



ALGUNOS ASPECTOS  
DE LA  
FÍSICA CUÁNTICA  
Y NUCLEAR

# FÍSICA CUÁNTICA

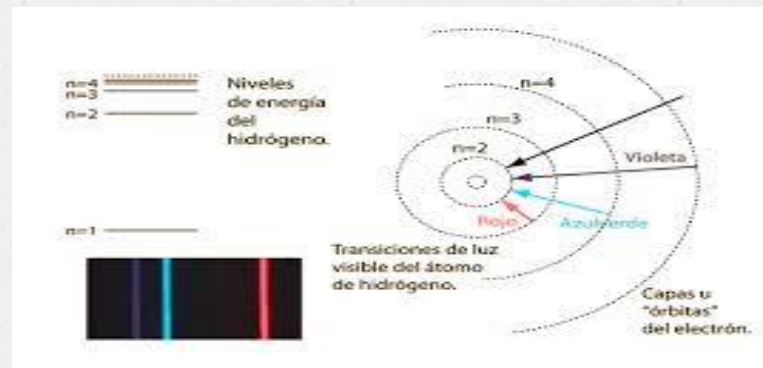
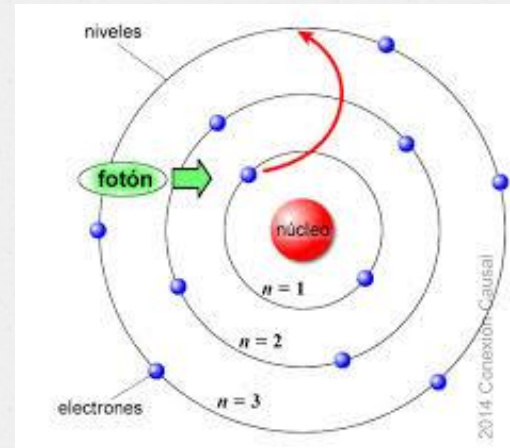
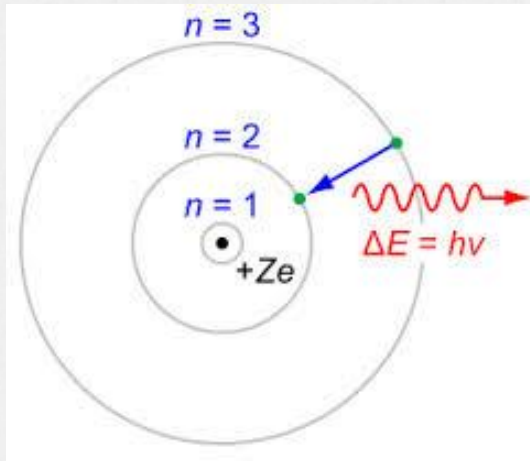




