2014-Modelo

A. Pregunta 5.-

a) Calculamos la constante de desintegración para ambos isótopos A y B

$$T_{\frac{1}{2}A}=\frac{ln2}{\lambda_A}\Rightarrow\lambda_A=\frac{ln2}{1600}=4{,}3\cdot10^{-4}\,año^{-1}$$

$$T_{\frac{1}{2}B}=\frac{ln2}{\lambda_B}\Rightarrow\lambda_B=\frac{ln2}{1000}=6{,}9\cdot10^{-4}\,año^{-1}$$

Si inicialmente tenían la misma cantidad de núcleos pero actualmente la roca A tiene el doble que B podemos plantear

$$N_A=N_0e^{-\lambda_A t}$$

$$N_B=N_0e^{-\lambda_B t}$$

Sustituyendo en la segunda $N_A=2N_B$ y dividiendo la primera entre la segunda tenemos

$$2=e^{-\lambda_A t+\lambda_B t}\Rightarrow\ln 2=t\cdot(\lambda_B-\lambda_A)\Rightarrow t=\frac{ln2}{6{,}9\cdot10^{-4}-4{,}3\cdot10^{-4}}=2666\,años$$

b) $$A_A=\lambda_A N_A=\lambda_A N_0e^{-\lambda_A t}$$
$$A_B=\lambda_B N_B=\lambda_B N_0e^{-\lambda_B t}$$

Dividimos la primera entre la segunda para comparar

$$\frac{A_A}{A_B}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}e^{-\lambda_A t+\lambda_B t}$$ Sustituyendo para t=2500 años $$\frac{A_A}{A_B}=\frac{4{,}3\cdot10^{-4}}{6{,}9\cdot10^{-4}}e^{2500(6{,}9\cdot10^{-4}-4{,}3\cdot10^{-4})}=1{,}19$$

Por lo tanto tendrá mayor actividad el isótopo A (que tiene mayor periodo de semidesintegración)

B. Pregunta 5.-

a) Se trata de una velocidad próxima a la de la luz y hay que utilizar la corrección relativista

$$\beta=\frac{v}{c}=\frac{2{,}7\cdot10^8}{3\cdot10^8}=0{,}9 \qquad \gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{1}{\sqrt{1-0{,}9^2}}=2{,}29$$

$$m=\gamma\,m_o=2{,}29\cdot1{,}67\cdot10^{-27}=3{,}82\cdot10^{-27}\,kg$$

La cantidad de movimiento es un vector con mismo sentido y dirección que el vector velocidad. Indicamos solamente el módulo

$$p=mv=3{,}82\cdot10^{-27}\cdot2{,}7\cdot10^8=1{,}03\cdot10^{-18}\,kg\,m/s$$

b) Ambas son velocidades relativistas. La primera es la del apartado a.

$$\beta_2=\frac{v_2}{c}=\frac{2{,}85\cdot10^8}{3\cdot10^8}=0{,}95 \qquad \gamma_2=\frac{1}{\sqrt{1-\beta_2^2}}=\frac{1}{\sqrt{1-0{,}95^2}}=3{,}2$$

Calculamos la energía relativista total a cada velocidad. Se pueden usar expresiones

$E^2=p^2c^2+m_0^2c^4$ (expresión equivalente a $E=\gamma\,m_0c^2$)

$$\Delta E=E_2-E_1=\gamma_2 m_0c^2-\gamma_1 m_0c^2=(\gamma_2-\gamma_1)\,m_0c^2=(3{,}2-2{,}29)\cdot1{,}67\cdot10^{-27}\cdot(3\cdot10^8)^2=1{,}37\cdot10^{-10}\,J$$

2013-Septiembre

A. Pregunta 4.-

a) Si en la actualidad se detectan las mismas desintegraciones por hora en ambas muestras, quiere decir que tienen la misma actividad, y como A=λN, y se trata del mismo material radioactivo (misma λ), tendremos la misma cantidad de núcleos (N), por lo que tendremos la misma masa.
Si la muestra A hace 3 meses cuando se preparó tenía el doble de cantidad de isótopo que la B ahora, quiere decir que en esos 3 meses la cantidad de núcleos radioactivos se ha reducido a la mitad, por lo que el periodo de semidesintegración es de 3 meses.

b) $$T_{\frac{1}{2}}=3\,meses=3/12\,años=0{,}25\,años \qquad T_{\frac{1}{2}}=\frac{ln2}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{0{,}693}{0{,}25}=2{,}772\,años^{-1}$$

$$A=A_0e^{-\lambda t}=2000\,desintegraciones/hora\cdot e^{-2{,}772\,\cancel{años^{-1}}\cdot1\,\cancel{año}}=125\,desintegraciones/hora$$

B. Pregunta 4.-

a) Primero calculamos la energía de un electrón en reposo, que es la energía asociada a su masa
$E=mc^2=9{,}11\cdot10^{-31}\cdot(3\cdot10^8)^2=8{,}2\cdot10^{-14}$ J
Ahora calculamos la longitud de onda de un fotón que tenga esa energía

E=hf; c=λf; → E=hc/λ → λ=hc/E=$6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}/8{,}2\cdot10^{-14}=2{,}43\cdot10^{-12}$ m
c) f=c/λ=$3\cdot10^{8}/2{,}43\cdot10^{-12}=1{,}23\cdot10^{20}$ Hz
Corresponde a rayos gamma.

2013-Junio

A. Pregunta 4.-

a) *Nota (similar a junio 2011, B. Cuestión 3): Hay dos términos distintos relacionados, ambos con unidades de tiempo, y que es muy importante no confundir*
- τ (mean lifetime):"tiempo de vida [media]": promedio estatístico de vida de una partícula antes de desintegrarse.
-$T_{½}$ (halflife): "periodo de semidesintegración, semivida, vida mitad": tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra inicial de una sustancia radiactiva
Enunciado es poco claro porque utiliza "vida media" que es ambiguo en español, por una mala traducción del inglés ya que en español media es polisémico y significa tanto media estadística (mean) como mitad (half).
Sería deseable que el enunciado no usase "vida media" sino algo que no diera lugar a dudas; lo importante es dejar claro en la solución que existen ambos significados, y decir que se opta por uno de los dos y por qué. Entre ambos hay una diferencia numérica $T_{½}=\ln(2)\cdot\tau$.
En este caso tomamos " vida media" como tiempo de vida media.

$$A=A_0e^{-\lambda t}\Rightarrow\frac{A}{A_0}=e^{-\lambda t}\Rightarrow\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)=-\lambda t$$

$$\lambda=\frac{1}{\tau}=\frac{1}{25}=0{,}04\,años^{-1}=1{,}27\cdot10^{-9}\,s^{-1}$$

$$\ln(0{,}7)=-0{,}04\cdot t\Rightarrow t=8{,}9\,años$$

b) $A=\lambda N=1{,}26\cdot10^{-9}\frac{1}{s}\cdot\frac{60\,s}{1\,min}\cdot10^{9}\,núcleos=76{,}2\,núcleos/min$

B. Pregunta 4.-

a) $E_{\text{fotones incidentes}}=W+E_{cmáx}$;
$W=E_{\text{fotones incidentes}}-E_{cmáx}=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot(3\cdot10^{8}/350\cdot10^{-9})-2{,}5\cdot1{,}6\cdot10^{-19}=1{,}68\cdot10^{-19}$ J
W para 1 mol de electrones= $6{,}02\cdot10^{23}\cdot1{,}68\cdot10^{-19}=101136$ J
b) El potencial de frenado es el que frena todos los electrones con su $E_{cmáx}$, ya que toda su E_c pasa a E_p. $V=E_p/q=2{,}5\cdot1{,}6\cdot10^{-19}/1{,}6\cdot10^{-19}=2{,}5$ V

2013-Modelo

A. Pregunta 5.-

a) $T_{\frac{1}{2}}=\frac{ln2}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{0{,}693}{5{,}27}=0{,}131\,años^{-1}$

Tras 10 años la masa que queda son $m=m_0e^{-\lambda t}\,;m=2\,e^{-0{,}131\cdot10}=0{,}54\,g$, luego se han desintegrado 2-0,54=1,46 g

b) En 0,54 g del isótopo Co-60 tenemos $\frac{0{,}54\,g}{60\,g/mol}=0{,}009\,mol$

$$A=\lambda N=0{,}131\cdot0{,}009\,mol\cdot6{,}023\cdot10^{23}\,núcleos/mol=7{,}1\cdot10^{20}\,núcleos/año$$

Para dar la actividad en unidades del SI, Bq = núcleos/s, tomamos un año como 365 días

$$A=7{,}1\cdot10^{20}\,núcleos/año\cdot\frac{1\,año}{365\cdot24\cdot3600\,s}=2{,}25\cdot10^{13}\,Bq$$

B. Pregunta 5.-

a) $W=h\cdot f_0=6{,}62\cdot10^{-34}\cdot2\cdot10^{14}=1{,}324\cdot10^{-19}$ J
$E_{\text{fotones incidentes}}=W+E_{cmáx}$; $E_{cmáx}=hf-W=6{,}62\cdot10^{-34}\cdot(3\cdot10^{8}/10^{-7})-1{,}324\cdot10^{-19}=1{,}85\cdot10^{-18}$ J
b) El potencial de frenado es el que frena todos los electrones con su $E_{cmáx}$, ya que toda su E_c pasa a E_p.
$V=E_p/q$, luego necesitamos utilizar la carga del electrón aunque no se proporciona en el enunciado
$V=1{,}85\cdot10^{-18}/1{,}6\cdot10^{-19}=11{,}56$ V

