Física do século XX

Método e recomendacións

● Efecto fotoeléctrico

1. Unha radiación monocromática que ten unha lonxitude de onda de 600 nm penetra nunha célula fotoeléctrica de cátodo de cesio cuxo traballo de extracción é $3{,}2\times10^{-19}$ J. Calcula:
   a) A lonxitude de onda limiar para o cesio.
   b) A enerxía cinética máxima dos electróns emitidos.
   c) A velocidade máxima coa que son emitidos os electróns.
   d) O potencial de freado.
   e) Representa graficamente a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos en función da frecuencia da luz incidente.
   f) A lonxitude de onda de De Broglie asociada aos electróns emitidos polo metal con velocidade máxima.
   DATOS: $h = 6{,}62\times10^{-34}$ J·s; $c = 3\times10^{8}$ m·s⁻¹; $q_e = -1{,}6\times10^{-19}$ C; 1 nm = 10^{-9} m

   Problema modelo baseado en A.B.A.U. ord. 18

   Rta.: a) λ_0 = 621 nm; b) $E_c = 1{,}1\cdot10^{-20}$ J; c) $v = 1{,}6\cdot10^{5}$ m/s ; d) V = 0,069 V; e) λ_d = 4,7 nm

Datos	***Cifras significativas: 3***
Lonxitude de onda da radiación	$\lambda = 600$ nm $= 6{,}00\cdot10^{-7}$ m
Traballo de extracción do metal	$W_e = 3{,}20\cdot10^{-19}$ J
Constante de Planck	$h = 6{,}62\cdot10^{-34}$ J·s
Velocidade da luz no baleiro	$c = 3{,}00\cdot10^{8}$ m/s
Carga do electrón	$q_e = -1{,}60\times10^{-19}$ C
Incógnitas	
Lonxitude de onda limiar	λ_0
Enerxía cinética máxima coa que son emitidos os electróns	E_c
Velocidade máxima dos electróns emitidos	v
Potencial de freado	V
Lonxitude de onda de De Broglie dos electróns	λ_d
Ecuacións	
Ecuación de Planck (enerxía do fotón)	$E_f = h \cdot f$
Ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico	$E_f = W_e + E_c$
Relación entre a frecuencia dunha onda luminosa e a lonxitude de onda	$f = c / \lambda$
Enerxía cinética	$E_c = ½\, m \cdot v^2$
Relación entre a enerxía cinética dos electróns e o potencial de freado	$E_c = \lvert e \rvert \cdot V$
Lonxitude de onda de De Broglie	$\lambda_d = \dfrac{h}{m \cdot v}$

Solución:

Cando a luz interactúa co metal da célula fotoeléctrica faino coma se fose un chorro de partículas chamadas fotóns (paquetes de enerxía).
Cada fotón choca cun electrón e transmítelle toda a súa enerxía.
Para que se produza efecto fotoeléctrico, os electróns emitidos deben ter enerxía suficiente para chegar ao anticátodo, o que ocorre cando a enerxía do fotón é maior que o traballo de extracción, que é unha característica do metal.
A ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico pode escribirse:

$$E_f = W_e + E_c$$

Na ecuación, E_f representa a enerxía do fotón incidente, W_e o traballo de extracción do metal e E_c a enerxía cinética máxima dos electróns (fotoelectróns) emitidos.
A enerxía que leva un fotón de frecuencia f é:

$$E_f = h \cdot f$$

Nesta ecuación, h é a constante de Planck e ten un valor moi pequeno: $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s

a) A lonxitude de onda limiar corresponde a unha radiación coa enerxía mínima para provocar o efecto fotoeléctrico.
Na ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico substitúese a enerxía do fotón polo seu equivalente na ecuación de Planck:

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

A radiación que teña a frecuencia limiar terá a enerxía estritamente necesaria para arrincar o electrón, pero non sobrará nada para comunicarlle enerxía cinética.

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

La relación entre a frecuencia limiar e o traballo de extracción é:

$$W_e = h \cdot f_0$$

Calcúlase a frecuencia, despexándoa da relación anterior:

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

Calcúlase a lonxitude de onda limiar, despexándoa na relación entre frecuencia e lonxitude de onda:

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

b) Para calcular a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos emprégase ecuación de Einstein:

$$E_c = E_f - W_e$$

Calcúlase antes a enerxía dos fotóns, despois de substituír a frecuencia pola súa expresión en función da lonxitude de onda:

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

Calcúlase entón a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos:

