

FÍSICA MODERNA III

FÍSICA NUCLEAR

Prof. Jorge Rojo Carrascosa

www.profesorjrc.es

| Nombre | Simbolo | Masa | Carga | Descubimiento |
|----------|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Protón | p | $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ | $+1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ | Goldstein, 1886 |
| Electrón | e | $9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ | $-1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ | Thomson, 1897 |
| Neutrón | n | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ | | Chadwick, 1932 |

REPRESENTACIÓN DE NÚCLIDOS e ISÓTOPOS



DEFECTO DE MASA

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M$$

ENERGÍA DE ENLACE O DE LIGADURA DE NÚCLEO

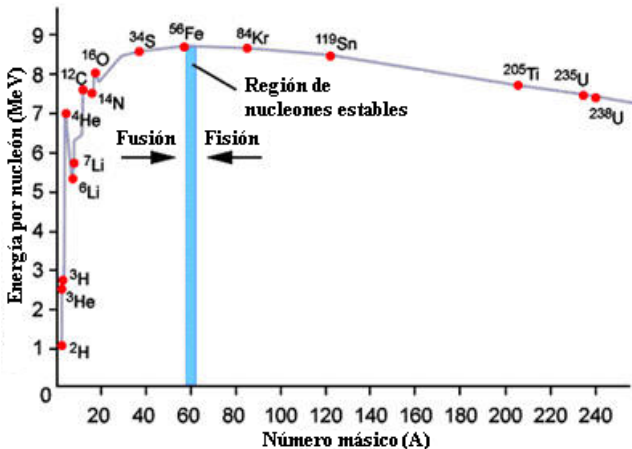
$$\Delta E = \Delta mc^2$$

Núcleo Atómico II. ESTABILIDAD DEL NÚCLEO

ENERGÍA DE ENLACE POR NUCLEÓN

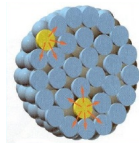
Es una medida de la estabilidad de un núcleo y representa la energía necesaria para arrancar un nucleón del núcleo, $\frac{\Delta E}{A}$.

Cuanto $\uparrow \frac{\Delta E}{A} \Rightarrow \uparrow$ estabilidad.



MODELO DE LA GOTA LÍQUIDA, (Niels Bohr)

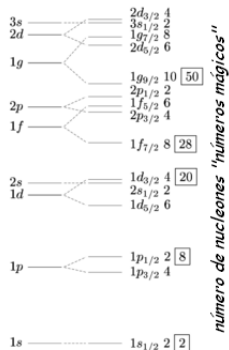
Cada nucleón interacciona con determinado número de nucleones de su entorno, no con el total de nucleones del átomo.



MODELO DE CAPAS, (Marie Mayer)

Cada nucleón interacciona con un campo de fuerzas creado por el resto de nucleones donde los nucleones se sitúan en capas de energía creciente.

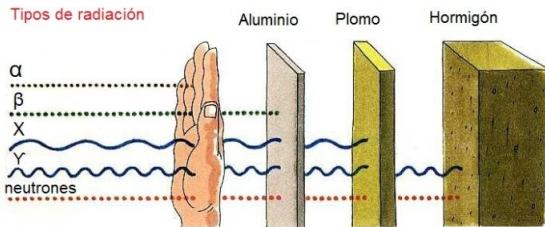
Las distintas transiciones entre cada capa da lugar a emisión de rayos γ .



Radiactividad I

Propiedad intrínseca que presentan algunos átomos capaces de ionizar el aire, provocar la fluorescencia de otros materiales, impresionar placas fotográficas y penetrar en cuerpos opacos al desintegrarse sus núcleos.

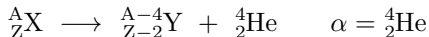
- 1 **Radiación α** : (${}^4_2\text{He}$), escaso poder penetrante pero son muy ionizantes. $E < 10 \text{ MeV}$.
- 2 **Radiación β** : e^- o e^+ que proviene del núcleo al desintegrarse un n^0 o un p^+ respectivamente. Su estudio \Rightarrow descubrimiento de los ν .
- 3 **Radiación γ** : Radiación EM muy intensa.



LEYES DE SODDY o LEYES DEL DESPLAZAMIENTO RADIATIVO

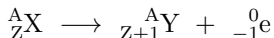
En la reacciones nucleares debe de conservarse el Z y A .

- **1ª Ley de soddy:** Si un núcleo emite una partícula α

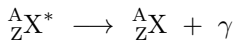


En las desintegraciones α se produce una estabilización a los núcleos de más de 210 nucleones.