2012-Septiembre

A. Pregunta 5.-

a) $E_{\text{fotones incidentes}}=W+E_{cmáx}$; $h\cdot f_{incidente}=W+1/2m(v_{max})^2$;
$f_{incidente} = (2,5\cdot 1,6\cdot 10^{-19}+1/2\cdot 9,11\cdot 10^{-31}\cdot(1,5\cdot 10^6)^2)/6,63\cdot 10^{-34}=2,15\cdot 10^{15}$ Hz

$$\lambda_{De\ Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}=\frac{6,63\cdot 10^{-34}}{9,11\cdot 10^{-31}\cdot 1,5\cdot 10^6}=4,85\cdot 10^{-10}\,m$$

b) $h\cdot f_{incidente}=W+1/2m(v_{max})^2$; $f_{incidente}=c/\lambda_{incidente}$;
$\lambda_{incidente} = (6,63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8)/(2,5\cdot 1,6\cdot 10^{-19}+1,9\cdot 1,6\cdot 10^{-19})=2,825\cdot 10^{-7}$ m = 282,5 nm

B. Pregunta 5.-

a) $$T_{\frac{1}{2}}=\frac{ln2}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2}}}=3,767\cdot 10^{-4}\,años^{-1}$$

$$m=m_0e^{-\lambda t};m=30\,e^{-3,767\cdot 10^{-4}\cdot 500}=24,85\,g$$

b) $$m=m_0e^{-\lambda t};3=30\,e^{-3,767\cdot 10^{-4}\cdot t}\Rightarrow\ln(0,1)=-3,767\cdot 10^{-4}\cdot t\Rightarrow t=6112,5\,años$$

2012-Junio

A. Pregunta 5.-

a) $$t=2\cdot 24\cdot 3600=172800\,s$$
$$m=m_0e^{-\lambda t};0,005=0,020\,e^{-\lambda\cdot 172800}\Rightarrow\lambda=-\ln\frac{(0,005/0,020)}{172800}=8\cdot 10^{-6}\,s^{-1}$$

b) $$Si\ se\ desintegra\ el\ 90\%\ queda\ el\ 10\%$$
$$m_0\cdot 0,1=m_0e^{-\lambda t};0,1=e^{-8\cdot 10^{-6}\cdot t}\Rightarrow t=\frac{-\ln(0,1)}{8\cdot 10^{-6}}=287823\,s=3,3\,días$$

B. Pregunta 5.-

a) $$\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{1}{\sqrt{1-0,6^2}}=1,25$$
$$m=\gamma\,m_0=1,25\cdot 10^{-6}\,kg$$

b) La energía a suministrar es la diferencia entre la energía entre ambas situaciones
En reposo su energía es $E=m_0c^2$
A velocidades relativistas $E^2=p^2c^2+m_0^2c^4=m_0^2c^4\gamma^2$
Restando ambas obtenemos la energía cinética relativista $E_c=m_0c^2(\gamma-1)$ que en este caso es
$$E_c=10^{-6}\cdot(3\cdot 10^8)^2(1,25-1)=2,25\cdot 10^{10}\,J$$

2012-Modelo

A. Pregunta 4.-

a) $$W=h\,f_0=E_{fotón}-E_{cinética\ máxima}=h\cdot f-E_{cinética\ máxima}$$
$$W=\frac{6,63\cdot 10^{-34}\cdot 8\cdot 10^{14}}{1,6\cdot 10^{-19}\,J/eV}-1=3,315-1=2,315\,eV$$

b) $$W=h\,f_0;\,f_0=\frac{2,315\cdot 1,6\cdot 10^{-19}\,J/eV}{6,63\cdot 10^{-34}}=5,5867\cdot 10^{14}\,Hz$$
$$c=\lambda_0 f_0;\lambda_0=\frac{3\cdot 10^8}{5,5867\cdot 10^{14}}=5,37\cdot 10^{-7}\,m=537\,nm$$

B. Pregunta 4.-

a) $$A=A_0e^{-\lambda t};\frac{A}{A_0}=e^{-\lambda\cdot t};0,8=e^{-\lambda\cdot 2};\ln(0,8)=-\lambda\cdot 2;\lambda=\frac{-\ln(8)}{2}=0,1116\,h^{-1}$$
$$T_{\frac{1}{2}}=\frac{ln2}{\lambda}=6,2\,h$$

b) $$m=m_0e^{-\lambda t};m=100\,e^{-0,1116\cdot 20}=10,73\,g$$

2011-Septiembre-Coincidentes

A. Cuestión 3.-

a) $E=h\,f=h\frac{c}{\lambda}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{350\cdot10^{-9}}=5{,}68\cdot10^{-19}\frac{J\cdot1\,eV}{1{,}6\cdot10^{-19}J}=3{,}55\,eV$

$$E_{incidente}=W_{extracción}+E_{c\,máx}$$

b) $E_{c\,máx}=E_{incicente}-W_0=3{,}55-2=1{,}55\,eV=1{,}55\,eV\cdot\frac{1{,}6\cdot10^{-19}J}{1\,eV}=2{,}48\cdot10^{-19}J$

$$\frac{1}{2}m\,v_{máx}^2=2{,}48\cdot10^{-19}J\Rightarrow v_{máx}=\sqrt{\frac{2\cdot2{,}48\cdot10^{-19}}{9{,}11\cdot10^{-31}}}=7{,}38\cdot10^{5}\,m/s$$

B. Problema 2.-

a) $T_{\frac{1}{2}}=\frac{ln2}{\lambda}=\frac{0{,}693}{0{,}13}=5{,}33\,años$

b) $\tau=\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{0{,}13}=7{,}69\,años$

c) En 20 g del isótopo tenemos $\frac{20\,g}{59{,}93\,g/mol}=0{,}33\,mol$

$A=\lambda\,N=0{,}13\cdot0{,}33\,mol\cdot6{,}02\cdot10^{23}\,núcleos/mol=2{,}58\cdot10^{22}\,núcleos/año$

Para dar la actividad en unidades del SI, Bq = núcleos/s, tomamos un año como 365 días

$A=2{,}58\cdot10^{22}\,núcleos/año\cdot\frac{1\,año}{365\cdot24\cdot3600\,s}=8{,}18\cdot10^{14}\,Bq$

d) $\frac{A}{A_0}=\frac{m}{m_0}=\frac{5}{20}=e^{-0{,}13\cdot t}\,;\ln(0{,}25)=-0{,}13\cdot t\,;t=\frac{-1{,}386}{-0{,}13}=10{,}67\,años$

<u>2011-Septiembre</u>

A. Problema 2.-

Solución casi idéntica a 2001-Modelo-A-Problema 2, no se repite todo

Única diferencia en datos: en este enunciado dato $1{,}8\cdot10^{-7}$ m y en el anterior era $1{,}78\cdot10^{-7}$ m

El desarrollo sería el mismo, con variaciones en valores numéricos

a) $c=\lambda_2 f_2\Rightarrow f_2=\frac{c}{\lambda_2}=\frac{3\cdot10^{8}}{1{,}8\cdot10^{-7}}=1{,}67\cdot10^{15}\,Hz$

$h\cdot(2{,}5\cdot10^{15}-1{,}67\cdot10^{15})=-6{,}08\cdot10^{-19}+1{,}15\cdot10^{-18}$

$h=5{,}42\cdot10^{-19}/8{,}3\cdot10^{14}=6{,}53\cdot10^{-34}$ Js (del orden de magnitud de su valor correcto $6{,}63\cdot10^{-34}$ Js)

Nota: no se da el valor real en el enunciado pero comprobamos cómo se aproxima al valor real

$$Error\ relativo=\frac{|h_{obtenida}-h_{real}|}{h_{real}}=\frac{6{,}53\cdot10^{-33}-6{,}63\cdot10^{-34}}{6{,}63\cdot10^{-34}}=0{,}015=1{,}5\%$$

b) $W_{extracción}=6{,}53\cdot10^{-34}\cdot2{,}5\cdot10^{15}-1{,}15\cdot10^{-18}=4{,}825\cdot10^{-19}$ J

<u>2011-Junio-Coincidentes</u>

A. Problema 2.-

a) $E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=\frac{6{,}63\cdot10^{34}\cdot3\cdot10^{8}}{300\cdot10^{-9}}=6{,}63\cdot10^{-19}J=6{,}63\cdot10^{-19}\cdot\frac{1\,eV}{1{,}6\cdot10^{-19}J}=4{,}14\,eV$

b) $W_0=E_{incidente}-E_{c\,máx}=4{,}14-1{,}65=2{,}49\,eV=2{,}49\,eV\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\frac{J}{eV}=3{,}98\cdot10^{-19}J$

c) Si aumentamos la longitud de onda, la frecuencia será algo más baja, y la energía de los fotones incidentes también. Si es suficiente para producir el efecto fotoeléctrico, emitirá electrones con menor energía cinética.

$$E_{c\,máx}=E_{incidente}-W_0=h\frac{c}{\lambda}-W_0=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{400\cdot10^{-9}}-3{,}98\cdot10^{-19}=9{,}93\cdot10^{-20}J=0{,}62\,eV$$

d) Se producirá cuando los fotones incidentes tengan una energía igual a la función trabajo del litio

$$W_0=h\frac{c}{\lambda_{máx}}\Rightarrow\lambda_{máx}=h\frac{c}{W_0}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{3{,}98\cdot10^{-19}}=5\cdot10^{-7}\,m=500\,nm$$

B. Cuestión 3.-

a) $\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}}{9{,}11\cdot10^{-31}\cdot10^{5}}=7{,}28\cdot10^{-9}\,m=7{,}28\,nm$

b) La energía de cada fotón del haz de luz sería $E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{7{,}28\cdot10^{-9}}=2{,}73\cdot10^{-17}\,J$

