Cuestiones y problemas 3r trimestre

1 Electromagnetismo

1. Un solenoide está formado por 1200 espiras de 6 cm de diámetro por el cual circula una corriente eléctrica de 300 mA. Calcula el flujo magnético en el interior del solenoide. Datos: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N/A^2. **Solución**: $\Phi_M = 2{,}13 \times 10^{-5}$ Wb.

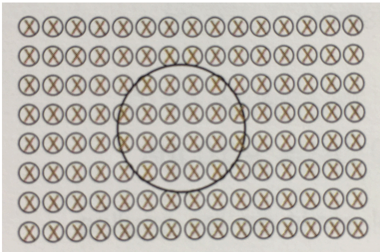
2. Una bobina de espiras cuadradas tiene 10 vueltas y 12 cm de lado, y está situada en un plano que forma un ángulo de 30º con un campo magnético uniforme de 0,25 T. ¿Cuál es el flujo magnético a través de la bobina?. **Solución**: $\Phi_M = 1{,}8 \times 10^{-2}$ Wb.

3. Calcula la fuerza electromotriz inducida en una espira si el flujo que la atraviesa disminuye uniformemente 0,05 Wb cada segundo. Si el circuito tiene una resistencia de 5 Ω, calcula el valor de la corriente inducida. **Solución**: $\varepsilon = 0{,}05$ V. $I = 0{,}01$ A.

4. La espira circular de la figura adjunta está situada en una región en la que existe un campo magnético uniforme dirigido hacia el interior del papel. Explica si hay fuerza electromotriz inducida en los casos siguientes, justificando en qué ley te basas:

   (a) La espira se mueve hacia la derecha

   (b) El valor del campo magnético aumenta linealmente con el tiempo



   Solución: (a) No hay fuerza electromotriz porque no hay variación de flujo con el tiempo. (b) Sí hay fuerza electromotriz porque la variación del campo magnético conlleva una variación de flujo. Ambos casos se explicación por la ley de Faraday.

5. Una bobina circular de 20 espiras y radio 5 cm se coloca en un campo magnético dirigido perpendicularmente al plano de la bobina. El módulo del campo magnético varía con el tiempo de acuerdo a la expresión $B = 0{,}02t + 0{,}08t^2$ (t en segundos y B en Teslas). Determina:

   (a) El flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo

   (b) La fem inducida en la bobina en $t = 5$ s

   (c) Si en la bobina se mide una corriente de 5 mA, calcula la resistencia de la bobina

   Solución: (a) $\Phi_M = (3{,}14t + 12{,}6t^2) \times 10^{-3}$ Wb; (b) $\varepsilon = -0{,}128$ V; (c) $R = 25{,}6\,\Omega$

2 Relatividad

1. Calcula a qué velocidad ha de viajar una nave espacial que se dirige a la estrella Sirius, a 8 años-luz de la Tierra, para que la distancia a la estrella se reduzca a una cuarta parte. **Solución**: $v = 0{,}968\,c$

2. Determina a qué velocidad ha de moverse un electrón para que su energía cinética sea igual a su energía en reposo. **Solución**: $v = 0{,}866\,c$

3. Calcula el momento lineal, la energía relativista y la energía cinética (ambas en MeV) de un electrón que se mueve a una velocidad de 0,98c. **Datos**: $c = 3 \times 10^8$ m/s, $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg. 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J. **Solución**: $p = 1{,}35 \times 10^{-21}$ kg·m/s. $E = 2{,}281$ MeV. $E_C = 1{,}769$ MeV.

4. Un neutrón cuya masa es de $1{,}675{\times}10^{-27}$ kg se acelera hasta que su energía relativista es cuatro veces su energía en reposo. (a) ¿Cuál es la energía cinética del neutrón en MeV? (b) Tenemos ahora 10^{14} de esos neutrones producidos en una reacción nuclear. ¿Cuántas bombillas de 100 W podrán lucir durante un segundo con la energía de esos neutrones? **Solución**: (a) 2825 MeV. (b) 452 bombillas. **Datos**: $c = 3 \times 10^8$ m/s. 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J.

5. Una partícula subatómica ha sido acelerada hasta conseguir una energía cinética de 62 MeV y una cantidad de movimiento de $1{,}75{\times}10^{-19}$kg·m/s. Determina su masa en reposo y la velocidad que lleva. **Datos**: $c = 3 \times 10^8$ m/s. 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J. **Solución**: $m_0 = 1{,}488 \times 10^{-27}$ kg. $v = 0{,}364$c.

