

Ejercicio 1

- a) Teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico: concepto de fotón.**
- b) Un haz de luz provoca efecto fotoeléctrico en un determinado metal. Explique cómo se modifica el número de fotoelectrones y su energía cinética máxima si: i) aumenta la intensidad del haz luminoso; ii) aumenta la frecuencia de la luz incidente; iii) disminuye la frecuencia por debajo de la frecuencia umbral del metal.**

Ejercicio 2

El $^{210}_{82}\text{Pb}$ emite dos partículas beta y se transforma en polonio y, posteriormente, por emisión de una partícula alfa se obtiene plomo.

a) Escriba las reacciones nucleares descritas.

b) El periodo de semidesintegración del $^{210}_{82}\text{Pb}$ es de 22,3 años. Si teníamos inicialmente 3 moles de átomos de ese elemento y han transcurrido 100 años, ¿cuántos núcleos radiactivos quedan sin desintegrar?

$$N_A = 6'02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Ejercicio 3

Dada la reacción nuclear: ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2 {}^4_2\text{He}$

- a) Calcule la energía liberada en el proceso por cada núcleo de litio que reacciona.
b) El litio presenta dos isótopos estables, ${}^6_3\text{Li}$ y ${}^7_3\text{Li}$. Razone cuál de los dos es más estable.

$1\text{ u} = 1'67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $m({}^7_3\text{Li}) = 7'016005\text{ u}$; $m({}^6_3\text{Li}) = 6'015123\text{ u}$

$m({}^4_2\text{He}) = 4'002603\text{ u}$; $m({}^1_1\text{H}) = 1'007825\text{ u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1'008665\text{ u}$

Ejercicio 4

- a) ¿Qué se entiende por dualidad onda-corpúsculo?**
b) Un electrón y un neutrón se desplazan con la misma energía cinética. ¿Cuál de ellos tendrá un menor valor de longitud de onda asociada? Razone la respuesta.

Ejercicio 5

El trabajo de extracción del cátodo metálico en una célula fotoeléctrica es 1,32 eV. Sobre él incide radiación de longitud de onda $\lambda = 300 \text{ nm}$.

a) Defina y calcule la frecuencia umbral para esta célula fotoeléctrica. Determine la velocidad máxima con la que son emitidos los electrones.

b) ¿Habrá efecto fotoeléctrico si se duplica la longitud de onda incidente? Razone la respuesta.

$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Selectividad. Alto Rendimiento
Física cuántica y nuclear

Ejercicio 6

- a) Explique los conceptos de energía de enlace nuclear y de defecto de masa.**
- b) Describa las reacciones de fusión y fisión nucleares y haga una justificación cualitativa a partir de la curva de estabilidad nuclear.**

Ejercicio 7

a) Describa brevemente las interacciones fundamentales de la naturaleza. Compare su alcance e intensidad.

b) El periodo de semidesintegración de un núclido radiactivo de masa atómica 109 u, que emite partículas beta, es de 462,6 días. Una muestra cuya masa inicial era de 100 g, tiene en la actualidad 20 g del núclido original. Calcule la constante de desintegración y la actividad actual de la muestra.

$$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Ejercicio 8

a) **Enuncie el principio de dualidad onda-corpúsculo. Si un electrón y un neutrón se mueven con la misma velocidad, ¿cuál de los dos tiene asociada una longitud de onda menor?**

b) **Una lámina metálica comienza a emitir electrones al incidir sobre ella radiación de longitud de onda $2'5 \cdot 10^{-7}$ m. Calcule la velocidad máxima de los fotoelectrones emitidos si la radiación que incide sobre la lámina tiene una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-8}$ m.**

$h = 6'63 \cdot 10^{-34}$ J·s ; $c = 3 \cdot 10^8$ m·s⁻¹ ; $m_e = 9'1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Ejercicio 9

a) Explique en qué consisten las reacciones de fusión y fisión nucleares y comente el origen de la energía que producen.

b) En la bomba de hidrógeno se produce una reacción nuclear en la que se forma helio (${}^4_2\text{He}$) a partir de deuterio (${}^2_1\text{H}$) y de tritio (${}^3_1\text{H}$). Escriba la reacción nuclear y calcule la energía liberada en la formación de un núcleo de helio.

$1\text{u} = 1'67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $m({}^2_1\text{H}) = 2'0141\text{ u}$; $m({}^3_1\text{H}) = 3'0170\text{ u}$
 $m({}^4_2\text{He}) = 4'0026\text{ u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1'0086\text{ u}$

Ejercicio 10

a) Hipótesis de Planck y su relación con el efecto fotoeléctrico.

b) Al iluminar la superficie de un cierto metal con un haz de luz de longitud de onda $2 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es de 3 eV. Determine el trabajo de extracción del metal y la frecuencia umbral.

