

Radiactividad

Conceptos del núcleo

Ecuaciones nucleares

Estabilidad y Series radiactivas

Transmutaciones nucleares

Velocidad de desintegración radiactiva

Concentración de actividad

Fisión y fusión nuclear

Núcleo atómico

Es la parte del átomo conformada por los protones y neutrones, por tanto, está cargada positivamente y es la que le da la masa al átomo (masa de electrones insignificante al lado de masa de protones y neutrones).

En átomos de $Z > 1$ se origina una repulsión entre los p^+ , que debe vencerse por una fuerza de atracción superior; ésta es la Fuerza nuclear fuerte. Los n^0 colaboran en mantener el núcleo unido.

Nucleidos

Se refiere a átomos con un número definido de n° y p^{+} . La cantidad de “nucleones” es la suma de los mismos, e igual al número másico.

- **Isótopos:** mismos p^{+} , distintos n° .

Ej.: ^{12}C y ^{13}C .

- **Isótonos:** mismos n° , distintos p^{+} .

Ej.: ^{13}C y ^{12}B .

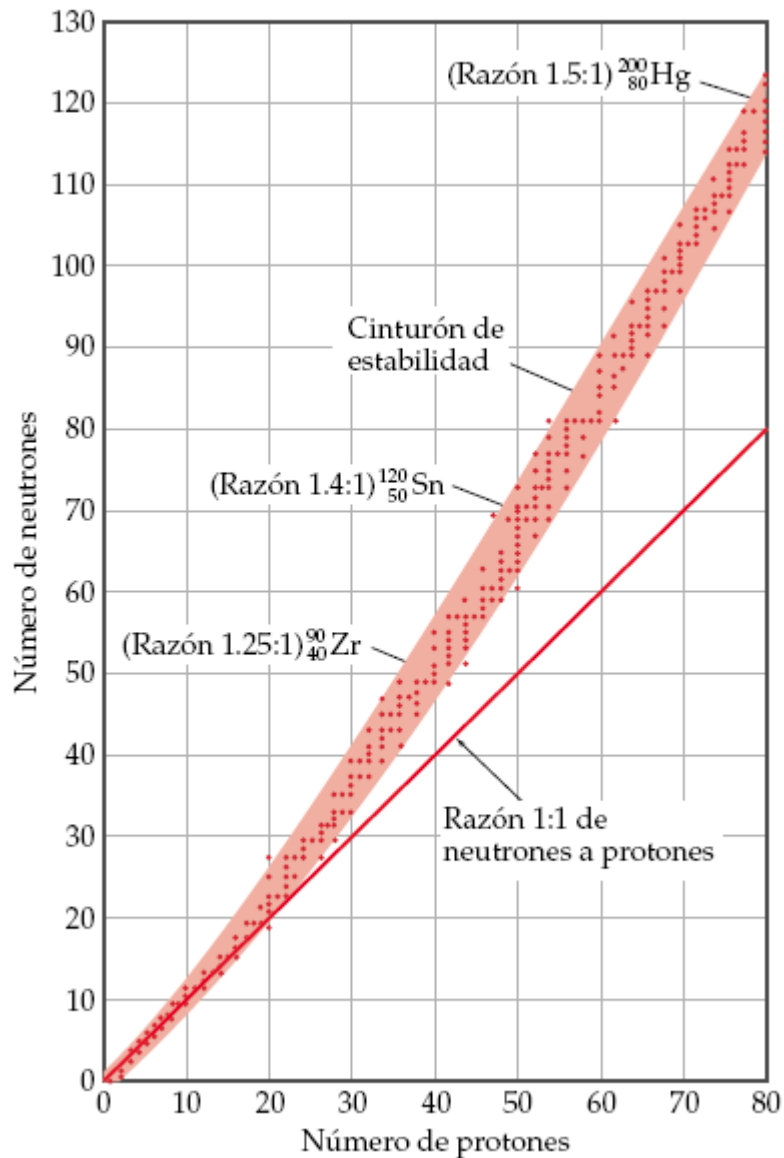
- **Isóbaros:** mismo número másico.

