

Junio 2010. Opción A

5.- La luz amarilla procedente de una lámpara de sodio tiene una longitud de onda de 589 nm. Cierta emisora de microondas produce una radiación de 5,89 milímetros. ¿Cuál de las dos transporta más energía? ¿Cuántas veces más?

Constante de Planck $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ J-s; velocidad de la luz en el vacío $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; $1 \text{ nm} = 10^{-9}$ m

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} \rightarrow \text{A mayor longitud de onda, menor energía.}$$

La luz procedente de la lámpara de sodio transporta más energía

$$\frac{E_{Na}}{E_{MW}} = \frac{\lambda_{MW}}{\lambda_{Na}} = \frac{5.89 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{589 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 10^4$$

↓
10000 veces más

Junio 2010. Opción B

5.- (a) El núcleo radiactivo del uranio-238 (92 protones y 146 neutrones) emite una partícula α dando lugar a un núcleo X que a su vez se desintegra emitiendo una partícula β y originando un núcleo Y. Comparar el número atómico y la masa atómica del núcleo original de uranio y del núcleo Y.

(b) En el año 1898 Marie y Pierre Curie aislaron 220 mg de radio. El periodo de semidesintegración del radio es 1620 años. ¿A qué cantidad de radio han quedado reducidos en la actualidad (año 2010) los 220 mg?

(a) Cada vez que se emite una partícula α el número atómico del núcleo progenitor disminuye en 2 unidades y su número másico se reduce en 4 unidades; cuando se emite una partícula β el número atómico aumenta una unidad y la masa no varía.



El núcleo Y contiene 91 protones. Es un núcleo del elemento que antecede al uranio (protoactinio). Su número másico es de 4 unidades menos debido a la partícula α que se emitió originalmente, es decir, contiene 234 nucleones.

(b) Número de núcleos radiactivos que quedan pasado un tiempo t :

$$N = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t) \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

Fracción de átomos remanentes

$$\frac{N}{N_0} = \exp(-\ln 2 \cdot t / T) \quad T = 1620 \text{ años}$$

Desde 1898 a 2010 \rightarrow 112 años $\quad \frac{N}{N_0} = \exp(-\ln 2 \cdot 112 / 1620) = 0.9532 \rightarrow$ Igual proporción en masa

Cantidad de radio remanente = $0.9532 \times 220 \text{ mg} = 209.7 \text{ mg}$

Septiembre 2010. Opción A

5.- Un láser de Helio-Neón produce un rayo de luz roja de 632.8 nm. a) ¿Cuál es su frecuencia? b) ¿Qué energía transporta cada uno de sus fotones, expresando el resultado en electrón-voltios?

Constante de Planck $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{632.8 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4.74 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 4.74 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f = (6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \cdot (4.74 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 3.14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

1 eV es la energía cinética que adquiere un electrón al someterlo a una ddp = 1 V

$$1 \text{ eV} = (1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}) \cdot (1 \text{ V}) = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{3.14 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} = 1.96 \text{ eV}$$

Septiembre 2010. Opción B

5.- a) Enuncia la hipótesis de De Broglie.

b) Calcula la longitud de onda de un electrón de 10 eV de energía cinética

Datos: $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$

a) Hipótesis de de Broglie: las partículas llevan asociada una onda cuya longitud de onda es inversamente proporcional al momento lineal $p = m \cdot v$ $\lambda = \frac{h}{p}$

$$b) \text{ Electrón de } 10 \text{ eV} \quad E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \frac{(m \cdot v)^2}{m} = \frac{1}{2} \frac{p^2}{m}$$

$$p = \sqrt{2m \cdot E} = \sqrt{2 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 10 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}} = 1.707 \cdot 10^{-24} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.626 \cdot 10^{-34}}{1.707 \cdot 10^{-24}} = 3.88 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

3. Dos partículas subatómicas A y B tienen la misma energía cinética, y la masa de la partícula B es 1836 veces mayor que la masa de la partícula A. ¿Cuál de las dos partículas tiene asociada una mayor longitud de onda de De Broglie? Explicar razonadamente.