## EVOLUCIÓN HISTÓRICA SOBRE LA NATURALEZA DE LA LUZ

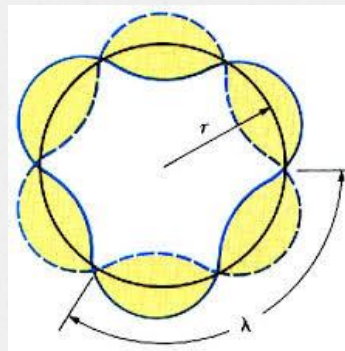
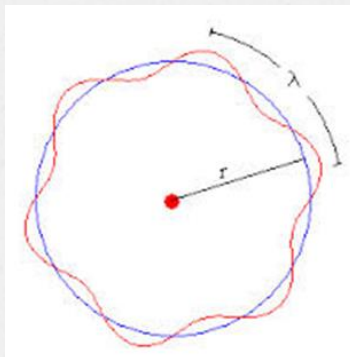
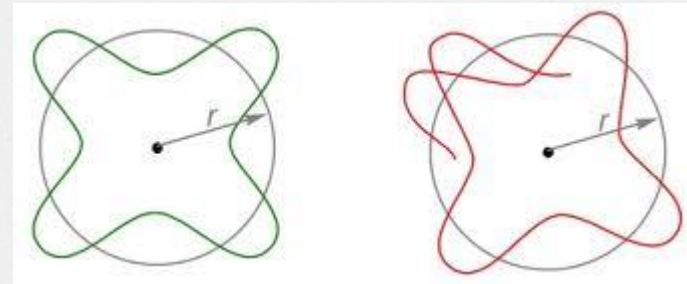
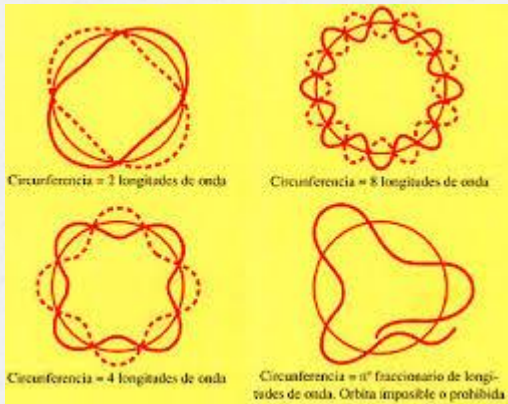
Siglo XVII	Siglo XIX	Siglo XX	
		Primera decena	A partir de la primera decena
<p>Modelo corpuscular (<b>I. Newton</b>). Explica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Propagación rectilínea (sombras)</li> <li>*Reflexión (choques elásticos)</li> <li>*Refracción (diferente atracción de la luz por diferentes medios). Supone <math>v_{\text{medios más densos}} &gt; c</math></li> </ul> <p>Modelo ondulatorio (<b>C. Huygens</b>): Explica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Propagación tridimensional de la luz desde un foco puntual.</li> <li>*Reflexión</li> <li>*Refracción: Supone <math>v_{\text{medios más densos}} &lt; c</math></li> </ul> <p>Para Huygens la luz es una onda longitudinal que, al igual que el sonido, necesita un medio material, el éter.</p>	<p><b>T. Young</b>- Experimentalmente realiza la difracción en dos rendijas paralelas y muy próximas y la polarización de la luz.</p> <p><b>A. Fresnel</b>- Justifica teóricamente los experimentos de Young con una teoría ondulatoria.</p> <p><b>J. Maxwell</b>- Completa la teoría de Fresnel con la predicción de ondas electromagnéticas con una velocidad igual a la de la luz. Luego la luz sería una onda electromagnética.</p> <p><b>H. Hertz</b>- Confirma experimentalmente la teoría de Maxwell</p> <p><b>L. Foucault</b>-Comprueba experimentalmente que <math>v_{\text{medios más densos}} &lt; c</math></p>	<p><b>M. Planck (1900)</b>- Denomina “cuantos” a porciones mínimas de energía</p> <p><b>A. Einstein (1905)</b>- Explica el efecto fotoeléctrico utilizando el concepto de fotón como cuanto de luz.</p>	<p><b>W. Heisenber</b>- Con su Principio de Incertidumbre pasa de una mecánica determinista a otra probabilística.</p> <p><b>L. De Broglie</b>-Establece el valor de la longitud de onda asociada a una partícula.</p> <p>Otros científicos relevantes: N.Bohr, P.Dirac, F.Hund, E. Shrödinger, E. Fermi...</p>
<p>En el <b>siglo XVII</b>, la <b>teoría corpuscular</b> tuvo mayor aceptación debido a la mayor autoridad científica que tenía Newton.</p>	<p>La naturaleza de la luz fue considerada <b>ondulatoria en el siglo XIX</b> por las teorías y las pruebas experimentales que la apoyaban.</p>	<p>La aportación de <b>Einstein</b> supuso una vuelta a la <b>teoría corpuscular</b>.</p>	<p><b>La luz tiene una naturaleza dual</b>, por ejemplo, se manifiesta <b>como onda</b> en los fenómenos de interferencia y difracción, y <b>como partícula</b> cuando interacciona con la materia.</p>
<b>LUZ COMO CORPÚSCULO</b>	<b>LUZ COMO ONDA</b>	<b>LUZ COMO CORPÚSCULO</b>	<b>DUALIDAD ONDA-CORPÚSCULO</b>