Ej.: ^{12}C y ^{12}B .

- **Isómeros:** mismos p^{+} y n° , pero con mayor energía.

Ej.: $^{99\text{m}}\text{Tc}$ y ^{99}Tc . El $^{99\text{m}}\text{Tc}$ es metaestable, y decae al ^{99}Tc con la emisión de energía.

Estabilidad nuclear



- $Z < 20$
Relación estable $n^{\circ}/p^{+} = 1$
- $20 < Z < 83$
Relación estable $n^{\circ}/p^{+} > 1$
- $Z > 83$
Ningún nucleido es estable.

La inestabilidad nuclear es lo que genera la radiactividad: un nucleido se transforma en otro para convertirse en estable.

Esta transformación se logra emitiendo partículas/energía (decaimiento radiactivo).

Decaimiento β^- (= e)

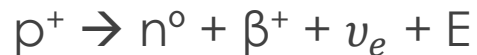
- ❖ Se da en nucleidos con exceso de neutrones:

$n^0 \rightarrow p^+ + \beta^- + \bar{\nu}_e$ (antineutrino) + E (energía)



Decaimiento β^+ (positrones)

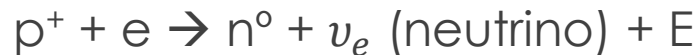
- ❖ Se da en nucleidos con exceso de protones:



Dos positrones que chocan se “aniquilan” transformándose en energía, emitida en forma de 2 rayos gamma (γ).

Decaimiento por captura electrónica (CE)

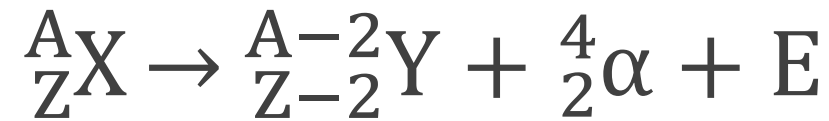
- ❖ Se da en nucleidos con exceso de protones:



El “hueco electrónico” que deja el e capturado es llenado por electrones de capas superiores que descienden su energía, emitiéndose esta como rayos X característicos.

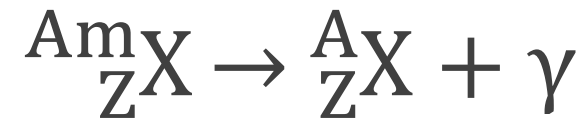
Decaimiento α ($= {}^4_2\text{He}$)

- ❖ Se da para nucleidos de $Z > 83$, que deben perder nucleones rápidamente para estabilizarse:



Emisión gamma (γ)

- ❖ Se da para núcleos en estado excitado o metaestable, se emite el exceso de energía como radiación gamma:



Defecto de masa (Δm)

Nos permite saber si un determinado decaimiento se dará. Se calcula como la resta entre la masa inicial (átomo padre) y la masa final (átomo hijo + partículas emitidas):

Decaimiento	Δm
β^-	$m_{\text{padre}} - m_{\text{hijo}}$
β^+	$m_{\text{padre}} - m_{\text{hijo}} - 2 m_{\text{electrón}}$
CE	$m_{\text{padre}} - m_{\text{hijo}}$
α	$m_{\text{padre}} - m_{\text{hijo}} - m_{\text{}^4_2\alpha}$

$\Delta m > 0$ indica un proceso espontáneo

$$E = mc^2$$

En una reacción nuclear hay una interconversión entre masa y energía. Determinando la aparición o desaparición de la primera (Δm), conocemos el valor de la segunda:

$$E = \Delta mc^2 \approx \Delta m * 931,5 \quad \text{con } E \text{ en MeV (mega electronvolt)}$$

Constante de decaimiento λ

Es la probabilidad de que un átomo se desintegre en cierta unidad de tiempo, y es característica de cada radionucleido.

