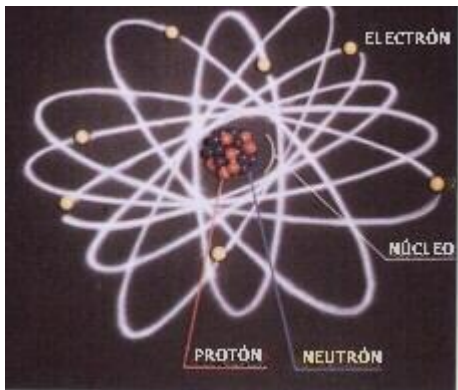


Material complementario PRÁCTICO 1

Núcleo atómico y radiactividad

El núcleo es una pequeña región central del átomo donde se encuentran distribuidos los neutrones y protones, partículas fundamentales del núcleo, que reciben el nombre de nucleones.



La estabilidad del núcleo no puede explicarse por su acción eléctrica. Es más, la repulsión existente entre los protones produciría su desintegración. El hecho de que en el núcleo existan protones y neutrones es un indicador de que debe existir otra interacción más fuerte que la electromagnética que no está directamente relacionada con cargas eléctricas y que es mucho más intensa. Esta interacción se llama *interacción nuclear fuerte* y es la que predomina en el núcleo.

Los nucleones se mueven bajo la acción de sus interacciones mutuas y la intensidad de sus interacciones se puede medir por su energía de ligadura nuclear.

CLASIFICACIÓN DE LOS NUCLEIDOS

Igual que todos los átomos que tienen el mismo número atómico, pertenecen al mismo elemento químico, todos los núcleos que tienen igual número de protones e igual número de neutrones, pertenecen al mismo nucleido.

Los nucleidos se clasifican en:

- **Isótopos:** núcleos con igual número de protones, pero distinto número de neutrones, y por tanto distinto número másico.
- **Isótonos:** núcleos con igual número de neutrones, pero distinto número de protones, y por tanto distinto número másico.
- **Isóbaros:** núcleos con distinto número de protones y distinto número de neutrones, pero igual número másico.
- **Isómeros:** Solo difieren en la energía del núcleo.

ENERGIA DE LIGADURA

Se define como la energía necesaria para separar los nucleones de un núcleo, o bien como la energía que se libera cuando se unen los nucleones para formar el núcleo.

El origen de la energía de ligadura o de enlace nuclear reside en la desaparición de una parte de la masa de los nucleones que se combinan para formar el núcleo. Esta diferencia de masa recibe el nombre de *defecto másico*, y se transforma en energía cuyo cálculo se puede realizar por la ecuación de Einstein,

$$E=m.c^2$$

Si a la suma de las masas de los nucleones y electrones de un átomo le restamos la masa medida experimentalmente, obtenemos el defecto másico, y podemos calcular la energía total de enlace. La energía de enlace o de ligadura será equivalente a la energía liberada en la formación de un núcleo.

La ecuación de Einstein, $E=mc^2$, establece que la masa es una forma de energía y por lo tanto la teoría de conservación se aplica a ambas magnitudes.

La u.m.a. se define como la doceava parte de la masa del átomo ^{12}C y $1 \text{ u.m.a.} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ Kg}$,

Según las unidades,

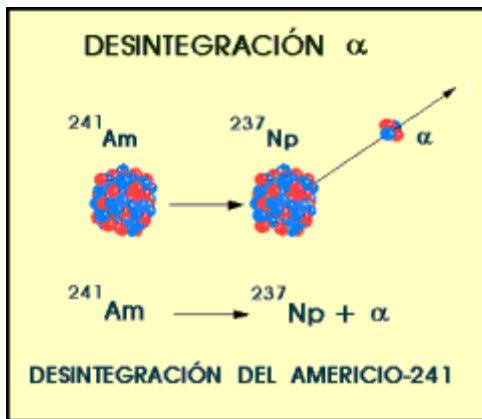
$$1 \text{ Joule} = \text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$E = m \cdot c^2 \quad E (\text{J}) = 1.66 \times 10^{-27} \text{ Kg} \cdot (2.997925 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = 1.4924373 \times 10^{-10} \text{ J}$$

$$\begin{array}{l} 1.6022 \times 10^{-19} \text{ Joule} \quad \text{---} \quad 1 \text{ eV} \\ 1.4924373 \times 10^{-10} \text{ J} \quad \text{---} \quad 931492510 \text{ eV} \approx 931.5 \text{ MeV} \end{array}$$

$$E = \text{defecto másico } (\Delta m) \times 931,5 \text{ MeV}$$

TIPOS MÁS FRECUENTES DE DESINTEGRACIÓN

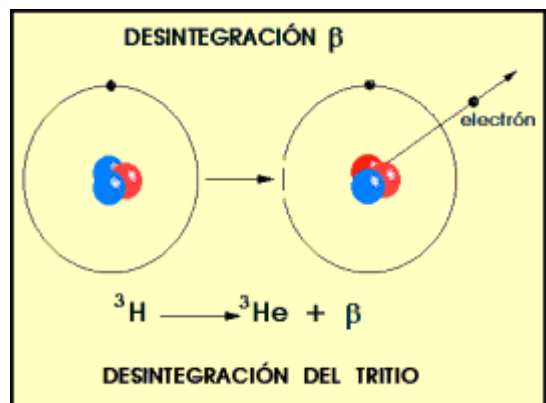
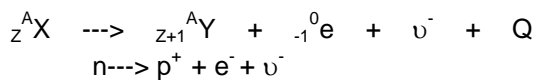


