

## FÍSICA NUCLEAR

[Método e recomendacións](#)● **Desintegración radioactiva**

- O período de semidesintegración do  $^{90}_{38}\text{Sr}$  é 28 anos. Calcula:
  - A constante de desintegración radioactiva expresada en  $\text{s}^{-1}$ .
  - A vida media do  $^{90}\text{Sr}$ .
  - A actividade inicial dunha mostra de 6,25 mg.
  - A masa que queda desa mostra 100 anos máis tarde.
  - O tempo necesario para que se desintegre o 70 % dos átomos iniciais.
  - Representa nunha gráfica, de forma cualitativa, a variación da masa en función do tempo.

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

*Problema modelo baseado no A.B.A.U. Xuño 17*

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

**Datos**

Período de semidesintegración

Masa da mostra

Tempo para calcular a masa restante

Fracción de mostra desintegrada

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

Número de Avogadro

**Incógnitas**

Vida media

Constante de desintegración radioactiva

Actividade inicial dunha mostra de 6,25 mg.

Masa que queda desa mostra 100 anos máis tarde.

Tempo necesario para que a masa redúzase de 1 mg a 0,25 mg

**Ecuacións**

Lei da desintegración radioactiva

Cando  $t = T$ ,  $N = N_o / 2$

Vida media

Actividade radioactiva

**Cifras significativas: 3**

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

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

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

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

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

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

$\tau$

$\lambda$

$A_o$

$m$

$t$

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

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

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

$$\tau = 1 / \lambda$$

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

**Solución:**

- a) Calcúlase a constante radioactiva a partir do 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) Calcúlase a vida media a partir da constante radioactiva

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

- c) Calcúlanse cantos átomos hai en 6,25 mg de Sr

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

Despois calcúlase a actividade radioactiva

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

- d) Calcúlase a masa con a ecuación da lei de desintegración radioactiva

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

Como a masa é proporcional á cantidade de núcleos,  $m = M \cdot N / N_A$ , pódese obter unha expresión similar á lei da desintegración radioactiva, na que aparece a masa no canto da cantidade 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) Calcúlase o tempo na ecuación da lei de desintegración radioactiva expresada en forma logarítmica.

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

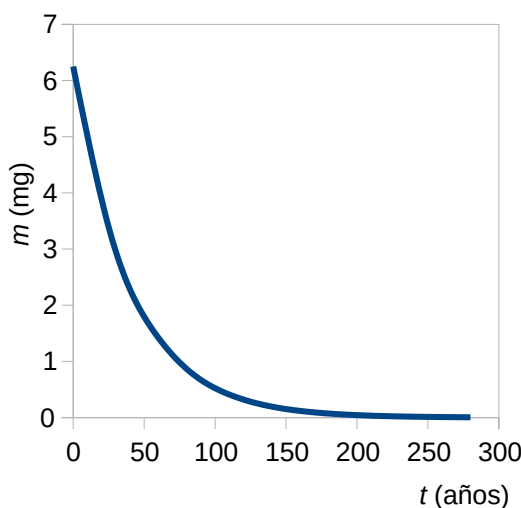
Se desintegrouse o 70 %, queda o 30 %.

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

Análise: Posto que nese tempo a mostra reduciuse a un 30 %, pouco máis da cuarta parte =  $\left(\frac{1}{2}\right)^2$ ,

transcorreron algo menos de 2 períodos de semidesintegración (56 anos), polo que 49 anos parece un resultado razoable.

f) A gráfica é unha función exponencial decrecente.



A maior parte das respostas pode calcularse coa folla de cálculo [FisicaBachGLOds](#)

Cando estea no índice, manteña pulsada a tecla «↑» (maiúsculas) mentres fai clic na cela

[Desintegración radioactiva](#)

do capítulo

**Física moderna**

Desinteg

[Desintegración radioactiva](#)

Faga clic nas celas de cor salmón e elixa as opcións como se mostra. Escriba os datos nas celas de cor branca e bordo azul.

Período de semidesintegración	$T =$	28	anos
Masa inicial	$m_0 =$	6,25	mg
Desintégrense		70	%
Despois de...	$\Delta t =$		
Masa atómica	$M =$	90	g/mol
Tempo	$t =$	100	anos

Para obter os primeiros resultados faga clic na cela cor salmón debaixo de «Constante» e elixa «Vida media». Faga clic na cela cor salmón debaixo de « $\tau$ » e elixa «Bq»

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

Para os seguintes resultados, cambie «Bq» por «mg», e elixa «anos» na cela salmón da dereita:

	Masa	mg	
	Inicial	6,25	
e)	Queda un 30%	1,88	en $48,6 \text{ anos}$
d)	En 100 anos	0,526	

## ● Energía nuclear

1. O isótopo do boro  ${}^{10}_5\text{B}$  é bombardeado por unha partícula  $\alpha$  e prodúcese  ${}^{13}_6\text{C}$  e outra partícula.

- Escrebe a reacción nuclear.
- Calcula a enerxía liberada por núcleo de boro bombardeado.
- Calcula a enerxía liberada si considérase 1 g de boro.
- Calcula a enerxía de enlace nuclear do  ${}^{13}_6\text{C}$ .
- Calcula a súa enerxía de enlace por nucleón.

