

FISICA QUANTICA

NATURALEZA DE LA LUZ. MODELO ONDULATORIO (HUIGENS)

Luz: Perturbación de tipo ondulatorio que se propaga desde el foco luminoso hasta el observador. Se supone que la luz es un movimiento vibratorio que se propaga en un medio elástico ideal (eter) que existe tanto en el interior de los cuerpos materiales como en el vacío. Interpreta la propagación, reflexión y refracción y doble refracción.

Según esta teoría la N de propagación será $<$ en un medio material q en el vacío.

Huigens: Las ondas luminosas van longitudinales. Hook: Carácter transversal.

MODELO CORPUSCULAR (NEWTON).

La luz estaría constituida por la propagación o emisión de pequeños corpúsculos. Si la luz fuera un movimiento ondulatorio tendría que salvar los obstáculos en su trayectoria u o seria rectilínea, no existirían sombras. – Propagación rectilínea de la luz como si se tratara de un fajo de partículas. La velocidad de la luz aumenta con el índice de refracción.

Triunfo inicial de la teoría ondulatoria. Young descubre las interferencias luminosas producidas por una doble rendija. Este hecho lo explicó basándose en el carácter de onda transversal. Fresnel desarrolló una teoría mas completa que explicaba las interferencias , la difracción y la polarización.

Sobre 1850 se comprobó que la velocidad de la luz es $<$ en un medio material que en el vacío (Huygens). A finales de siglo XIX parecía estar bien establecido el carácter ondulatorio de la luz.

LOS ESPECTROS ATÓMICOS

Cada sustancia conocida cuando se colocaba en la llama de un encendido emitía luz de un color determinado. Cada elemento que contiene un espectro atómico de emisión característico.

Formula de Balmer. (formula 1)

Se destaca la presencia de n enteros en la fórmula, pero Balmer no pudo explicar la causa.

Leyes de radiación. Leyes clásicas: La E del sol llega por radiación. Cualquier cuerpo emite una determinada cantidad de energía/segundo en forma de radiación electromagnética. Imaginemos un bloque de metal con una cavidad con un orificio. Al calentar el metal, por el pequeño orificio escapa la radiación. En la cavidad la E radiante está en eq con las paredes y por ello el sistema se acerca a un cuerpo negro, que se comporta como un emisor ideal. Con una bomba y un generador de tensión variable comprobamos que de aumentar la tensión aumenta la brillantez del filamento aumentando su temperatura . También el color de la luz emitida pasa de rojizo a blanco, pasando por amarillo. *Un cuerpo muy caliente emite mas energía que uno menos caliente, por unidad de superficie.* Al aumentar la temperatura disminuye la λ a la cual se produce el máximo de emisión y por tanto con $>$ % de la energía radiada con en la luz visible. Para deducir la distribución de la energía en función de la frecuencia se supuso que los emisores pueden oscilar con una energía que va de 0 a infinito. Esta hipótesis fracasa a altas frecuencias porque prevé una emisión de energía infinita.

EFFECTO FOTOELÉCTRICO. Hertz estudiaba la descarga eléctrica entre dos electrodos. Esta descargaba se efectuaba mas fácilmente si iluminaba uno de los electrodos. La luz más eficaz era la luz ultravioleta. A este

efecto se le llamó efecto Hertz o fotoeléctrico. Este efecto de interpretó como una emisión de electrones que son arrancados de un metal gracias a la energía de la luz incidente. Una célula fotoeléctrica consiste en una ampolla que para con una ventana que permite el paso de la luz en el interior de la ampolla se ha hecho un vacío y se han colocado dos láminas metálicas (ánodo y cátodo). (Dibujo1).