# Modelo atómico de Bóhr





# Órbitas resonantes, órbitas permitidas



Para un átomo de hidrógeno:  
 Resonancia de onda electrónica

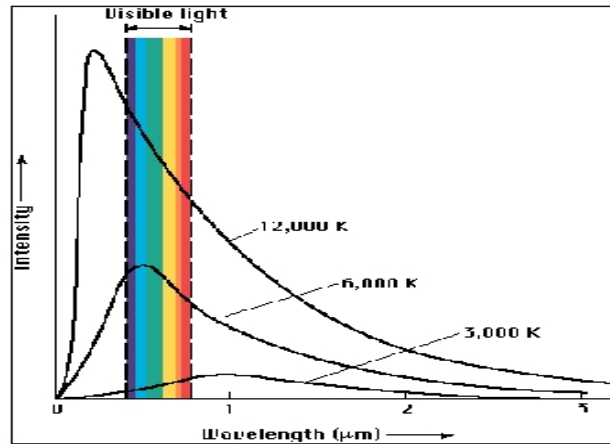
$n = 1$   
 $\lambda_1 = 2\pi r_1 = 6,28a_0$

$n = 2$   
 $\lambda_2 = 12,57a_0$      $2\lambda_2 = 2\pi r_2$

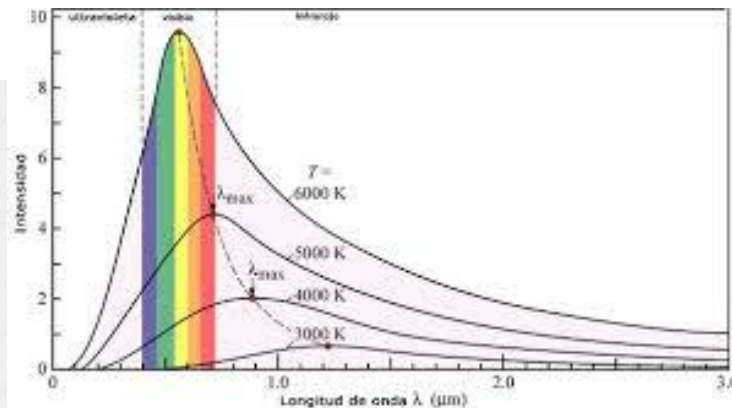
$n = 3$   
 $\lambda_3 = 18,85a_0$      $3\lambda_3 = 2\pi r_3$

Longitudes de onda de los estados del hidrógeno.  
 $a_0 = 0,0529\text{nm} = \text{Radio de Bohr}$

# Radiación térmica: Planck



- La emisión de un cuerpo opaco depende solamente de su *temperatura superficial*,  $T_s$ .
- Flujo en la superficie:  $F_s = \sigma T_s^4$ : mientras más caliente, más brillante ( $\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann).
- La longitud de onda de máxima intensidad se hace más corta a medida que aumenta  $T_s$ .





