EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

**316 - FÍSICA**

EBAU2024 - **JUNIO**

**NOTA IMPORTANTE**
Escoja dos preguntas de entre las cuatro propuestas en cada bloque (Teoría, Cuestiones, Problemas), es decir, dos teóricas, dos cuestiones y dos problemas. En el caso de que responda a más de las que se piden, solo se corregirán las dos primeras que se hayan respondido.

## BLOQUE I. PREGUNTAS DE TEORÍA (ELIJA DOS) (1+1=2 PUNTOS)

**T1** Energía potencial gravitatoria. (1 punto)

**T2** Inducción electromagnética: leyes de Faraday y Lenz. (1 punto)

**T3** Clases de ondas. (1 punto)

**T4** Relatividad especial: postulados y repercusiones. (1 punto)

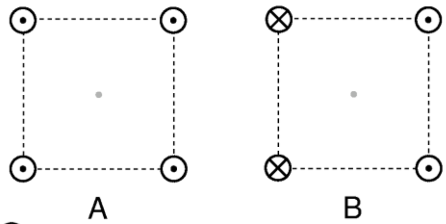
## BLOQUE II. CUESTIONES (ELIJA DOS) (1+1=2 PUNTOS)

**C1** Calcular el periodo (en días) y la velocidad orbital de la Luna en su trayectoria alrededor de la Tierra. (1 punto) Datos: $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$; masa de la Tierra= $6.0 \times 10^{24}\ kg$; masa de la Luna= $7.3 \times 10^{22}\ kg$ ; distancia Tierra-Luna (entre centros) = $384000\ km$.

**C2** Un altavoz emite ondas sonoras con una potencia de $450\ W$. Calcular la distancia mínima a la que deberíamos colocarnos para no superar el umbral de dolor ($120\ dB$). (1 punto)

Dato: $I_o = 10^{-12}\ W/m^2$

**C3** Cuatro conductores rectilíneos por los que pasa la misma intensidad de corriente eléctrica están situados en los vértices de un cuadrado. Dibujar cualitativamente el campo magnético creado en el centro del cuadrado por cada corriente y el total, en los dos supuestos, A y B, representados en la figura. (Copie el dibujo en el boletín de respuestas). (Cuando el campo sea nulo indíquelo expresamente con palabras). (1 punto)




⊙ corriente saliente del plano del dibujo

⊗ corriente entrante al plano del dibujo

**C4** Consideremos una partícula A de masa $m$ y otra partícula B de masa $3m$, ambas con la misma longitud de onda de *de Broglie*. Determinar el cociente entre la velocidad de la partícula B y la de la partícula A. (1 punto)

## BLOQUE III. PROBLEMAS (ELIJA DOS) (3+3=6 PUNTOS)

**P1** El positrón ($e^+$) es una partícula idéntica al electrón ($e^-$) en todas sus propiedades salvo en el signo de su carga eléctrica, que es positivo.

**a)** Si inicialmente tenemos en reposo un $e^-$ y un $e^+$ separados $7\ nm$ de distancia entre sí, calcular la energía que hay que aportar para separarlos una distancia infinita. (1 punto)

**b)** Aceleramos un positrón desde el reposo mediante un campo eléctrico constante de $2840\ V/m$. Calcular qué distancia recorrerá para alcanzar una velocidad de $1000\ m/s$. (1 punto)

**c)** Posteriormente se anula el campo eléctrico y el positrón se mueve a $1000\ m/s$ perpendicularmente al campo magnético de la Tierra, que en esa región vale $50\ \mu T$. Determinar el radio de la trayectoria descrita por el positrón. (1 punto)

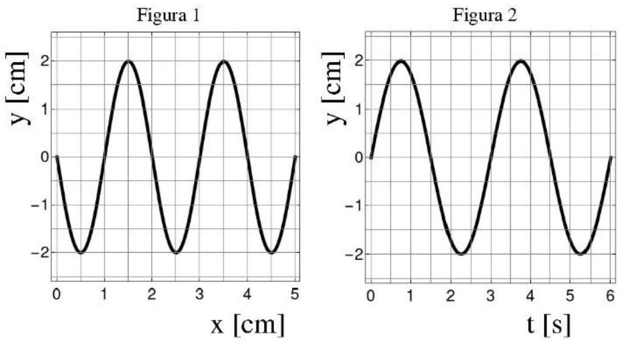
Datos: $\frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9 \times 10^{9} Nm^2C^{-2}$, carga del electrón= $-1.6 \times 10^{-19}\ C$, masa del electrón = $9.1 \times 10^{-31}\ kg$

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

**316 - FÍSICA**

EBAU2024 - **JUNIO**

**P2** Por una cuerda se propaga una onda armónica en el sentido positivo del eje $x$. La Figura 1 representa la elongación de la cuerda en el instante $t = 0$, y la Figura 2 representa la elongación de la cuerda, en función del tiempo, en la posición $x = 2\ cm$.