---

3 Física cuántica

1. Un haz de luz de longitud de onda $\lambda = 546$ nm incide en una célula fotoeléctrica de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV.

   (a) Calcula la energía máxima de los electrones emitidos

   (b) ¿cuál sería la energía máxima de los electrones si la longitud de onda incidente fuera el doble de la anterior?

   Datos: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ Js; $|e| = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C; $c = 3 \times 10^8$ m/s.
   Solución: a) $E_C = 4{,}43 \times 10^{-20}$ J; b) No se produce el efecto fotoeléctrico.

2. Determina la frecuencia umbral de un superficie metálica de sodio sabiendo que la luz de 400 nm de longitud de onda extrae electrones cuya energía cinética máxima es de 0,35 eV. Datos: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ Js; $|e| = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C; $c = 3 \times 10^8$ m/s.
   Solución: $f_0 = 6{,}66 \times 10^{14}$ Hz.

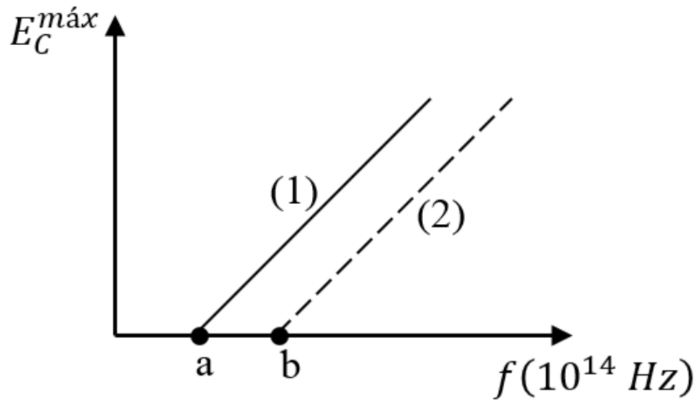
3. El potencial de frenado de los electrones emitidos por una superficie metálica cuando incide una luz de 350 nm de longitud de onda es de 2,45 V.

(a) Determina la función de trabajo (trabajo de extracción) de la superficie expresada en eV.

(b) Calcula la longitud de onda umbral en nm para que se produzca el efecto fotoeléctrico en este metal.

Datos: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ Js; $|e| = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C; $c = 3 \times 10^{8}$ m/s.
Solución: a) $W_0 = 1{,}10$ eV; b) $\lambda_0 = 1130{,}1$ nm.

4. En un experimento de efecto fotoeléctrico, la luz puede incidir sobre un cátodo de Cesio (Cs) o de Zinc (Zn). Al representar la energía cinética máxima de los electrones frente a la frecuencia f de la luz, se obtienen las rectas mostradas en la figura. Cuando la longitud de onda incidente es $\lambda = 500$ nm, solo se detectan electrones para el Cs, que tienen una energía cinética máxima, $E_C^{max} = 6{,}63 \times 10^{-20}$ J. Cuando $\lambda = 250$ nm se detectan electrones para ambos cátodos, siendo $E_C^{max} = 13{,}26 \times 10^{-20}$ J para el Zn.



(a) Sin realizar ningún cálculo numérico, razona a qué elemento corresponden las rectas (1) y (2) y explica el significado de los puntos de corte, **a** y **b** de esas rectas con el eje horizontal.

(b) Calcula el trabajo de extracción de los electrones del Cs y Zn y los valores de los puntos **a** y **b**. **Datos**: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s, $c = 3 \times 10^{8}$ m/s.

Solución: a) La recta (1) es el Cs y la (2) el Zn y **a** y **b** son las frecuencias umbrales.
b) $W_e(Cs) = 3{,}315 \times 10^{-19}$ J, $W_e(Zn) = 6{,}63 \times 10^{-19}$ J. Los puntos **a** y **b** son:
a = 5×10^{14} Hz, b = 1×10^{15} Hz.

5. Los *excitones* son partículas formadas por un electrón y un hueco que se produce en la banda de valencia de un semiconductor cuando se le ilumina con luz infrarroja. Se ha podido medir en el laboratorio la energía de estos excitones y es del orden de 0,00016 eV. Calcula cuál es la vida media de un excitón. **Datos**: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s.
1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J. **Solución**: $2{,}06 \times 10^{-12}$ s.

6. Un láser emite luz con una frecuencia de $6{,}5{\times}10^{14}$ Hz y una potencia de 155 mW.
(a) Determina la longitud de onda del láser en nanómetros. (b) ¿Qué energía (en eV)

tiene cada fotón. (c) Calcula el número de fotones emitidos por segundo.
Datos: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s. 1 eV $= 1{,}6 \times 10^{-19}$ J. **Solución**: (a) $\lambda = 461{,}5$ nm. (b) $E = 2{,}69$ eV. (c) $3{,}6 \times 10^{17}$ fotones.