# Espectros atómicos

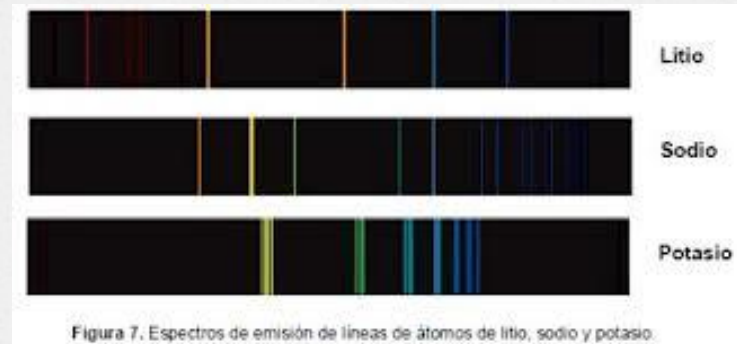
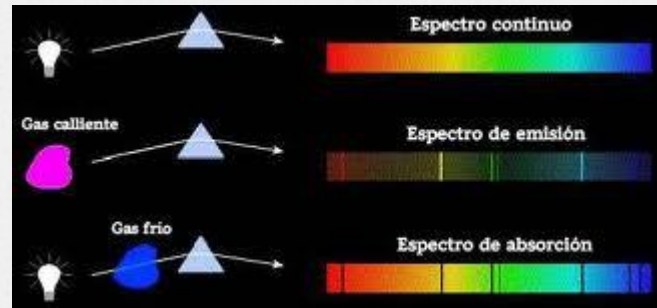
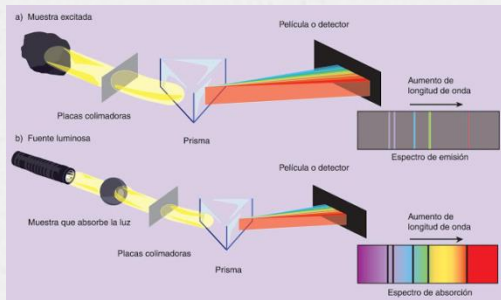
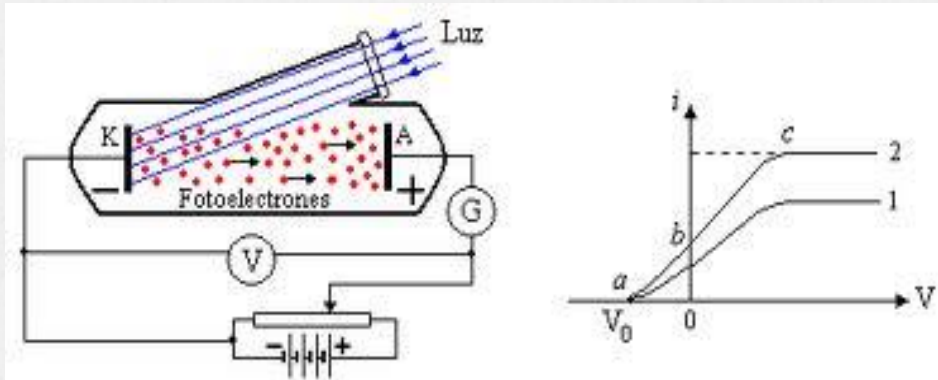
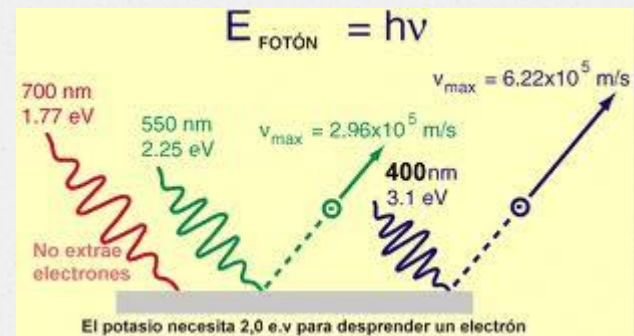
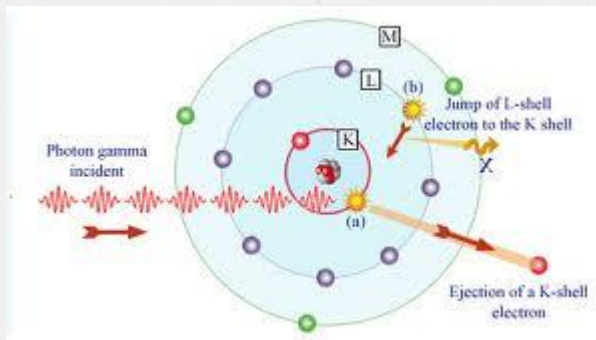


Figura 7. Espectros de emisión de líneas de átomos de litio, sodio y potasio.

