la dualida onda-copúsculo:** *cualquier partícula material se puede comportar (lleva asociada) como una onda.*

- **1.923** **Schoringer desarrolla la matemática que trata al electrón como una onda.**

- **1.927** **Heisenberg formula el principio de incertidumbre:** *No es posible conocer con exactitud y a la vez la posición y cantidad de movimiento de una partícula.*

- **1.927** **Davisson y Gelmer comprueban experimentalmente la difracción de electrones.**

- **1.928** **Paul Dirac desarrolla la Mecánica cuántica relativista**: *se predice el positrón.*

Física clásica contra Física moderna

- La **Física clásica**: ***se aplica al mundo macroscópico y bajas velocidades respecto a la luz.***

- La **Física moderna (Mecánica cuántica)**: ***se aplica al mundo microscópico y velocidades comparables a la de la luz.***

Principio de correspondencia de Bohr: ***La Física clásica concuerda con la física cuántica donde la diferencia entre los niveles cuantizados desaparece***. Equivale a decir que ***los resultados de la física clásica y la mecánica cuántica coinciden cuando el sistema estudiado es lo suficientemente grande.***

6.1.1 Hipótesis de Planck

Características de la radiación térmica

La ***radiación térmica*** ***consiste en la emisión de radiación electromagnética (luz) por un cuerpo debida a su temperatura***.

Un ***cuerpo negro*** ***es aquel que es capaz de absorber todas las radiaciones que llegan a el y por lo tanto, emite radiación en todas las longitudes de onda*** (**ver figura 12.3 de la página 273**).

El estudio de la radiación térmica emitida por los cuerpos negros nos lleva a las siguientes conclusiones, deducidas de la gráfica resultante de representar la intensidad de la emisión de energía del cuerpo negro en función de la temperatura (**figura 1**):

- ***La longitud de onda a la que se emite la máxima intensidad disminuye al aumentar la temperatura***. Esta conclusión se plasma en la ***ley de Wien*** λ máx = cte/T.
- ***La energía total emitida por el cuerpo negro aumenta mucho con la temperatura***. Esta conclusión se plasma en la ***ley de Stefan-Boltzmann*** I total= cte T4.

La aplicación de las leyes de la física clásica a la radiación del cuerpo negro, llevada a cabo por Rayleigh y Jeans, llevaba a una curva teórica (ver **figura 2**) que concordaba muy bien a grandes longitudes de onda pero que fallaba en longitudes de onda cortas. De hecho la curva teórica tiende a infinito (lo cual no es posible) mientras que la real tiende a cero, contradicción que se conocía con el nombre de ***catástrofe ultravioleta***.

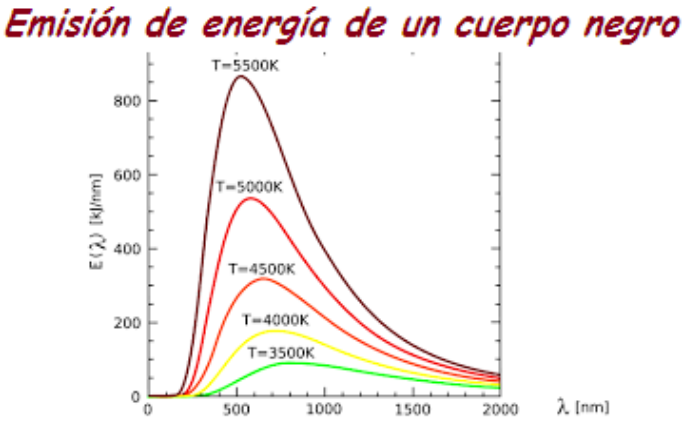


FIGURA 1

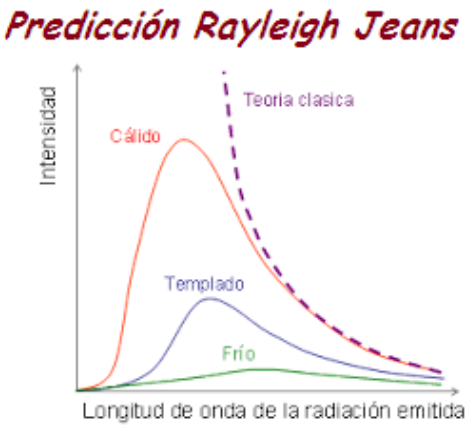


FIGURA 2

Hipótesis de Planck

El problema de la explicación teórica de la radiación térmica fue resuelto por Max Planck. Planck consigue ajustar la curva teórica a la experimental haciendo una atrevida suposición, contraria a la ideas de la física clásica.

Hipótesis de Planck: La energía emitida por un cuerpo negro no es continua, sino que se emite en forma de paquetes que vale E=hυ, donde h es una constante denominada constante de Planck.

Hipótesis de Planck: La energía emitida por un cuerpo negro no es continua sino que se emite en forma de paquetes que vale E=hν , donde h es una constante denominada constante de Planck.

Consideraciones:

- La hipótesis de Planck es un ajuste de la curva teórica de Rayleigh-Jeans de forma que concuerde con la experimental. (ver figura 12.5 de la página 274).
- La hipótesis consiste en decir que, para una longitud de onda dada, la cantidad de energía que puede emitir el cuerpo negro no es cualquiera sino un múltiplo de la cantidad hυ.
- En su hipótesis La constante de Planck (6'34 10^{-34} Js) no se sabe que papel juega, sólo es un número que ajusta bien la curva.

