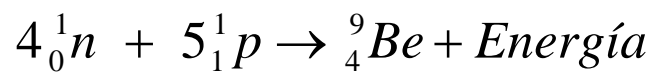
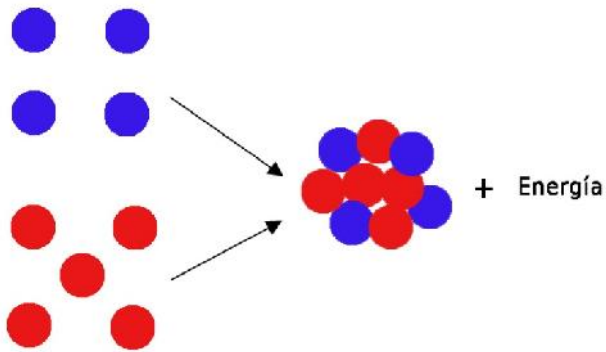


FÍSICA NUCLEAR: DEFECTO MÁSIKO

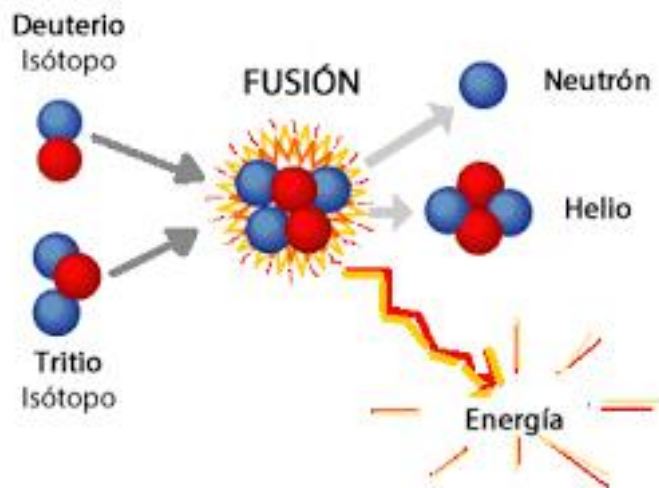
Formación de un núcleo a partir de sus nucleones



$$4 \cdot m_{\text{neutrón}} + 5 \cdot m_{\text{protón}} > m_{\text{núcleo de berilio}}$$

$$\text{Defecto másico: } |\Delta m| = (4m_n + 5m_p) - m_{\text{berilio}}$$

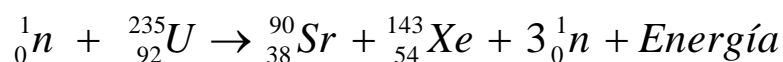
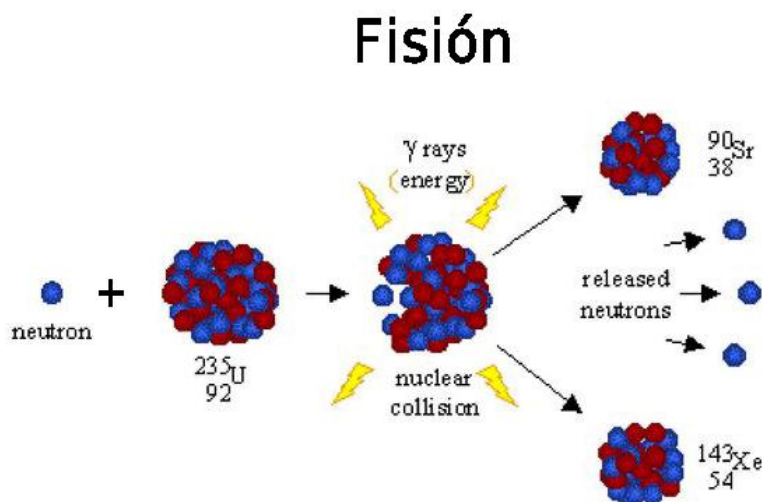
Reacción de fusión nuclear



$$m_{\text{deuterio}} + m_{\text{tritio}} > m_{\text{núcleo de helio}} + m_{\text{neutrón}}$$

$$\text{Defecto másico: } |\Delta m| = (m_{\text{deuterio}} + m_{\text{tritio}}) - (m_{\text{helio}} + m_n)$$

Reacción de fisión nuclear



$$m_{\text{neutrón}} + m_{\text{uranio}} > m_{\text{estroncio}} + m_{\text{xenón}} + 3 \cdot m_{\text{neutrón}}$$

$$\text{Defecto másico: } |\Delta m| = (m_n + m_U) - (m_{\text{Sr}} + m_{\text{Xe}} + 3 \cdot m_n)$$