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

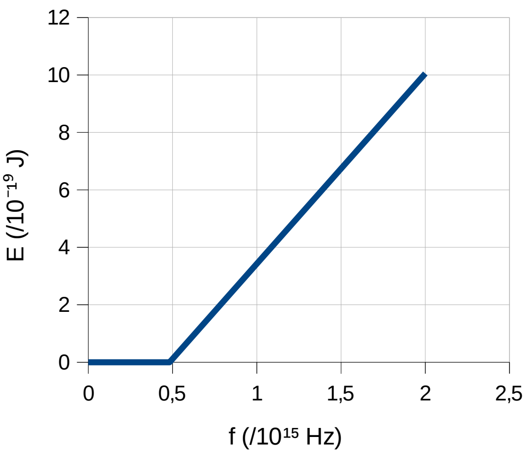
c) Calcúlase a velocidade a partir da expresión da enerxía cinética:

$$E_c = ½\, m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{-20} [\text{J}]}{9{,}11 \cdot 10^{-31} [\text{kg}]}} = 1{,}6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

d) Calcúlase o potencial de freado na ecuación que o relaciona coa enerxía 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) A representación gráfica é a seguinte:



A interpretación de Einstein do efecto fotoeléctrico demostrou que a luz se comporta como un chorro de partículas, chamadas fotóns, cuxa enerxía é proporcional á frecuencia:

$$E = h \cdot f$$

No efecto Compton, o fotón compórtase como unha partícula de momento lineal:

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

Como xa estaba establecido que a luz se propaga como unha onda, propúxose que o comportamento era dual: nalgúns experimentos o comportamento da luz parece ser corpuscular e noutros, ondulatorio.
De Broglie propuxo que este comportamento dual tamén afecto a calquera partícula. Nalgúns casos o comportamento de certas partículas podería interpretarse como o de ondas cuxa lonxitude de onda asociada λ vén dada pola expresión:

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

Nesta ecuación h é a constante de Planck, m é a masa da partícula e v é a súa velocidade.
f) Calcúlase a lonxitude de onda asociada aos electróns usando a ecuación de De Broglie

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

A maior parte das respostas pode calcularse coa folla de cálculo Fisica (gal).
As instrucións para o manexo desta folla de cálculo poden verse na ligazón instrucións.
Para ir á folla onde resolver un problema de Efecto fotoeléctrico, pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a icona ▸| do grupo |◂ ◂ ▸ ▸| situado na parte inferior esquerda da folla de cálculo e prema sobre a lapela: 🔒 Fotoelectr.
- Ou, vaia ao índice, buscando a ligazón Indice na zona superior dereita e pulsando a tecla Ctrl mentres preme sobre Indice. No índice, pulse a tecla Ctrl mentres preme sobre a cela Efecto fotoeléctrico do capítulo **Física moderna**.

Se ten borrado os datos, verá en DATOS:

Cátodo (Elixa unha unidade ⟶)		
Fotóns (Elixa unha unidade ⟶)		
Electróns (↑ Elixa a magnitude)		

Escriba os datos nas celas de cor branca con bordo azul. Prema nas celas de cor salmón para elixir entre as opcións que se presentan. Para este problema debería ser:

Traballo de extracción	W_0 =	3,20·10⁻¹⁹	J
Lonxitude de onda dos fotóns	λ =	600	nm

Tamén pode escribir 3,2E-19 en vez de 3,20·10⁻¹⁹. Os resultados son:

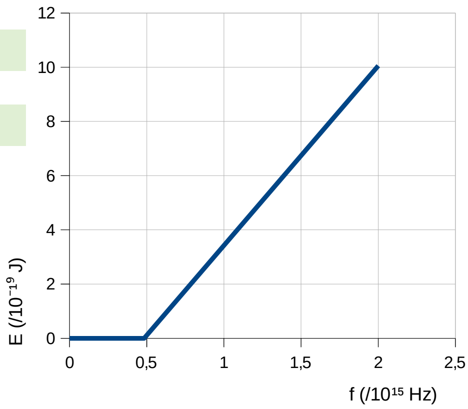
a)	Lonxitude de onda limiar	λ_0 =	6,21·10⁻⁷	m
	Enerxía dos fotóns	E =	3,31·10⁻¹⁹	J
b)	Enerxía cinética	E =	1,11·10⁻²⁰	J

Facendo clic na cela de cor salmón pódense elixir os valores pedidos nos outros apartados.

c)	Velocidade máxima	v =	1,56·10⁵	m/s
d)	Potencial de freado	V =	0,0691	V
f)	Lonxitude de onda de De Broglie	λ_d =	4,66·10⁻⁹	m

Se escribe «2» á dereita de «f =», o aspecto da gráfica será:

GRÁFICAS				
Enerxía cinética		fronte a	Frecuencia	
dos	electróns		dos fotóns	
Frecuencia máx.		f =	2	·10¹⁵ Hz



● Desintegración radioactiva

1. O período de semidesintegración do $^{90}_{38}Sr$ é 28 anos. Calcula:
   a) A constante de desintegración radioactiva expresada en s^{-1}.
   b) A vida media do ^{90}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.