La **hipótesis de Planck** equivale a decir que***: La energía de los átomos esta cuantizada, es decir, los átomos sólo pueden absorber o emitir una energía que es múltiplo entero de un paquete o cuanto de energía que vale E=h*υ.**

La hipótesis de Planck significa que:

- Un átomo individual sólo absorbe un determinado tipo de radiación.
- Un conjunto de átomos absorbe una cantidad de energía que es múltiplo entero de la que absorbe un átomo.

Ejemplo 1 Ejemplo 1 de la página 274.

Actividad 1 Actividades 3, 4, 6a, 8 y 9 de la página 275.

6.1.2 Teoría corpuscular de la luz de Einstein

Efecto fotoeléctrico

Se llama ***efecto fotoeléctrico*** ***a la emisión de electrones (fotoelectrones) por las superficies metálicas cuando se iluminan con luz de la frecuencia adecuada***(**ver figura 12.6 de la página 276**).

Características del efecto fotoeléctrico

- Si sobre el cátodo (-) incide luz se emiten fotoelectrones.
- No se emiten fotoelectrones si la frecuencia de la radiación no tiene un valor mínimo.
- Si la ddp es positiva los fotoelectrones son atraídos por el ánodo.
- Si la ddp es negativa los electrones son repelidos por el ánodo.
- La intensidad máxima es proporcional a la intensidad luminosa (cuanta luz llega).
- Existe un valor mínimo de potencial que hace que no llegue ningún electrón al ánodo, es el ***potencial de detención***.
- El potencial de detención es independiente de la intensidad de la energía luminosa.

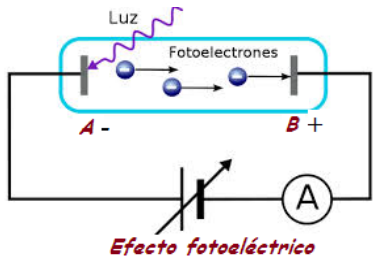
Interpretación de los resultados:

- Los electrones del metal absorben energía de la luz. La diferencia entre la energía absorbida y la que necesitan para escapar del metal es la enrgía cinética con la que salen del cátodo.
- Cuando Vba es negativo llegan sólo los electrones de mayor energái cinética.
- El potencial de detención está relacionado con la energái máxima de los electrones (Ec max = eVba).
- Cuando Vba es lo suficientemente positivo todos los electrones llegan al ánodo (I máxima).

Conclusiones:

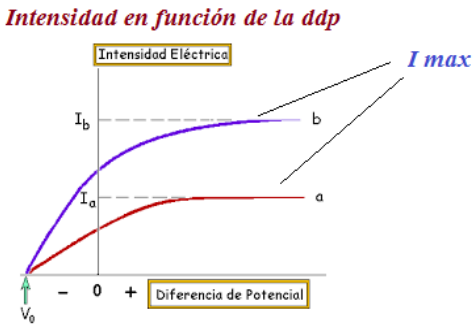
- Para cada metal ocurre que: ***si la frecuencia de la radiación no es superior a un valor mínimo*** (llamado **frecuencia umbral υ0**) ***no se emiten fotoelectrones***.
- La energía cinética máxima de los electrones es independiente de la intensidad luminosa.
- Sólo la intensidad máxima es proporcional a la intensidad luminosa.
- La emisión de los electrones es instantánea.

De las anteriores conclusiones sólo la tercera era compresnible desde el punto de vista de la física clásica.



Vba negativo los electrones son repelidos

Vba positivo los electrones son repelidos



I max (depende de la intensidad de la luz incidente)

Potencial de detención (no llegan electrones)

Teoría corpuscular de Einstein de la luz

Según Einstein (1905) ***la energía de la luz está cuantizada en forma de paquetes de energía llamados fotones, siendo la energía de cada fotón E = hν. El fotón es la partícula de la luz y no tiene masa.***

$$E_{FOTÓN} = h\nu$$

Interpretación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

1. La luz llega al metal. Si la energía del fotón (que depende de su frecuencia) es menor que la energía que necesita al electrón para abandonar el metal (***trabajo de extracción Φ***), no se puede producir el efecto fotoeléctrico.
2. Si el fotón tiene una frecuencia mayor que la frecuencia umbral se produce el efecto fotoeléctrico, ya que entonces el electrón puede abandonar el metal.
3. Aunque la intensidad luminosa sea mayor sigue sin producirse el efecto fotoeléctrico, ya que un electrón sólo puede absorber un fotón de energía demasiado pequeña.
4. Si la frecuencia de la radiación que incide es mayor que la umbral la energía del fotoelectrón serán la diferencia entre la energía del fotón y le trabajo de extracción y se cumplirá que:

Ecuación fotoeléctrica de Einstein

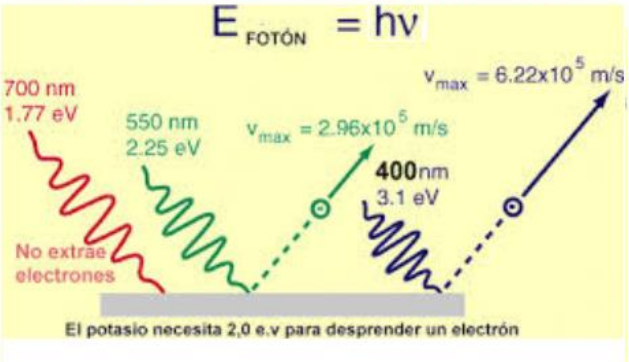
Trabajo de extracción

$$Ec_{max} = \left(\frac{1}{2}mv^2\right)_{max} = h\nu - \phi$$

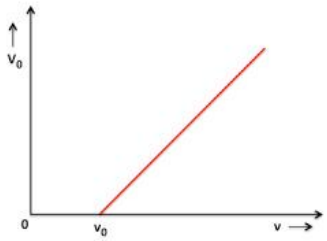
5. En la ecuación anterior vemos que le potencial de detención (igual a la Ec máxima) es independiente de la intensidad de la luz y sólo depende de la frecuencia y del trabajo de extracción (constante para cada metal).
6. La emisión de electrones es instantánea.