Cuando una luz incide sobre el cátodo, arranca electrones de esta superficie metálica a causa de la batería del circuito. Los electrones son acelerados hacia el ánodo. El galvanómetro de detecta una débil corriente. Utilizando luz monocromática se llegó a las siguientes leyes: 1. Para un determinado metal, solo se produce el efecto fotoeléctrico si la frecuencia de la luz utilizada sobrepasa un límite, llamada V límite. Si la V es $<$ no se pueden arrancar electrones. 2. Cuando se producía efecto fotoeléctrico este es instantáneo, incluso para bajas intensidades luminosas (Para E/t). 3. La corriente que circula por la célula depende de la tensión aplicada, V , si V aumenta, la I sé corriente también aumenta, aunque no linealmente; asta alcanzar un límite el llamado corriente de saturación. La I de saturación es proporcional a la I de la luz incidente. (Dibujo 2). 4. Si la invertimos la polaridad de la batería i V es $<$, la corriente disminuye rápidamente y se anula para un valor determinado llamado tensión de corte o de frenada ($V = -V_0$).

Interpretación de efecto fotoeléctrico. Los electrones no escapan espontáneamente de un metal, están en un pozo de potencial (ligada al metal por una E_p (-). Para extraerlos hay que aportar al electrón una energía mínima, llamada trabajo de extracción W_e . W para que el electrón quedara en reposo fuera del metal. El trabajo de extracción esta ligado a la E_i del elemento. Si la radiación tuviera carácter ondulatorio, la energía correspondiente al W_e le proporcionaría la luz incidente de manera continua, y así aunque la I de la luz fuese muy baja se produciría expulsión de electrones, pero habría que esperar cierto tiempo. Así clásicamente no se puede explicar que el efecto sea instantáneo, aunque la iluminación fuera muy débil. Si la V es la apropiada, la emisión de electrones es instantánea. Si aumenta la I de la iluminación , creará la energía aportada por la luz, esto haría aumentar la I y la corriente , independiente de la V . Según las leyes clásicas la frecuencia de corte no tendría explicación. HIPOTESIS CUÁNTICA. El movimiento de los osciladores tenia que estar restringido, para que se cumplieran las leyes experimentales. Planck tuvo que suponer que un átomo se comportaba como un oscilador armónico con frecuencia natural de vibración V . Este oscilador solo puede variar su energía en cantidades múltiples de la cantidad E_1 que depende de la V . $E_1 = h \cdot V$ $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$.

(Formula 2). Siendo n un número entero. Así la energía solo puede variar un número entero de veces la cantidad de hV . Esto es lo que significa que la energía está cuantizada. Hipótesis cinética de Einstein. La radiación se emite y se capta por cuantos o paquetes, se ha de imaginar concentrada en gránulos como si se tratara de un conjunto de paquetes de energía cerrados en la cavidad del cuerpo negro. La energía electromagnética que se propaga con la luz está distribuida de manera discontinua. Un fajo de luz constaría de un número entero de paquetes de energía o quants (teorema de los cuantos de luz). Lewis puso el nombre: fotones . El fotón es una partícula de masa o en reposo y la v de la luz $E = hV$. (V = frecuencia). En 1916 Einstein demostró que los cuantos obedecían la ecuación $E = pc$ (p = momento lineal) (por la teoría de la relatividad).

INTERPRETACIÓN CUNTICA DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO. Hipótesis de Einstein. 1. La luz se comporta como si estuviera compuesta de corpúsculos o fotones y la E V se los cuales están ligados pro $E = hV$. 2. El efecto fotoeléctrico se produce cuando un electrón interacciona con un único fotón, pero solo cuando la E del fotón es suficiente par arrancarlo del metal. (Dibujo 3). EXPLICACIÓN: Solo los fotones de $E >$ o igual q es trabajo de extracción de metal podrán producir el efecto fotoeléctrico. Esto explica la existencia de una frecuencia mínima, V_0 , de acuerdo con la 1ª ley experimental si el fotón no tiene esa energía no hay efecto fotoeléctrico. $W_e = hV_0$.

Si disminuye la I de la iluminación , disminuye el número de fotones que llegan y por tanto el número de electrones que pueden arrancar.