- **2ª Ley de soddy:** Si un núcleo emite una partícula β



- **3ª Ley de soddy:** Para una emisión γ



$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \Rightarrow \boxed{N = N_0 e^{-\lambda t}}$$

Siendo λ , la constante radiactiva, [s^{-1}]

ACTIVIDAD o VELOCIDAD DE DESINTEGRACIÓN, A

$$A = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda N \Rightarrow \boxed{A = A_0 e^{-\lambda t}} \text{ con } A_0 = \lambda N_0$$

En el SI [A] = Bq, pero en la práctica [A] = Ci

PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN O SEMIVIDA, $t_{1/2}$

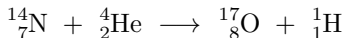
$$N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \boxed{t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}}$$

VIDA MEDIA, (τ , [τ] = s)

$$\boxed{\tau = \frac{1}{\lambda}}$$

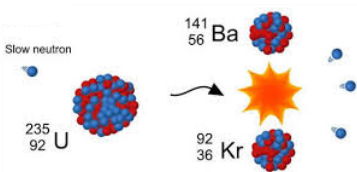
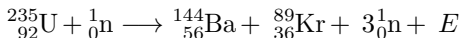
Reacciones nucleares. Fisión y Fusión

En la reacciones nucleares se conserva el Z y A .



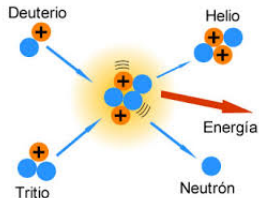
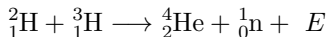
FISIÓN

Consiste en la ruptura de núcleos pesados en dos o más núcleos más ligeros denominados fragmentos.



FUSIÓN

En la fusión se consigue la unión de dos núcleos ligeros para formar uno más pesado, más estable y liberando energía.



- 1 **Interacción nuclear fuerte:** Da estabilidad de los núcleos. Alcance limitado al interior del núcleo. Partícula portadora: **Gluón**.
- 2 **Interacción nuclear débil:** Interactúa con toda la materia y es la encargada de la desintegración β . Alcance limitado a distancias nucleares. Partícula portadora: **W^{\pm}, Z** .
- 3 **Interacción electrostática:** Gracias a ella los átomos y moléculas son estables. Alcance infinito. Partícula portadora: **Fotón**.
- 4 **Interacción gravitatoria:** Responsable de la estructura del universo, su alcance es infinito. Partícula portadora: **Gravitón**.

ORDEN DE INTENSIDAD

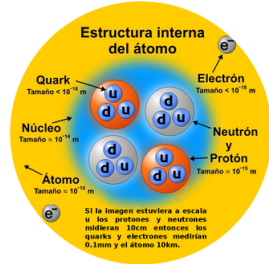
Nuclear Fuerte $>$ EM (10^{-2}) $>$ Nuclear débil (10^{-12}) $>$ Gravitatoria (10^{-38})

SEGÚN SU ESPÍN

- **BOSONES:** Tienen espín entero y son transmisoras de las fuerzas.
- **FERMIONES:** Espín semientero y constituyen la materia. e^- , p^+

SEGÚN SU ESTRUCTURA

- **LEPTONES:** Son fermiones elementales.
- **HADRONES:** Tienen estructura interna y se pueden desintegrar. Formados por **quarks** (partículas elementales).
 - 1 **MESONES:** Bosones que se desintegran en leptones y fotones. Se encuentran formados por un quark y un antiquark.
 - 2 **BARIONES:** Son fermiones no elementales compuestos por trios de quarks. Protones, neutrones,



Modelo Estandar III. Clasificación Partículas fundamentales

| | | | | | |
|----------|--|--|---|---|-------------------------------|
| masa → | 3 MeV | 1.24 GeV | 172.5 GeV | 0 | 115-185 GeV |
| carga → | $\frac{2}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | 0 | -1 |
| spin → | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | 1 | 0 |
| nombre → | u up | c charm | t top | γ photon | H [±] higgs boson |
| Quarks | 6 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ d down | 95 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ s strange | 4.2 GeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ b bottom | 0 0 0 1 g gluon | |
| | <2 eV 0 $\frac{1}{2}$ ν _e electron neutrino | <0.19 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν _μ muon neutrino | <18.2 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν _τ tau neutrino | 90.2 GeV 0 0 1 Z ⁰ fuerza débil | Bosons (Fuerzas) |
| | 0.511 MeV -1 $\frac{1}{2}$ e electron | 106 MeV -1 $\frac{1}{2}$ μ muon | 1.78 GeV -1 $\frac{1}{2}$ τ tau | 80.4 GeV ±1 1 W [±] fuerza débil | |
| Leptones | | | | | |