Según la ecuación fotoeléctrica de Einstein la representación de la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos por un metal (a fin de cuentas, el potencial de detención) frente a la frecuencia de la radiación debe ser una línea recta de pendiente h/e (recuerda que Ec max = eV). Esta predicción fue comprobada por Millikan en 1914.

Interpretación de Einstein del efecto fotoeléctrico



Comprobación de Millikan de la ecuación fotoeléctrica de Einstein



FÍJATE BIEN ***La teoría de Eisntein implica que la luz tiene una dualidad onda-corpúsculo, pues se comporta como una onda electromagnética (tiene frecuencia, longitud de onda, se difracta, etc) y también como una partícula, el fotón y su energía está cuantizada (viaja en forma de cuantos de energía).***

Ejemplo 2 Ejemplo 4 de la página 278 y actividad 6 de la página 290.
Actividad 2 Actividades 10, 11 y 12 de la página 278.

6.1.3 Modelo atómico de Bohr

POSTULADOS DEL MODELO DE BÖHR

El modelo de Bör se propone para resolver las animalias del modelo de Rutherdford, entre ellas: la inestabilidad del átomo, la no explicación de la discontinuidad de los espectros atómicos y la no inclusión de la teoría cuántica.

1- ***El átomo está formado por un núcleo muy pequeño, formado por protones y neutrones. A grandes distancias giran los electrones en órbitas circulares.***
2- ***El átomo es eléctricamente neutro. Hay igual número de protones y electrones.***
3- ***Cualquiera que sea la órbita descrita por el electrón, éste no emite energía radiante. Se dice que es un estado estacionario del átomo.***
4- ***Sólo son posibles aquellas órbitas en las que se cumple que el momento angular del electrón (mvr) es un múltiplo del valor h/2π.***
5- ***A cada órbita le corresponde una cierta energía. Cada posible órbita se denomina nivel de energía.***
6- ***Cuando un electrón pasa de una órbita, a otra absorbe o emite energía en forma de un fotón, cuya frecuencia es igual a la diferencia de energía entre niveles.***

$$E_{fotón} = E_{final} - E_{inicial} = h\nu$$

6.2 MECÁNICA CUÁNTICA

6.2.1 Dualidad onda-corpúsculo

HIPÓTESIS DE DE BROGLIE

En la teoría cuántica la luz tiene carácter dual: se comporta como una onda en ciertos fenómenos (difracción, reflexión, refracción) y como un corpúsculo en otras (efecto fotoeléctrico). De Broglie pensó que todas las partículas deberían tener un comportamiento similar.

Hipótesis de De Broglie o principio de dualidad onda-corpúsculo: ***Toda partícula lleva asociada una onda, cuya longitud de onda vale λ = h/mv.***

La dualidad onda corpúsculo fue comprobada de forma experimental en 1927 al observarse la difracción de los electrones.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

velocidad

cantidad de movimiento masa

Este comportamiento dual no puede ser simultáneo: un electrón puede comportarse como una onda (fenómeno de difracción de electrones) o como una partícula (fenómeno de efecto fotoeléctrico) pero no ambos a la vez.

FÍJATE BIEN

La hipótesis de De Broglie implica que si electrón se puede considerar una onda que gira en torno al núcleo, dicha onda debe ser estacionaria de manera que la longitud de la órbita sea un múltiplo entero de la longitud de onda (condición de interferencia constructiva, **figura 12.14 pág. 280**)

Ejemplo 3 Ejemplos 6,7 y 8 de la página 281.
Actividad 3 Actividades 15 a 18 de la página 281.

6.2.2 Principio de incertidumbre de Heisenberg

PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE DE HEISENBERG

La dualidad onda-corpúsculo introduce un grado básico de incertidumbre en el comportamiento de la materia.

Principio de incertidumbre de Heisenberg: ***es imposible conocer con exactitud y a la vez la posición y el momento lineal (velocidad) de una partícula.***

El principio de incertidumbre significa que debemos considerar a la partícula como una onda, por lo que es imposible conocer dónde está (una onda está "dispersa" en el espacio) y que debemos pensar en un estudio probabilístico de su posición.

6.2.3 Función de onda y probabilidad

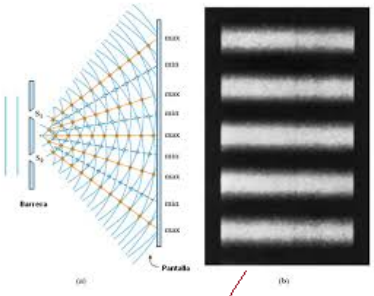
El principio de dualidad onda corpúsculo obliga a considerar a una descripción de las partículas como ondas. Schrödinger fue capaz de desarrollar una ecuación que permite describir a las partículas mediante ecuaciones similares a las ondulatorias.

Se llama **función de onda Ψ** a ***la ecuación matemática que describe al electrón o a cualquier partícula) en función de la posición y el tiempo***. La función de onda es equivalente a la amplitud de la onda y se halla resolviendo una ecuación, llamada ecuación de onda (**página 284**) que incluye la energía total y potencial de la partícula.

