

## Física del siglo XX

[Método y recomendaciones](#)

### ● Efecto fotoeléctrico

- Una radiación monocromática que tiene una longitud de onda de 600 nm penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio cuyo trabajo de extracción es  $3,2 \times 10^{-19}$  J. Calcula:
  - La longitud de onda umbral para el cesio.
  - La energía cinética máxima de los electrones emitidos.
  - La velocidad máxima con la que son emitidos los electrones.
  - El potencial de frenado.
  - Representa gráficamente la energía cinética máxima de los electrones emitidos en función de la frecuencia de la luz incidente.
  - La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos lo pones metal con velocidad máxima.

DATOS:  $h = 6,62 \times 10^{-34}$  J·s;  $c = 3 \times 10^8$  m·s<sup>-1</sup>;  $q_e = -1,6 \times 10^{-19}$  C; 1 nm =  $10^{-9}$  m

*Problema modelo basado en A.B.A.U. ord. 18*

**Rta.:** a)  $\lambda_0 = 621$  nm; b)  $E_c = 1,1 \cdot 10^{-20}$  J; c)  $v = 1,6 \cdot 10^5$  m/s; d)  $V = 0,069$  V; f)  $\lambda_d = 4,7$  nm

#### Datos

Longitud de onda de la radiación  
Trabajo de extracción del metal  
Constante de Planck  
Velocidad de la luz en el vacío  
Carga del electrón

#### Cifras significativas: 3

$\lambda = 600$  nm =  $6,00 \cdot 10^{-7}$  m  
 $W_e = 3,20 \cdot 10^{-19}$  J  
 $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J·s  
 $c = 3,00 \cdot 10^8$  m/s  
 $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19}$  C

#### Incógnitas

Longitud de onda umbral  
Energía cinética máxima con la que son emitidos los electrones  
Velocidad máxima de los electrones emitidos  
Potencial de frenado  
Longitud de onda de De Broglie de los electrones

$\lambda_0$   
 $E_c$   
 $v$   
 $V$   
 $\lambda_d$

#### Ecuaciones

Ecuación de Planck (energía del fotón)  
Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico  
Relación entre la frecuencia de una onda luminosa y la longitud de onda  
Energía cinética  
Relación entre la energía cinética de los electrones y el potencial de frenado  
Longitud de onda de De Broglie

$E = h \cdot f$   
 $E_f = W_e + E_c$   
 $f = c / \lambda$   
 $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$   
 $E_c = |e| \cdot V$   
 $\lambda_d = \frac{h}{m \cdot v}$

#### Solución:

Cuando la luz interacciona con el metal de la célula fotoeléctrica lo hace como si fuese un chorro de partículas llamadas fotones (paquetes de energía).

Cada fotón choca con un electrón y le transmite toda su energía.

Para que se produzca efecto fotoeléctrico, los electrones emitidos deben tener energía suficiente para llegar al anticátodo, lo que ocurre cuando la energía del fotón es mayor que el trabajo de extracción, que es una característica del metal.

La ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico puede escribirse:

$$E_f = W_e + E_c$$

En la ecuación,  $E_f$  representa la energía del fotón incidente,  $W_e$  el trabajo de extracción del metal y  $E_c$  la energía cinética máxima de los electrones (fotoelectrones) emitidos.

La energía que lleva un fotón de frecuencia  $f$  es:

$$E_f = h \cdot f$$

En esta ecuación,  $h$  es la constante de Planck y tiene un valor muy pequeño:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s

a) La longitud de onda umbral corresponde a una radiación con la energía mínima para provocar el efecto fotoeléctrico.

En la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico se sustituye la energía del fotón por su equivalente en la ecuación de Planck:

$$\left. \begin{aligned} E_f &= W_e + E_c \\ E_f &= h \cdot f \end{aligned} \right\} h \cdot f = W_e + E_c$$

La radiación que tenga la frecuencia umbral tendrá la energía estrictamente necesaria para arrancar el electrón, pero no sobrará nada para comunicarle energía cinética.

$$h \cdot f_0 = W_e + 0$$

La relación entre la frecuencia umbral y el trabajo de extracción es:

$$W_e = h \cdot f_0$$

Se calcula la frecuencia, despejándola de la relación anterior:

$$f_0 = \frac{W_e}{h} = \frac{3,20 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,62 \cdot 10^{-24} \text{ J} \cdot \text{s}} = 4,83 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