   Datos: N_A = 6,022·10²³ mol⁻¹; masa atómica do $^{90}_{38}Sr$ = 90 g·mol⁻¹.

   Problema modelo baseado no A.B.A.U. ord. 17

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

Datos	***Cifras significativas: 3***
Período de semidesintegración	$T_{½}$ = 28,0 anos = $8{,}84 \cdot 10^{8}$ s
Masa da mostra	m_0 = 6,25 mg = $6{,}25 \cdot 10^{-3}$ g
Tempo para calcular a masa restante	t = 100 anos = $3{,}16 \cdot 10^{9}$ s
Fracción de mostra desintegrada	f = 70,0 % = 0,700
Masa atómica do $^{90}_{38}Sr$	M = 90,0 g·mol⁻¹
Número de Avogadro	$N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$
Incógnitas	
Vida media	τ
Constante de desintegración radioactiva	λ
Actividade inicial dunha mostra de 6,25 mg.	A_0
Masa que queda desa mostra 100 anos máis tarde.	m
Tempo necesario para que a masa redúzase de 1 mg a 0,25 mg	t
Ecuacións	
Lei da desintegración radioactiva	$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ $\lambda = \ln (N_0 / N) / t$
Cando $t = T$, $N = N_0 / 2$	$T_{½} = \ln 2 / \lambda$
Vida media	$\tau = 1 / \lambda$
Actividade radioactiva	$A = -\mathrm{d}N / \mathrm{d}t = \lambda \cdot N$

Solución:

a) Calcúlase a constante radioactiva a partir do período de semidesintegración:

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

b) Calcúlase a vida media a partir da constante radioactiva:

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

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

$$N = 6{,}25 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{g}\ ^{90}_{38}\mathrm{Sr}\ \frac{1\ \mathrm{mol}\ ^{90}_{38}\mathrm{Sr}}{90{,}0\ \mathrm{g}\ ^{60}_{38}\mathrm{Sr}} \frac{6{,}022 \cdot 10^{23}\ \text{átomos}\ ^{90}_{38}\mathrm{Sr}}{1\ \mathrm{mol}\ ^{90}_{38}\mathrm{Sr}} \frac{1\ \text{núcleo}\ ^{90}_{38}\mathrm{Sr}}{1\ \text{átomo}\ ^{90}_{38}\mathrm{Sr}} = 4{,}18 \cdot 10^{19}\ \text{núcleos}\ ^{90}_{38}\mathrm{Sr}$$

Calcúlase a actividade radioactiva:

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

d) Emprégase a lei de desintegración radioactiva para calcular a masa:

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

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 en lugar da cantidade de átomos:

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

Calcúlase a masa:

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

e) Emprégase a ecuación da lei de desintegración radioactiva expresada en forma logarítmica, para calcular o tempo:

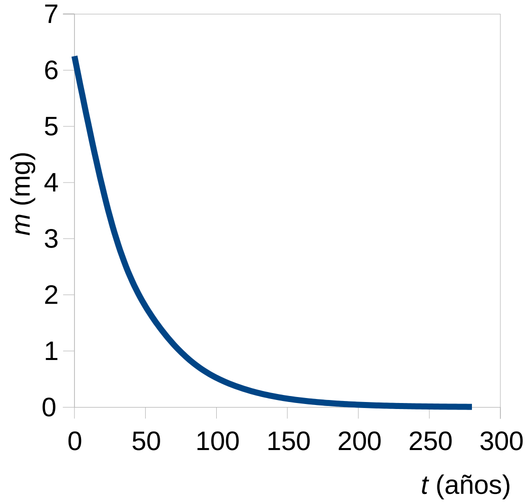
$$-\ln (N / N_0) = \ln (N_0 / N) = \lambda \cdot t$$

Calcúlase o tempo, tendo en conta que queda o 30 %., ao desintegrarse o 70 %.

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

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 Fisica (gal).
As instrucións para o manexo desta folla de cálculo poden verse na ligazón instrucións.
Para ir á folla onde resolver un problema de Efecto fotoeléctrico, pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a icona ▸| do grupo |◂ ◂ ▸ ▸| situado na parte inferior esquerda da folla de cálculo e prema sobre a lapela: Desintegr.
- Ou, vaia ao índice, buscando a ligazón Indice na zona superior dereita e pulsando a tecla Ctrl mentres preme sobre Indice. No índice, pulse a tecla Ctrl mentres preme sobre a cela Desintegración radioactiva do capítulo **Física moderna**.