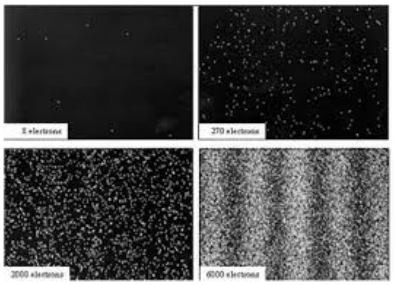
Por otra parte, el principio de incertidumbre de Heisenberg impide conocer con exactitud la posición y velocidad de la partícula y permite interpretar a Ψ^2 como la probabilidad de encontrar a la partícula.

En el experimento de la doble rendija de Young demuestra claramente que podemos interpretarlo como que la energía de la onda que llega (proporcional a Ψ^2) es también proporcional a la probabilidad de encontrar al fotón:

Experimento de la doble rendija de Young



Interferencias constructivas y destructivas tras la difracción
comportamiento ondulatorio



Impresión de la placa fotón a fotón
comportamiento corpuscular

Los experimentos como el anterior demuestran la importancia del observador en la nueva física ya que el comportamiento de la partícula depende del diseño del experimento. El patrón de rayas cambia drásticamente si ponemos detectores en las rendijas, ya que al "contar" al electrón éste se está comportando como una partícula y no muestra su carácter ondulatorio. La "probabilidad" desaparece en el detector y electrón "está" o "no está" en el detector, cambiando el patrón obtenido. Esto es, el observador influye en la realidad.

6.3 FÍSICA NUCLEAR

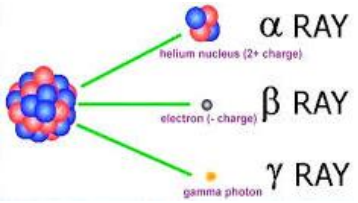
6.3.1 Radioactividad

TIPOS DE RADIACTIVIDAD

La **Radiactividad** ***es la propiedad que presentan ciertas sustancias (llamadas sustancias radioactivas) de emitir haces de partículas (radiaciones).***

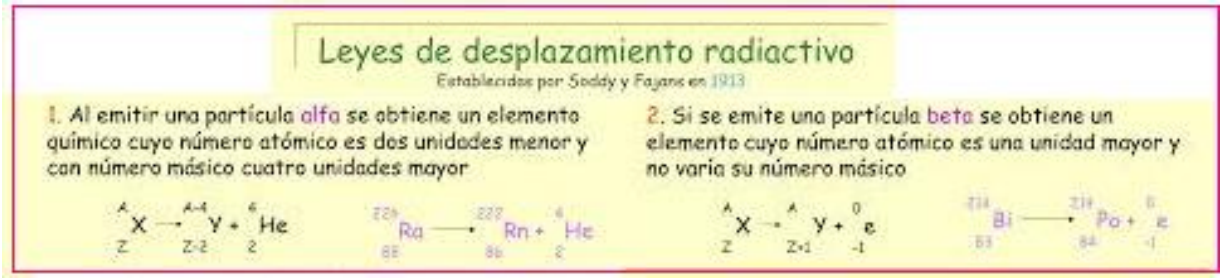
Según el tipo de partículas emitidas se conocen diversos tipos de radiaciones que tienen diferente poder de penetración (**ver figura 13.8 de la página 300**).

1. **Radiación alfa (α)**: las partículas son núcleos de helio ($^{4}He^{+2}$).
2. **Radiación beta (β)**: las partículas son electrones.
3. **Radiación gamma (γ)**: las partículas son fotones de muy alta frecuencia (radiación electromagnética).



La radioactividad se debe a cambios en los núcleos atómicos. Cómo hay un cambios en los núcleos decimos que el núcleo se ***ha desintegrado*** (ha cambiado) y que el núcleo es radioactivo.

Teniendo en cuenta esto Soddy y Fajans enunciaron las leyes de los desplazamientos radioactivos:

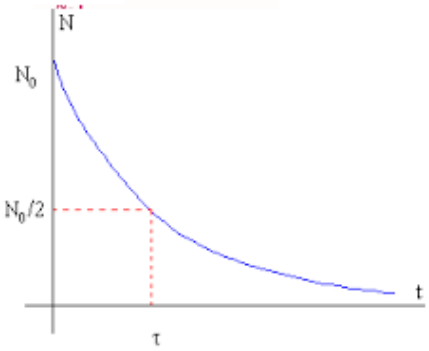


Cuando un núcleo radioactivo se transforma en otro, éste puede ser a su vez inestable, por lo que se puede desintegrar y dar lugar a un nuevo núcleo, que puede también ser inestable. Llamamos **familias o series radiactivas** ***al conjunto de núcleos que provienen de un mismo núcleo inicial radiactivo*** (núcleo padre). La desintegración puede continuar hasta que se obtiene un núcleo estable.

Se conocen cuatro familias radiactivas de las cuales una (la del neptunio-237) es artificial.

LEYES DE RADIACTIVIDAD

La principal característica de los procesos radioactivos es que son ***aleatorios***, es decir, no sabemos que núcleo o núcleos van a sufrir la desintegración pero si sabemos la probabilidad de que los núcleos desaparezcan. Cuando esto ocurre se cumplen la siguiente ley:



Características:

1. La constante radioactiva λ es propia de cada núcleo e indica la probabilidad de que el núcleo se desintegre. Se mide en s^{-1}.

