FÍSICA 2º BACHILLER

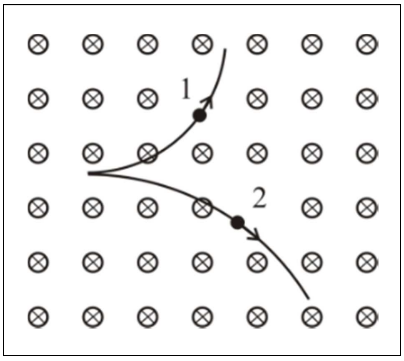
3 Mayo 2024

Nombre____

Contesta **cuatro** cuestiones

---

1. Dos partículas cargadas, 1 y 2, y con la misma velocidad, entran en una región del espacio donde existe un campo magnético perpendicular a su velocidad y dirigido hacia el interior del papel, según muestra la figura. ¿Qué signo tiene cada una de las cargas? ¿Cuál de las dos posee mayor relación $|q|/m$?



---

2. Una bobina circular consta de 30 espiras circulares de 5 cm de radio y se encuentra situada en un plano perpendicular a un campo magnético variable con el tiempo cuyo módulo es (en unidades del sistema internacional):

$$B = 1 - 3t + t^2$$

(a) Determina el flujo magnético de la bobina en función del tiempo

(b) Calcula la *fem* inducida en la bobina en el instante $t = 0{,}5$ s.

---

3. Calcula a qué velocidad ha de moverse un cuerpo para que su energía cinética relativista sea igual a su energía en reposo. ($c = 3 \times 10^8$ m/s.)

---

4. Calcula la longitud de onda asociada (onda de *De Broglie*) de un electrón que se mueve a una velocidad de 7×10^5 m/s. Exprésala en nanómetros. **Datos:** $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ Js, $m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg.

---

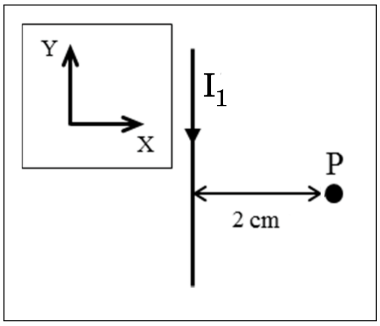
5. Tenemos un elemento radiactivo y en 20 horas se ha reducido su cantidad al 90% de la cantidad inicial. Halla su periodo de semidesintegración en horas.

Contesta **dos** problemas

1. Por un hilo conductor infinitamente largo circula una corriente eléctrica I_1 que genera en un punto P a 2 cm del conductor un campo magnético de 2×10^{-4} T, según se ve en la figura. Los ejes son como se muestran y con el eje Z perpendicular al papel. Calcula:

(a) La intensidad I_1 de la corriente eléctrica.

(b) Ahora ponemos en el punto P un conductor paralelo al primero y por el que circula una corriente $I_2 = 5$ A y de 30 cm de longitud. Calcula el módulo de la fuerza magnética que ejerce el primer conductor sobre el segundo. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A^2.



---

2. El litio es un metal que presenta el efecto fotoeléctrico. Las experiencias muestran que cuando se ilumina con luz de longitud de onda $\lambda = 250$ nm es necesario aplicar un potencial de frenado de 2 V para detener a los electrones arrancados del metal.

(a) Calcula qué potencial de frenado habrá que aplicar si se ilumina el litio con luz de longitud de onda $\lambda = 190$ nm.

(b) Calcula el trabajo de extracción del litio (en eV) y la longitud de onda por debajo de la cual se produce el efecto fotoeléctrico.

Datos: $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ Js, $c = 3 \times 10^8$ m/s, $|e| = 1,6 \times 10^{-19}$ C. 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J.

---

3. El ^{24}Na es un isótopo radiactivo del sodio con un periodo de semidesintegración de 15 horas y que se emplea en análisis hematológicos. Dada una muestra de este isótopo:

(a) Calcula el **porcentaje** que quedará al cabo de 2 días

(b) Halla la actividad al cabo de los 2 días si la muestra es de 1 gramo de ^{24}Na.
Dato: $N_A = 6{,}023 \times 10^{23}$ átomos/mol.