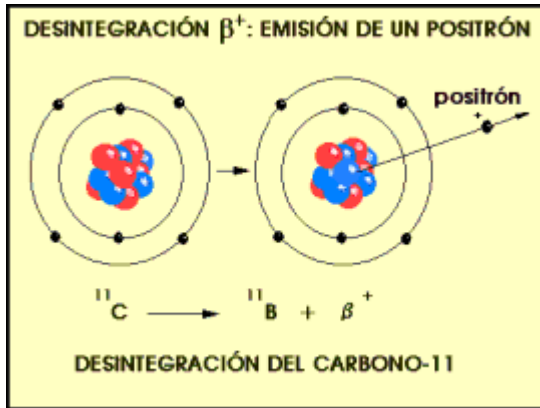
1) Cuando un núcleo emite una partícula alfa (α), su número másico se reduce en cuatro unidades y su número atómico en dos unidades. Este proceso se da en átomos con un número atómico elevado.



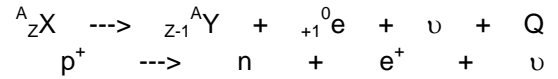
El proceso de desintegración α va acompañado de la emisión de una gran cantidad de energía procedente del defecto másico producido, por lo que la partícula alfa adquiere gran velocidad, del orden de 10^7 m/s .

2) Cuando un núcleo emite una partícula beta (electrón), su número másico permanece invariable y su número atómico aumenta en una unidad. Este proceso se da en núcleos que presentan un exceso de neutrones, por lo que un neutrón se transforma en un protón y en un electrón (partícula beta) que es emitido.



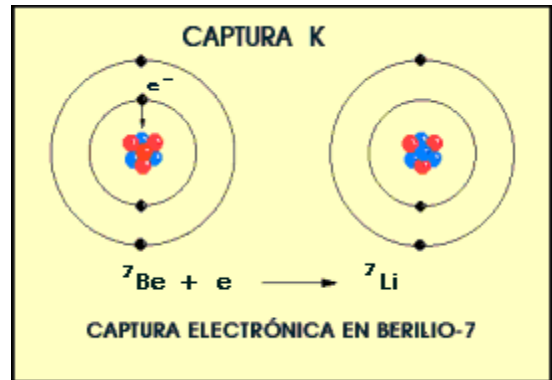
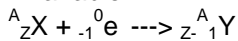


3) Cuando un núcleo emite una partícula beta positiva (positrón), su número másico permanece constante y su número atómico disminuye en una unidad. Este proceso se da en núcleos que presenten un exceso de protones, por lo que un protón se transforma en un neutrón y en un positrón.

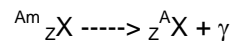


En ambos tipos de desintegraciones beta se emiten además otras partículas. La emisión de un electrón va acompañada de una partícula llamada antineutrino y la emisión de un positrón, de un neutrino.

4) También se puede dar la captura electrónica (captura K) en núcleos con exceso de protones, que consiste en la captura de un electrón por parte del núcleo, seguida de la transformación de un protón en un neutrón. El resultado final es la reducción del número atómico en una unidad mientras que el número másico permanece invariable.



La radiación gamma se manifiesta en los procesos radiactivos como consecuencia de la desexcitación de un núcleo, que previamente haya sido excitado.



CINETICA DEL DECAIMIENTO RADIOACTIVO

La desintegración de un núcleo radiactivo es un proceso espontáneo y es imposible predecir cuando un átomo se desintegrara. Ahora bien, cuando hay una gran cantidad de átomos radiactivos, se puede demostrar que la cantidad de núcleos iniciales disminuye con el tiempo.

El número de átomos que se desintegran en un tiempo dado es directamente proporcional al número de átomos presentes en la muestra. La constante de proporcionalidad es conocida como la constante de desintegración.

$$-dN/dt = \lambda \cdot N \rightarrow -dN / N = \lambda dt \rightarrow \ln N/N_0 = -\lambda \cdot t \rightarrow \mathbf{N = N_0 e^{-\lambda t}}$$

N_0 = número de átomos iniciales

N = número de átomos que quedan sin desintegrar en el instante t

λ = constante de desintegración

Se llama **período de semidesintegración ($t_{1/2}$)** al tiempo, para el cual, el número de núcleos radiactivos iniciales se reduce a la mitad. Cada sustancia radiactiva tiene un período de semidesintegración característica.

$$\text{Si } N = N_0/2 \rightarrow t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

La vida media es el valor medio de duración de los átomos de una sustancia radiactiva.