2. El **período de semidesintegración** (o semivida**)** **$t_{½}$** es el tiempo que se necesita para que se desintegren la mitad de los núcleos y vale $t_{½} = Ln2/\lambda$

3. **La vida media τ** representa el tiempo que tarda un núcleo en desintegrarse en promedio y vale $\tau = t_{½}/Ln2.$

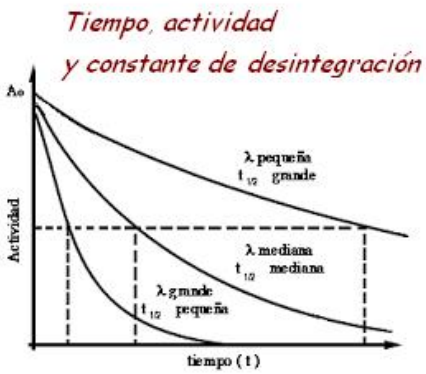
4. La **actividad A** o velocidad de desintegración es el número de núcleos que se desintegran por segundo. Se mide en becquerel Bq.

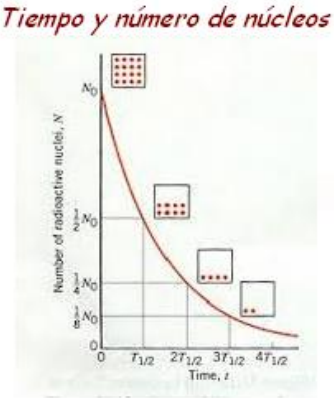
$$A = \frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N = \lambda A_0$$

$$A_0 = \lambda N_0$$

Observa que:

- Para que una muestra se reduzca a la mitad debe pasar un tiempo $t_{½}$, para que se reduzca a la cuarta parte debe pasar 2 $t_{½}$ y asú sucesivamente (**ver figura 13.10 página 301**).
- Cuanto mayor es λ mas rápidamente se desintegra el núcleo y mayor actividad (y peligroso es).



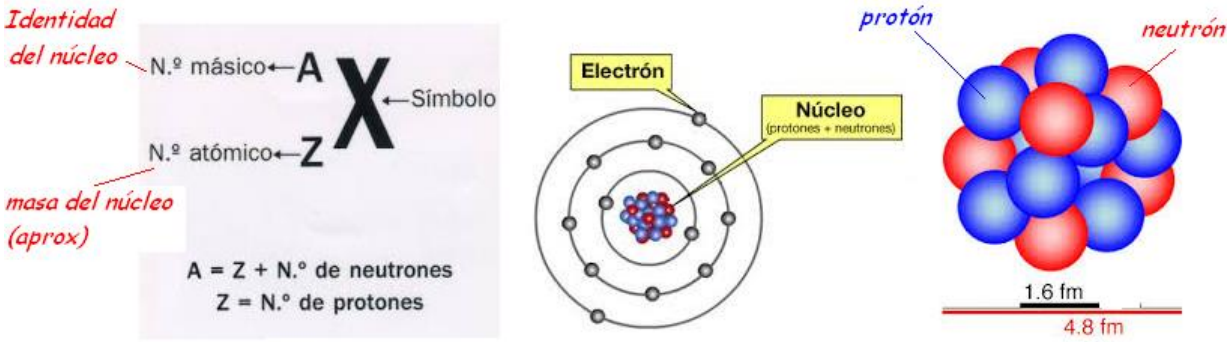


Ejemplo 4 Ejemplos 5, 6 y 7 de la página 302-303.

Actividad 4 Actividades 16 a 10de la página 303.

6.3.2 El núcleo atómico.

El núcleo atómico tiene unas características ya conocidas que dan identidad a los diferentes átomos que componen la materia:



Ten en cuenta que:

- Llamamos **núclido** a cada especie nuclear, es decir, al conjunto de núcleos iguales entre sí, por ejemplo, ^{4}He representa el núcleo de helio con dos protones y dos electrones.
- Los núclidos con igual número de protones pero diferente número de neutrones son **isótopos** entre sí. Así el elemento hidrógeno está formado por tres tipos de isótopos (tres tipos de núclidos diferentes): propio, ^{1}H, deuterio ^{2}H y tritio ^{3}H.
- La masa del núcleo se puede medir en **uma** (catorceava parte de la masa de un átomo de ^{12}C).
- La masa de los núclidos no coincide con su número másico (este último es una medida aproximada ya que la masa de los ***nucleones*** (neutrones y protones) es cercana a 1 uma).
- La masa de los núcleos también se puede medir en unidades de energía como el **MeV** , ya que masa y energía están relacionados por la ecuación de Einstein.

$$E = mc^2$$

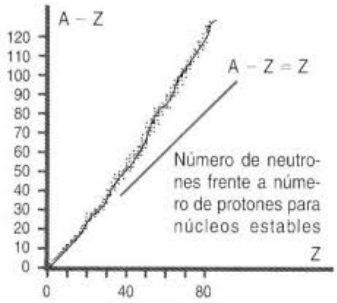
- La estabilidad de los núcleos se debe a la fuerza nuclear fuerte.
- La fuerza nuclear fuerte es atractiva, lo hace entre nucleones (protón-protón, neutrón-neutrón y protón-neutrón), actúa a pequeña distancia (1 fermi o fentómetro = 10^{-15} m), es independiente de la carga y de muy corto alcance.

Ejemplo 5 Ejemplos 1 y 2 de la página 296.

Actividad 5 Actividades 1 y 2 de la página 296.