Soluciones

Cuestiones

1. Hay que tener en cuenta la regla de la mano izquierda para saber cuál es el sentido de la fuerza magnética que actúa sobre las partículas. La fórmula es

$$\vec{F} = q\ \vec{v} \wedge \vec{B}$$

El vector velocidad de las partículas lleva la dirección del eje X y al ir el campo magnético hacia dentro del papel por la regla de la mano izquierda la fuerza magnética lleva la dirección del eje Y positivo, si la partícula tiene carga positiva. Por tanto la partícula 1 tiene carga positiva. Con un razonamiento igual, la partícula 2 ha de tener carga negativa que hará que el vector fuerza magnética lleve la dirección del eje Y negativo, que es como se ven las trayectorias en la figura.

Para saber cuál de las dos tiene mayor relación $|q|/m$ vamos a calcularla usando la fuerza magnética y la fuerza centrípeta

$$|q|vB = \frac{mv^2}{R}$$

pues la fuerza magnética al final lo que va a producir es un giro de la partícula. Simplificando la expresión anterior y hallando la relación $|q|/m$

$$\boxed{\frac{|q|}{m} = \frac{v}{BR}}$$

De la fórmula anterior se deduce que como la velocidad de las partículas es la misma y el campo magnético es constante, la que tenga un radio de curvatura menor (la partícula 1 según la figura) es la que tendrá la mayor relación $|q|/m$. La partícula 2 al tener un radio de curvatura mayor tendrá la menor relación $|q|/m$.

---

2. Por la definición de flujo magnético

$$\Phi_M = NBS\cos\alpha = 30\pi \cdot 0{,}05^2 \cdot (1 - 3t + t^2)$$

luego

$$\boxed{\Phi_M = 30\pi \cdot 0{,}05^2 \cdot (1 - 3t + t^2)}$$

La fuerza electromotriz la hallamos con la ley de Faraday

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_M}{dt} = -\frac{d}{dt}(30\pi \cdot 0{,}05^2 \cdot (1 - 3t + t^2)) = -30\pi \cdot 0{,}05^2 \cdot (-3 + 2t)$$

Para $t = 0{,}5$ s la fórmula anterior da

$$\boxed{\varepsilon = 60\pi \cdot (0{,}05)^2 = 0{,}471 \text{ V}}$$

---

3. Usando la fórmula de la energía cinética relativista e igualándola como nos dicen a $m_0 c^2$

$$E_C = mc^2 - m_0 c^2 = m_0 c^2$$

de donde se deduce que

$$mc^2 = 2m_0 c^2$$

Tachando los factores c^2 y sustituyendo la masa relativista en función de la velocidad tenemos

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

en donde podemos tachar de nuevo la masa en reposo m_0 quedando la ecuación

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

en la que es sencillo hallar la velocidad que nos piden

$$\frac{1}{2} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \to \frac{1}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2} \to \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \to \frac{v}{c} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

por tanto la velocidad que nos piden es

$$\boxed{v = \frac{\sqrt{3}}{2} c = 2{,}598 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

---

4. Basta con usar la fórmula para la longitud de onda asociada de *De Broglie*

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}62 \times 10^{-34}}{9{,}1 \times 10^{-31} \cdot 7 \times 10^5} = 1{,}0392 \times 10^{-9} \text{ m} = 1{,}0392 \text{ nm}$$

Por lo tanto

$$\boxed{\lambda = 1{,}0392 \text{ nm}}$$

---

5. Vamos a aplicar la ley de la desintegración radiactiva

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

En la cuestión nos dicen que para $t = 20$ h, $N = 0{,}9\, N_0$ (el 90%) y sustituyendo en la ecuación anterior

$$0{,}9\, N_0 = N_0\, e^{-20\lambda}$$

Eliminando N_0 y despejando λ

$$\ln 0{,}9 = -20\lambda$$

y sustituyendo lo que vale λ

$$\ln 0{,}9 = -20 \frac{\ln 2}{T}$$

con lo que despejando T

$$\boxed{T = -\frac{20 \ln 2}{\ln 0{,}9} = 131{,}57 \text{ h}}$$

Problemas

1. (a) Para este apartado basta con aplicar la ley de Biot-Savart que sirve para hallar la intensidad del campo magnético creado por un conductor

$$B = \frac{\mu_0\, I_1}{2\pi R}$$

De esta fórmula despejamos I_1

$$I_1 = \frac{2\pi R B}{\mu_0} = \frac{2\pi \cdot 0{,}02 \cdot 2 \times 10^{-4}}{4\pi \times 10^{-7}} = 20 \text{ A}$$

Por lo tanto

$$\boxed{I_1 = 20 \text{ A}}$$

(b) Para resolver esta parte hemos de aplicar la fórmula de la fuerza magnética sobre una corriente, en este caso la segunda, $I_2 = 5$ A.