# Efecto fotoeléctrico



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







Segunda derivada con respecto a x      Función de onda de Schrödinger

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \Psi = 0$$

Posición      Energía      Energía potencial

$\Psi$  : función de onda  
 $m$  : masa del electrón  
 $h$  : constante de Planck  
 $E$  : energía total del electrón (dependen de sus coordenadas  $x, y, z$ )  
 $V$  : energía potencial del electrón (dependen de sus coordenadas  $x, y, z$ )

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \Psi = 0$$

# FÍSICA NUCLEAR





# Tipos de radiaciones

**$\alpha$**

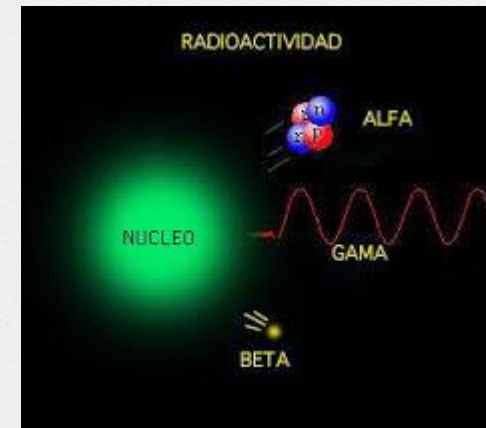
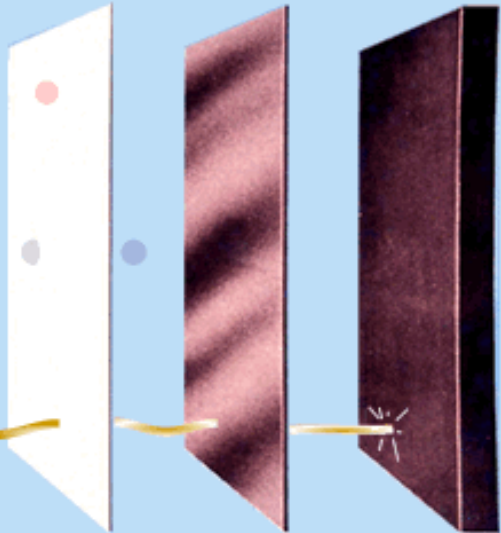
Las radiaciones  $\alpha$  (alfa) recorren una distancia muy pequeña y son detenidas por una hoja de papel o la piel del cuerpo humano.

**$\beta$**

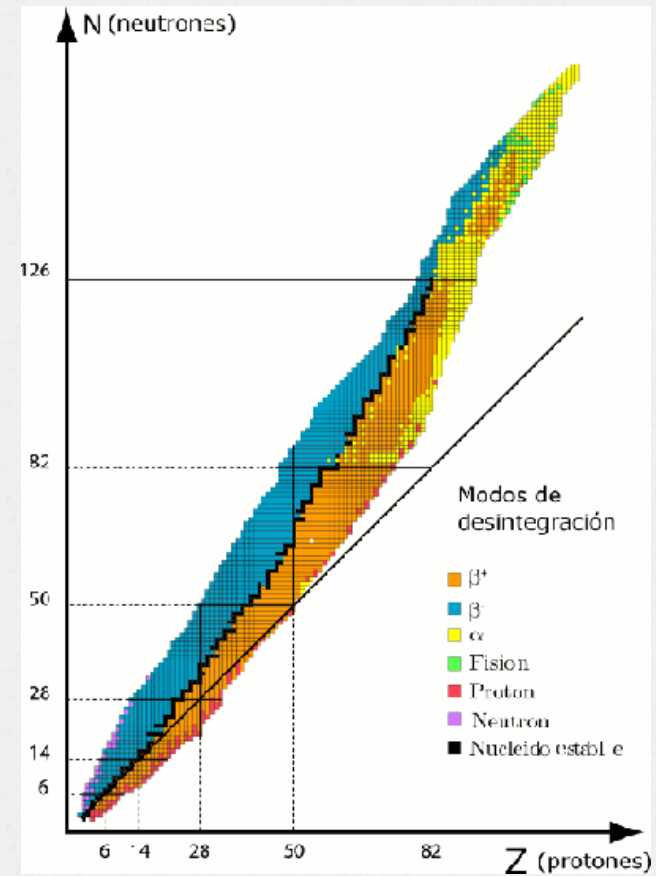
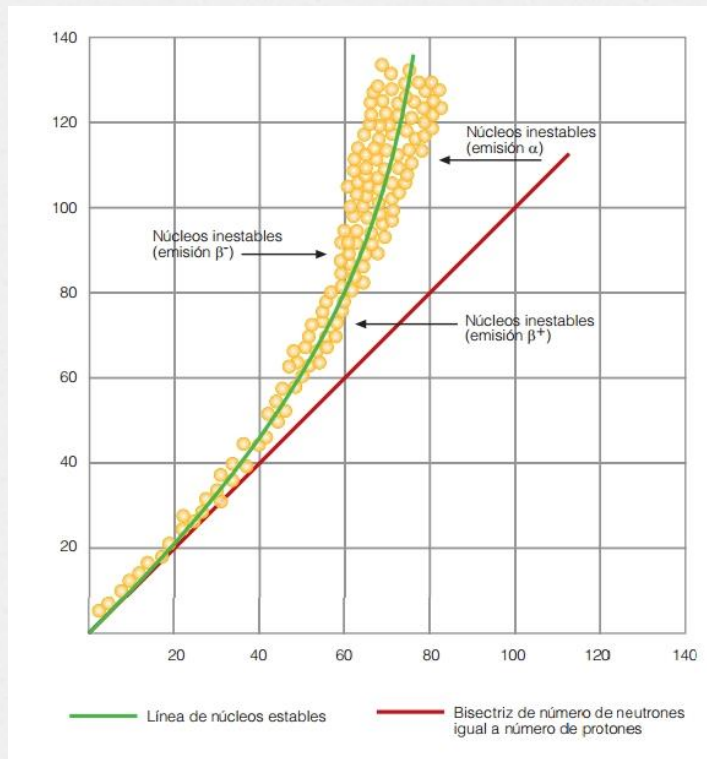
Las radiaciones  $\beta$  (beta) recorren en el aire una distancia de un metro aproximadamente, y son detenidas por unos pocos centímetros de madera o una hoja delgada de metal.