ESTABILIDAD DE LOS NÚCLEOS ATÓMICOS

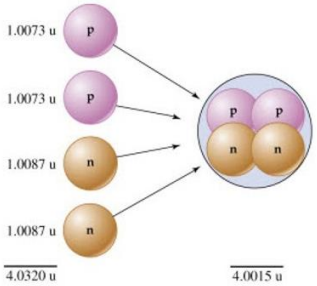
La estabilidad de los núcleos atómicos depende de la relación entre el número de neutrones y de protones. Si representamos cada núcleo estable por un punto y lo hacemos frente al número atómico se obtiene la siguiente gráfica:



Observa que al aumentar Z se necesitan mas neutrones para que el núcleo sea estable

La estabilidad de un núcleo puede interpretarse en términos de energía. Se llama **energía de enlace Ee o de ligadura** del núcleo ***a la energía desprendida cuando se forma un núcleo a partir de sus nucleones***.

La energía de enlace aparece por conversión de la masa en energía según la ecuación de Einstein, ya que la suma de la masa de los nucleones por separado es mayor que la masa del núcleo. Esta diferencia, que convertida en energía es igual a la energía de enlace del núcleo, se llama ***defecto de masa***.



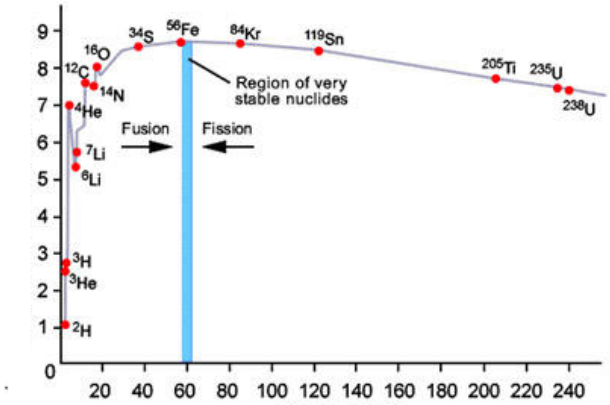
Defecto de masa de un Isótopo

DEFECTO MASA = 0'0305 u = ENERGIA DE ENLACE O LIGADURA

Aunque la energía de enlace mide la estabilidad del núcleo respecto a su rotura en sus nucleones, la estabilidad de unos núcleos frente a otros se mide por la **energía de enlace por nucleón**, que se obtiene dividiendo la energía de ligadura por el número de nucleones.

Esta energía mide realmente la estabilidad del núcleo frente a reacciones que incluyan su rotura en o unión a otros. Así la unión de dos núcleos ligeros para dar uno mas pesado o la de un núcleo pesado en dos mas ligeros con mayor energía de enlace por nucleón conduce a una liberación de energía y mayor estabilidad:

Energía de enlace por nucleón (MeV)



número másico A

Ejemplo 6 Ejemplos 3 y 4 de la página 298.
Actividad 6 Actividad 4 de la página 298.

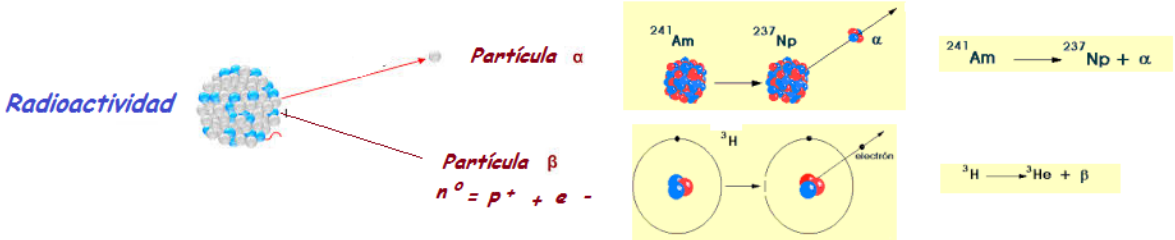
6.3.3 Reacciones nucleares

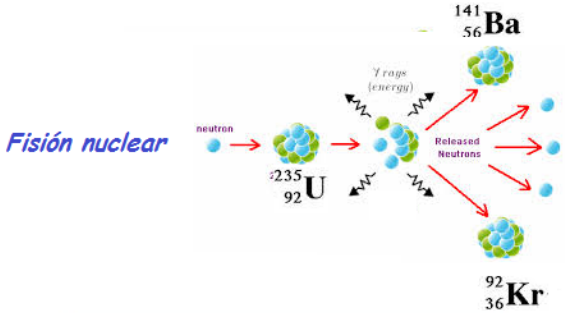
REACCIONES NUCLEARES

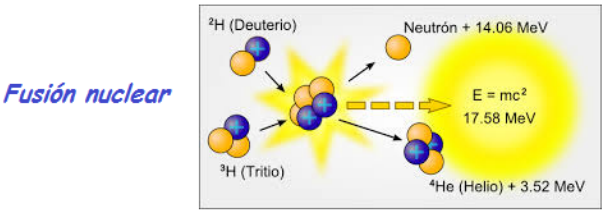
Una **reacción nuclear** ***es aquella en la que intervienen núcleos atómicos, transformandose en otros diferentes.***

Podemos considerar distintos tipos de reacciones nucleares:

- **Radioactividad**: ya sabemos que consisten en la emisión de partículas α o electrones que cambian la identidad del átomo, según las reglas de Fajans y Soddy.
- **Fusión nuclear**: ***consiste en la unión de dos núcleos ligeros para dar uno mas pesado y estable***. Es la fuente de energía de las estrellas.
- **Fisión nuclear**: ***consiste en la rotura de un núcleo pesado en otros mas ligeros y estables***. Es el origen de la energía obtenida en las centrales nucleares. Si la reacción se lleva a cabo de manera descontrolada (en cadena) tenemos una bomba nuclear (**figura 13.12 de al página 304**).
- **Reacciones nucleares artificales**: ***consiste en el bombardeo artificial de núcleos con partículas rápidas (protones, neutrones, electrones , partículas alfa) a fin de provocar reacciones nucleares***.







