

FÍSICA NUCLEAR

[Método y recomendaciones](#)● **Desintegración radiactiva**

- El periodo de semidesintegración del $^{90}_{38}\text{Sr}$ es 28 años. Calcula:
 - La constante de desintegración radiactiva expresada en s^{-1} .
 - La vida media del ^{90}Sr .
 - La actividad inicial de una muestra de 6,25 mg.
 - La masa que queda de esa muestra 100 años más tarde.
 - El tiempo necesario para que se desintegre el 70 % de los átomos iniciales.
 - Representa en una gráfica, de forma cualitativa, la variación de la masa en función del tiempo.

Datos: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; masa atómica del $^{90}_{38}\text{Sr} = 90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Problema modelo basao en A.B.A.U. Jun. 17

Rta.: a) $\lambda = 7,8 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$; b) $\tau = 40$ años; c) $A_0 = 3,28 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$; d) $m = 0,53 \text{ mg}$; e) $t = 49$ años

Datos

Período de semidesintegración

Masa de la muestra

Tiempo para calcular la masa restante

Fracción de muestra desintegrada

Masa atómica del $^{90}_{38}\text{Sr}$

Número de Avogadro

Incógnitas

Vida media

Constante de desintegración radiactiva

Actividad inicial de una muestra de 6,25 mg.

Masa que queda de esa muestra 100 años más tarde.

Tiempo necesario para que la masa se reduzca de 1 mg a 0,25 mg

Ecuaciones

Ley de la desintegración radiactiva

Cuando $t = T$, $N = N_0 / 2$

Vida media

Actividad radiactiva

Cifras significativas: 3

$T_{1/2} = 28,0 \text{ años} = 8,84 \cdot 10^8 \text{ s}$

$m_0 = 6,25 \text{ mg} = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

$t = 100 \text{ años} = 3,16 \cdot 10^9 \text{ s}$

$f = 70,0 \% = 0,700$

$M = 90,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

τ

λ

A_0

m

t

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

$$\lambda = \ln(N_0 / N) / t$$

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

$$\tau = 1 / \lambda$$

$$A = -dN / dt = \lambda \cdot N$$

Solución:

- a) Se calcula la constante radiactiva a partir del período de semidesintegración

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{8,84 \cdot 10^8 [\text{s}]} = 7,84 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$$

- b) Se calcula la vida media a partir de la constante radiactiva

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{7,84 \cdot 10^{-10} [\text{s}^{-1}]} = 1,27 \cdot 10^9 \text{ s} = 40,4 \text{ años}$$

- c) Se calculan cuántos átomos hay en 6,25 mg de Sr

$$N = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ g } ^{90}_{38}\text{Sr} \cdot \frac{1 \text{ mol } ^{90}_{38}\text{Sr}}{90,0 \text{ g } ^{90}_{38}\text{Sr}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos } ^{90}_{38}\text{Sr}}{1 \text{ mol } ^{90}_{38}\text{Sr}} \cdot \frac{1 \text{ núcleo } ^{90}_{38}\text{Sr}}{1 \text{ átomo } ^{90}_{38}\text{Sr}} = 4,18 \cdot 10^{19} \text{ núcleos } ^{90}_{38}\text{Sr}$$

Después se calcula la actividad radiactiva

$$A = \lambda \cdot N = 7,84 \cdot 10^{-10} [\text{s}^{-1}] \cdot 4,18 \cdot 10^{19} [\text{núcleos}] = 3,28 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

- d) Se calcula la masa con la ecuación de la ley de desintegración radiactiva

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

Como la masa es proporcional a la cantidad de núcleos, $m = M \cdot N / N_A$, se puede obtener una expresión similar a la ley de la desintegración radiactiva, en la que aparece la masa en vez de la cantidad de átomos:

$$m \cdot \frac{N_A}{M} = m_0 \cdot \frac{N_A}{M} e^{-\lambda \cdot t}$$

$$m = 6,25 \text{ [mg]} \cdot e^{-7,84 \cdot 10^{-10} [\text{s}^{-1}] \cdot 3,16 \cdot 10^9 [\text{s}]} = 0,526 \text{ mg}$$

e) Se calcula el tiempo en la ecuación de la ley de desintegración radiactiva expresada en forma logarítmica.