Se ten borrado os datos, verá en DATOS:

Cantidade inicial			
Despois de...	Δt =		
Masa atómica	M =		g/mol
Tempo	t =		

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. Para este problema debería ser:

Período de semidesintegración	T =	28	anos

Masa inicial	m_0 =	6,25	mg		
Desintégranse		70	%		
Despois de...	Δt =				
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 «τ» e elixa «Bq»

a)		Constante	λ =	$7,84\cdot10^{-10}$	s^{-1}	
b)		Vida media	τ =	$1,27\cdot10^{9}$	s	
		Actividade	Bq			
c)	Inicial	$3,28\cdot10^{10}$				
	Queda un 30%	$9,84\cdot10^{9}$	en	48,6	anos	
	En 100 anos	$2,76\cdot10^{9}$				

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	anos
d)	En 100 anos	0,526			

● Enerxía nuclear

1. O isótopo do boro $^{10}_{5}B$ é bombardeado por unha partícula α e prodúcese $^{13}_{6}C$ e outra partícula.
   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 $^{13}_{6}C$.
   e) Calcula a súa enerxía de enlace por nucleón.
   Datos: masa atómica($^{10}_{5}B$) = 10,0129 u; masa atómica($^{13}_{6}C$) = 13,0034 u; masa(α) = 4,0026 u; masa(protón) = 1,0073 u; $c = 3\cdot10^{8}$ m/s; $N_A = 6,022\cdot10^{23}$ mol⁻¹; 1 u = $1,66\cdot10^{-27}$ kg. *(P.A.U. sep. 16)*
   Rta.: a) $^{10}_{5}B + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{13}_{6}C + ^{1}_{1}H$; b) $E = 7,17\cdot10^{-13}$ J/átomo; c) E_2 = 43,1 GJ/g

Datos		***Cifras significativas: 3***
Masa:	boro-10	$m(^{10}_{5}B)$ = 10,0129 u
	carbono-13	$m(^{13}_{6}C)$ = 13,0034 u
	partícula α	$m(^{4}_{2}He)$ = 4,0026 u
	protón	$m(^{1}_{1}H)$ = 1,0073 u
Número de Avogadro		$N_A = 6,022\cdot10^{23}$ mol⁻¹
Unidade de masa atómica		1 u = $1,66\cdot10^{-27}$ kg
Velocidade da luz no baleiro		$c = 3,00\cdot10^{8}$ m/s
Incógnitas		
Enerxía liberada por núcleo de boro bombardeado		E
Enerxía liberada / g de boro		E_2
Outros símbolos		
Constante de desintegración radioactiva		λ
Ecuacións		
Equivalencia masa enerxía de Einstein		$E = m \cdot c^2$

Solución:

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

$$^{10}_{5}B + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{13}_{6}C + ^{1}_{1}H$$

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.

$$N = 1{,}00\ \text{g B}\ \frac{1\ \text{mol B}}{10{,}012\ \ 9\text{g B}}\ \frac{6{,}022 \cdot 10^{23}\ \text{átomos}}{1\ \text{mol}} = 6{,}01 \cdot 10^{22}\ \text{átomos B}$$

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 ${}^{13}_{6}\text{C}$ 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.

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

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

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:

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

A maior parte das respostas pode calcularse coa folla de cálculo Fisica (gal).
As instrucións para o manexo desta folla de cálculo poden verse na ligazón instrucións.
Para ir á folla onde resolver un problema de Efecto fotoeléctrico, pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a icona ▸| do grupo |◂ ◂ ▸ ▸| situado na parte inferior esquerda da folla de cálculo e prema sobre a lapela: EnerNuclear.
- Ou, vaia ao índice, buscando a ligazón Indice na zona superior dereita e pulsando a tecla Ctrl mentres preme sobre Indice. No índice, pulse a tecla Ctrl mentres preme sobre a cela Enerxía nuclear do capítulo **Física moderna**.

Se ten borrado os datos, verá en DATOS:

	N.º atómico	Z	N.º másico A	
Partícula proxectil				
Núclido diana				
Núclido formado				
2º núclido/partícula				
Masa da mostra				

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. Para este problema debería ser:

	Carga	(e^+)	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:

$^{4}_{2}He + ^{10}_{5}B \longrightarrow ^{13}_{6}C + ^{1}_{1}H$			
Defecto de masa Δm =	$-7{,}17 \cdot 10^{-13}$	J	/átomo
Enerxía da mostra E =	43,1	GJ	/g $^{10}_{5}B$

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

	Carga (e^+)	Masa		
Partícula proxectil				
Núclido diana				
Núclido formado	6	13,0034	u	
Partícula emitida				
2ª partícula emitida				
Masa da mostra				

Los resultados son agora:

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

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

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

Cuestións e problemas das Probas de avaliación de 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 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).
Consultouse ao Copilot de Microsoft Edge e tivéronse en conta algunhas das súas respostas nas cuestións.

Actualizado: 18/03/24

Sumario