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

235.04 1.01 140.91 91.93 3 1.01

Reacciones nucleares artificales

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

Rutherford

$$^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$

isótopo radiactivo artificial

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$$

Irene Curie y Frédéric Joliot

Leyes de las reacciones nucleares: ***en toda reacción nuclear se conserva A y Z***.

Ejemplo 7 Ejemplos 8 y 9 de la pág. 305.
Actividad 7 *Actividades 11 y 12 de la página 305.*

APLICACIONES DE LAS REACCIONES NUCLEARES

Las reacciones nucleares tienen hoy en dia numerosas aplicaciones.

- Obtención de energía nuclear en centrales nucleares.
- Localización y tratamiento de cáncer (radioterapia).
- Fechado de restos orgánicos o sedimentos, básico para fechar hechos históricos o geológicos.
- Radiografías industriales y médicas.
- Estudio de la materia (colisionadores de partículas como HLC que ha descubierto el bosón de Higgs).

Ejemplo 8 Ejemplos 10 de la pág. 309.
Actividad 8 *Actividad 19de la página 309.*

PROBLEMAS FINALES PROPUESTOS

1.- De las actividades PAU resueltas del libro (pág, 2319 y siguientes) : 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

2.- Del libro: pág, 290 y 291: 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 23, 24, 25a, 26.

3.- Del libro: pág, 316 y 317: 1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 33, 35, 36, 37

4.- De los archivos PDF de preguntas selectividad 2013 por temas: todos los del tema.

5.- De los archivos PDF de años anteriores de la selectividad de
Física cuántica: 8, 14, 16, 23, 27, 34,
Física nuclear: 5, 7, 8, 11, 16, 19, 21, 24, 25, 29, 33,

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

NOTA: en color ciruela se indican los criterios específicos de corrección del tema.

1. Defini5r correctamente: cuerpo negro, función trabajo(trabajo de extracción), frecuencia umbral, espectro atómico, radioactviidad, sustancia radioactiva (isótopo radioactivo), radiación alfa, radiación beta, radiación gamma, período de semidesintegración, actividad radioactiva, energía de enlace del núcleo, energía de enlace por nucleón, reacción nuclear, fusión nuclear, fisión nuclear.
2. Enunciar core4ctametne: principio de dualidad onda-corpúsculo de De Broglie, principio de incertidumbre de Heisenberg, hipótesis de Plank, teoría cuántica de la luz de Einstein.
3. Describir el efecto fotoeléctrico y la incapacidad de la física clásica para explicar algunos delos aspectos del fenómeno.
4. Utilizar la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico para resolver problemas relativos al fenómeno: trabajos de extracción, frecuencia umbral, potencial de detención, etc. ***Es necesario indicar la fórmula del efecto fotoeléctrico.***
5. Conocer la ecuación de Einstein de la teoría cuántica dela luz para hallar frecuencias y energía de fotones asociados a ondas luminosas. ***Es necesario indicar la fórmula de Einstein.***
6. Conocer las características de las radiaciones alfa, beta y gamma y escribir las reacciones nucleares de los isótopos que las sufren.
7. Utilizar la ecuación de De Broglie para hallar la longitud de la onda asociada a una partícula. ***Es necesario indicar la fórmula de De Broglie.***
8. Hallar el defecto de masa de un núcleo y calcular la energía de enlace del núcleo y la energía de enlace por nucleón.
9. Escribir la ley de desintegración radioactiva y calcular la masa restante y la actividad de una muestra radiactiva pasado un cierto tiempo.
10. Conocer las características de la fuerza nuclear fuerte y débil.
11. Escribir correctamente una reacción nuclear y hallar la energía desprendida en la misma a partir de la masa de los núcleos que intervienen.
12. Conocer el modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno y explicar la relación entre los espectros atómicos y la cuantización de la energía en el átomo (estados excitado y fundamental).
13. Conocer la características dela fusión y fisión nuclear y hallar la energía desprendida en función del defecto de masa.
14. Razonar la estabilidad de un núcleo en función de la energía de enlace y la energía de enlace por nucleón.

MODELO DE EXAMEN

1.- Responda breve pero razonadamente:
a) ¿Por qué el hecho de que haya una frecuencia umbral en el efecto fotoeléctrico va en contra de la naturaleza ondulatoria de la luz?. Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico.
b) Defina radioactividad. Cuando el ^{232}Th (número atómico 90) se desintegra radioactivamente dando lugar al isótopo ^{228}Ra. ¿Qué tipo de radioactividad presenta el ^{232}Th?. Escribe la reacción nuclear correspondiente, indicando el número atómico y másico de cada nucleido.
c) Defina energía de enlace de un núcleo y energía de enlace por nucleón. ¿cuál de las dos magnitudes usaría para predecir la menor o mayor estabilidad de un núcleo frente a otro?.