$$\vec{F} = I_2\ \vec{L} \wedge \vec{B}$$

Ahora hay que darse cuenta en qué dirección van los vectores. El vector longitud $\vec{L}$ va en la misma dirección que la intensidad del conductor y el campo magnético sale hacia fuera del papel, con lo que $\vec{L}$ y $\vec{B}$ forman un ángulo de 90°. El módulo del vector fuerza será pues

$$F = I_2 L B \sin 90 = I_2 L B$$

sustituyéndolo todo en la fórmula usando como campo magnético B el que me dan en el problema

$$\boxed{F = 5 \cdot 0{,}3 \cdot 2 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4}\ \mathrm{N}}$$

También podríamos haber usado la fuerza magnética entre corrientes, conocida como la ley de Ampère

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0\, I_1\, I_2}{2\pi R}$$

Despejando de la anterior fórmula la F

$$F = L\,\frac{\mu_0\, I_1\, I_2}{2\pi R}$$

en donde si sustituimos todos los valores

$$\boxed{F = 0{,}3 \cdot \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 20 \cdot 5}{2\pi \cdot 0{,}02} = 3 \times 10^{-4}\ \mathrm{N}}$$

que obviamente coincide con el resultado anterior.

---

2. (a) Vamos a aplicar la fórmula del efecto fotoeléctrico para las dos longitudes de onda, $\lambda_1 = 250$ nm y $\lambda_2 = 190$, que corresponden a su vez a los potenciales de frenado $V_1 = 2$ V y el V_2 que es el que tenemos que hallar.

$$\frac{hc}{\lambda_1} = W_e + eV_1 \tag{1}$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = W_e + eV_2 \tag{2}$$

Restando la ecuación (2) de la (1) tenemos

$$\frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1} = e(V_2 - V_1) \tag{3}$$

En la ecuación (3) despejamos V_2

$$V_2 = V_1 + \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right) \tag{4}$$

y sustituyendo todos los valores

$$\boxed{V_2 = 2 + \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \cdot 3 \times 10^{8}}{1{,}6 \times 10^{-19}}\left(\frac{1}{190 \times 10^{-9}} - \frac{1}{250 \times 10^{-9}}\right) = 3{,}56\ \mathrm{V}}$$

(b) El trabajo de extracción del litio lo podemos calcular despejando por ejemplo en la fórmula (1)

$$W_e = \frac{hc}{\lambda_1} - eV_1 = \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \cdot 3 \times 10^8}{250 \times 10^{-9}} - 1{,}6 \times 10^{-19} \cdot 2 = 4{,}744 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Para poner ese trabajo en eV basta con dividir por $1{,}6 \times 10^{-19}$

$$\boxed{W_e = \frac{4{,}744 \times 10^{-19}}{1{,}6 \times 10^{-19}} = 2{,}965 \text{ eV}}$$

La longitud de onda correspondiente a ese trabajo de extracción será

$$\boxed{W_e = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{W_e} = \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \cdot 3 \times 10^8}{4{,}744 \times 10^{-19}} = 4{,}4429 \times 10^{-7} \text{ m} = 444{,}29 \text{ nm}}$$

---

3. (a) Para calcular el porcentaje podemos tomar como cantidad inicial 100. Aplicando la fórmula de la desintegración radiactiva

$$\boxed{N = N_0\, e^{-\lambda\, t} = 100\, e^{-\frac{\ln 2}{15} \cdot 48} = 10{,}881\ \%}$$

(b) Para calcular la actividad usamos su fórmula

$$A = \lambda\, N \tag{5}$$

Hay que poner el periodo de semidesintegración (T) en segundos y el número de átomos lo hallamos a partir de la masa de sodio que queda a los dos días, la masa atómica del sodio, que es 24 y el número de Avogadro.
Para la masa de sodio usamos

$$m = m_0\, e^{-\lambda\, t} = 1\, e^{-\frac{\ln 2}{15} \cdot 48} = 0{,}10881 \text{ g}$$

El número de átomos es sencillamente

$$N = \frac{0{,}10881 \cdot 6{,}023 \times 10^{23}}{24}$$

y usando la fórmula 5

$$\boxed{A = \lambda\, N = \frac{\ln 2}{15 \cdot 3600} \cdot \frac{0{,}10881 \cdot 6{,}023 \times 10^{23}}{24} = 3{,}505 \times 10^{16} \text{ Bq}}$$