Número atómico y número másico de las partículas subatómicas:

$$\textit{protón} : {}_1^1p^+$$

$$\textit{neutrón} : {}_0^1n$$

$$\textit{electrón} : {}_{-1}^0e^-$$

$$\textit{positrón} : {}_1^0e^+$$

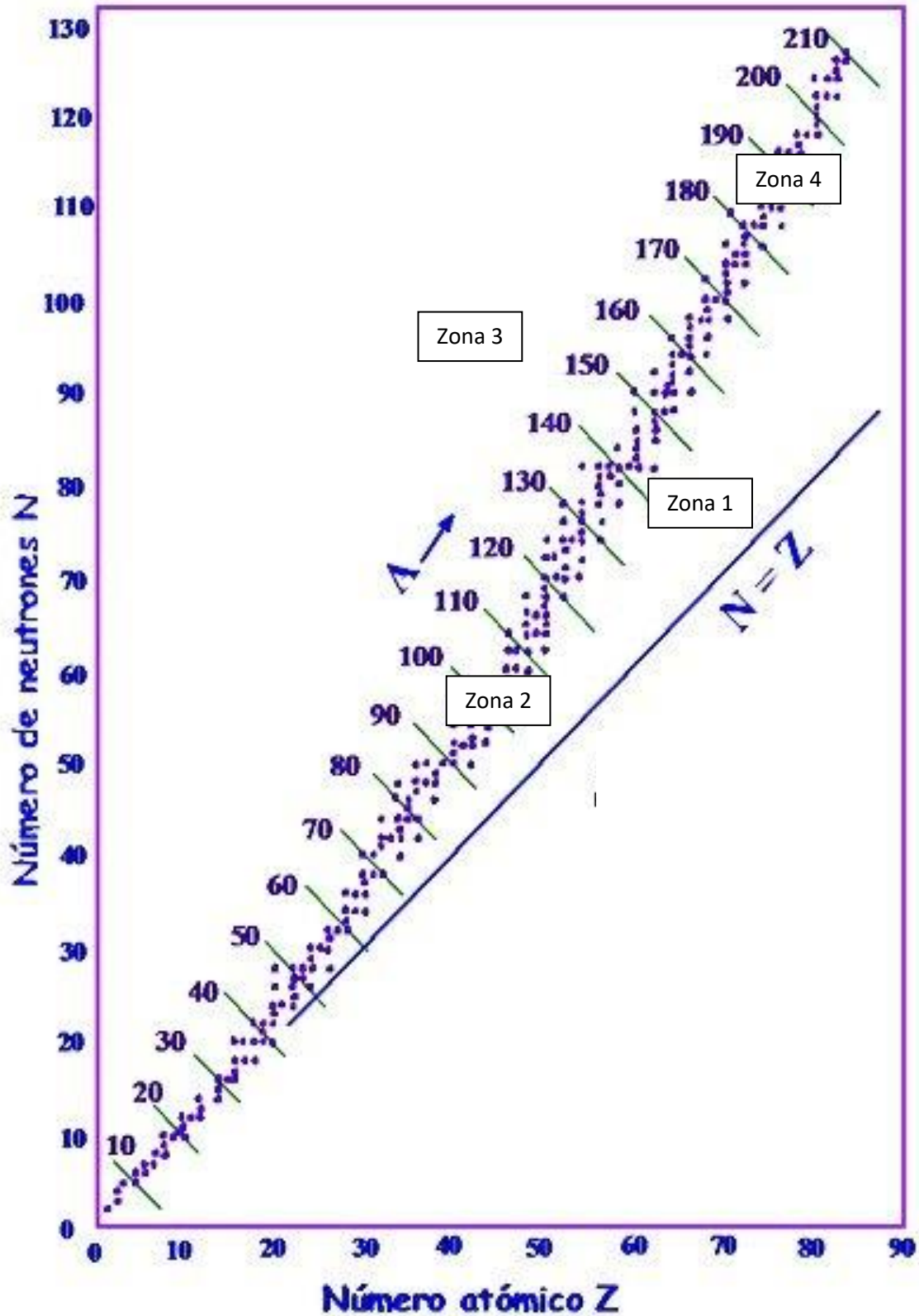
Transformaciones de partículas subatómicas:

$${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p^+ + {}_{-1}^0e^- + \bar{\nu}_e$$

$${}_1^1p^+ \rightarrow {}_0^1n + {}_1^0e^+ + \nu_e$$

$${}_1^1p^+ + {}_{-1}^0e^- \rightarrow {}_0^1n + \bar{\nu}_e$$

CURVA DE ESTABILIDAD N° DE NEUTRONES/N° DE PROTONES



Zona 1: Núcleos radioativos que conseguem a estabilidade emitindo positrones (β^+) ou por captura eletrônica.