2.- Enuncie la hipótesis de De Broglie. ¿Cómo se demostró experimentalmente que era correcta?. Calcule la energía cinética de un electrón cuya onda asociada es 5 10^{-10} m. ¿Cómo será la longitud de la onda asociada a un protón de igual energía cinética?.
Dato h= 6'6 10^{-34} Js, masa electrón = 9'1 10^{-31} kg , c= 3 10^{8} m/s

3.- El trabajo de extracción de un metal es 1'8 eV y se hace indicir sobre él un haz de luz de 350 nm. Calcule :
a) La frecuencia umbral que debe tener la luz para extraer fotoelectrones.
b) La energía cinética máxima de los fotoelectrones arrancados por el haz de luz.
c) El valor del cuanto de energía del haz de luz.
d) SI aumentamos la intensidad del haz: ¿Se emitirán mas fotoelectrones , ¿aumentará la energía cinética máxima de los fotoelectrones?.
Datos: 1 eV = 1´6 10^{-19} J, h = 6'62 10^{-34} J s

4.- Se tienen 50 mg del isótopo ^{121}I cuya constante de desintegración es 1'45 10^{-6} s^{-1}. Calcule:
a) El número de núcleos que hay en la actualidad.
b) El número de núcleos que habrá dentro de un mes.
c) El período de semidesintegración.
d) El número de núcleos que había hacía un mes.

preEXAMEN

OPCIÓN A

1.- a) Razone por qué la teoría ondulatoria de la luz no permite explicar la existencia de una frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico.
b) Si una superficie metálica emite fotoelectrones cuando se ilumina con luz verde, razone si emitirá al ser iluminada con luz azul.
c) Razone que le ocurrirá a la energía cinética máxima de los fotoelectrones y al número de fotoelectrones emitidos cuando aumentamos la intensidad de la luz verde.

2.- Considere los isótopos ^{12}C y ^{13}C , de masas 12,0000 u y 13,0034 u,respectivamente.
a) Explique qué es el defecto de masa y determine su valor para ambos isótopos.
b) Calcule la energía de enlace por nucleón y razone cuál es más estable.
$c = 3\cdot10^{8}$ m s-1 ; mp = 1,0073 u ; mn = 1,0087 u ; $u = 1{,}7\cdot10^{-27}$ kg

3.- Enuncie la hipótesis de De Broglie y calcule la energía cinética de un electrón que tiene asociada una longitud de onda de $5\ 10^{-10}$ m. ¿Qué longitud de onda lleva asociada un fotón de la misma energía que el electrón anterior?.
Datos: $h = 6'6\ 10^{-34}$ J s, masa electrón = $9'1\ 10^{-31}$ Kg, $c = 3\ 10^{8}$ m/s

4.- El isótopo $^{235}_{92}U$, tras diversas desintegraciones α y β, da lugar al isótopo $^{207}_{82}Pb$.
a) Describa las características de esas dos emisiones radiactivas y calcule cuántas partículas α y cuántas β se emiten por cada átomo de ^{207} Pb formado.
b) Determine la actividad inicial de una muestra de 1 g de ^{235} U, sabiendo que su periodo de semidesintegración es $7\cdot10^{8}$ años. ¿Cuál será la actividad de la muestra de uranio-235 transcurrido un tiempo igual al periodo de semidesintegración?.
Justifique la respuesta.
$N_A = 6{,}02\cdot10^{23}$ mol-1 ; m ($^{235}_{92}U$) = 235,07 u

OPCIÓN B

1.- a) Enuncie la hipótesis de De Broglie.
b) Un protón y un electrón se mueven con la misma velocidad. ¿Cuál de los dos tiene mayor longitud de onda asociada? ¿Y si ambas partículas tuvieran la misma energía cinética?.
c) ¿por qué no observamos un comportamiento ondulatorio en partículas macroscópicas?.
Razone las respuestas.

2.- Al incidir luz de longitud de onda de 620 nm sobre la superficie de una fotocélula ,la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es de 0,14 eV.
a) Halle el cuanto de energía asociada a cada fotón de luz y calcule el trabajo de extracción del metal de la fotocélula.
b) Calcule la frecuencia umbral y la longitud de onda máxima que debe tener un haz para que éste libere fotoelectrones.
Datos $c = 3\ 10^{8}$ m/s $h = 6'6\ 10^{-34}$ J s , 1 eV = $1'6\ 10^{-19}$ J.

3.- El núcleo de ^{232}U (Z=92) es radioactivo y tiene un período de semidesintegración de $7\ 10^{8}$ años, liberándose una partícula alfa en el proceso.
a) Determine razonadamente el número atómico y el número másico del núcleo resultante.
b) Calcule el tiempo que debe de transcurrir (en años) para que la muestra ser reduzca al 75 % de la masa original.
c) ¿Qué tiempo debe de pasar para que la muestra tenga la mitad de la actividad?.
Razone las respuestas

4.- La fisión de un átomo de ^{235}U (Z = 92) se produce por captura de un neutrón, dando lugar a ^{146}Bario (Z=56) y ^{90}Kr (Z=36).
a) Escriba la reacción nuclear que tienen lugar. ¿Cual es el origen de la energía liberada en la reacción nuclear?.
b) Halle la energía obtenida por cada átomo de uranio que se fisiona.
c) En una central nuclear se liberan $45\ 10^{8}$ W de potencia. Halle la cantidad de uranio fisionada en la central en un dia.
Datos m U = 235,12 u, m Ba = 143,92 u, m Kr = 89,94 u,
m n^{0}= 1'0087 u , m proton = 1’0073 1 u = $1'7\ 10^{-27}$ kg, $c = 3\ 10^{8}$ m/s