$$-\ln(N / N_0) = \ln(N_0 / N) = \lambda \cdot t$$

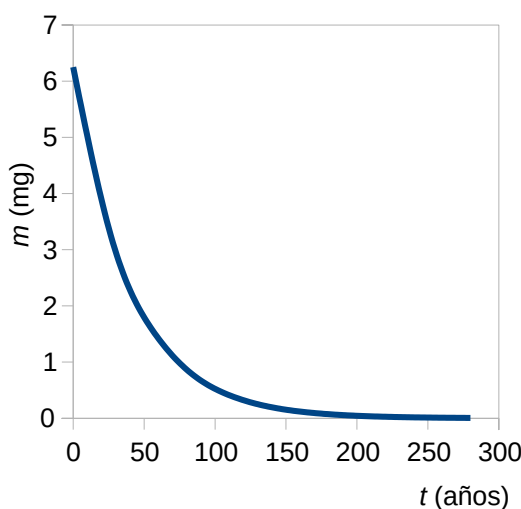
Si se ha desintegrado el 70 %, queda el 30 %.

$$t = \frac{\ln(N_0 / N)}{\lambda} = \frac{\ln(100 \text{ átomos}_{38}^{90}\text{Sr} / 30 \text{ átomos}_{38}^{90}\text{Sr})}{7,84 \cdot 10^{-10} [\text{s}^{-1}]} = 1,8 \cdot 10^9 \text{ s} = 49 \text{ años}$$

Análisis: Puesto que en ese tiempo la muestra se ha reducido a un 30 %, poco más de la cuarta parte $= \left(\frac{1}{2}\right)^2$,

han transcurrido algo menos de 2 períodos de semidesintegración (56 años), por lo que 49 años parece un resultado razonable.

f) La gráfica es una función exponencial decreciente.



La mayor parte de las respuestas puede calcularse con la hoja de cálculo [FisicaBachEs.ods](#)

Cuando esté en el índice, mantenga pulsada la tecla «↑» (mayúsculas) mientras hace clic en la celda

[Desintegración radiactiva](#)

del capítulo

Física moderna

Desintegr

[Desintegración radiactiva](#)

Haga clic en las celdas de color salmón y elija las opciones como se muestra. Escriba los datos en las celdas de color blanco y borde azul.

Período de semidesintegración	$T =$	28	años
Masa inicial	$m_0 =$	6,25	mg
Se desintegran		70	%
Después de...	$\Delta t =$		
Masa atómica	$M =$	90	g/mol
Tiempo	$t =$	100	años

Para obtener los primeros resultados haga clic en la celda color salmón debajo de «Constante» y elija «Vida media». Haga clic en la celda color salmón debajo de « τ » y elija «Bq»

a)	Constante	$\lambda =$	$7,84 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$
b)	Vida media	$\tau =$	$1,27 \cdot 10^9 \text{ s}$
	Actividad	Bq	
c)	Inicial	$3,28 \cdot 10^{10}$	
	Queda un 30%	$9,84 \cdot 10^9$	en $48,6$ años
	En 100 años	$2,76 \cdot 10^9$	

Para los siguientes resultados, cambie «Bq» por «mg», y elija «años» en la celda salmón de la derecha:

	Masa	mg	
	Inicial	6,25	
e)	Queda un 30%	1,88	en $48,6$ años
d)	En 100 años	0,526	

● Energía nuclear

1. El isótopo del boro ${}^{10}_5\text{B}$ es bombardeado por una partícula α y se produce ${}^{13}_6\text{C}$ y otra partícula.