2011-Junio

B. Cuestión 3.-

Nota: Hay dos términos distintos relacionados, ambos con unidades de tiempo, y que es muy importante no confundir
- τ (mean lifetime):"tiempo de vida [media]": promedio estatístico de vida de una partícula antes de desintegrarse.
-$T_{½}$ (halflife): "periodo de semidesintegración, semivida, vida mitad": tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra inicial de una sustancia radiactiva
Enunciado es poco claro porque utiliza "vida media" que es ambiguo en español, por una mala traducción del inglés ya que en español media es polisémico y significa tanto media estadística (mean) como mitad (half).
Sería deseable que el enunciado no usase "vida media" sino algo que no diera lugar a dudas; lo importante es dejar claro en la solución que existen ambos significados, y decir que se opta por uno de los dos y por qué. Entre ambos hay una diferencia numérica $T_{½}=ln(2)\cdot\tau$.
En este caso tomamos " vida media" como periodo de semidesintegración, que coincide con el dato real del periodo de semidesintegración para el isótopo de Radio 226 que es de 1602 años.

a) $\lambda=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2}}}=\frac{ln2}{1600}=4{,}33\cdot10^{-4}\,año^{-1}=\frac{ln2}{1600\cdot365{,}25\cdot24\cdot3600}=1{,}37\cdot10^{-11}\,s^{-1}$

$A=A_0e^{-\lambda t}\,;\,\frac{A}{A_0}=e^{-4{,}33\cdot10^{-4}\cdot500}=e^{-0{,}2165}=0{,}805=80{,}5\,\%$

La actividad es proporcional a la masa, por lo que quedará el 80,5 % de la masa inicial que supone 80·0,805=64,4 mg

b) Si queremos que $\frac{A}{A_0}=0{,}25=e^{-4{,}33\cdot10^{-4}\cdot t}\,;\ln(0{,}25)=-4{,}33\cdot10^{-4}\cdot t\,;\,t=\frac{-1{,}386}{-4{,}33\cdot10^{-4}}=3200{,}9\,años$

2011-Modelo

B. Cuestión 3.-

Enunciado y solución idénticos a Modelo 2010, B, Cuestión 3

2010-Septiembre-Fase Específica

B. Cuestión 3.-

a) $\lambda=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2}}}=\frac{ln2}{5730}=1{,}21\cdot10^{-4}\,año^{-1}$

b) $A=A_0e^{-\lambda t}\,;0{,}163=0{,}25\,e^{-1{,}21\cdot10^{-4}t}\,;\ln(\frac{0{,}163}{0{,}25})=-1{,}21\cdot10^{-4}\,t\,;\,t=3534{,}8\,años$

2010-Septiembre-Fase General

A. Cuestión 3.-

a) La energía de los fotones depende de la frecuencia de la luz, no de la intensidad, por lo que no variaría la energía cinética máxima de los electrones emitidos. El aumento de intensidad sólo provocará que haya un mayor número de electrones emitidos.

$h\cdot\nu=h\cdot\nu_0+E_{c\,máx}$

b) La frecuencia ultravioleta tiene una longitud de onda menor y frecuencia mayor que la del amarillo, por lo que los fotones tienen mayor energía y la energía cinética máxima de los electrones emitidos será mayor.

B. Cuestión 3.-

a) El defecto de masa en los núcleos atómicos , que se representa por Δm, es la diferencia entre su masa medida experimentalmente y la calculada para sistema de partículas desligadas que lo forman: Δm = Masa calculada (A,Z) - Masa Experimental. De manera breve se puede decir que es la

diferencia de masa entre los nucleones libres y los ligados.

$$\Delta m = m_p + 2m_n - m_{tritio} = 1{,}0073 + 2\cdot 1{,}0087 - 3{,}016 = 0{,}0087\, u \cdot 1{,}67\cdot 10^{-27}\, kg/u = 1{,}4529\cdot 10^{-29}\, kg$$

b) La energía de enlace por nucleón se obtiene dividiendo la energía de enlace del núcleo por sus A nucleones: $E_{me} = (E_e/A)$. La energía de enlace es la energía necesaria para separar los nucleones de un núcleo, o lo que es lo mismo la energía que se libera cuando se unen los nucleones para formar el núcleo. El origen de la energía de enlace es el defecto de masa Δm, que tiene una equivalencia en energía según la ecuación $E=m\,c^2$

$$E_{menlace} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A} = \frac{1{,}4529\cdot 10^{-29}\cdot (3\cdot 10^8)^2}{3} = 4{,}3587\cdot 10^{-13}\, J \cdot \frac{1\, ev}{1{,}6\cdot 10^{-19}\, J} = 2{,}72\cdot 10^6\, eV = 2{,}72\, MeV$$

2010-Junio-Coincidentes

A. Cuestión 3.-

a) Correcto. La actividad mide la velocidad de desintegración $A(t) = \frac{-d}{dt} N(t);\ A = A_0 e^{-\lambda t}$ Si queremos conocer la constante de desintegración λ necesitamos los valores de actividad en dos instantes de tiempo conocidos.
Otra opción para obtener la constante de desintegración a partir de la actividad en un instante sería conocer el número de núcleos radiactivos en ese instante, con lo que λ=A/N.
Cualitativa/matemáticamente: la desintegración sigue una curva exponencial descrita por la constante de desintegración. Conocer la actividad en un instante dado solamente nos permite saber por dónde pasa la curva, pero no describirla.
b) Correcto. La radiación beta son electrones desprendidos en un proceso radiactivo. Al tener carga sí son sensibles a los campos magnéticos según la ley de Lorentz. La radiación gamma es un un tipo de radiación electromagnética formada por fotones. Al no tener carga los fotones no son sensibles a los campos magnéticos.

B. Cuestión 3.-

a) Correcto. La expresión del efecto fotoeléctrico de Einstein $E_{fotón\, incidente} = W_0 + E_{c\, máx}$ que refleja la conservación de energía: indica que la energía incidente se utiliza en realizar el trabajo de extracción (Φ ó W_0) y en aportarle energía cinética.
Los fotones que se absorben son partículas sin masa ni carga y su energía es E=hf.
Los fotoelectrones emitidos son los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico que son partículas con masa y carga, y al hablar de la energía que tienen se puede hablar tanto de la energía asociada a su masa $E=mc^2$ como energía potencial eléctrica y energía cinética.La función trabajo es energía ganada por el electrón y que se puede decir que tiene el electrón: si el electrón no es extraido sino que solamente pasa a un nivel energético superior del átomo, el electrón "devuelve" esa energía emitiéndola en forma de fotón cuando regresa al nivel energético inferior original.
Dado que el enunciado al hablar de "la energía de los fotoelectrones" no menciona explícitamente que se refiera solo a la cinética, hay que entender que hay que tratar la que tiene globalmente, por lo que la afirmación es correcta.
Nota: Si considerásemos que el enunciado al hablar de "la energía de los fotoelectrones" se refiere solamente a la energía cinética, sí sería una afirmación incorrecta.
b) Incorrecto. La radiación blanca es una radiación que contiene todas las frecuencias visibles, desde el rojo visible (por encima del infrarrojo que no es visible) que es la frecuencia más baja, hasta el violeta (por debajo del ultravioleta que no es visible). La radiación roja tiene la frecuncia menor del espectro visible y es la menos energética, ya que para los fotones E=hf, y a menor frecuencia menor energía. Como la energía de los fotones incidentes se utiliza en realizar el trabajo de extracción y en aportar energía cinética, los fotones de a radiación roja emitirán fotoelectrones con menor energía cinética que el resto de fotones del espectro visible que componen en blanco.

B. Problema 2.-

d) Utilizamos la velocidad, masa y valor ce constante de Planck aportadas en el enunciado. Para usar unidades del SI convertimos la masa dada en g a kg.

$$\lambda_{De\ Broglie} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{2{,}32\cdot 10^{-26}\cdot 10^5} = 2{,}86\cdot 10^{-13}\, m$$

2010-Junio-Fase Específica

A. Cuestión 3.-

$$\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{p};\ p=m\,v;\ E_c=\frac{1}{2}m\,v^2;\ v=\sqrt{2\frac{E_c}{m}}$$

$$p=\sqrt{2\,m\,E_c}$$

a)

$$\frac{\lambda_{De\,Broglie\,2}}{\lambda_{De\,Broglie\,1}}=\frac{\frac{h}{p_2}}{\frac{h}{p_1}}=\frac{p_1}{p_2}=\sqrt{\frac{2\,m_1\,E_{c_1}}{2\,m_2\,E_{c_2}}}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}=\sqrt{50}$$

$$\frac{\lambda_{De\,Broglie\,1}}{\lambda_{De\,Broglie\,2}}=\frac{p_2}{p_1}=500=\sqrt{\frac{2\,m_1\,E_{c_1}}{2\,m_2\,E_{c_2}}}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

b)

$$\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{2\frac{E_{c_1}}{m_1}}{2\frac{E_{c_2}}{m_2}}}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}=\frac{1}{500}$$

B. Cuestión 3.-

a) $E=h\,f=h\frac{c}{\lambda};\ \lambda=h\frac{c}{E}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{2\,eV\cdot1{,}16\cdot10^{-19}\,eV/J}=8{,}57\cdot10^{-7}\,m=857\,nm$

$$E_{total}=E_{extracción}+E_{cinética\,máx}$$

b) $E_{total}=h\frac{c}{\lambda}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{600\cdot10^{-9}}\cdot\frac{1\,eV}{1{,}16\cdot10^{-19}\,J}=2{,}07\,eV$

$$E_{cinética\,máx}=E_{total}-E_{extracción}=2{,}07-2=0{,}07\,eV$$

2010-Junio-Fase General

B. Cuestión 3.-

a) La actividad es proporcional a la masa, si se han desintegrado el 10 % de los núcleos la masa de núcelos radiactivos también se ha reducido en un 10% y queda un 90% de la masa inicial.