**a)** Determinar la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad de propagación. (1 punto)

**b)** Escribir la ecuación de la onda, $y(x, t)$. (1 punto)

**c)** Calcular la velocidad de vibración máxima y la aceleración máxima de un punto de la cuerda. (1 punto)

**P3** En las especificaciones de una lente de una cámara fotográfica, leemos que su distancia focal es $50\ mm$, que está hecha de un vidrio de sílex cuyo índice de refracción es $1.6$ y que es planoconvexa.

**a)** Determinar el radio de curvatura de la cara curva de la lente. (1 punto)

**b)** Calcular a qué distancia de la lente habría que colocar un objeto para que su imagen tenga la mitad de tamaño (en valor absoluto) que el tamaño del objeto. (1 punto)

**c)** Si un rayo láser incide desde el aire sobre la cara plana de la lente con un ángulo de 45º respecto de la normal, determinar el ángulo que forma el láser dentro de la lente respecto de la normal. (1 punto)

**P4** Dos de los isótopos radiactivos más utilizados en el tratamiento contra el cáncer son el ${}^{131}_{53}I$ y el ${}^{223}_{88}Ra$, que experimentan desintegración $\beta^-$ y $\alpha$ respectivamente.

**a)** Escribir la reacción de desintegración de ambos núcleos, especificando las partículas producidas y las características de los núcleos resultantes (número másico, $A$; número de protones, $Z$; y número de neutrones, $N$). (Si no sabe el nombre del núcleo resultante utilice el símbolo genérico $X$). (1 punto)

**b)** Si inicialmente tenemos una muestra de $1\ mg$ de ${}^{131}I$ y después de 5 días quedan $0.66\ mg$, determinar la vida media del núcleo ${}^{131}I$. (1 punto)

**c)** Calcular, en julios, la energía liberada en la desintegración $\alpha$ de un núcleo de ${}^{223}Ra$. (1 punto)

Datos: masas de los núcleos: $M({}^{223}_{88}Ra) = 223.0185\ u$, $M({}^{4}_{2}He) = 4.0026\ u$, $M\left({}^{219}_{86}Rn\right) = 219.0095\ u$,
$1\ u \equiv 1\ uma = 1.66 \cdot 10^{-27}\ kg$

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

**316 - FÍSICA**

EBAU2024 - **JUNIO**

**C1** De la tercera ley de Kepler:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{MG} r^3 \rightarrow \boxed{T =} \sqrt{\frac{4\pi^2}{M_T G} r^3} = \sqrt{\frac{4\pi^2}{6.0 \cdot 10^{24} \times 6.67 \cdot 10^{-11}} (384000 \cdot 10^3)^3} = 2.3634 \cdot 10^6 \, s \cong \boxed{27 \, días}$$

$$\boxed{v =} \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 380000 \cdot 10^3}{2.3634 \cdot 10^6} = 1021 \, m/s \cong \boxed{1 \, km/s}$$

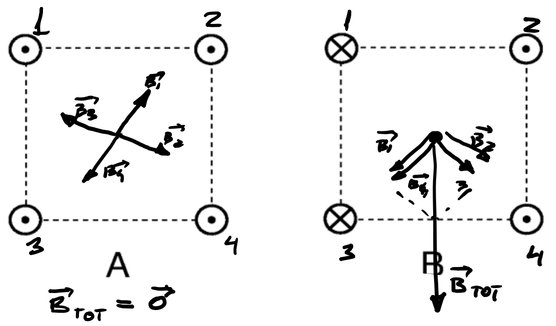
**C2** Calculemos primero la Intensidad, $I$, a la que corresponde el umbral de dolor:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_o} \rightarrow 120 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow I = 1 \; W/m^2$$

Si la fuente emite con una potencia de $450 \, W$ deberemos situarnos a una distancia tal que

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} \rightarrow \boxed{d =} \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = \sqrt{\frac{450}{4\pi \cdot 1}} = 5.98 \, m \cong \boxed{6 \, m}$$

**C3** El campo magnético creado por un hilo rectilíneo es $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{u}$ , donde $\vec{u}$ tiene el sentido del producto vectorial $\vec{I} \times \vec{r}$. Por tanto, en el centro, todos los hilos están a la misma distancia, luego el módulo es igual pero el sentido es tal como indica la figura:




**C4** Relación de *de Broglie*:

$$p = \frac{h}{\lambda} \longrightarrow \lambda_A = \frac{h}{m_A v_A} \quad ; \quad \lambda_B = \frac{h}{m_B v_B}$$

Nos dicen que $\lambda_A = \lambda_B \rightarrow \frac{h}{m_A v_A} = \frac{h}{m_B v_B} \rightarrow \boxed{\frac{v_B}{v_A} =} \frac{m_A}{m_B} = \frac{m}{3m} = \boxed{\frac{1}{3}}$