Longitudes de onda de De Broglie $\left\{ \begin{array}{l} \lambda_A = \frac{h}{p_A} = \frac{h}{m_A v_A} \\ \lambda_B = \frac{h}{p_B} = \frac{h}{m_B v_B} \end{array} \right.$

Como en el denominador figuran los momentos lineales (producto masa \times velocidad) conviene expresar los momentos en función de las energía cinéticas

$$K_A = \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2m_A} m_A^2 v_A^2 = \frac{p_A^2}{2m_A} \quad p_A = \sqrt{2m_A K_A}$$

$$K_B = \frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2m_B} m_B^2 v_B^2 = \frac{p_B^2}{2m_B} \quad p_B = \sqrt{2m_B K_B}$$

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_A = \frac{h}{p_A} = \frac{h}{\sqrt{2m_A K_A}} \\ \lambda_B = \frac{h}{p_B} = \frac{h}{\sqrt{2m_B K_B}} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{\sqrt{2m_B K_B}}{\sqrt{2m_A K_A}} = \sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$$

Como $m_B > m_A \Rightarrow \lambda_A > \lambda_B$
 La partícula más ligera tiene asociada la longitud de onda más larga.

5. En un laboratorio disponemos de $5 \cdot 10^{15}$ núcleos de un elemento químico para realizar un experimento de desintegración radiactiva. Treinta días después solamente tenemos $4,7 \cdot 10^{14}$ núcleos. Calcular, en días, el periodo de semidesintegración de este elemento.

Primero determinamos la constante de desintegración radiactiva λ $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\lambda = -\frac{1}{t} \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{1}{30} \ln\left(\frac{4,7 \cdot 10^{14}}{5 \cdot 10^{15}}\right) = 0,0788 \text{ día}^{-1}$$

El periodo de semidesintegración $t_{1/2}$ es el tiempo que tarda una muestra con N_0 átomos en quedar reducida a la mitad: de aquí obtendremos $t_{1/2}$ a partir de λ

$$N_0 / 2 = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \quad t_{1/2} = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{N_0 / 2}{N_0}\right) = -\frac{1}{0,0788} \ln\left(\frac{1}{2}\right) = 8,79 \text{ día}$$

Sept. 2011. Opción A

5. ¿Se produce corriente fotoeléctrica cuando luz de 300 nm incide sobre un metal con una función trabajo de 2,1 eV?

Datos: ($h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

De acuerdo con la hipótesis cuántica, la luz está constituida por cuantos de energía cuyo valor es igual a la constante de Planck multiplicada por la frecuencia, hf . Para que aparezca una corriente fotoeléctrica hay que extraer los electrones más débilmente ligados, y la función de trabajo representa la energía mínima para conseguirlo, por lo que es preciso comprobar si la radiación incidente alcanza esa energía mínima.

$$\left. \begin{array}{l} E = h \cdot f \\ f = \frac{c}{\lambda} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Energía asociada a la radiación de 300 nm:} \\ E = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6.63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} = 6.63 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{6.63 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} = 4.14 \text{ eV} \end{array}$$

Puesto que la energía de la radiación de 300 nm (4.14 eV) es mayor que la función de trabajo del metal (2.1 eV), la respuesta es que sí se produce corriente fotoeléctrica.

Sept. 2011. Opción B

5. Sabiendo que en la siguiente reacción nuclear ${}^4_2\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2 {}^4_2\text{He}$ se liberan 11.47 MeV de energía, a) determinar el número atómico y el número másico del isótopo de litio, y b) calcular la masa atómica de dicho isótopo.

Masas atómicas: ${}^1_1\text{H} = 1.0078 \text{ u}$ ${}^4_2\text{He} = 4.0026 \text{ u}$ $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$

Primero haremos el razonamiento aproximado, antes de tener en cuenta el defecto de masa. Como los dos núcleos de He producidos totalizan aproximadamente $4 + 4 = 8$ unidades de masa atómica, el isótopo de Li debe contener 7, pues el núcleo de H aporta la unidad restante de masa, así que $A = 7$. Además el número atómico del isótopo es $Z = 3$, pues los núcleos de He contienen dos protones cada uno y el hidrógeno tiene uno. El isótopo es litio 7. ${}^4_2\text{Li} = {}^7_3\text{Li}$

La reacción nuclear se produce convirtiendo en energía una parte de la masa de los núcleos de hidrógeno y litio (11.47 MeV). Conocemos las masas de los núcleos de hidrógeno y de helio dadas en el enunciado, de ahí podemos calcular la masa del litio.

Masa litio + Masa hidrógeno = 2 · Masa helio + Conversión masa/energía

$$\text{Masa litio} + 1.0078 \text{ u} = 2 \cdot 4.0026 \text{ u} + \frac{11.47}{931} \text{ u}$$

$$\text{Masa litio} = 8.0052 \text{ u} + 0.0123 \text{ u} - 1.0078 \text{ u} = 7.0097 \text{ u}$$

Junio 2012. Opción A.