$$A=A_0\,e^{-\lambda t}\Rightarrow m=m_0\,e^{-\lambda t};\ \frac{m}{m_0}=\frac{A}{A_0}=0{,}90=e^{-\lambda t};\ \ln(0{,}9)=-\lambda\cdot1;\ \lambda=0{,}10536\,h^{-1}$$

$$T_{\frac{1}{2}}=\frac{ln2}{\lambda}=\frac{0{,}69315}{0{,}10536}=6{,}58\,h$$

b) $m=m_0\,e^{-\lambda t};\ m=120\,e^{-0{,}10536\cdot5}=120\cdot0{,}59=70{,}8\,g$

2010-Modelo

B. Cuestión 3.-

Calculamos la longitud de onda asociada a la energía de extracción del sodio, para compararla con las longitudes de ondas proporcionadas en apartados a y b, sabiendo que a menor longitud de onda la frecuencia y la energía es mayor.

$$\begin{matrix}c=\lambda\cdot\nu\\ E=h\cdot\nu\end{matrix}\Rightarrow\lambda=\frac{h\cdot c}{E}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{2{,}3\,eV\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\,J/eV}=5{,}40\cdot10^{-7}\,m=540\,nm$$

a) Como 580 nm > 540 nm, la frecuencia es menos energética y no produce efecto fotoeléctrico.
b) Como 350 nm < 540 nm, la frecuencia es más energética y sí produce efecto fotoeléctrico.
(*Nota: otra opción sería calcular la energía asociada a cada una de las longitudes de onda de apartados a y b y luego compararla con la energía de extracción del sodio, pero es algo más larga. Por ejemplo para a sería*

$$E=\frac{h\cdot c}{\lambda}=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{580\cdot10^{-9}}\cdot\frac{1\,eV}{1{,}6\cdot10^{-19}\,J}=1{,}81\,eV<2{,}3\,eV\text{, no produce efecto fotoeléctrico}$$

2009-Septiembre

Cuestión 5.-

a) Según la teoría de la relatividad, la masa de una partícula en movimiento es:

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Donde m_0 representa la masa de la partícula en reposo, que para el electrón calculamos a partir de la energía en reposo a partir de la expresión $E=mc^2$, con lo que tenemos

$$E_0=m_0 c^2 ; m_0=\frac{E_0}{c^2}=\frac{0{,}511\, eV\cdot 10^6\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\, J/eV}{(3\cdot 10^8)^2}=9{,}08\cdot 10^{-31}\, kg$$

$$\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0{,}8\,c)^2}{c^2}}}=\frac{1}{\sqrt{1-0{,}64}}=1{,}67$$

$$m=\gamma\, m_0=1{,}667\cdot 9{,}08\cdot 10^{-31}=1{,}51\cdot 10^{-30}\, kg$$

b) Se pide "energía relativista total", y la energía relativista es la suma de las energía cinética y de su energía en reposo.

Los cálculos son los mismos pero podemos plantearlos de dos maneras:

Utilizando la masa relativista obtenida en apartado anterior:

$$E_{relativista\, total}=m\,c^2=1{,}51\cdot 10^{-30}\cdot(3\cdot 10^8)^2=1{,}36\cdot 10^{-13}\, J\cdot\frac{1\, eV}{1{,}6\cdot 10^{-19}\, J}=850000\, eV=0{,}85\, MeV$$

Utilizando la expresión para obtener la energía relativista a partir de masa en reposo.

$$E_{relativista\, total}=\gamma\, m_0\, c^2=\sqrt{m_0^2 c^4+p^2 c^2}=1{,}36\cdot 10^{-13}\, J=0{,}85\, MeV$$

A. Problema 2.-

a) $$\lambda_A=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2},A}}=\frac{ln2}{8{,}983\cdot 10^5}=7{,}7\cdot 10^{-7}\, s^{-1}$$

b) $$A_A=\lambda_A\cdot N_A ; N_A=\frac{A_A}{\lambda_A} ; N_{A_0}=\frac{A_{A_0}}{\lambda_A}=\frac{1{,}6\cdot 10^{11}\, Bq}{7{,}7\cdot 10^{-7}\, s^{-1}}=2{,}078\cdot 10^{17}\, Núcleos$$

c) $$A_A=A_{A_0} e^{-\lambda_A t} ; Para\, t=45\, días=45\cdot 24\cdot 3600=3{,}888\cdot 10^6\, s$$

$$A_A=A_B=1{,}6\cdot 10^{11}\cdot e^{-7{,}7\cdot 10^{-7}\cdot 3{,}888\cdot 10^6}=8{,}016\cdot 10^9\, Bq$$

$$A\, los\, 45\, días\; A_A=A_B=A_{B_0} e^{-\lambda_B t} ;$$

$$8{,}016\cdot 10^9=8{,}5\cdot 10^{11}\, e^{-\lambda_B\cdot 3{,}888\cdot 10^6}$$

d) $$\ln\left(\frac{8{,}016\cdot 10^9}{8{,}5\cdot 10^{11}}\right)=-\lambda_B\cdot 3{,}888\cdot 10^6$$

$$\lambda_B=\frac{-4{,}664}{-3{,}888\cdot 10^6}=1{,}2\cdot 10^{-6}\, s^{-1}$$

<u>2009-Junio</u>

Cuestión 5.-

$$\lambda_A=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2},A}}=\frac{ln2}{1600}=4{,}33\cdot 10^{-4}\, años^{-1} ; \lambda_B=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2},B}}=\frac{ln2}{1000}=6{,}93\cdot 10^{-4}\, años^{-1}$$

a) $$A_{A,0}=\lambda_A\cdot N_{A,0} ; A_{B,0}=\lambda_B\cdot N_{B,0} ; Como\, N_{A,0}=N_{B,0}=10^{15}$$

$$\frac{A_{A,0}}{A_{B,0}}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{4{,}33}{6{,}93}<1\, luego\, la\, actividad\, inicial\, de\, B\, era\, mayor$$

b) Para dar la actividad en unidades del SI, Bq = núcleos/s, tomamos un año como 365 días, que se indica en el enunciado como dato (aunque no se indica expresamente dar en unidades SI)

$$A_A=A_{A,0} e^{-\lambda_A\cdot t}=4{,}33\cdot 10^{-4}\cdot 10^{15}\, e^{-4{,}33\cdot 10^{-4}\cdot 3000}=1{,}18\cdot 10^{11}\,\frac{Núcleos}{año}$$

$$A_A=1{,}18\cdot 10^{11}\,\frac{Núcleos}{año}\cdot\frac{1\, año}{365\cdot 24\cdot 3600\, s}=3742\, Bq$$

$$A_B = A_{B,0} e^{-\lambda_B \cdot t} = 6{,}93 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{15} e^{-6{,}93 \cdot 10^{-4} \cdot 3000} = 8{,}67 \cdot 10^{11} \frac{Núcleos}{año}$$

$$A_B = 8{,}67 \cdot 10^{11} \frac{Núcleos}{año} \cdot \frac{1\, año}{365 \cdot 24 \cdot 3600\, s} = 27492\, Bq$$

Por lo tanto el que mayor actividad tiene 3000 años después de su formación es el isótopo A
Otra forma de resolver este apartado, seria calcular primero el número de núcleos que quedan en la muestra sin desintegrar, y a continuación calcular la actividad mediante la expresión la expresión A = λ N. Para calcular el número de núcleos que no se han desintegrado se parte de la ley de desintegración radiactiva: $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$, *integrando* $N = N_0 e^{-\lambda t}$

2009-Modelo

Cuestión 5.

Se utiliza lo razonado en apartados anteriores sobre la la relación entre color del fotón y frecuencia.
d) Verdadero, ya que el fotón naranja tiene mayor frecuencia que el fotón rojo, y $E = h f$, siendo h la constante de Planck.

A. Problema 2.-

a)
$$\frac{\lambda_{^{228}Ra}}{\lambda_{^{224}Ra}} = \frac{\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2};^{228}Ra}}}{\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2};^{224}Ra}}} = \frac{3{,}66}{5{,}76 \cdot 365} = 0{,}00174 \; o\, también\, \lambda_{^{224}Ra} = 574{,}4\, \lambda_{^{228}Ra}$$

b)
$$\frac{\tau_{^{228}Ra}}{\tau_{^{224}Ra}} = \frac{\frac{1}{\lambda_{^{228}Ra}}}{\frac{ln2}{\lambda_{^{224}Ra}}} = \frac{\lambda_{^{224}Ra}}{\lambda_{^{228}Ra}} = 574{,}4\; o\, también\, \tau_{^{224}Ra} = 0{,}00174\, \tau_{^{228}Ra}$$

c)
$$El\ dato\ del\ gramo\ es\ irrelevante: simplemente\ tenemos\ el\ mismo\ número\ de\ núcleos$$
$$A_{^{228}Ra} = \lambda_{^{228}Ra} \cdot N\ ;\ A_{^{224}Ra} = \lambda_{^{224}Ra} \cdot N\ ;$$
$$\frac{A_{^{228}Ra}}{A_{^{224}Ra}} = \frac{\lambda_{^{228}Ra}}{\lambda_{^{228}Ra}} = 0{,}00174$$

d) El tiempo necesario para que el número de núcleos radiactivos se reduzca a la cuarta parte de su valor inicial es igual a dos periodos de desintegración, ya que el número de núcleos radiactivos ha de reducirse a la mitad dos veces sucesivas.

$$\frac{t_{\frac{1}{4};^{228}Ra}}{t_{\frac{1}{4};^{224}Ra}} = \frac{2 \cdot T_{\frac{1}{2};^{228}Ra}}{2 \cdot T_{\frac{1}{2};^{224}Ra}} = \frac{5{,}76 \cdot 365}{3{,}66} = 574{,}4$$

2008-Septiembre

Cuestión 5.-

a) Falso. La energía de los fotones depende de la frecuencia de la luz, no de la intensidad, por lo que no variaría la energía cinética máxima de los electrones emitidos. El aumento de intensidad sólo provocará que haya un mayor número de electrones emitidos.

$$h \cdot \nu = h \cdot \nu_0 + E_{c\,máx}$$

b) Falso. La luz utravioleta tiene mayor frecuencia, luego es más energética que la amarilla y también producirá emisión de electrones.