**$\gamma$**

Las radiaciones  $\gamma$  (gamma) recorren cientos de metros en el aire y son detenidas por una pared gruesa de plomo o cemento.

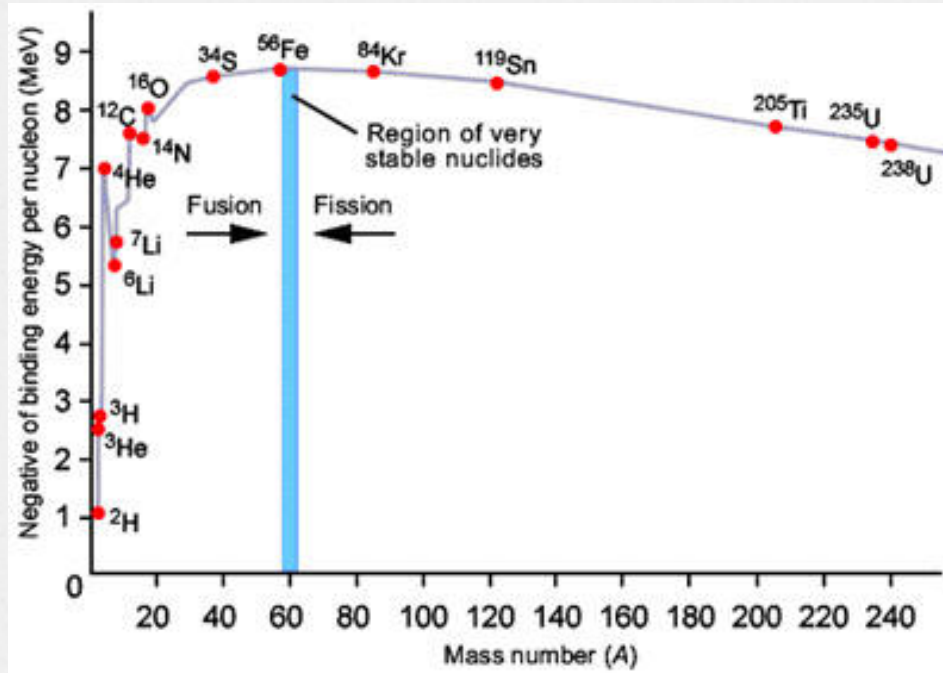


# Estabilidad nuclear: curva N/Z





# Estabilidad nuclear: curva $E_{\text{nucleón}}/A$



## Energía de enlace nuclear

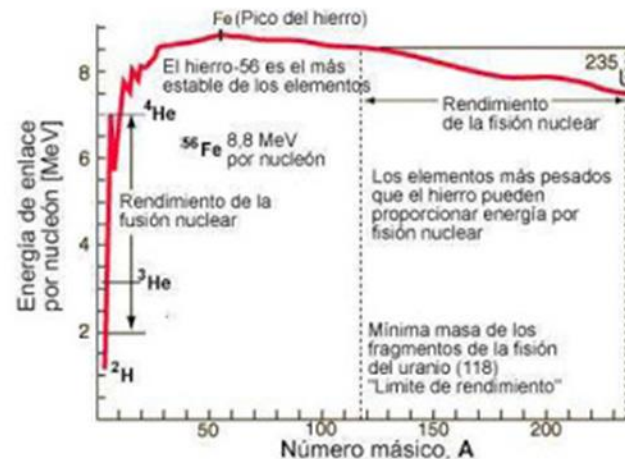
Es la energía necesaria para separar un núcleo en sus nucleones constituyentes. Es igual al defecto de masa por el cuadrado de la velocidad de la luz:

$$E_{\text{enlace}} = \Delta m \cdot c^2 \quad \Delta m = \sum m_{\text{nucleones}} - m_{\text{núcleo}}$$