---

4 Física nuclear

1. Un gramo de radio tiene una actividad de $3{,}7 \times 10^{10}$ Bq. Si la masa atómica del radio es 226. Calcula:

   (a) La constante de desintegración radiactiva del radio

   (b) El perido de semidesintegración del radio en años

   Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6{,}023 \times 10^{23}$ átomos.
   Solución: a) $\lambda = 1{,}39 \times 10^{-11}$ s^{-1}; b) $T \simeq 1585$ años.

2. Se ha medido la actividad del carbono 14 de un resto óseo humano supuestamente antiguo, observándose que se desintegran 544 átomos/hora, cuando en una muestra de un hueso humano actual la tasa de desintegración es de 700 átomos/hora. Calcula la antigüedad del hueso. El periodo de semidesintegración del carbono 14 es de 5730 años. **Solución**: 2084,27 años.

3. Se tiene un mol de un isótopo radiactivo cuyo periodo de semidesintegración es de 100 días. Contesta razonadamente a las siguientes preguntas:

   (a) ¿Al cabo de cuánto tiempo quedará solo el 10% del material inicial.

   (b) ¿Qué actividad tiene la muestra en ese momento? $N_A = 6{,}023 \times 10^{23}$

   Solución: a) $t = 332{,}19$ días; b) $A = 4{,}8 \times 10^{15}$ Bq.

4. **PAU Junio 2017**. Indica razonadamente qué partícula se emite en cada uno de los pasos de la siguiente serie radiactiva, e identifícala con algún tipo de desintegración.

   $$^{231}_{90}\mathrm{Th} \rightarrow ^{231}_{91}\mathrm{Pa} \rightarrow ^{227}_{89}\mathrm{Ac}$$

   Solución: La primera reacción vemos que el número másico no cambia, es 231 y sí lo hace el número atómico, incrementándose en una unidad, por lo tanto se trata de la **desintegración** β^-

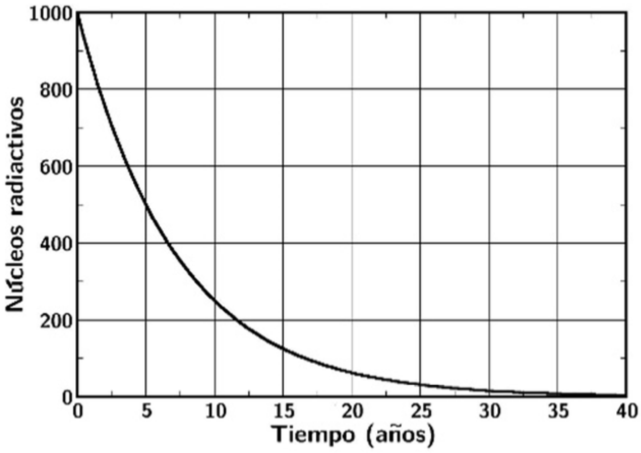
   $$^{231}_{90}\mathrm{Th} \rightarrow ^{231}_{91}\mathrm{Pa} + e^- + \bar{\nu}_e$$

   En la segunda reacción vemos que el número másico disminuye en 4 umas y el atómico en 2, se trata pues de la **desintegración** α.

   $$^{231}_{91}\mathrm{Pa} \rightarrow ^{227}_{89}\mathrm{Ac} + ^{4}_{2}\alpha$$

5. La masa experimental del $^{63}_{29}Cu$ es de 62,92959 uma. Calcula la energía de enlace nuclear del cobre y la energía de enlace (en MeV) por nucleón. **Datos**: 1 uma = $1{,}66\times10^{-27}$ kg; $m_p = 1{,}00728$ uma; $m_n = 1{,}00867$ uma; $c = 3 \times 10^8$ m/s. 1 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J.
Solución: $\Delta E = 538$ MeV. $\Delta E_{nucleon} = 8{,}54$ MeV.
(Hay que usar $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_{exp}$). $\Delta E = \Delta mc^2$

6. **PAU Junio 2017**. La gráfica representa el número de núcleos radiactivos de una muestra en función del tiempo en años. Utilizando los datos de la gráfica: a) deduce razonadamente el periodo de semidesintegración de la muestra y b) determina el número de periodos de semidesintegración necesarios para que solo queden 250 núcleos sin desintegrar.



Solución: a) $T = 5$ años; b) $t = 2T$. Hacen falta 2 periodos de semidesintegración.