A. Problema 1.-

a)
$$N_0 = \frac{2{,}1 \cdot 10^{24}}{10^{12}} = 2{,}1 \cdot 10^{12}$$
$$A_0 = \lambda N_0\, ; \lambda = \frac{8{,}1}{2{,}1 \cdot 10^{12}} = 3{,}86^{-12}$$

$$A=A_0 e^{-\lambda\cdot t};0{,}01=8{,}1 e^{-3{,}86\cdot 10^{-12}\cdot t};\ln(\frac{0{,}01}{8{,}1})=-3{,}86\cdot 10^{-12}\cdot t;t=\frac{-6{,}697}{-3{,}86\cdot 10^{-12}}=1{,}735\cdot 10^{12}\,s$$

b)
$$\frac{1{,}735\cdot 10^{12}\,s}{3600\cdot 24\cdot 365\,s/año}=55016\,años$$

Con tiempos mayores la actividad será menor de 0,01 *Bq*

2008-Junio

Cuestión 4.-

a) El potencial de frenado está asociado a la E_c que tienen los electrones emitidos: $qV = E_c$

$$h\cdot\nu=h\cdot\nu_0+E_c=W_0+qV_{Frenado}$$

$$c=\lambda\,\nu\Rightarrow\nu=\frac{c}{\lambda}$$

$$W_0=h\frac{c}{\lambda}-qV_{Frenado}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{200\cdot 10^{-9}}-1{,}48\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}=7{,}58\cdot 10^{-19}\,J$$

$$W_0=7{,}58\cdot 10^{-19}\frac{J\cdot 1\,J}{1{,}6\cdot 10^{-19}\,eV}=4{,}74\,eV$$

b) $$W_0=h\cdot\nu_0=\frac{h\cdot c}{\lambda_0}\Rightarrow\lambda_0=\frac{h\cdot c}{W_0}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{7{,}58\cdot 10^{-19}}=2{,}62\cdot 10^{-7}\,m=262\,nm$$

Cuestión 5.-

a) Falso. Según la teorema de la relatividad, la masa de una partícula en movimiento es:

$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ Donde m_0 representa la masa de la partícula en reposo, luego la masa aumenta al aumentar la velocidad y su masa será mayor.

b) Verdadero. Principio de conservación de la energía. La energía que se desprende al formarse el átomo viene expresada por: $\Delta E = \Delta m\cdot c^2$

2008-Modelo

Cuestión 5.-

a) Falso, ya que haciendo cálculos, valor de longitud de onda De Broglie mínimo, asociado a la velocidad máxima con la que pueden salir los electrones, es mayor de 10^{-9} m

$$h\cdot\nu=h\cdot\nu_0+E_{c\,máx}=W_0+\frac{1}{2}m\,v^2$$

$$Fotón\,c=\lambda\,\nu\Rightarrow\nu=\frac{c}{\lambda}$$

$$h\frac{c}{\lambda}-W_0=\frac{1}{2}m\,v^2;\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{500\cdot 10^{-9}}-2{,}1\,eV\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,J/eV=\frac{1}{2}\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\,v^2$$

$$\frac{6{,}18\cdot 10^{-20}\cdot 2}{9{,}1\cdot 10^{-31}}=v^2;v=368543\,m/s$$

$$\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot 368543}=1{,}98\cdot 10^{-9}\,m$$

b) Verdadero, haciendo los cálculos $$W_0=h\cdot\nu_0\Rightarrow\nu_0=\frac{W_0}{h}=\frac{2{,}1\cdot 1{,}6\cdot 10^{-9}}{6{,}63\cdot 10^{-34}}=5{,}1\cdot 10^{14}\,Hz$$

B. Problema 2.-

a) Z=1 ya que tiene sólo un protón. A=2 ya que tiene dos nucleones: un protón y un neutrón

b) $\Delta m=m_p+m_n-m_{Deuterio}$ = 1,0073 + 1,0087 – 2,0136=0,0024 u = $4{,}008\cdot 10^{-30}$ kg

c) $$E_{m\,enlace}=\frac{\Delta\,m\cdot c^2}{A}=\frac{4{,}008\cdot 10^{-30}\cdot(3\cdot 10^8)^2}{2}=1{,}8036\cdot 10^{-13}\,J\cdot\frac{1\,ev}{1{,}6\cdot 10^{-19}\,J}$$

$$1{,}12725\cdot 10^6\,eV=1{,}12725\,MeV$$

d) Al acelerar el ión de deuterio mediante una diferencia de potencial, este gana energía cinética. La carga es la de un electrón, y su masa 2,0136 u.

$$qV=E_c=\frac{1}{2}m\,v^2\,;v=\sqrt{\frac{2qV}{m}}=\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 2000}{2{,}0136\cdot 1{,}67\cdot 10^{-27}}}=436260\,m/s$$

$$\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{2{,}0136\cdot 1{,}67\cdot 10^{-27}\cdot 436260}=4{,}52\cdot 10^{-13}\,m$$

2007-Septiembre

Cuestión 5.-

a) Primero calculamos la longitud de onda en el vacío de un fotón de energía 10^4 eV

$$\begin{matrix} c=\lambda\cdot\nu \\ E=h\cdot\nu \end{matrix}\Rightarrow\lambda=\frac{h\cdot c}{E}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{10^4\,eV\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,J/eV}=1{,}24\cdot 10^{-10}\,m=0{,}124\,nm$$

Ahora calculamos la energía cinética de un electrón con ese valor de longitud de onda de De Broglie

$$\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{mv}\,;v=\frac{h}{m\,\lambda_{De\,Broglie}}$$

$$E_c=\frac{1}{2}m\,v^2=\frac{1}{2}m\left(\frac{h}{m\,\lambda_{De\,Broglie}}\right)^2=\frac{1}{2}\frac{h^2}{m\,\lambda_{De\,Broglie}{}^2}=\frac{(6{,}63\cdot 10^{-34})^2}{2\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot(1{,}24\cdot 10^{-10})^2}=1{,}57\cdot 10^{-17}\,J$$

$$E_c=1{,}57\cdot 10^{-17}\frac{J\cdot 1\,eV}{1{,}6\cdot 10^{-19}\,J}=98{,}1\,eV$$

b)

$$E_c=\frac{1}{2}m\,v^2=\frac{1}{2}0{,}080\,2^2=0{,}16\,J=0{,}16\,J\cdot\frac{1\,eV}{1{,}6\cdot 10^{-19}}=10^{18}\,eV$$

$$\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{mv}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{0{,}080\cdot 2}=4{,}14\cdot 10^{-33}\,m$$

2007-Junio

Cuestión 4.-

b) Tomamos el valor del módulo de la velocidad calculado en el apartado anterior

$$\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{mv}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{1{,}67\cdot 10^{-27}\cdot 2\cdot 10^5}=1{,}99\cdot 10^{-12}\,m$$

Cuestión 5.-.

a)

$$A=A_0\,e^{-\lambda\cdot t}\,;85{,}2=115\,e^{-\lambda\cdot 2\cdot 60\cdot 60}\,;\ln\left(\frac{85{,}2}{115}\right)=-\lambda\cdot 7200\,;\lambda=\frac{-0{,}3}{-7200}=4{,}17\cdot 10^{-5}\,s^{-1}$$

$$T_{\frac{1}{2}}=\frac{\ln(2)}{\lambda}=\frac{0{,}693}{4{,}17\cdot 10^{-5}}=16622\,s$$

b) $A_0=\lambda\,N_0\,;N_0=\frac{A_0}{\lambda}=\frac{115}{4{,}17\cdot 10^{-5}}=2{,}76\cdot 10^6\,Núcleos$

2007-Modelo

Cuestión 5.-

Este ejercicio, que no tiene apartados, mezcla aspectos de "física moderna" (energía cuantizada de un fotón) con aspectos de "óptica física" (índice de refracción y longitud de onda en medio distinto del vacío), pero que tratamos por separado de acuerdo a la agrupación de bloques de ejercicios: aquí resolvemos la parte inicial de física moderna:

El fotón emitido tendrá una energía igual a la diferencia de energía entre los dos niveles, es decir

$$5-3=2\,eV=2\,eV\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\frac{J}{eV}=3{,}2\cdot 10^{-19}\,J$$

Como la energía está cuantizada por lo que $E=h\,f\Rightarrow f=\frac{E}{h}=\frac{3{,}2\cdot 10^{-19}}{6{,}63\cdot 10^{-34}}=4{,}83\cdot 10^{14}\,Hz$

B. Problema 2.-

a) $\lambda=\frac{\ln(2)}{T_{\frac{1}{2}}}=\frac{0{,}693}{13\cdot 365\cdot 24\cdot 3600}=1{,}69\cdot 10^{-9}\,s^{-1}(Usamos\,SI\,en\,lugar\,de\,indicar\,años^{-1})$

b) $N_0 = 10^{20} \cdot \frac{20}{100} = 2 \cdot 10^{19}$

$A_0 = \lambda N_0 = 1{,}69 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{19} = 3{,}38 \cdot 10^{10}\, Bq$

c) $N = N_0 e^{-\lambda t} = 2 \cdot 10^{19} e^{-1{,}69 \cdot 10^{-9} \cdot 50 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1{,}39 \cdot 10^{18}\, Núcleos$

d) $A = A_0 e^{-\lambda t} = 3{,}38 \cdot 10^{10} e^{-1{,}69 \cdot 10^{-9} \cdot 50 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 2{,}35 \cdot 10^{9}\, Bq$