Si se da efecto fotoeléctrico el exceso de energía del fotón si el W_e se invierte en comunicarle energía cinética al electrón. Para los electrones del último nivel esta energía cinética tiene un valor máximo. Para estos electrones podemos escribir $E_{\text{fotón}} = W_e + E_{c \text{ max.}}$.

Si V_0 es la frecuencia límite, $W_e = h V_0$. $hV = h V_0 + E_{c \text{ max.}}$. Entonces $E_{c \text{ max.}} = h (V - V_0)$.

RELACIÓN ENTRE FRECUENCIA Y FRECUENCIA DE CORTE Si aplicamos una $V < 0$ (a la pila de la célula fotoeléctrica) los electrones van frenándose y solo llegan al ánodo aquellos cuya energía cinética $> eV$. Si aplicamos un potencial negativo tal que $E_{c \text{ max.}} = eV_0$ (potencial de corte), ningún electrón será capaz de llegar al ánodo y cesará la corriente eléctrica. Esto puede expresarse: $E_{c \text{ max.}} = h (V - V_0) = eV_0$.

Según Einstein: Si la fórmula deducida es correcta la representación gráfica de V_0 en función de la V de la luz incidente es una recta, cuya pendiente no depende del metal emisor. $V_0 = h / e (V - V_0)$ $h / e \rightarrow$ pendiente = ctante. (dibujo 4)

HIPOTESIS DE DE BROGLIE.

Dualitat onda-corpúsculo. Podemos hablar de un comportamiento dual para la luz porque ciertos fenómenos se describen adecuadamente mediante el modelo ondulatorio (interferencias, difracción) mientras que otros requieren un modelo corpúsculo (efecto fotoeléctrico) $E = hV$ (fotón) Cantidad de movimiento ($m V$) $\rightarrow p = E/C = h/\lambda = hV / C$. ($C = h V$).

De Broglie basándose en el modelo atómico de Bohr en la presencia de números enteros en sus leyes, consideró que era posible considerar esta dualidad que los electrones y por extensión de todos los corpúsculos.

La hipótesis establece que cualquier partícula de cantidad de movimiento p lleva asociada una onda definida por $\lambda \rightarrow p = h / \lambda$.

BASES DE LA FÍSICA CUÁNTICA. La mecánica cuántica es la única de explicar el comportamiento de la naturaleza a escala atómica o inferior.

MECANICA ONDULATORIA DE SCHRODINGER. Queremos estudiar el comportamiento de un electrón en un átomo. Schrodinger propone abandonar la idea clásica de considerar al electrón como una partícula y aceptar el modelo dual, describiendo el electrón mediante una expresión matemática similar a la de un movimiento ondulatorio. Función de onda. (fórmula 2).

Esto es simplemente la expresión de un nuevo modelo matemático $E = E_t$ del electrón $E_p = E_p$ del electrón.

Como la I de una onda es proporcional al cuadrado de su amplitud Born asoció a la función de onda un carácter de función de probabilidad (FORMULA 3) con la probabilidad de encontrar el electrón dentro de un elemento de volumen dv situado en el entorno del punto r .

Cuantización del átomo. (Fórmula 4) Al resolver la ecuación de Schrodinger aparecen los tres números cuánticos (n, l, m), que caracterizan cada estado electrónico. Además solo existen solución para determinados valores de la E , los previstos por Bohr.

$E_n = E_1 / n^2$ $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ (E_f del H).

La función de onda permite calcular la probabilidad de encontrar el electrón a una determinada distancia del núcleo para cada estado cuántico ($1s, 2s, \dots$).

Principio de indeterminación de Heisenberg. La dualidad onda- corpúsculo implica: No se puede determinar

simultáneamente con precisión absoluta la posición y el momento lineal (p) de una partícula. (formula 5) .

Esto es independiente de la caída de los aparatos utilizados. El principio de indeterminación es una propiedad intrínseca de las partículas ligadas a su naturaleza dual.