Zona 2: Núcleos de estabilidade nuclear (no radioativos)

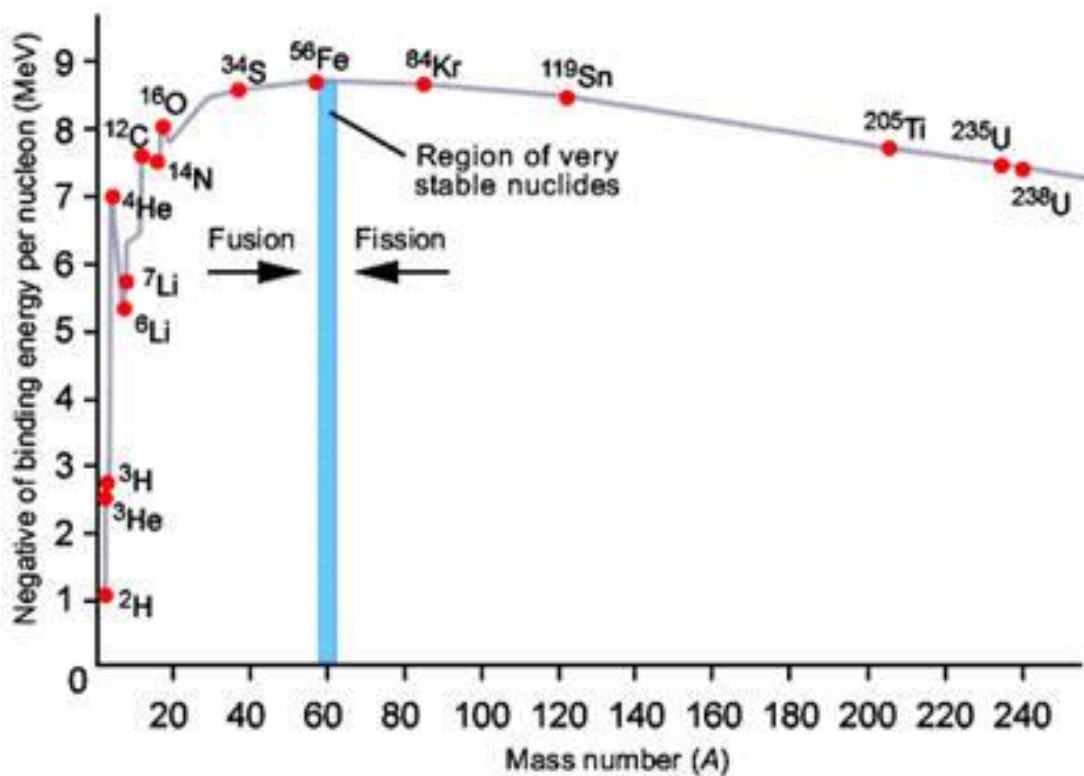
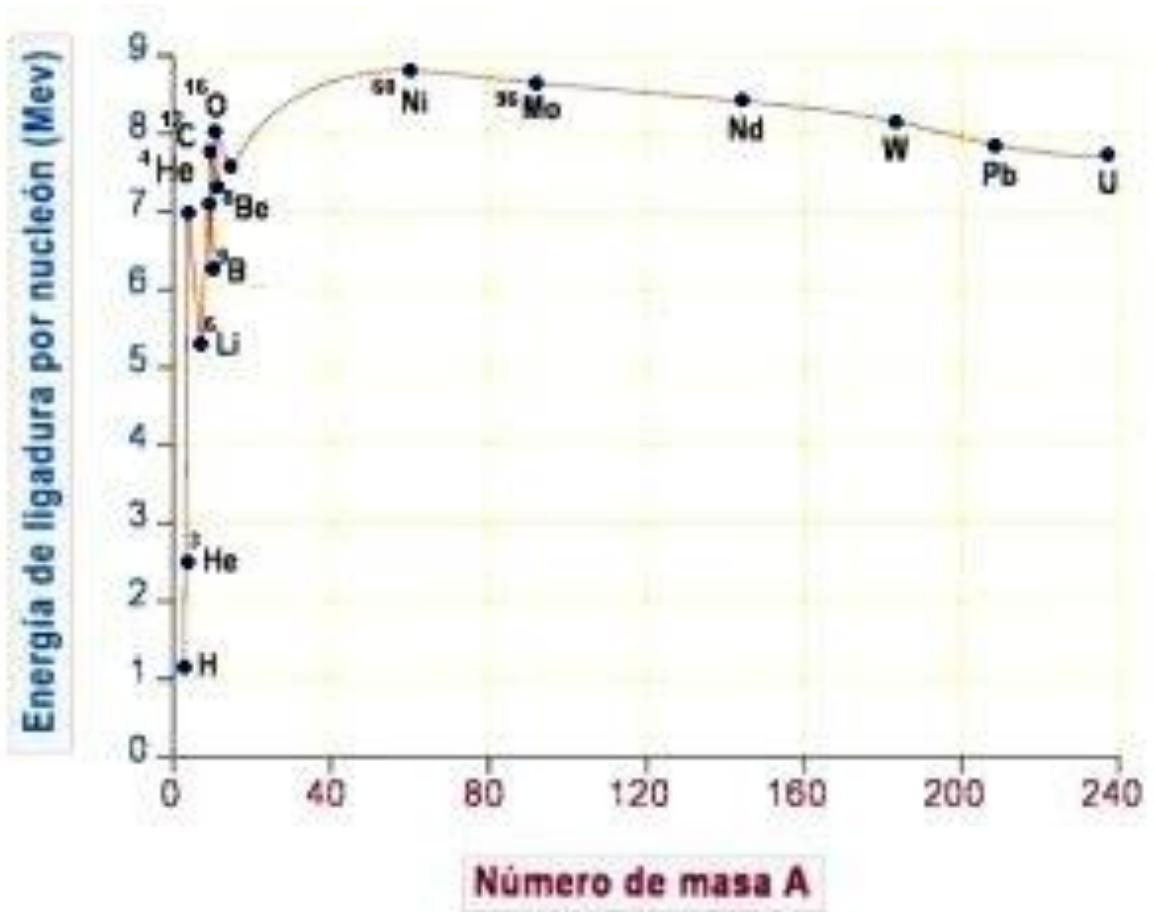
Zona 3: Núcleos radioativos que conseguem a estabilidade emitindo eletrões ${}_1^1n \rightarrow {}_0^1p^+ + {}_{-1}^0e^- + \bar{\nu}$