Se calcula la longitud de onda umbral, despejándola en la relación entre frecuencia y longitud de onda:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{4,83 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 6,21 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 621 \text{ nm}$$

b) Para calcular la energía cinética máxima de los electrones emitidos se emplea ecuación de Einstein:

$$E_c = E_f - W_e$$

Se calcula antes la energía de los fotones, después de sustituir la frecuencia por su expresión en función de la longitud de onda:

$$E_f = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} [\text{J} \cdot \text{s}] \cdot 3,00 \cdot 10^8 [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]}{6,00 \cdot 10^{-7} [\text{m}]} = 3,31 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Se calcula entonces la energía cinética máxima de los electrones emitidos:

$$E_c = 3,31 \cdot 10^{-19} [\text{J}] - 3,20 \cdot 10^{-19} [\text{J}] = 1,1 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

c) Se calcula la velocidad a partir de la expresión de la energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,1 \cdot 10^{-20} [\text{J}]}{9,11 \cdot 10^{-31} [\text{kg}]}} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

d) Se calcula el potencial de frenado en la ecuación que lo relaciona con la energía cinética:

$$E_c = |e| \cdot V \Rightarrow V = \frac{E_c}{|e|} = \frac{1,1 \cdot 10^{-20} [\text{J}]}{1,60 \cdot 10^{-19} [\text{C}]} = 0,069 \text{ V}$$

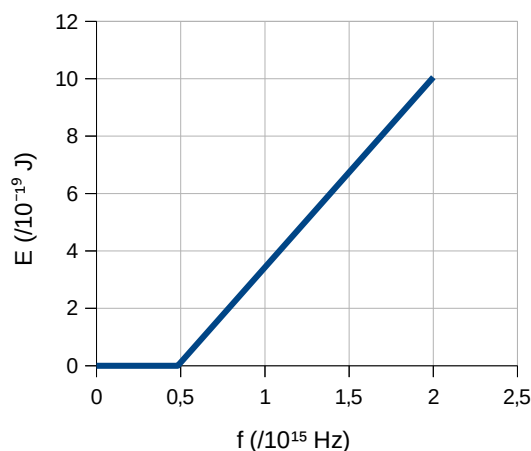
e) La representación gráfica es la siguiente:

La interpretación de Einstein del efecto fotoeléctrico demostró que la luz se comporta como un chorro de partículas, llamadas fotones, cuya energía es proporcional a la frecuencia:

$$E = h \cdot f$$

En el efecto Compton, el fotón se comporta como una partícula de momento lineal:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h \cdot f}{c} = \frac{h \cdot f}{\lambda \cdot f} = \frac{h}{\lambda}$$



Como ya estaba establecido que la luz se propaga como una onda, se propuso que el comportamiento era dual: en algunos experimentos el comportamiento de la luz parece ser corpuscular y en otros, ondulatorio. De Broglie propuso que este comportamiento dual también afecta a cualquier partícula. En algunos casos el comportamiento de ciertas partículas podría interpretarse como el de ondas cuya longitud de onda asociada  $\lambda$  viene dada por la expresión:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

En esta ecuación  $h$  es la constante de Planck,  $m$  es la masa de la partícula y  $v$  es su velocidad.

f) Se calcula la longitud de onda asociada a los electrones usando la ecuación de De Broglie

$$\lambda_3 = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} [\text{J} \cdot \text{s}]}{9,10 \cdot 10^{-31} [\text{kg}] \cdot 1,6 \cdot 10^5 [\text{m/s}]} = 4,7 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 4,7 \text{ nm}$$

La mayor parte de las respuestas puede calcularse con la hoja de cálculo [Física \(es\)](#).

Las instrucciones para lo manejo de esta hoja de cálculo pueden verse en el enlace [instrucciones](#).

Para ir a la hoja donde resolver un problema de Efecto fotoeléctrico, puede elegir una de estas opciones:

- Pulse sobre el icono ► del grupo ◀ ◀ ► ► situado en la parte inferior izquierda de la hoja de cálculo y pulse sobre la pestaña: Fototeletr.
- O, vaya al índice, buscando el enlace [Índice](#) en la zona superior derecha y pulsando la tecla Ctrl mientras pulsa sobre [Índice](#). En el índice, pulse la tecla Ctrl mientras pulsa sobre la celda [Efecto fo-](#)  
[toeléctrico](#) del capítulo **Física moderna**.