2006-Septiembre

Cuestión 5.-

a) $\lambda = 0{,}003\, días^{-1} = \frac{0{,}003}{24 \cdot 3600} = 3{,}47 \cdot 10^{-8}\, s^{-1} (Usamos\, SI)$

$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0{,}693}{3{,}47 \cdot 10^{-8}} = 2 \cdot 10^{7}\, s$

b) $N = N_0 e^{-\lambda t}\, ; Para\, t = 5T_{\frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot 5 \frac{\ln(2)}{\lambda}} = e^{5} \cdot 2 = 296{,}8\, ; \frac{N_0}{N} = 0{,}003 = 0{,}3\,\%$

2006-Junio

Cuestión 5.-

b) Al acelerar el protón mediante una diferencia de potencial, este gana energía cinética.

$$\lambda_{De\,Broglie} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}\, ; v = \frac{h}{m \lambda_{De\,Broglie}}$$

$$q \Delta V = E_c = \frac{1}{2} m v^2 ; \Delta V = \frac{1}{2} \frac{m}{q} \left(\frac{h}{m \lambda_{De\,Broglie}} \right)^2 = \frac{(6{,}63 \cdot 10^{-34})^2}{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 5 \cdot 10^{-13}} = 3290\, V$$

2006-Modelo

Cuestión 5.-

$$h \cdot \nu = h \cdot \nu_0 + E_{c\,máx} = W_0 + \frac{1}{2} m v^2$$

a) $c = \lambda \nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$

$$h \frac{c}{\lambda} - W_0 = E_{c\,máx} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{300 \cdot 10^{-9}} - 2{,}46\, eV \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\, J/eV = 2{,}69 \cdot 10^{-19}\, J$$

$$W_0 = h \cdot \nu_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_0} = h \nu - E_{c\,máx} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{h \cdot c}{h \frac{c}{\lambda} - E_{c\,máx}} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda} - \frac{E_{c\,máx}}{hc}}$$

b) $$\lambda_0 = \frac{1}{\frac{1}{300 \cdot 10^{-9}} - \frac{2{,}69 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}} = 5{,}05 \cdot 10^{-7}\, m = 505\, nm$$

2005-Septiembre

Cuestión 5.-

b) Utilizamos velocidad calculada en el apartado anterior $v = 4{,}38 \cdot 10^{4}\, m/s$, que vemos que es muy inferior a c, por lo que no es relativista.

$$\lambda_{De\,Broglie} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 4{,}38 \cdot 10^{4}} = 9{,}06 \cdot 10^{-12}\, m$$

2005-Junio

Cuestión 5.-

b) Utilizamos velocidad calculada en el apartado anterior $v = 4{,}19 \cdot 10^{6}\, m/s$, que se vio que es el 1,4% de c, por lo que se podría empezar a considerar relativista, por lo que aumentará la masa según la teoría de la relatividad y no se aceleraría tanto. Comprobamos cuanto es el aumento de masa, por si hubiera que hacer una corrección de cara a considerar la velocidad.

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{9{,}1\cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-0{,}014^2}}\approx 9{,}1\cdot 10^{-31}\,kg=m_0\Rightarrow no\ es\ relativista$$

$$\lambda_{De\ Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}=\frac{h}{m\sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{9{,}1\cdot 10^{-31}\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 50}{9{,}1\cdot 10^{-31}}}}=1{,}74\cdot 10^{-10}\,m$$

2005-Modelo

Cuestión 5.-

a)
$$E_{c\,\alpha}=E_{c\ protón};\frac{1}{2}m_\alpha v_\alpha^2=\frac{1}{2}m_{protón}v_{protón}^2;\frac{m_\alpha}{m_{protón}}=4=\left(\frac{v_{protón}}{v_\alpha}\right)^2\Rightarrow v_{protón}=2v_\alpha$$

$$\frac{p_\alpha}{p_{protón}}=\frac{m_\alpha\cdot v_\alpha}{m_{protón}\cdot v_{protón}}=\frac{4\cdot 1}{2}=2$$

b)
$$\frac{\lambda_{De\ Broglie\ \alpha}}{\lambda_{De\ Broglie\ protón}}=\frac{\frac{h}{p_\alpha}}{\frac{h}{p_{protón}}}=\frac{m_{protón}\cdot v_{protón}}{m_\alpha\cdot v_\alpha}=\frac{1}{4}\cdot 2=\frac{1}{2}$$

2004-Septiembre

Cuestión 5.-

$$h\cdot\nu=h\cdot\nu_0+E_{c\,máx}=W_0+\frac{1}{2}mv^2$$

$$c=\lambda\nu\Rightarrow\nu=\frac{c}{\lambda}$$

a)
$$h\frac{c}{\lambda}=W_0+\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow\lambda=\frac{hc}{W_0+\frac{1}{2}mv^2}$$

$$\lambda=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{2{,}5\,eV\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,J/eV+\frac{1}{2}\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot(10^7)^2}=4{,}3\cdot 10^{-9}\,m=4{,}3\,nm$$

b)
$$\lambda_{De\ Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot 10^7}=7{,}286\cdot 10^{-11}\,m$$

2004-Junio

Cuestión 5.-

a) Si aumenta la intensidad (número de fotones por unidad de tiempo y área), hay mayor número de electrones con la misma energía cinética

b) Si aumenta la frecuencia de la luz incidente, aumenta la energía de cada uno de los fotones, y se tiene el mismo número de electrones con mayor energía cinética.

c) Si disminuye la frecuencia de la luz incidente por debajo de la frecuencia umbral, no se emiten fotoelectrones, sea cual sea la intensidad, ya que la energía de cada uno de los fotones es menor al trabajo de extracción.

d) El trabajo de extracción es la energía energía que debemos aportar a un electrón para arrancarlo de un metal.

2004-Modelo

Cuestión 5.-

$$\Delta E=h\cdot\nu;\nu=\frac{\Delta E}{h}=\frac{2\cdot 10^{-15}}{6{,}63\cdot 10^{-34}}=3{,}02\cdot 10^{18}\,Hz$$

$$c=\lambda\cdot\nu;\lambda=\frac{c}{\nu}=\frac{3\cdot 10^8}{3{,}02\cdot 10^{18}}=9{,}93\cdot 10^{-11}\,m$$

2003-Septiembre

Cuestión 5.-

a) El momento lineal (masa y velocidad). $\lambda_{De\ Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}$

Sí es posible, siempre que tengan el mismo momento lineal.

$$E_c=\frac{1}{2}mv^2;v=\sqrt{\frac{2\cdot E_c}{m}}$$

b) $$\frac{\lambda_{De\ Broglie\ e\ 2eV}}{\lambda_{De\ Broglie\ e\ 8eV}}=\frac{\frac{h}{p_{2eV}}}{\frac{h}{p_{8eV}}}=\frac{\sqrt{\frac{2\cdot 8eV}{m}}}{\sqrt{\frac{2\cdot 2eV}{m}}}=\sqrt{\frac{8}{2}}=\sqrt{4}=2$$

A. Problema 2.-

$$W_0=h\cdot\nu_0=6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 4{,}5\cdot 10^{14}=2{,}98\cdot 10^{-19}J$$

a) $$h\cdot\nu=W_0+E_c;E_c=\frac{h\cdot c}{\lambda}-W_0=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{4\cdot 10^{-7}}-2{,}98\cdot 10^{-19}=1{,}99\cdot 10^{-19}J$$

$$E_c=\frac{1}{2}mv^2;v=\sqrt{\frac{2\cdot E_c}{m}}=\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}99\cdot 10^{-19}}{9{,}1\cdot 10^{-31}}}=661334\,m/s$$

b) $$h\cdot\nu'=W_0+E_c';\nu=\frac{2{,}98\cdot 10^{-19}+2\cdot 1{,}99\cdot 10^{-19}}{6{,}63\cdot 10^{-34}}=1{,}05\cdot 10^{15}Hz$$

2003-Junio

Cuestión 5.-

a) Enunciado confuso: se usa τ (tao) que se usa habitualmente para "tiempo de vida [media]"

$\tau=\frac{1}{\lambda}$ pero se indica período de semidesintegración (semivida) $T_{\frac{1}{2}}=\frac{ln2}{\lambda}$.

Entre ambas opciones tomamos lo que dice el texto como válido, por lo que $T_{\frac{1}{2}}=3{,}64\,días$.

$$\lambda=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2}}}=\frac{ln2}{3{,}64}=0{,}19\,día^{-1}=\frac{ln2}{3{,}64\cdot 24\cdot 3600}=2{,}2\cdot 10^{-6}s^{-1}$$

$$A_0=\lambda N_0=2{,}2\cdot 10^{-6}\cdot 5\cdot 10^{18}=1{,}1\cdot 10^{13}Bq$$

b) $N=N_0e^{-\lambda t}=5\cdot 10^{18}e^{-0{,}19\cdot 30}=1{,}67\cdot 10^{16}\,Núcleos$

B. Problema 2.-

b) Utilizamos el momento lineal calculado en el apartado anterior $\vec{p}=1{,}44\cdot 10^{-26}\vec{i}\,kg\,m/s$ donde hemos visto que la velocidad es $v=1{,}59\cdot 10^4\,m/s$, muy inferior a c, por lo que no es relativista.

$$\lambda_{De\ Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}=\frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{1{,}44\cdot 10^{-26}}=4{,}6\cdot 10^{-8}m$$

2003-Modelo

Cuestión 5.-

a) El valor de la frecuencia tiene que ser suficientemente alto para que la energía de cada fotón sea igual o superior al trabajo de extracción.

b) Si se aumenta la frecuencia de la radiación, los fotones son más energéticos, y los electrones extraídos tendrán mayor energía cinética.

c) Si aumenta la intensidad (número de fotones por unidad de tiempo y área), hay mayor número de electrones con la misma energía cinética