- Escribe la reacción nuclear.
- Calcula la energía liberada por núcleo de boro bombardeado.
- Calcula la energía liberada si se considera 1 g de boro.
- Calcula la energía de enlace nuclear del ${}^{13}_6\text{C}$.
- Calcula su energía de enlace por nucleón.

Datos: masa atómica(${}^{10}_5\text{B}$) = 10,0129 u; masa atómica(${}^{13}_6\text{C}$) = 13,0034 u; masa(α) = 4,0026 u; masa(proton) = 1,0073 u; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. (P.A.U. Sep. 16)

Rta.: a) ${}^{10}_5\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^1_1\text{H}$; b) $E = 7,17 \cdot 10^{-13} \text{ J/átomo}$; c) $E_2 = 43,1 \text{ GJ/g}$

Datos

Masa: boro-10
carbono-13
partícula α
protón

Número de Avogadro

Unidad de masa atómica

Velocidad de la luz en el vacío

Incógnitas

Energía liberada por núcleo de boro bombardeado

Energía liberada / g de boro

Energía de enlace nuclear del ${}^{13}_6\text{C}$

Energía de enlace por nucleón

Otros símbolos

Constante de desintegración radiactiva

Ecuaciones

Equivalencia masa energía de Einstein

Cifras significativas: 3

$m({}^{10}_5\text{B}) = 10,0129 \text{ u}$

$m({}^{13}_6\text{C}) = 13,0034 \text{ u}$

$m({}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$

$m({}^1_1\text{H}) = 1,0073 \text{ u}$

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

E

E_2

E_e

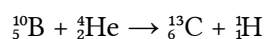
$E_{e \text{ n}}$

λ

$E = m \cdot c^2$

Solución:

a) Se escribe la reacción nuclear aplicando los principios de conservación del número másico y de la carga eléctrica en los procesos nucleares.



b) Se calcula el defecto de masa

$$\Delta m = m({}_{6}^{13}\text{C}) + m({}_{1}^{1}\text{H}) - (m({}_{5}^{10}\text{B}) - m({}_{2}^{4}\text{He})) = 13,0034 \text{ [u]} + 1,0073 \text{ [u]} - (10,0129 \text{ [u]} + 4,0026 \text{ [u]}) = -0,00480 \text{ u}$$

$$\Delta m = -0,00480 \text{ u} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg/u} = -7,97 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

Se calcula la energía equivalente según la ecuación de Einstein

$$E = m \cdot c^2 = 7,97 \cdot 10^{-30} \text{ [kg]} \cdot (3,00 \cdot 10^8 \text{ [m/s]})^2 = 7,17 \cdot 10^{-13} \text{ J/átomo B}$$

c) Se calcula la cantidad de átomos de boro que hay en 1 g de boro.

$$N = 1,00 \text{ g B} \cdot \frac{1 \text{ mol B}}{10,0129 \text{ g B}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos}}{1 \text{ mol}} = 6,01 \cdot 10^{22} \text{ átomos B}$$

Se calcula la energía para 1 g de boro

$$E_2 = 7,15 \cdot 10^{-13} \text{ [J/átomo B]} \cdot 6,01 \cdot 10^{22} \text{ [átomos B/g B]} = 4,31 \cdot 10^{10} \text{ J} = 43,1 \text{ GJ/g B}$$

d) El defecto de masa es la diferencia entre la masa del núcleo de ${}_{6}^{13}\text{C}$ y la suma de las masas de los protones y neutrones que lo forman. El número de protones es el número atómico, 6, y el de neutrones es 7, la diferencia entre el número másico 13 y el número de protones 6.

$$\Delta m = m({}_{6}^{13}\text{C}) - 6 \cdot m({}_{1}^{1}\text{H}) - 7 \cdot m({}_{0}^{1}\text{n}) = 13,0034 \text{ [u]} - 6 \cdot 1,0073 \text{ [u]} - 7 \cdot 1,008665 \text{ [u]} = -0,101 \text{ u}$$

$$\Delta m = -0,101 \text{ [u]} \cdot \frac{1 \text{ [g]}}{6,02 \times 10^{23} \text{ [u]}} \cdot \frac{1 \text{ [kg]}}{10^3 \text{ [g]}} = -1,68 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