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Ejercicio 11

- a) Defina los conceptos de defecto de masa y energía de enlace por nucleón.
- b) Cuando se bombardea un núcleo de ${}^{235}_{92}\text{U}$ con un neutrón se produce la fisión del mismo, obteniéndose dos isótopos radiactivos, ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ y ${}^{144}_{56}\text{Ba}$, y liberando 200 MeV de energía. Escriba la reacción de fisión correspondiente y calcule la masa de ${}^{235}\text{U}$ que consume en un día una central nuclear de 700 MW de potencia.

$$m({}^{235}_{92}\text{U}) = 235,0439 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Ejercicio 12

a) Explique la hipótesis de De Broglie de dualidad onda-corpúsculo y por qué no se considera dicha dualidad al estudiar los fenómenos macroscópicos.

b) Determine la relación entre las longitudes de onda asociadas a electrones y protones acelerados con una diferencia de potencial de $2 \cdot 10^4$ V.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; m_p = 1'7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Ejercicio 13

- a) Describa las características de los procesos de emisión radiactiva alfa, beta y gamma.
- b) El $^{14}_6\text{C}$ se desintegra en $^{14}_7\text{N}$ y emite una partícula beta, con un periodo de semidesintegración de 5736 años. Escriba la ecuación del proceso de desintegración y calcule la edad de unos tejidos encontrados en una tumba cuya actividad debida al $^{14}_6\text{C}$ es del 40% de la que presentan los tejidos similares actuales.

Ejercicio 14

a) Explique la conservación de la energía en el proceso de emisión de electrones por una superficie metálica al ser iluminada con luz adecuada.

b) Los fotoelectrones expulsados de la superficie de un metal por una luz de $4 \cdot 10^{-7}$ m de longitud de onda en el vacío son frenados por una diferencia de potencial de 0,8 V. ¿Qué diferencia de potencial se requiere para frenar los electrones expulsados de dicho metal por otra luz de $3 \cdot 10^{-7}$ m de longitud de onda en el vacío? Justifique todas sus respuestas.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

Ejercicio 15

a) Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico.

b) Se ilumina la superficie de un metal con dos haces de longitudes de onda $\lambda_1 = 1'96 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ y $\lambda_2 = 2'65 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Se observa que la energía cinética de los electrones emitidos con la luz de longitud de onda λ_1 es el doble que la de los emitidos con la de λ_2 . Obtenga la energía cinética con que salen los electrones en ambos casos y la función trabajo del metal.

$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Ejercicio 16

a) Describa los procesos radiactivos alfa, beta y gamma.

b) Se ha producido un derrame de ^{131}Ba en un laboratorio de radioquímica. La actividad de la masa derramada es de $1'85 \cdot 10^{16}$ Bq. Sabiendo que su periodo de semidesintegración es de 7'97 días, determine la masa que se ha derramado, así como el tiempo que debe transcurrir para que el nivel de radiación descienda hasta $1'85 \cdot 10^{13}$ Bq

$1\text{u} = 1'67 \cdot 10^{-27}$ kg ; $m(^{131}\text{Ba}) = 130'906941$ u

Ejercicio 17

a) ¿Qué se entiende por dualidad onda-corpúsculo? Si un electrón y un neutrón se desplazaran con la misma energía cinética, ¿cuál de ellos tendrá un mayor valor de longitud de onda asociada? Razone su respuesta.

b) Se acelera un protón desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 5000 V. Determine la velocidad del protón y su longitud de onda de de Broglie. Si en lugar de un protón fuera un electrón el que se acelera con la misma diferencia de potencial, calcule su energía cinética y longitud de onda. Justifique todas sus respuestas.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_p = 1'7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Ejercicio 18

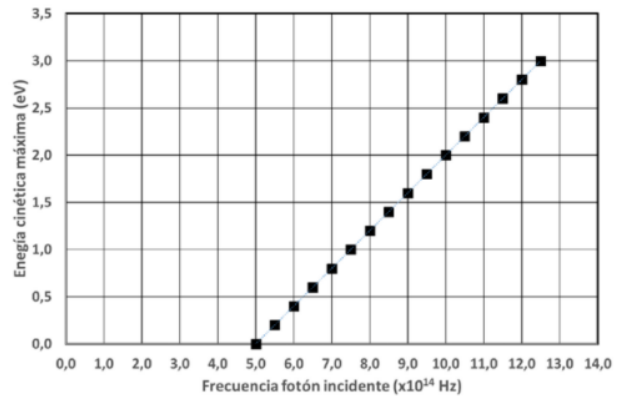
A.5 (2 puntos). Se tienen dos fuentes radiactivas cuya actividad a día de hoy es la misma. Se sabe que dentro de 10 años la actividad de la primera fuente será el doble que la de la segunda. Determine:

- a) La diferencia, $\lambda_2 - \lambda_1$, que existe entre las constantes de desintegración de ambas fuentes.
- b) La relación entre las actividades de dichas fuentes dentro de 20 años.