Si ha borrado los datos, verá en DATOS:

Cátodo (Elija una unidad →)		
Fotones (Elija una unidad →)		
Electrones (↑ Elija la magnitud)		

Escriba los datos en las celdas de color blanco con borde azul. Pulse en las celdas de color salmón para elegir entre las opciones que se presentan. Para este problema debería ser:

Trabajo de extracción	$W_o = 3,20 \cdot 10^{-19}$	J
Longitud de onda de los fotones	$\lambda = 600$	nm

También puede escribir 3,2E-19 en vez de  $3,20 \cdot 10^{-19}$ . Los resultados son:

a) Longitud de onda umbral	$\lambda_o = 6,21 \cdot 10^{-7}$	m
Energía de los fotones	$E = 3,31 \cdot 10^{-19}$	J
b) Energía cinética	$E = 1,11 \cdot 10^{-20}$	J

Haciendo clic en la celda de color salmón se pueden elegir los valores pedidos en los otros apartados.

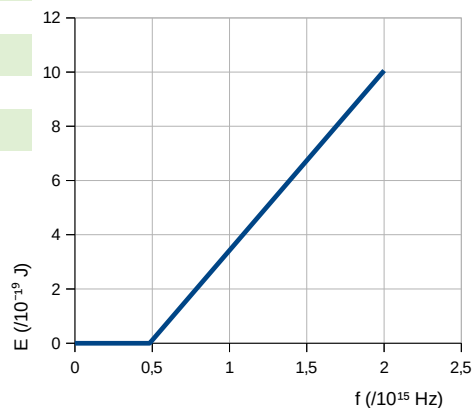
c) Velocidad máxima	$v = 1,56 \cdot 10^5$	m/s
---------------------	-----------------------	-----

d) Potencial de frenado	$V = 0,0691$	V
-------------------------	--------------	---

f) Longitud de onda de De Broglie	$\lambda_d = 4,66 \cdot 10^{-9}$	m
-----------------------------------	----------------------------------	---

Si escribe «2» a la derecha de « $f=$ », el aspecto de la gráfica será:

G R A F I C A S	
Energía cinética	frente a Frecuencia
de los electrones	de los fotones
Frecuencia máx.	$f = 2 \cdot 10^{15}$ Hz



## ● Desintegración radioactiva

- El período de semidesintegración del  $^{90}_{38}\text{Sr}$  es 28 años. Calcula:
  - La constante de desintegración radioactiva expresada en  $\text{s}^{-1}$ .
  - La vida media del  $^{90}\text{Sr}$ .
  - 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 basado en el A.B.A.U. ord. 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 radioactiva

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 radioactiva

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

Vida media

Actividad radioactiva

### **Cifras significativas: 3**

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

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

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

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

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

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

$\tau$

$\lambda$

$A_0$

$m$

$t$

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

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

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

$$\tau = 1 / \lambda$$

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

### **Solución:**

- a) Se calcula la constante radioactiva 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 radioactiva:

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

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

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

Se calcula la actividad 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) Se emplea la ley de desintegración radioactiva para calcular la masa:

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

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 radioactiva, en la que aparece la masa en lugar de la cantidad de átomos:

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

Se calcula la masa:

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

e) Se emplea la ecuación de la ley de desintegración radioactiva expresada en forma logarítmica, para calcular el tiempo:

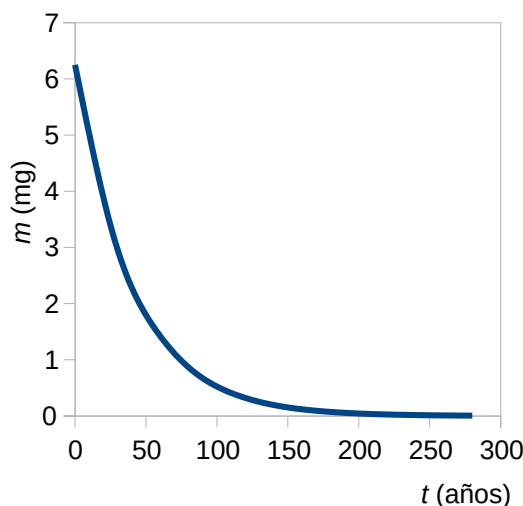
$$-\ln(N/N_0) = \ln(N_0/N) = \lambda \cdot t$$

Se calcula el tiempo, teniendo en cuenta que queda el 30 %, al desintegrarse el 70 %.

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

*Análisis: Puesto que en ese tiempo a muestra se redujo la un 30 %, poco más de la cuarta parte =  $\left(\frac{1}{2}\right)^2$ , transcurrieron 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 [Física \(es\)](#).

Las instrucciones para lo manejo de esta hoja de cálculo pueden verse en el enlace [instrucciones](#).

Para ir a la hoja donde resolver un problema de Efecto fotoeléctrico, puede elegir una de estas opciones:

- Pulse sobre el icono ► del grupo ◀◀ ▶▶ situado en la parte inferior izquierda de la hoja de cálculo y pulse sobre la pestaña: Desintegr.
- O, vaya al índice, buscando el enlace [Índice](#) en la zona superior derecha y pulsando la tecla Ctrl mientras pulsa sobre [Índice](#). En el índice, pulse la tecla Ctrl mientras pulsa sobre la celda [Desintegración radioactiva](#) del capítulo **Física moderna**.