Zona 4: Núcleos radioativos que conseguem a estabilidade emitindo partículas alfa ($\alpha = {}_2^4He^{2+}$).

LEYES DE SODDY O DE DESPLAZAMIENTO RADIACTIVO

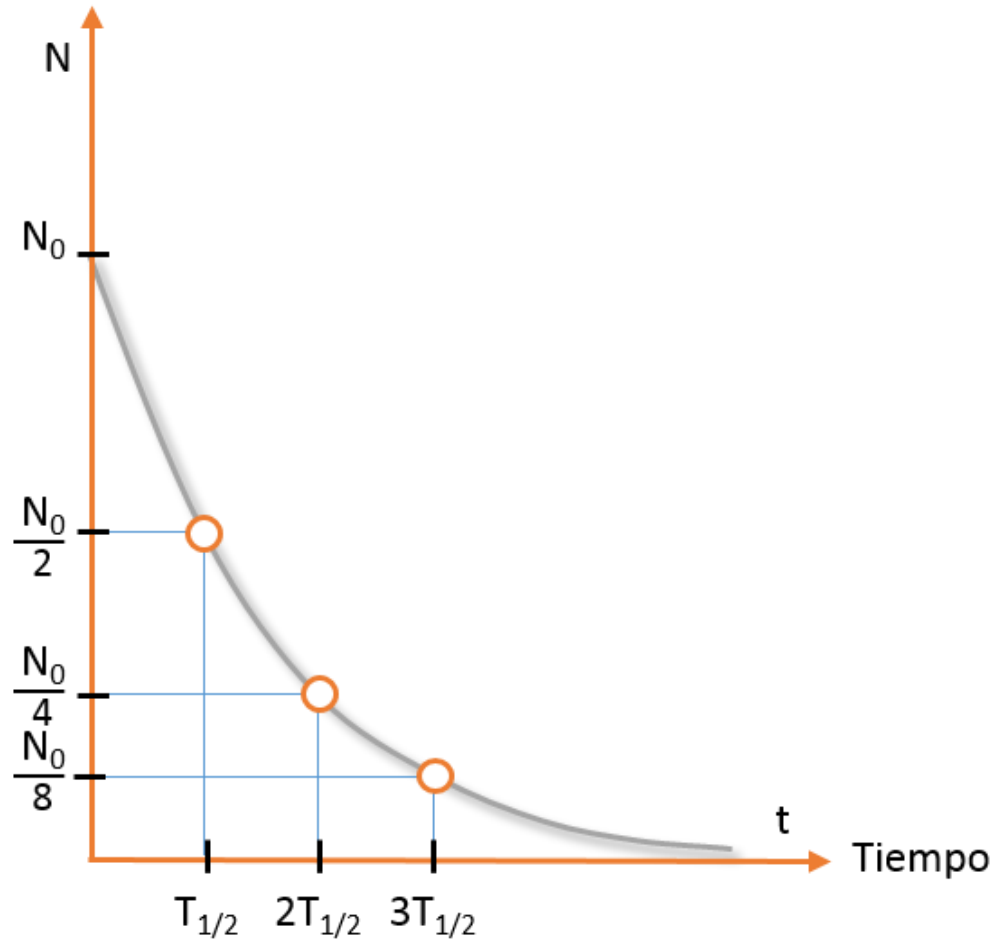
Ley de Soddy - Fajans	TIPO DE DESINTEGRACIÓN	PARTÍCULA EMITIDA	RESULTADO	PROCESO	
1ª	Desintegración α (alfa)	α (${}^4_2\text{He}$)	${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$		
2ª	Desintegración β (beta)	β^-	e^- (electrón)	${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + e^- + \bar{\nu}$	${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p^+ + {}^0_{-1}e^- + \bar{\nu}$
		β^+	e^+ (positrón)	${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + e^+ + \nu$	${}^1_1p^+ \rightarrow {}^1_0n + {}^0_1e^+ + \nu$
		Captura electrónica		${}^A_Z\text{X} + {}^0_{-1}e^- \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + \nu$	${}^1_1p^+ + {}^0_{-1}e^- \rightarrow {}^1_0n + \nu$
3ª	Desintegración γ (gamma)	Fotones γ	${}^A_Z\text{X}^* \rightarrow {}^A_Z\text{X} + \gamma$		
		${}^A_Z\text{X}^*$ (núcleo X excitado)	$\bar{\nu}$ (antineutrino); ν (neutrino)		

ENERGÍA DE ENLACE POR NUCLEÓN



LEY DE DESINTEGRACIÓN RADIATIVA

Número de Núcleos
radiactivos



$$N = N_o \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$m = m_o \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$A = A_o \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$n = n_o \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$c = c_o \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$N = N_o \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

LEY DE LA DESINTEGRACIÓN RADIATIVA

Velocidad de desintegración

- Denominamos:

N_0 : número de núcleos radiactivos iniciales

N : número de núcleos radiactivos finales

Δt : periodo de tiempo transcurrido desde que la muestra tenía N_0 hasta que tiene N

$\Delta N = N - N_0 \Rightarrow -\Delta N = N_0 - N = \text{núcleos desintegrados}$

- Definimos la velocidad media de desintegración: $\bar{v}_{\text{desintegración}} = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$

Por lo que la velocidad instantánea de desintegración: $(v_{\text{desintegración}})_{\text{instantánea}} = -\frac{dN}{dt}$

A esta velocidad instantánea de desintegración se le denomina actividad (A): $(v_{\text{desintegración}})_{\text{instantánea}} = A$

- La actividad se mide en el S.I. en desintegraciones por segundo (DPS), unidad denominada “Becquerel”(Bq):

$$1\text{Bq} = 1 \frac{\text{núcleo desintegrado}}{\text{segundo}} = 1 \frac{\text{desintegración}}{\text{segundo}}$$

El Becquerel es una unidad pequeña, por lo que a veces se utiliza el curio (Ci) donde $1 \text{ Ci} = 3,70 \cdot 10^{10}$ DPS. Un curio es la actividad de un gramo de ^{226}Ra .