Para comparar la energía de enlace de dos núclidos distintos es más conveniente utilizar la energía de enlace por nucleón:

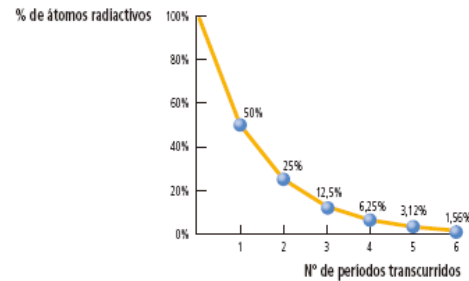
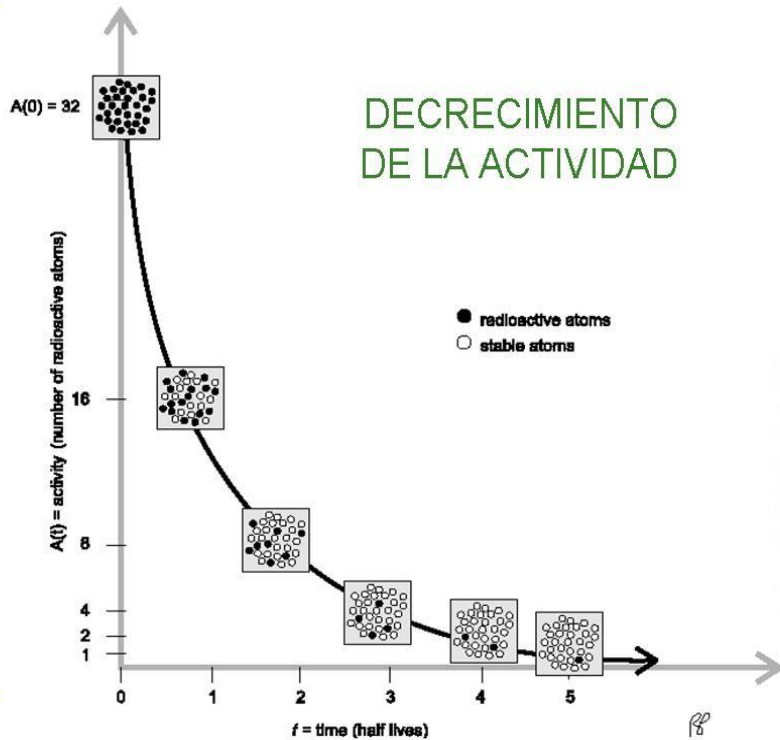
$$E_{\text{enlace}}/\text{nucleón} = \frac{E_{\text{enlace}}}{A}$$

En la gráfica adjunta se representa la energía de enlace por nucleón frente al número atómico. El núcleo más estable es el del  $^{56}\text{Fe}$ . Los núcleos más ligeros que el hierro tienden a la fusión nuclear y los más pesados a la fisión.