FISICA NUCLEAR.

Radioactivitat: Becquerel. Experiencia que llevó al descubrimiento de la radioactividad: Se envolvió una placa fotográfica con papel negro, se colocaba encima de una sustancia fosforescente y se exponía a la luz solar. La sustancia fosforescente emitía radiaciones que penetraba a través del papel opaco a la luz i marcaban la silueta sobre la placa fotográfica. Pero la placa se velaba en la oscuridad cuando se colocaba encima sal de uranio, pero solo la zona donde se situaba la muestra de uranio. Se experimentó con uranio caliente a baja temperatura, en polvo, disuelto en ácido... pero la emisión era la misma. Era independiente del estado de combinación de uranio i de su estado físico.

Lo más llamativo de esta nueva radiación era su carácter continuo, persistente i espontáneo, y parecía inagotable.

Marie y Pierre Curie. Descubrieron otros elementos que poseían radioactividad : el Radio y el Polonio. En todos se cumplía que la intensidad de la emisión era proporcional a la fracción en masa del elemento activo en el compuesto. De aquí se estableció que la radioactividad es un poseso atómico que no es efecto por la presencia de otros elementos no radioactivos no por el estado físico.

Análisis de la radiación. Rutherford colocó láminas metálicas en la trayectoria de la emisión procedente de una sustancia radioactiva i consiguió separar y caracterizar las diferentes radiaciones. (dibujo 5).

La primera fracción , alfa, era apenas desviada por un campo magnético, era poco penetrante. Otra fracción , beta, era 100 veces mas penetrante i experimentaba una gran variación en el campo magnético. Después, Villard detecto una tercer fracción, gamma, mas penetrante que la anterior. Esta no era afectada pro la acción de campos eléctricos o magnéticos. Se caracterizó como radiación electromagnética de gran frecuencia.(Dib. 6).

ESTRUCTURA I CARACTERÍSTICAS DEL NUCLEO. (L'atom no es una esfera massissa).

Experimento de Rutherford. Se bombardea con partículas alfa una fina lámina de oro. La mayoría de las partículas seguían la misma trayectoria (átomo hueco).

Otras se desviaban un poco, pero algunas rebotaban. (Dibujo 7).

Problemas: masa del núcleo : z n protón? Se descubre el neutrón (M_n similar M_p).

Wát similar $Zm_p + (A-Z)M_n$. ¿Como se mantenían los protones unidos en el núcleo? ¿Ley Conservación?

Origen de la estabilidad nuclear: Deben existir unas interacciones de gran intensidad capaces de vencer la repulsión eléctrica. Estas F deben ser de corto alcance pues no se manifiestan fuera del núcleo. Estas fuerzas solo se manifiestan entre un nucleón i sus vecinos más próximos, también son independientes de Q . Esta F nuclear se convierte en repulsivo a distancias mas cortas que un fm. $1f = 10$ elevado -15 m.

Estas fuerzas deben ser de corto alcance pues no se manifiestan fuera del núcleo . así sólo se manifiestan a distancias del fermi (10 elevado -15 m). (hasta $\pm 3fm$).

Deben tener un carácter saturado, sólo se manifiestan entre un nucleón y sus vecinos mas próximos y son

independientes de la carga (se dan entre 2 protones, 2 neutrones o entre protón y neutrón).

La F nuclear se convierte en repulsiva a distancias mas cortas ya que los nucleones están a una distancia tal que el V es proporcional a A ($n^\circ p + n^\circ n$), y atracción a distancias menores se produciría el colapso del núcleo.

Interpretación. Yukawa llamó a este tipo de interacción fuerza nuclear fuerte y avanzó la hipótesis de la existencia de unas nuevas partículas llamadas mesones como vehículo para dar estabilidad al núcleo. Su masa sería 100–200 veces la masa del electrón. Se trata de la interacción conocida mas intensa i es la responsable directa de la estabilidad del núcleo. No es fácil una interpretación matemática de estas F porque no sólo dependen de la distancia si no que intervienen otras magnitudes cuánticas como el momento angular , el espín ...