Su unidad es la inversa del tiempo (s^{-1} , m^{-1} , h^{-1} , d^{-1} , etc.)

Actividad

Mide la cantidad de átomos de una muestra de material radiactivo que se desintegran por unidad de tiempo.

$$A = \lambda \cdot N \quad \text{con } N \text{ número de átomos radiactivos}$$

Unidades:

$$\text{dps (desintegraciones por segundo)} = \text{Bq (Becquerel)}$$

$$3,7 \times 10^{10} \text{ Bq} = 1 \text{ Ci (Curie)}$$

A vs. t

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

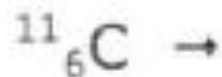
Nos indica cuál será la actividad de una muestra luego de transcurrido un tiempo t.

Período de semidesintegración ($t_{1/2}$)

$$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

Ejercicios de exámenes

5) (1 punto) Complete la siguiente ecuación sabiendo que el radionucleido ^{11}C es un emisor de positrones



Ejercicios de exámenes

4) (1 punto) Indique cuál(es) del(de los) siguientes pares de especies son isoelectrónicas:

pares de especies	Respuesta
I^- y Xe	
I^+ y Xe	
K^- y Cl^+	
Br^- e Y^{3+}	

Ejercicios de exámenes

5) (0.5 puntos) El ^{40}K puede decaer por CE (captura electrónica) y emisión β^- , ¿cuáles son los isótopos hijos producto de ambos decaimientos? Indique, con una cruz, la opción correcta.

	Opción correcta
Si ^{40}K decae por CE se produce ^{40}Ar y cuando decae por β^- se produce ^{40}Ar	<input type="checkbox"/>
Si ^{40}K decae por CE se produce ^{40}Ca y cuando decae por β^- se produce ^{40}Ca	<input type="checkbox"/>
Si ^{40}K decae por β^- se produce ^{40}Ar y cuando decae por CE se produce ^{40}Ca	<input type="checkbox"/>
Si ^{40}K decae por CE se produce ^{40}Ar y cuando decae por β^- se produce ^{40}Ca	<input type="checkbox"/>

Ejercicios de exámenes

4) (0.75 puntos) Indique, con una cruz, la edad de un fósil cuya actividad de ^{14}C es un 30 % de la actividad en un organismo vivo.

Dato: $t_{1/2} \text{ } ^{14}\text{C} \approx 5730$ años.

	Opción correcta
1644 años	
9953 años	
13306 años	

Ejercicios de exámenes

3) (0.5 puntos) Cinco mL de una disolución acuosa que contiene ^{99m}Tc , en forma de pertechnetato de sodio, presenta una actividad de 2×10^8 Bq a las 8:00 AM del día de hoy. Elija, entre las siguientes, la opción correcta referida a la actividad que presentará dicha disolución a las 10:00 AM del mismo día. Datos: $t_{1/2} (^{99m}\text{Tc}) = 6$ h; $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10}$ Bq

	Opción correcta
4.28 mCi	
79.37 MBq	
No se puede saber, ya que se debe conocer la concentración, en M, de los 5.0 mL de la disolución de NaTcO_4	

Ejercicios de exámenes

4) (0.75 puntos) Si una muestra de ^{234}U a la fecha de hoy tiene una actividad de 0.10 Bq. Indique, entre las siguientes, la actividad que tendrá dentro de 5000 años.

Dato: Período de semidesintegración de $^{234}\text{U} = 244500$ años (**Nota:** existe más de una respuesta correcta):

	Opción correcta
36479.23×10^5 Bq	
36479.23×10^5 Ci	
98.59×10^{-3} Bq	
98.59×10^{-3} dps	

Ejercicios de exámenes

3) (0.5 puntos) El ^{134}Cs emite una partícula beta negativa, seguida de 2 rayos gamma. El nucleido resultante generado cumple que:

	Opción correcta
posee un $A= 134$	
es un isótopo del Cs	
posee un $Z= 54$	
posee un $Z= 57$	