# Desintegración radiactiva



$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

$$-\frac{dN}{N} = \lambda dt$$

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

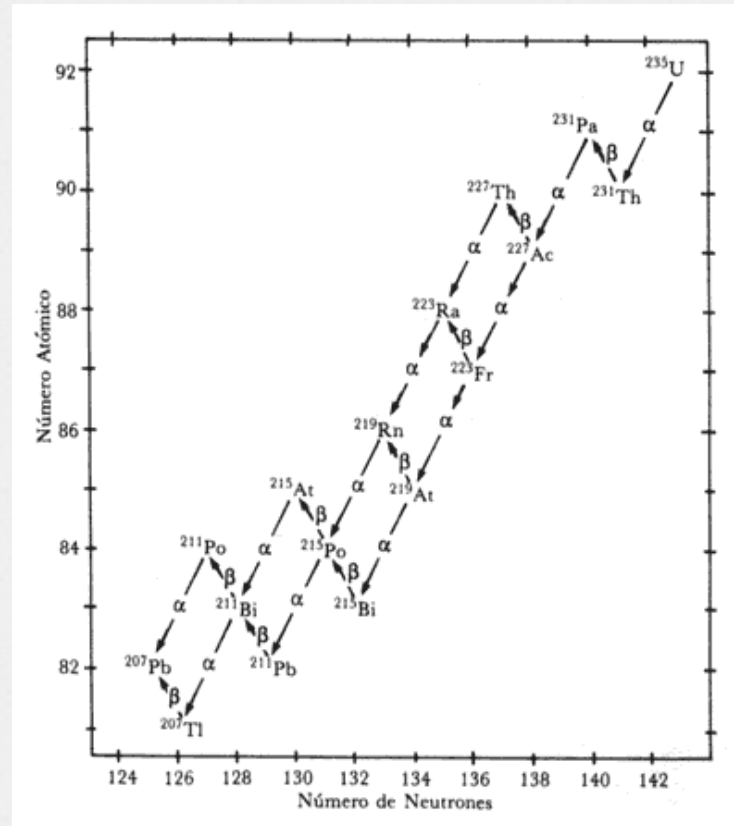
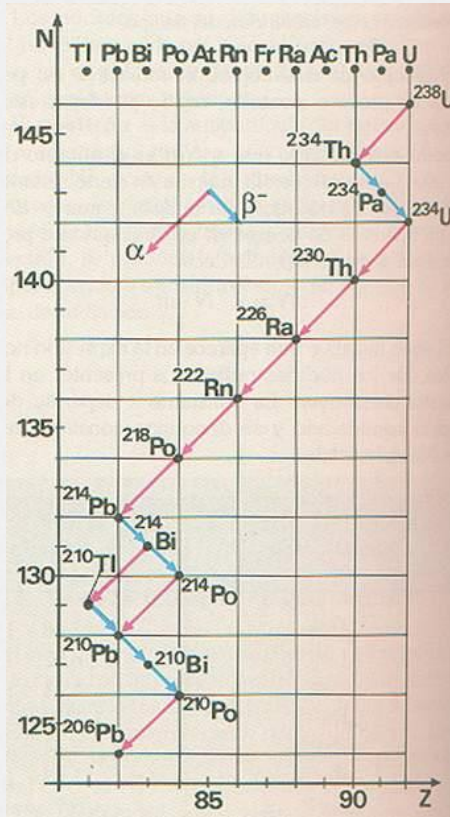
$N_0$  = número de átomos iniciales

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

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

$\lambda$  = constante de desintegración

# Series radiactivas





# Fisión y fusión