2002-Septiembre

Cuestión 5.-

a) $$\lambda=\frac{ln2}{T_{\frac{1}{2}}}=\frac{ln2}{250000}=2{,}77\cdot 10^{-6}\,año^{-1}=\frac{ln2}{250000\cdot 365{,}25\cdot 24\cdot 3600}=8{,}79\cdot 10^{-14}s^{-1}$$

b) $m=m_0e^{-\lambda t};m=10\,e^{-2{,}77\cdot 10^{-6}\cdot 50000}=8{,}71\,g$

A. Problema 2.-

a) Los 0,8 V de frenan la energía cinética de los electrones: $qV=E_c$

$$h\cdot\nu=W_0+E_c;W_0=\frac{h\cdot c}{\lambda}-qV=\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{400\cdot10^{-9}}-1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}8=3{,}69\cdot10^{-19}J$$

b) $$h\cdot\nu=W_0+E_c;V=\frac{\frac{h\cdot c}{\lambda}-W_0}{q}=\frac{\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{300\cdot10^{-9}}-3{,}69\cdot10^{-19}}{1{,}6\cdot10^{-19}}=1{,}84V$$

2002-Junio

Cuestión 5.-

$$200=\frac{\lambda_{De\ Broglie\ electrón}}{\lambda_{De\ Broglie\ neutrón 6\ eV}}=\frac{\frac{h}{m_e v_e}}{\frac{h}{m_n v_n}}=\frac{m_n v_n}{m_e v_e}\Rightarrow v_e=\frac{m_n v_n}{m_e 200}$$

a) $$E_c=\frac{1}{2}m v^2;v=\sqrt{\frac{2\cdot E_c}{m}}$$

$$v_e=\frac{m_n\sqrt{\frac{2\cdot E_c}{m_n}}}{m_e 200}=\frac{1{,}7\cdot10^{-27}\sqrt{\frac{2\cdot6eV\cdot1{,}6\cdot10^{-19}J/eV}{1{,}7\cdot10^{-27}}}}{9{,}1\cdot10^{-31}\cdot200}=313909\,m/s$$

b) $$\frac{v_e}{c}=\frac{313909}{3\cdot10^{8}}=0{,}1\%\ No\ es\ relativista$$

2002-Modelo

Cuestión 5.-

a) La actividad de una muestra radiactiva es la velocidad de desintegración, el número de núcleos que se desintegra por segundo. Matemáticamente $A(t)=\frac{-d}{dt}N(t)=A_0e^{-\lambda t}$

En el Sistema Internacional la actividad se mide en Bq (becquerel) que es una desintegración por segundo.

b) En un gramo de radio tenemos 1 g/226 g/mol = 1/226 mol de radio, que suponen (1/226)· $6{,}022\cdot10^{23}=2{,}665\cdot10^{21}$ núcleos = N_0.

$$1\,curio=A_0=\lambda N_0=1{,}4\cdot10^{-11}\cdot2{,}665\cdot10^{23}=3{,}73\cdot10^{10}\,Bq$$

2001-Septiembre

Cuestión 5.-

a) $$\lambda_{De\ Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}$$

$\lambda_{De\ Broglie\ 1}=\lambda_{De\ Broglie\ 2}\Rightarrow\frac{h}{p_1}=\frac{h}{p_2}\Rightarrow p_1=p_2$ Los momentos lineales de ambas partículas deben de ser iguales para tener la misma longitud de onda de De Broglie, independientemente de la relación entre sus masas.

b) Si llamamos $m_2=3m_1$, como $p_2=p_1$, $m_2v_2=m_1v_1$; $3m_1v_2=m_1v_1 \rightarrow v_1=3v_2$

2001-Junio

Cuestión 5.-

a) $$W_{extración}=h\cdot f_{umbral}=h\cdot\frac{c}{\lambda_{umbral}}=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^{8}}{612\cdot10^{-9}}=3{,}25\cdot10^{-19}J$$

$$E_{incidente}=W_{extración}+E_{cmáx}\Rightarrow E_{cmáx}=h\cdot f_{incidente}-W_{extracción}$$

b) $$E_{cmáx}=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^{8}}{450\cdot10^{-9}}-3{,}25\cdot10^{-19}=1{,}17\cdot10^{-19}J$$

2001-Modelo

Cuestión 5.-

Los tipos de radiaciones más comunes en la desintegración radiactiva son tres:

-Radiación alfa. Un núcleo inestable al tener un número muy elevado de neutrones emite partículas alfa. Las partículas alfa emitidas son dos protones y dos neutrones, núcleos de helio, $\alpha={}^{4}_{2}He$, con

carga positiva. El elemento se convierte en un elemento de dos unidades menos de número atómico.
Un ejemplo: $^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$
-Radiación beta. Un núcleo inestable por tener una relación entre neutrones y protones muy descompensada emite partículas beta. Hay dos tipos de radiación beta:
--Radiación β^-. La relación n/p (nº de neutrones/nº de protones) es muy elevada por lo que se reduce el n y se aumenta p: un neutrón se convierte en protón y se emite un e^- y un antineutrino electrónico. El elemento se convierte en un elemento de una unidad más de número atómico.
Ejemplo: $^{24}_{11}Na \rightarrow ^{24}_{12}Mg + e^- + \bar{\nu}_e$ ($n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$)
--Radiación β^+. La relación n/p (nº de neutrones/nº de protones) es muy baja por lo que se aumenta n y se reduce p: un protón se convierte en neutrón y se emite un e^+ (positrón) y un neutrino electrónico. El elemento se convierte en un elemento de una unidad menos de número atómico.
Ejemplo: $^{30}_{15}P \rightarrow ^{30}_{14}Si + e^+$ ($p^+ \rightarrow n + e^+ + \nu_e$)
-Radiación gamma. Un núcleo se encuentra excitado y al pasar a su estado fundamental emite la energía en forma de radiación electromagnética de muy alta energía, radiación gamma. Se emiten fotones. El elemento continua siendo el mismo elemento, no varía el número de protones en el núcleo. El núcleo puede quedar en estado excitado por ejemplo tras emitir radiación alfa o beta, o tras un choque de un neutrón con el núcleo en la fisión nuclear.
Ejemplo: $^{60}_{27}Co \rightarrow ^{60}_{28}Ni^* + e^- + \bar{\nu}_e$; $^{60}_{28}Ni^* \rightarrow ^{60}_{28}Ni + \gamma$
Además de estas tres se podría mencionar otras:
-Emisión de neutrones. Un núcleo que tiene muchos neutrones emite un neutrón. También se absorben y emiten en procesos de fisión. No se produce transmutación.
Ejemplo: $^{5}_{2}He \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$
-Captura electrónica. Un protón del núcleo captura un electrón del mismo átomo, de las capas internas, y se convierte en neutrón, emitiendo un neutrino electrónico. El elemento se convierte en un elemento de una unidad menos de número atómico.
Ejemplo: $^{26}_{13}Al \rightarrow ^{26}_{12}Mg + \nu_e$)

A. Problema 2.-

a) El potencial de frenado está asociado a la energía cinética máxima de los electrones, ya que consigue frenar los electrones extraídos por el efecto fotoeléctrico que tienen la $E_{cmáx}$. Al frenarlos toda la E_c pasa a E_p eléctrica, y podemos plantear $E_p=e\cdot V_{frenado}=Ec_{máx}$ $E_p = e \cdot V_{frenado} = E_{cmáx}$
Si planteamos para los dos casos
$E_{incidente}=W_{extracción}+ Ec_{máx} \rightarrow h\cdot f_{incidente}=W_{extracción}+e\cdot V_{frenado}$
Para el primer caso:

$$E_{c\,máx1} = eV_1 = 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 7{,}2 = 1{,}15\cdot 10^{-18}\,J$$

$h\cdot 2{,}5\cdot 10^{15}=W_{extracción}+1{,}15\cdot 10^{-18}$
Para el segundo caso:

$$E_{c\,máx2} = eV_2 = 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 3{,}8 = 6{,}08\cdot 10^{-19}\,J$$

$$c = \lambda_2 f_2 \Rightarrow f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3\cdot 10^8}{1{,}78\cdot 10^{-7}} = 1{,}685\cdot 10^{15}\,Hz$$

$h\cdot(1{,}685\cdot 10^{15})=W_{extracción}+6{,}08\cdot 10^{-19}$
Tenemos un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas (h y $W_{extracción}$)
En este apartado se nos pide primero h: despejamos $W_{extracción}$ en ambas ecuaciones para igualarlos y obtener h.
$W_{extracción}=h\cdot 2{,}5\cdot 10^{15}-1{,}15\cdot 10^{-18}$
$W_{extracción}=h\cdot 1{,}685\cdot 10^{15}-6{,}08\cdot 10^{-19}$
Igualando
$h\cdot 2{,}5\cdot 10^{15}-1{,}15\cdot 10^{-18}=h\cdot 1{,}685\cdot 10^{15}-6{,}08\cdot 10^{-19}$
$h\cdot(2{,}5\cdot 10^{15}-1{,}685\cdot 10^{15})=-6{,}08\cdot 10^{-19}+ 1{,}15\cdot 10^{-18}$
$h=5{,}42\cdot 10^{-19}/8{,}15\cdot 10^{14}=6{,}65\cdot 10^{-34}$ Js (del orden de magnitud de su valor correcto $6{,}63\cdot 10^{-34}$ Js)
Nota: no se da el valor real en el enunciado pero comprobamos cómo se aproxima al valor real

$$Error\ relativo = \frac{|h_{obtenida} - h_{real}|}{h_{real}} = \frac{6{,}65\cdot 10^{-33} - 6{,}63\cdot 10^{-34}}{6{,}63\cdot 10^{-34}} = 0{,}003 = 0{,}3\,\%$$ *Buena aproximación.*

b) Si sustituimos el valor de h obtenido en el apartado anterior en cualquiera de las expresiones anteriores, por ejemplo en la primera
$W_{extracción}=6{,}65\cdot10^{-34}\cdot2{,}5\cdot10^{15}-1{,}15\cdot10^{-18}=5{,}125\cdot10^{-19}$ J