Ley de desintegración radiactiva

- Experimentalmente, se observa que la velocidad de desintegración radiactiva de una muestra, la denominada actividad radiactiva, es directamente proporcional al número de núcleos presentes en ese instante en la muestra”

$$(v_{\text{desintegración}})_{\text{instantánea}} = -\frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N = A$$

Donde λ es la constante de desintegración radiactiva (se mide en s^{-1})

- Vamos a obtener la Ley de desintegración radiactiva integrando la expresión anterior en forma diferencial:

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

$$\Rightarrow \text{Ln}[N]_{N_0}^N = -\lambda \cdot t \Rightarrow \text{Ln}N - \text{Ln}N_0 = -\lambda \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{Ln} \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

- Esta Ley de desintegración radiactiva nos sirve para saber la cantidad de sustancia radiactiva que hay en un instante determinado en función de la cantidad inicial y la constante de desintegración radiactiva.

Esta ley la podemos encontrar de diferentes maneras:

Expresión matemática	En función de...	Significado de los símbolos
$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$	...el número de núcleos radiactivos	N: número de núcleos radiactivos en el instante final (t). N ₀ : número de núcleos radiactivos en el instante inicial. λ: constante de desintegración radiactiva (depende de la sustancia) t: tiempo transcurrido desde la situación inicial a la final.
$m = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$	...la masa de núcleos radiactivos	m: masa de núcleos radiactivos en el instante final (t). m ₀ : masa de núcleos radiactivos en el instante inicial.
$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$	...la actividad radiactiva	A: actividad radiactiva de la muestra en el instante final (t). A ₀ : actividad radiactiva de la muestra en el instante inicial.
$n = n_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$	...el número de moles de núcleos radiactivos	n: número de moles de los núcleos radiactivos en el instante final (t). n ₀ : número de moles de los núcleos radiactivos en el instante inicial.
$c = c_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$	...la concentración de núcleos radiactivos	c: concentración de núcleos radiactivos en el instante final (t). c ₀ : concentración de núcleos radiactivos en el instante inicial.

Periodo de semidesintegración (t_{1/2})

Se define el periodo de semidesintegración como el tiempo que tiene que transcurrir para que la actividad de una muestra radiactiva se reduzca a la mitad, es decir, el tiempo necesario para que el número de núcleos de una muestra radiactiva se reduzca a la mitad.

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \left\{ A = \frac{A_0}{2} \right\} \Rightarrow \frac{A_0}{2} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = \ln e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} \Rightarrow \ln 1 - \ln 2 = -\lambda \cdot t_{1/2} \Rightarrow$$

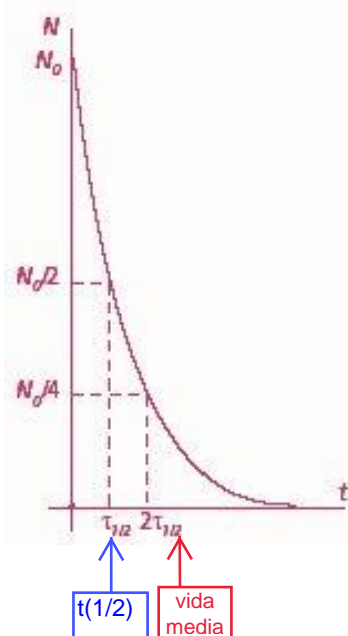
$$\Rightarrow -\ln 2 = -\lambda \cdot t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Vida media (τ)

Se define la vida media (τ) como el inverso de la constante de desintegración radiactiva. El concepto de vida media para un núcleo radiactivo determinado representa lo mismo que la “esperanza de vida” para un ser humano, es decir, se trata de un promedio de la vida que se espera que tenga un núcleo antes de sufrir el proceso de desintegración radiactiva.

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

La representación gráfica del número de núcleos en función del tiempo transcurrido sería de la forma que se indica en la gráfica adjunta.



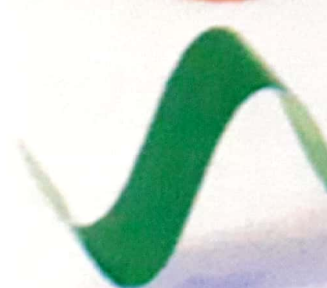
Radiación α



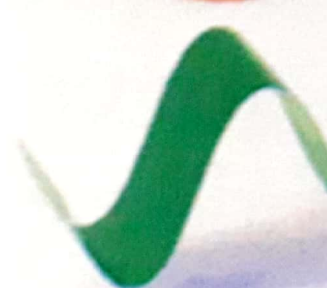
Radiación β



Rayos X



Radiación γ



Papel



Aluminio



Plomo



Hormigón