Datos: masa atómica( ${}^{10}_5\text{B}$ ) = 10,0129 u; masa atómica( ${}^{13}_6\text{C}$ ) = 13,0034 u; masa( $\alpha$ ) = 4,0026 u; masa(protón) = 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  $\alpha$   
protón

Número de Avogadro

Unidade de masa atómica

Velocidade da luz no baleiro

### **Incógnitas**

Energía liberada por núcleo de boro bombardeado

Energía liberada / g de boro

### **Outros símbolos**

Constante de desintegración radioactiva

### **Ecuacións**

Equivalencia masa enerxía de Einstein

### **Cifras significativas: 3**

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

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

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

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

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

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

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

$E$

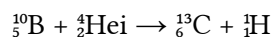
$E_2$

$\lambda$

$E = m \cdot c^2$

### **Solución:**

a) Escríbese a reacción nuclear aplicando os principios de conservación do número másico e da carga eléctrica nos procesos nucleares.



b) Calcúlase o defecto de masa

$$\Delta m = m({}^{13}_6\text{C}) + m({}^1_1\text{H}) - (m({}^{10}_5\text{B}) + m({}^4_2\text{He})) = 13,0034 [\text{u}] + 1,0073 [\text{u}] - (10,0129 [\text{u}] + 4,0026 [\text{u}]) = -0,00480 \text{ u}$$

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

Calcúlase a enerxía equivalente segundo a 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) Calcúlase a cantidade de átomos de boro que hai en 1 g de boro.

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

Calcúlase a enerxía 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) O defecto de masa é a diferenza entre a masa do núcleo de  $^{13}\text{C}$  e a suma das masas dos protóns e neutróns que o forman. O número de protóns é o número atómico, 6, e o de neutróns é 7, a diferenza entre o número másico 13 e o número de protóns 6.

$$\Delta m = m(^{13}\text{C}) - 6 \cdot m(^1\text{H}) - 7 \cdot m(^1_0\text{n}) = 13,0034 \text{ [u]} - 6 \cdot 1,0073 \text{ [u]} - 7 \cdot 1,008665 \text{ [u]} = -0,101 \text{ u}$$

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

A enerxía equivalente calcúlase coa 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) A enerxía de enlace por nucleón calcúlase dividindo entre o número de nucleóns:

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

A maior parte das respostas pode calcularse coa folla de cálculo [FisicaBachGLOds](#)

Cando estea no índice, manteña pulsada a tecla «↑» (maiúsculas) mentres fai clic na cela

[Enerxía nuclear](#)

do capítulo

**Física moderna**

EnerNuclear

[Enerxía nuclear](#)

Faga clic nas celas de cor salmón e elixa as opcións como se mostra. Escriba os datos nas celas de cor branca e bordo azul.

	Carga	(e <sup>+</sup> )	Masa	
Partícula proxectil		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 da mostra			1 g	N. diana

Os resultados son:

$^4_2\text{He} + ^{10}_5\text{B} \rightarrow ^{13}_6\text{C} + ^1_1\text{H}$			
Defecto de masa $\Delta m =$	$-7,17 \cdot 10^{-13}$	J /átomo	
Enerxía da mostra $E =$	43,1	GJ /g $^{10}\text{B}$	

Para calcular a enerxía de enlace do carbono-13, hai que borrar todos os datos excepto o do carbono

	Carga	(e <sup>+</sup> )	Masa
Partícula proxectil			

Núclido diana				
Núclido formado	6	13,0034 u		
Partícula emitida				
2ª partícula emitida				
Masa da mostra				

Los resultados son agora:

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

Se cambiamos agora «/átomo» por «/nucleón» obtemos:

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

Cuestións e problemas das [Probas de avaliación do Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algúns cálculos fixéronse cunha [folla de cálculo](#) de [LibreOffice](#) ou [OpenOffice](#) do mesmo autor.

Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Procurouse seguir as [recomendacións](#) do *Centro Español de Metrología* (CEM)

Actualizado: 20/01/22

## Sumario

### FÍSICA NUCLEAR

<i>Desintegración radioactiva.....</i>	<i>1</i>
1. O período de semidesintegración do $^{90}_{38}\text{Sr}$ é 28 anos. Calcula:.....	1
a) A constante de desintegración radioactiva expresada en $\text{s}^{-1}$ .....	
b) A vida media do $^{90}\text{Sr}$ .....	
c) A actividade inicial dunha mostra de 6,25 mg.....	
d) A masa que queda desa mostra 100 anos máis tarde.....	
e) O tempo necesario para que se desintegre o 70 % dos átomos iniciais.....	
f) Representa nunha gráfica, de forma cualitativa, a variación da masa en función do tempo.....	
<i>Energía nuclear.....</i>	<i>3</i>
1. O isótopo do boro $^{10}_5\text{B}$ é bombardeado por unha partícula $\alpha$ e prodúcese $^{13}_6\text{C}$ e outra partícula.....	3
a) Escribe a reacción nuclear.....	
b) Calcula a enerxía liberada por núcleo de boro bombardeado.....	
c) Calcula a enerxía liberada si considérase 1 g de boro.....	
d) Calcula a enerxía de enlace nuclear do $^{13}_6\text{C}$ .....	
e) Calcula a súa enerxía de enlace por nucleón.....	

[Método e recomendacións](#)