2000-Septiembre

Cuestión 5.-

a) El intervalo de frecuencias es
$f_{rojo}=c/\lambda_{rojo}=3\cdot10^{8}/740\cdot10^{-9}=4{,}05\cdot10^{14}$ Hz
$f_{violeta}=c/\lambda_{rojo}=3\cdot10^{8}/390\cdot10^{-9}=7{,}69\cdot10^{14}$ Hz
El intervalo de energías es
$E_{rojo}=h\cdot f_{rojo}=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot4{,}05\cdot10^{14}=2{,}69\cdot10^{-19}$ J= 1,68 eV
$E_{violeta}=h\cdot f_{violeta}=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot7{,}69\cdot10^{14}=5{,}10\cdot10^{-19}$ J= 3,19 eV

b) $\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}$

Asociar una energía a los electrones implica asociarles una energía cinética, que puede provenir de la aceleración con cierta diferencia de potencial como sugieren las unidades eV.

$$E_c=\frac{1}{2}m\,v^2\Rightarrow v=\sqrt{\frac{2\,E_c}{m}}$$

$$v_{rojo}=\sqrt{\frac{2\cdot2{,}69\cdot10^{-19}}{9{,}1\cdot10^{-31}}}=7{,}69\cdot10^{5}\,m/s$$

$$v_{violeta}=\sqrt{\frac{2\cdot5{,}10\cdot10^{-19}}{9{,}1\cdot10^{-31}}}=1{,}06\cdot10^{6}\,m/s$$

$$\lambda_{De\,Broglie\,Rojo}=\frac{6{,}63\cdot10^{34}}{9{,}1\cdot10^{-31}\cdot7{,}69\cdot10^{5}}=9{,}47\cdot10^{-10}\,m$$

$$\lambda_{De\,Broglie\,Violeta}=\frac{6{,}63\cdot10^{34}}{9{,}1\cdot10^{-31}\cdot1{,}06\cdot10^{6}}=6{,}87\cdot10^{-10}\,m$$

2000-Junio

Cuestión 5.-

Enunciado: el principio de incertidumbre o indeterminación de Heisenberg, enunciado en 1927, establece la imposibilidad de determinar simultáneamente y con precisión arbitraria, ciertos pares de variables físicas, como son la posición y el momento lineal, o la energía y el tiempo.
Matemáticamente se puede enunciar de dos maneras

$$\Delta x\,\Delta p\geq\frac{\hbar}{2}=\frac{h}{4\pi}\qquad\Delta E\,\Delta t\geq\frac{\hbar}{2}$$

Significado físico: desde un punto de vista clásico donde se asume el determinismo, se suele explicar asociado al efecto del observador, ya que el proceso de medición para obtener un valor de la medida, supone una perturbación mayor cuanto más pequeña es el valor a medir: debe existir interacción mínima para obtener posición. Por ejemplo al medir posición y momento lineal de un electrón, en el proceso de medida usamos un fotón que perturba al electrón, perturbación imposible eliminar porque el fotón siempre tendrá cierta cantidad de energía, y que siempre se modifican los valores a medir al realizar la medida.
Esta descripción clásica omite el principal aspecto del principio de incertidumbre: establece un límite más allá del cuál los conceptos de la física clásica no se pueden emplearse. No sólo implica no poder conocer la posición en un instante, sino que en escala cuántica las partículas no siguen una trayectoria determinada, ya que eso implicaría conocer en todo momento posición y momento. Dos ejemplos que muestran que la idea de trayectoria clásica no tiene sentido son los orbitales y el experimento de la doble rendija. Si hubiera determinismo clásico, tuviera una posición y momento con valores conocidos, aunque no los pudiésemos medir, la partícula sí seguiría una trayectoria clásica, pero eso no es así. La mecánica cuántica es determinista en la evolución probabilidades, pero no en valores medidos.
Es importante destacar el valor tan pequeño de la constante de Planck que aparece en el principio de

incertidumbre, $h=6{,}63\cdot10^{-34}$ Js, lo que hace que a nivel macroscópico el principio de incertidumbre sea inapreciable.

A. Problema 2.-

a) La frecuencia de la radiación es $f=c/\lambda=3\cdot10^{8}/600\cdot10^{-9}=5\cdot10^{14}$ Hz

La energía de cada fotón $E_{fotón}=h\cdot f=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot5\cdot10^{14}=3{,}32\cdot10^{-19}$ J

La potencia es energía por unidad de tiempo, P=E/t, luego la energía de la radiación en un segundo es $E_{radiación}=P\cdot t=0{,}54\cdot1=0{,}54$ J

El número de fotones por segundo será $E_{radiación}/E_{fotón}=0{,}54/3{,}32\cdot10^{-19}=1{,}63\cdot10^{18}$ fotones/s

b) $h\cdot f_{umbral}=h\cdot c/\lambda_{umbral}=W_{extracción} \rightarrow \lambda_{umbral}=h\cdot c/W_{extracción}$

$\lambda_{umbral}=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}/(2\cdot1{,}6\cdot10^{-19})=6{,}22\cdot10\text{-}7$ m = 622 nm

c) $E_{incidente}=W_{extracción}+E_{cmáx} \rightarrow E_{cmáx}=E_{incidente}-W_{extracción}=3{,}32\cdot10^{-19}-2\cdot1{,}6\cdot10^{-19}=1{,}2\cdot10^{-20}$ J

$$E_{cmáx}=\frac{1}{2}m\,v_{máx}^2 \Rightarrow v_{máx}=\sqrt{\frac{2\cdot E_{cmáx}}{m}}=\sqrt{\frac{2\cdot1{,}2\cdot10^{-20}}{9{,}1\cdot10^{-31}}}=1{,}62\cdot10^{5}\,m/s$$

d) En el cátodo (+) es donde se emiten electrones, que llegan al ánodo (-). No se indica explícitamente, pero asumimos que el potencial se aplica de manera que se están acelerando los electrones; los electrones son partículas con carga negativa y se mueven hacia potenciales mayores, luego 100 V sería la diferencia de potencial de ánodo menos cátodo. Si fueran 100 V de diferencia de potencial entre cátodo y ánodo, sería un potencial de frenado, que sería suficientemente alto para que los electrones nunca llegasen al ánodo, ya que $E_{cmáx}=1{,}2\cdot10^{-20}/1{,}6\cdot10^{-19}=0{,}075$ eV.

La aceleración con una diferencia de potencial supone aumentar su energía en $E=q\cdot V=1{,}6\cdot10^{-19}\cdot100=1{,}6\cdot10^{-17}$ J

La energía cinética máxima de llegada al ánodo sería $1{,}2\cdot10^{-20}+1{,}6\cdot10^{-17}=1{,}6012\cdot10^{-17}$ J

$$E_{cmáx}=\frac{1}{2}m\,v_{máx}^2 \Rightarrow v_{máx}=\sqrt{\frac{2\cdot E_{cmáx}}{m}}=\sqrt{\frac{2\cdot1{,}6012\cdot10^{-17}}{9{,}1\cdot10^{-31}}}=5{,}93\cdot10^{6}\,m/s$$

Esta velocidad es un 2% ($5{,}93\cdot10^{6}/3\cdot10^{8}\approx0{,}02$) de la velocidad de la luz, luego se podría contemplar energía relativista con el aumento de masa relativista, que haría que la velocidad fuese algo menor.

<u>2000-Modelo</u>

Cuestión 5.-

a) Usamos la expresión de momento lineal no relativista tal y como indica el enunciado.

$$\lambda_{De\,Broglie}=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv} \qquad \frac{\lambda_{De\,Broglie\,protón}}{\lambda_{De\,Broglie\,electrón}}=\frac{\frac{h}{m_p v_p}}{\frac{h}{m_e v_e}}=\frac{m_e v_e}{m_p v_p}$$

Si $v_e=v_p$, como $m_p>m_e$, tenemos que $\lambda_{De\ Brogile\ electrón}>\lambda_{De\ Brogile\ protón}$

b) Usamos la expresión de energía cinética no relativista tal y como indica el enunciado.

Si $E_{ce}=E_{cp} \Rightarrow m_e v_e^2=m_p v_p^2 \Rightarrow \frac{v_e}{v_p}=\sqrt{\frac{m_p}{m_e}}$ y sustituyendo

$\frac{\lambda_{De\,Broglie\,protón}}{\lambda_{De\,Broglie\,electrón}}=\frac{m_e}{m_p}\sqrt{\frac{m_p}{m_e}}=\sqrt{\frac{m_e}{m_p}}$ Como $m_p>m_e$, tenemos que $\lambda_{De\ Brogile\ electrón}>\lambda_{De\ Brogile\ protón}$

B. Problema 2.-

a) La intensidad es potencia por unidad de superficie, I=P/S, y la sección de superficie del haz es $S=\pi r^2=\pi\cdot(10^{-3})^2=\pi\cdot10^{-6}$ m^2

$I=10^{-3}/\pi\cdot10^{-6}=318{,}3$ W/m^2

b) La frecuencia de la radiación es $f=c/\lambda=3\cdot10^{8}/630\cdot10^{-9}=4{,}76\cdot10^{14}$ Hz

La energía de cada fotón $E_{fotón}=h\cdot f=6{,}63\cdot10^{-34}\cdot4{,}76\cdot10^{14}=3{,}16\cdot10^{-19}$ J

La potencia es energía por unidad de tiempo, P=E/t, luego la energía del láser en un segundo es $E_{láser}=P\cdot t=10^{-3}\cdot1=10^{-3}$ J

El número de fotones por segundo será $E_{láser}/E_{fotón}=10^{-3}/3{,}16\cdot10^{-19}=3{,}16\cdot10^{15}$ fotones/s