Ejercicio 19

B.5 (2 puntos). Se hace incidir un haz de fotones de frecuencia variable sobre una lámina de material metálico, de manera que se emiten electrones cuya energía cinética máxima se mide, obteniendo la gráfica que se adjunta. Determine:

- El trabajo de extracción del metal en eV.
- La longitud de onda de de Broglie asociada a los electrones que se emiten, con máxima energía cinética, cuando la frecuencia de los fotones incidentes es de $10 \cdot 10^{14}$ Hz.



Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; Masa del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s.

Ejercicio 20

A.5 (2 puntos). Para obtener imágenes del corazón se utiliza el isótopo ^{201}Tl del talio, que emite rayos gamma tras su desintegración, con un período de semidesintegración de 3,04 días. Para una correcta visualización de los tejidos cardíacos se recomienda inyectar una dosis de $0,9 \text{ MBq kg}^{-1}$.

a) Obtenga la constante de desintegración radiactiva del isótopo. Determine la cantidad de ^{201}Tl , expresada en gramos, recomendada para diagnosticar a un paciente de 75 kg.

b) Calcule el tiempo necesario para que el nivel de actividad se reduzca a un 1% respecto a la actividad inicial.

Datos: Número de Avogrado, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; Masa atómica del ^{201}Tl , $M_A = 201 \text{ u}$.

Ejercicio 21

Pregunta B.5.- El patrón del kilogramo es un cilindro hecho con una aleación de platino-iridio (90 % en masa de Pt) que se encuentra en un museo de París. El platino está formado por diversos isótopos, uno de ellos, el ^{190}Pt , es radiactivo siendo su tiempo de semidesintegración de $6,5 \cdot 10^{11}$ años. El porcentaje del isótopo ^{190}Pt en una muestra de platino es del 0,012 % en masa.

- a) Calcule la actividad inicial del patrón del kilogramo.
- b) ¿Cuál será la masa final del platino ^{190}Pt que queda en el patrón del kilogramo transcurridos mil millones de años?

Datos: Masa atómica del isótopo ^{190}Pt ; $M = 189,96$ u; Número de Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$.

Ejercicio 22

Pregunta B.5.- El isótopo de americio, ^{241}Am , se ha utilizado para la fabricación de detectores de humo. Si la cantidad de americio ^{241}Am en un detector de humo en el momento de su fabricación es de 0,2 miligramos y su tiempo de vida media, τ , es de 432 años, determine:

- El tiempo de semidesintegración del ^{241}Am y la actividad inicial del detector de humo.
- La cantidad de ^{241}Am en el detector de humo cuando su actividad haya disminuido un 80 % respecto de su valor inicial y el tiempo transcurrido.

Datos: Masa atómica del Am, $M_{\text{Am}} = 241$ u; Número de Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$.

Ejercicio 23

- a) **Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:** (i) **¿Se podría determinar simultáneamente, con exactitud, la posición y la cantidad de movimiento de una partícula?**
(ii) **¿Se tiene en cuenta el principio de incertidumbre en el estudio de los fenómenos ordinarios?**
- b) **Al iluminar un metal con una radiación de frecuencia $7'89 \cdot 10^{14}$ Hz se produce una emisión de electrones que requiere aplicar una diferencia de potencial de 1,3 V para frenarlos. Calcule razonadamente el trabajo de extracción del metal y justifique si al iluminarlo con una radiación de frecuencia $4 \cdot 10^{14}$ Hz se producirá emisión de electrones.**
- $h = 6'63 \cdot 10^{-34}$ J·s ; $e = 1'6 \cdot 10^{-19}$ C**

Ejercicio 24

a) Analice las siguientes proposiciones razonando si son verdaderas o falsas: i) La energía cinética máxima de los electrones emitidos en el efecto fotoeléctrico varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente. ii) El trabajo de extracción de un metal aumenta con la frecuencia de la luz incidente.

b) Al iluminar un metal con luz de frecuencia $2 \cdot 10^{15}$ Hz se observa que los electrones emitidos pueden detenerse al aplicar un potencial de frenado de 5 V. Si la luz que se emplea con el mismo fin tiene una frecuencia de $3 \cdot 10^{15}$ Hz, dicho potencial alcanza un valor de 9'125 V. Determine: i) El valor de la constante de Plank que se obtiene en esta experiencia. ii) La frecuencia umbral del metal.

$$e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Ejercicio 25

a) Un mesón π tiene una masa 275 veces mayor que la de un electrón. i) ¿Qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie del mesón y el electrón si ambos se mueven con la misma velocidad?. ii) ¿Y si se mueven de modo que poseen la misma energía cinética?. Razone las respuestas.

b) Las moléculas de hidrógeno gaseoso (H_2), en condiciones estándar, se mueven a una velocidad promedio de $1846 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Resuelva los siguientes apartados razonadamente.

i) ¿Cuánto vale la longitud de onda de De Broglie promedio de las moléculas de hidrógeno?.

ii) ¿A qué velocidad debería moverse un electrón para tener la misma longitud de onda que las moléculas de hidrógeno?..

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; m(H_2) = 3'346 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}.$$