Los mesones M (piones) fueron descubiertos en 1947 . Tienen una masa 140 m y pueden ser los responsables de la estabilidad nuclear; se piensa que se produce un intercambio de piones entre los nucleones. Existen unos 400 núcleos estables (Diagrama pagina 336).

Los núcleos ligeros, excepto H (un protón o neutrón) son mas estables si contienen = número de protones y de neutrones. ----> $N=Z$. Los núcleos mayores son mas estables si $N>Z$. Estos indica que al aumentar el número de protones aumenta la fuerza repulsiva electrostática por eso se requieren mas neutrones par estabilizar el núcleo.

A partir de $Z=83$ la F repulsiva entre los protones no puede ser compensado por la adición de mas neutrones y los núcleos son inestables. La mayoría de núcleos estables tienen A par. Solo ocho núcleos tienen Z i N impares. Existen ciertos valores de N y Z llamados números mágicos, que corresponden a núcleos de extraordinaria estailidad. Estos son 2 (He), 8(O), 20(Ca), 28, 50, 82 y 126(N).

ENERGIA DE ENLACE. La masa total de un núcleo es siempre la suma de las masas de sus núcleos. Para descomponer un núcleo se requiere una gran cantidad de E , lo cual significa que la energía en reposo de un núcleo es < que la suma de las energías en reposo de sus componentes suficientemente separados para no experimentar F nuclear entre ellos.

E . de ligadura (Formula 6) La energía en reposo de una partícula n .

El núcleo (de masa M) es más estable que el sistema formado por los nucleones separados.

Enlace por nucleón E_b/A

Gráfico pag. 339: tanto los núcleos con $A>60$ como los de $A<60$ no están tan fuertemente enlazados como aquellos situados en la mitad de la tala periódica. Alrededor del Fe son más estables. Si se unen dos núcleos ligeros para formar un núcleo de más masas (fusión) se libera E y si un núcleo con mucha masa se divide en otros más ligeros también se libera E (fisión).

A partir de $A=20$ la E_b alcanza un valor casi cte.

· Desintegración radioactiva.

Núcleo estable: que permanece en su mismo estado si no es perturbado por un agente externo.

Núcleo radioactivo: tiende a pasar espontáneamente a un estado de menor E .

· Emisión ·

Los núcleos con $Z > 2$ tienen un n de n° superior al de p^+ y la posición del núcleo se aleja de la curva de estabilidad. Estos núcleos adquieren mayor estabilidad emitiendo partículas α o núcleos de He.

La masa de núcleo inicial tendrá que ser mayor que la suma de las masas de las partículas formadas. Ya se trata de un proceso instantáneo.

Esta diferencia de masa se suele expresar como E_c de la partícula.

$$E_c = (m_x - m_y - m) \cdot c^2$$

La penetración de las α depende de su E y de la sustancia que atraviesan, además ionizan esta sustancia porque captan electrones para convertirse en He.

Emisión α :

En los núcleos muy ricos en neutrones la desintegración espontánea se produce con emisión de partículas α (α).

Cuando se emite un α el número másico no cambia la suma de p^+ y n es la misma, pero el número atómico aumenta en una misma unidad ($n \rightarrow p^+ + 2$).

El análisis riguroso de la emisión α llegó a resultados que no verificaban el ppo de conservación de la E , ni tampoco se conservaba la cantidad de movimiento. Por todo ello se supuso que en la desintegración se producía otra partícula muy difícil de detectar, Fermi la llamó Neutrino ν , más tarde se la llamó antineutrino $\bar{\nu}$. No tiene carga y su masa en reposo es nula. Así Fermi postuló otra interacción fundamental llamada débil cuyo alcance era del orden del Fermi.