CUESTIÓN 5. Un núcleo X emite una partícula α y se desintegra en un núcleo Y , el cual a su vez se desintegra en un núcleo Z tras emitir una partícula β . Si los números atómico y másico del núcleo X son respectivamente, 90 y 232, ¿cuáles son los números atómico y másico del núcleo Z ? Justifíquese la respuesta.

Cuando un núcleo se desintegra emitiendo una partícula α su número másico disminuye en 4 unidades y su número atómico disminuye en dos unidades, puesto que la partícula α contiene dos protones y dos neutrones.

Cuando la desintegración ocurre por emisión de una partícula β , el número másico permanece invariable y el número atómico aumenta en una unidad, ya que la partícula β es un electrón y como resultado de su emisión un neutrón del núcleo se convierte en un protón. Por lo tanto, la secuencia de desintegraciones indicada en el enunciado es la siguiente:



Número atómico final: 89; número másico final 228.

Nota: las reacciones indicadas corresponden a las dos primeras etapas de desintegración de la serie radiactiva del torio.



Junio 2012. Opción B.

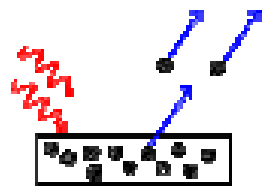
CUESTIÓN 5. ¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico? ¿Qué es el trabajo de extracción? Explicar brevemente.

El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por un metal cuando es iluminado por radiación electromagnética de cierta frecuencia (luz visible o ultravioleta, en general). Esta radiación electromagnética produce los siguientes fenómenos en el metal:

*Arranca electrones de la superficie, para lo cual es preciso que sus fotones tengan una energía mínima para vencer las fuerzas que ligan a los electrones en el metal. Dicha energía mínima se conoce con el nombre de *trabajo de extracción*, y es característica de cada metal, y la frecuencia mínima necesaria para aportar el trabajo de extracción se conoce como *frecuencia umbral*.

*Comunica energía cinética a los electrones liberados (frecuencias superiores a la frecuencia umbral).

El efecto fotoeléctrico se observará siempre que se ilumine una superficie metálica con radiación que tenga una frecuencia igual o superior a la frecuencia umbral. Si se ilumina una superficie con radiación de frecuencia inferior a la umbral, no se producirá desprendimiento de electrones, independientemente de lo intensa que sea la radiación. La intensidad de la radiación solamente tiene efecto, siempre que sea superior a la umbral, en cuanto a desprender un mayor número de electrones, produciendo así una corriente fotoeléctrica mayor.



Sept. 2012. Opción A

CUESTIÓN 5. Una superficie metálica emite electrones cuando se ilumina con luz verde, pero no con luz amarilla, ¿qué ocurrirá si la iluminación se hace con luz azul? ¿Y con roja? ¿Por qué? **Indicación:** el orden de los colores del arco iris es violeta/azul/verde/amarillo/anaranjado/rojo.

Las frecuencias correspondientes a los distintos colores son tanto mayores cuanto más cerca se encuentran del ultravioleta. Las frecuencias de los colores siguen el orden

$$f_{UV} > f_{azul} > f_{verde} > f_{amarillo} > f_{rojo}$$

Como la energía es proporcional a la frecuencia ($E = hf$), las energías de las radiaciones visibles siguen el mismo orden decreciente que las frecuencias. Según el enunciado, el verde sí origina emisión de electrones, mientras que el amarillo no: esto significa que la frecuencia umbral está comprendida entre el verde y el amarillo. En consecuencia, se producirá efecto fotoeléctrico con luz azul (la más próxima al ultravioleta, y de mayor energía) y no con luz roja (la más alejada de la frecuencia ultravioleta y por tanto de menor energía).

Sept. 2012. Opción B

CUESTIÓN 5. Los brotes de rayos gamma son destellos de muy alta energía cuyo origen se atribuye a la formación de un agujero negro por colapso gravitatorio de una estrella de gran masa. Los fotones de uno de estos brotes detectados en la Tierra tienen una longitud de onda $198,78 \cdot 10^{-14}$ m. Determinar su energía y compararla con la energía de un láser de luz visible cuya frecuencia es $60,36 \cdot 10^{13}$ Hz. Constante de Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s. Velocidad de la luz en el vacío $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Energía del fotón gamma

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} = 6,626 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{198,78 \cdot 10^{-14}} = 10^{-13} \text{ J}$$

Energía del fotón de luz visible

$$E' = hf' = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 60,36 \cdot 10^{13} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\frac{E}{E'} = \frac{10^{-13}}{4 \cdot 10^{-19}} = 2,5 \cdot 10^5$$

Cada fotón de radiación gamma transporta 250000 veces más energía que el fotón de luz visible con el que comparamos