Si ha borrado los datos, verá en DATOS:

	Cantidad inicial		
	Después de...	$\Delta t =$	
	Masa atómica	$M =$	g/mol
	Tiempo	$t =$	

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. Para este problema debería ser:

Período de semidesintegración	$T =$	28 años
-------------------------------	-------	---------

Masa inicial	$m_0 =$	6,25 mg
Desintégranse		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 « $\tau$ » 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. Lo isótopo del boro  ${}^{10}_5\text{B}$  es bombardeado por una partícula  $\alpha$  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( $\alpha$ ) = 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  $\alpha$   
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

### Otros símbolos

Constante de desintegración radioactiva

### Ecuaciones

Equivalencia masa energía de Einstein

### Cifras significativas: 3

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

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

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

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

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

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

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

$E$

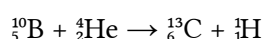
$E_2$

$\lambda$

$E = m \cdot c^2$

### 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:

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

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

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.

$$N = 1,00 \text{ g B} \cdot \frac{1 \text{ mol B}}{10,012 \text{ g B}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos}}{1 \text{ mol}} = 6,01 \cdot 10^{22} \text{ átomos B}$$

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  ${}^{13}_6\text{C}$  y la suma de las masas de los protones y neutrones que lo forman. El número de protones es el número atómico, 6, y lo de neutrones es 7, la diferencia entre el número másico 13 y el número de protones 6.

$$\Delta m = m({}^{13}_6\text{C}) - 6 \cdot m({}^1_1\text{H}) - 7 \cdot m({}^1_0\text{n}) = 13,0034 \text{ [u]} - 6 \cdot 1,0073 \text{ [u]} - 7 \cdot 1,008665 \text{ [u]} = -0,101 \text{ u}$$

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

La energía equivalente calculase 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:

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

La mayor parte de las respuestas puede calcularse con la hoja de cálculo [Física \(es\)](#).

Las instrucciones para lo manejo de esta hoja de cálculo pueden verse en el enlace [instrucciones](#).

Para ir a la hoja donde resolver un problema de Efecto fotoeléctrico, puede elegir una de estas opciones:

- Pulse sobre el icono ► del grupo ◀ ◀ ► ► situado en la parte inferior izquierda de la hoja de cálculo y pulse sobre la pestaña:  **EnerNuclear**.
- O, vaya al índice, buscando el enlace [Índice](#) en la zona superior derecha y pulsando la tecla Ctrl mientras pulsa sobre [Índice](#). En el índice, pulse la tecla Ctrl mientras pulsa sobre la celda [Energía nuclear](#) del capítulo **Física moderna**.

Si ha borrado los datos, verá en DATOS:

N.º atómico	Z	N.º másico A	
Partícula proyectil			
Núclido diana			
Núclido formado			
2º núclido/partícula			
Masa de la muestra			

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. Para este problema debería ser:

Carga	(e <sup>+</sup> )	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:

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

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

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

Los resultados son ahora:

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](#) 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).

Se consultó al Copilot de Microsoft Edge y se tuvieron en cuenta algunas de sus respuestas en las cuestiones.

Actualizado:18/03/24



## Sumario

### FÍSICA DEL SIGLO XX

<i>Efecto fotoeléctrico.....</i>	<i>1</i>
1. Una radiación monocromática que tiene una longitud de onda de 600 nm penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio cuyo trabajo de extracción es $3,2 \times 10^{-19}$ J. Calcula:.....	1
a) La longitud de onda umbral para el cesio.....	
b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos.....	
c) La velocidad máxima con la que son emitidos los electrones.....	
d) El potencial de frenado.....	
e) Representa gráficamente la energía cinética máxima de los electrones emitidos en función de la frecuencia de la luz incidente.....	
f) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos lo pones metal con velocidad máxima.....	
<i>Desintegración radioactiva.....</i>	<i>4</i>
1. El período de semidesintegración del $^{90}_{38}\text{Sr}$ es 28 años. Calcula:.....	4
a) La constante de desintegración radioactiva expresada en $\text{s}^{-1}$ .....	
b) La vida media del $^{90}\text{Sr}$ .....	
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>6</i>
1. El isótopo del boro $^{10}_5\text{B}$ es bombardeado por una partícula $\alpha$ y se produce $^{13}_6\text{C}$ y otra partícula.....	6
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.....	