Emisión β :

Ocurre en los núcleos con deficiencia de neutrones ($Z > N$)

Los núcleos con deficiencia de neutrones pueden adquirir mayor estabilidad mediante otra transformación: captura orbital electrónica, normalmente de la capa K la más próxima al núcleo.

El núcleo resultante es idéntico al producido por una emisión β^+ , la diferencia es que en la captura electrónica no hay emisión de positrones, pero si hay una emisión de rayos x , característicos de la ocupación, por un exterior, de la vacante dejada por el e^- capturado por el núcleo.

(Cuando otro e^- baja para ocupar la posición del e^- capturado se emite radiación de frecuencia característica de cada átomo).

Emisión γ : (Gamma)

Cuando un núcleo se desintegra queda normalmente en un estado excitado.

Para volver a su estado fundamental el núcleo emite fotones muy energéticos llamados rayos gamma, [símbolo]. Esta emisión es el mecanismo por el cual los productos de la desintegración ceden su exceso de E . Los fotones gamma (radiación electromagnética) no poseen masa ni carga por tanto no hay ningún cambio en los números másicos y atómicos de los átomos.

Los fotones gamma son mucho más penetrantes que las partículas alfa o beta. La interacción de los rayos gamma con la materia dependen de su E y estructura y las clases de material que atraviesen.

Los rayos gamma de baja energía dan lugar al efecto fotoeléctrico. Los rayos gamma de alta y media energía dan lugar a dispersión con p^+ y producción de pares ($e^- + e^+$).

Actividad y periodo de desintegración:

La desintegración no podía ser un proceso ilimitado. Si tenemos una muestra de N_0 átomos, el nº de átomos, N , que quedan sin desintegrar transcurrido un tiempo t decrece.

$$-dN = \lambda N dt$$

$N \rightarrow$ nº de núcleos desintegrados. (primera N)

$N \rightarrow$ nº de núcleos presentes.

$\rightarrow$ cte. de desintegración.

Si λ es grande, la substancia se desintegra rápidamente, si λ es pequeño el proceso de emisión será lento.

El nº de núcleos desintegrados por unidad de t es: $-dN/dt = \lambda N$

y representa la λ . De desintegración o actividad (A) de la muestra-radioactiva.

$$-dN/N = \lambda dt ; \ln(N/N_0) = -\lambda t$$

$$N = N_0 \cdot e^{(-\lambda t)}$$

$N \rightarrow$ nº de núcleos no desintegrados. $N_0 \rightarrow$ nº de núcleos en tiempo igual a 0.

EL periodo de semi-desintegración, T , es el tiempo para que la mitad de los núcleos se hallan desintegrado:

$$N = N_0 / 2 \rightarrow N_0 / 2 = N_0 \cdot e^{(-\lambda t)}$$

$$1/2 = e^{(-\lambda t)} ; T = \ln(2) / \lambda$$

T es inversamente proporcional a λ , por tanto a mayor cte. De desintegración, menor periodo o vida media:

$$\text{Vida media} = 1/\lambda = T / \ln(2).$$

Reacciones nucleares.

Veremos reacciones en las que chocan diferentes núcleos o un núcleo con una partícula más simple con un n . Tras el choque ocurre una reordenación de los nucleones, similar a la que ocurre en una reacción química, pero la gran diferencia es la gran cantidad de energía que se desprende en las reacciones nucleares. Rutherford bombardeó N con partículas α y se formaba un isótopo de O . Esta fue la primera transmutación artificial.

Las reacciones nucleares son procesos de choque en los que se conserva la E , el momento lineal y el angular, el nº de nucleones y la q . Las partículas incidentes se aceleran previamente mediante campos eléctricos y magnéticos.