La energía equivalente se calcula con la ecuación de Einstein

$$E_e = m \cdot c^2 = 1,68 \cdot 10^{-28} \text{ [kg]} \cdot (3,00 \cdot 10^8 \text{ [m/s]})^2 = 1,51 \cdot 10^{-11} \text{ J/átomo } {}^{13}\text{C}$$

e) La energía de enlace por nucleón se calcula dividiendo entre el número de nucleones

$$E_{\text{en}} = \frac{1,51 \cdot 10^{-11} \text{ [J/átomo C]}}{13 \text{ [nucleones/átomo C]}} = 1,16 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$$

La mayor parte de las respuestas puede calcularse con la hoja de cálculo [FisicaBachEs.ods](#)

Cuando esté en el índice, mantenga pulsada la tecla «↑» (mayúsculas) mientras hace clic en la celda

[Energía nuclear](#)

do capítulo

Física moderna

EnerNuclear

[Energía nuclear](#)

Haga clic en las celdas de color salmón y elija las opciones como se muestra. Escriba los datos en las celdas de color blanco y borde azul.

	Carga	(e ⁺)	Masa	
Partícula proyectil	2	4,0026	u	
Núclido diana	5	10,0129	u	
Núclido formado	6	13,0034	u	
Partícula emitida	1	1,0073	u	
2ª partícula emitida				
Masa de la muestra		1	g	N. diana

Los resultados son:

${}_{2}^{4}\text{He} + {}_{5}^{10}\text{B} \rightarrow {}_{6}^{13}\text{C} + {}_{1}^{1}\text{H}$			
Defecto de masa $\Delta m =$	$-7,17 \cdot 10^{-13}$	J /átomo	
Energía de la muestra $E =$	43,1	GJ /g ${}^{10}\text{B}$	

Para calcular la energía de enlace del carbono-13, hay que borrar todos los datos excepto el del carbono

	Carga (e ⁺)	Masa	
Partícula proyectil			
Núclido diana			
Núclido formado	6	13,0034 u	
Partícula emitida			
2ª partícula emitida			
Masa de la muestra			

Los resultados ahora son:

Energía de enlace	$E_e =$	$-1,51 \cdot 10^{-11}$	J /átomo
-------------------	---------	------------------------	----------

Si cambiamos ahora «/átomo» por «/nucleón» obtenemos:

Energía de enlace	$E_e =$	$-1,16 \cdot 10^{-12}$	J /nucleón
-------------------	---------	------------------------	------------

Cuestiones y problemas de las [Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad](#) (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) u [OpenOffice](#) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM)

Actualizado: 20/01/22

Sumario

FÍSICA NUCLEAR

<i>Desintegración radiactiva.....</i>	<i>1</i>
1. El periodo de semidesintegración del $^{90}_{38}\text{Sr}$ es 28 años. Calcula:.....	1
a) La constante de desintegración radiactiva expresada en s^{-1}	
b) La vida media del ^{90}Sr	
c) La actividad inicial de una muestra de 6,25 mg.....	
d) La masa que queda de esa muestra 100 años más tarde.....	
e) El tiempo necesario para que se desintegre el 70 % de los átomos iniciales.....	
f) Representa en una gráfica, de forma cualitativa, la variación de la masa en función del tiempo.....	
<i>Energía nuclear.....</i>	<i>3</i>
1. El isótopo del boro $^{10}_5\text{B}$ es bombardeado por una partícula α y se produce $^{13}_6\text{C}$ y otra partícula.....	3
a) Escribe la reacción nuclear.....	
b) Calcula la energía liberada por núcleo de boro bombardeado.....	
c) Calcula la energía liberada si se considera 1 g de boro.....	
d) Calcula la energía de enlace nuclear del $^{13}_6\text{C}$	
e) Calcula su energía de enlace por nucleón.....	

[Método y recomendaciones](#)