Balance energético

$$E_i = E_{c,x} + m_x \cdot c^2 + E_{c,X} + M_X \cdot c^2 \text{ [Energía perturbadora + } E \text{ átomo] [Incidente + masa del átomo]}$$

$X \rightarrow$ átomo inicial $x \rightarrow$ partícula incidente

La E final del sistema es:

$E_f = E_{c,y} + m_y \cdot c^2 + E_{c,Y} + M_y \cdot c^2$ Partícula que se forma + átomo que se forma

$E_i = E_f$ Pues es un sistema aislado

$E_{cf} - E_{ci} = m_i \cdot c^2 - m_f \cdot c^2$

E_c de las partículas iniciales y finales = dif. Entre las masas iniciales y finales expresadas en forma de E.

El A_{Ec} recibe el nombre de E de reacción o factor Q

$Q = E_{cf} - E_{ci} = (m_i - m_f) c^2$

Si $Q > 0$ el sistema cede E al entorno, Reacción exotérmica. Si $Q < 0$ el sistema recibe E, reacción Endotérmica.

Si $Q > 0$ la reacción ocurre para cualquier valor de la E_c de la partícula incidente pero si $Q < 0$ la partícula incidente ha de tener como mínimo una cierta E_c para producir la reacción llamada Elimite, que es $|Q|$ y este exceso de E sobre este valor aparece en forma de E_c de los productos que reacción.

Radioactividad artificial

Irene Curie y su esposo Frederic Joliot estudiaban el bombardeo del Al^{27} con penetraciones .

También aparecían en la desintegración, positrones. (). La emisión de positrones continua también en cesar el bombardeo. Se penso que el isótopo obtenido ^{30}P era radiactivo. Su periodo de desintegración resulto ser de 2,5 minutos y se desintegraba según :

La producción de positrones es mas abundante en la radioactividad artificial.

Fisión Nuclear

Al bombardear uranio con n en ocasiones obtenían núcleo de menor tamaño en los que el numero de nucleones era mas o menos $\frac{1}{2}$ del núcleo inicial. Lo que ocurría era que el núcleo de U después de absorber el neutrón se desintegraba en dos pedazos casi iguales. A este fenómeno se le llama fisión nuclear. La fisión de ^{235}U más fácilmente fisionable que el ^{238}U se explica teniendo en cuenta que al absorber un neutrón se transforma en ^{236}U , quedando además en estado excitado, inestable. En estas condiciones el nuclido se deforma y cuando la F de repulsión entre los p+ supera la $F_{nuclear}$ fuerte, el núcleo se desintegra, partiéndose en dos de menor tamaño, emite también dos o tres neutrones.

Estos neutrones pueden provocar nuevas fisiones y producir una reacción en cadena. Algunos neutrones se escapan por la superficie del reactor. El n° de neutrones que escapa es función de la relación entre el área superficial y la v del reactor.

Una característica del diseño del reactor es conseguir una relación superficie/ V adecuada y una masa de v tal que la reacción se produzca en cadena. Así la reacción transcurre de manera que un emitido produce una nueva fisión. Tendremos así un proceso automantenido o reacción en cadena controlada. Si, por en contrario , mas de un numero liberado en la fisión es capaz de originar nuevas fisiones , este numero de neutrones crecería rápidamente y resultaría una reacción incontrolada, esto el lo que ocurre en una bomba atómica.

FUSIÓN NUCLEAR.

Se denomina fusión nuclear al proceso que consiste en formar núcleos junto a protones y neutrones individuales o formar núcleos mayores uniendo núcleos mas pequeños. Los núcleos ligeros pueden combinarse para formar núcleos mas grandes liberando energía en el proceso, ya que la energía de enlace por nucleón es < para los núcleos ligeros que para los de tamaño intermedio. No obstante, iniciar una fusión es difícil. Los núcleos que se quieren unir tienen cargas positivas, por lo que se repelen entre sí. Hace falta aproximarlos mucho para supere la I de repulsión electrostática, y de este modo se puede formar el núcleo núcleo, se d electrones la fusión. Por ello los núcleos deben moverse a gran velocidad y encontrarse con T muy elevadas (mas o menos 10 elevado a 6 C). Los dispositivos de fusión se llaman dispositivos termonucleares.