**P1 a)** $\boxed{W_{externo} =} \Delta U = U_\infty - U_o = 0 - \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \frac{-e\,e}{d} = 9 \cdot 10^9 \times \frac{(1.6 \cdot 10^{-19})^2}{7 \cdot 10^{-9}} = \boxed{3.3 \cdot 10^{-20} \, J}$

**b)**
$$\left.\begin{aligned} &W = F \cdot x = qEx \\ &W = \Delta T = \tfrac{1}{2} m v^2 - 0 \end{aligned}\right\} \rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = qEx \rightarrow \boxed{x =} \frac{mv^2}{2qE} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \times 1000^2}{2 \times 1.6 \cdot 10^{-19} \times 2840} = 10^{-9} \, m = \boxed{1 \, nm}$$

**c)** El electrón sigue una trayectoria circular en donde la Fuerza de Lorentz provoca una aceleración normal:

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \rightarrow \boxed{R =} \frac{mv}{qB} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \times 1000}{1.6 \cdot 10^{-19} \times 50 \cdot 10^{-6}} = 1.14 \cdot 10^{-4} \, m = \boxed{0.114 \, mm}$$

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
**316 - FÍSICA**
EBAU2024 - **JUNIO**

**P2 a)** De la Figura 1 sacamos la longitud de onda: $\boxed{\lambda = 2\ cm}$

y de la Figura 2 sacamos el periodo y por tanto la frecuencia: $\boxed{f =}\frac{1}{T} = \frac{1}{3} = \boxed{0.33\ Hz}$

y la velocidad es $\boxed{v =}\frac{\lambda}{T} = \frac{2}{3} = \boxed{0.67\ cm/s}$

**b)** Ecuación de la onda: $y(x,t) = A\ sen(kx - \omega t + \delta)$

$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ cm^{-1}$ ; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3} s^{-1} = 2.094\ s^{-1}$

De la Figura 1: $A = 2\ cm$

Nos falta el defasaje, $\delta$, que lo podemos sacar viendo que $y(0,0) = 0 \ \rightarrow \ 0 = A\ sen(\delta) \ \rightarrow \ \delta = 0 \text{ ó } \pi$

Para saber si es 0 o es $\pi$, podemos usar, por ejemplo, que

$y\left(\frac{1}{2},0\right) = -2 = 2\ sen\left(\frac{\pi}{2} + \delta\right) \ \rightarrow \ \frac{\pi}{2} + \delta = \frac{3\pi}{2} \ \rightarrow \ \boxed{\delta = \pi}$

Por tanto $\boxed{y(x,t) = 2\ sen(\pi x - \frac{2\pi}{3} t + \pi)}$ (distancias en $cm$ y tiempo en $s$)

(Por supuesto es válido si se ha usado *cos* ó $\omega t - kx$ en el seno, etc., siempre que el defasaje calculado sea coherente con el criterio utilizado)

**c)** $\dot{y}(x,t) = -A\omega\ cos(kx - \omega t + \delta) \ \rightarrow \ \boxed{v_{max} =} A\omega = 2\ \frac{2\pi}{3} = \frac{4\pi}{3}\ cm\ s^{-1} = \boxed{4.19\ cm\ s^{-1}}$

$\ddot{y}(x,t) = -A\omega^2 sen(kx - \omega t + \delta) \ \rightarrow \ \boxed{a_{max} =} A\omega^2 = 2\left(\frac{2\pi}{3}\right)^2 = \frac{8\pi^2}{9}\ cm\ s^{-1} = \boxed{8.77\ cm\ s^{-2}}$

---

**P3 a)** De la "ecuación del fabricante de lentes" y usando que $f' = 50\ mm$ y $R_2 \rightarrow \infty$:

$$\frac{1}{f'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \ \rightarrow \ \frac{1}{50} = (1.6-1)\left(\frac{1}{R_1} - 0\right) \ \rightarrow \ \boxed{R_1 = 30\ mm}$$

**b)** Una lente planoconvexa es convergente y por tanto su imagen puedes ser real, invertida y de menor tamaño; real, invertida y de mayor tamaño; o virtual, derecha y de mayor tamaño. Por tanto la única posibilidad de que el aumento sea menor que 1 es el primer caso, por tanto buscamos que su aumento sea $A = -\frac{1}{2}$:

$$A = \frac{s'}{s} = -\frac{1}{2} \ \rightarrow \ s' = -\frac{s}{2}$$

Y usando la "ecuación de Gauss de las lentes delgadas"

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \ \rightarrow \ -\frac{2}{s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \ \rightarrow \ \boxed{s =} -3f' = -3 \cdot 50 = \boxed{-150\ mm}$$

**c)** Usando la Ley de Snell:

$n_1 sen\ \theta_1 = n_2 sen\ \theta_2 \ \rightarrow \ 1\ sen\ 45^o = 1.6\ sen\ \theta_2 \ \rightarrow \ \theta_2 = arcsen\left(\frac{sen\ 45^o}{1.6}\right) = \boxed{26.23^o}$

---

**P4 a)** ${}^{131}_{53}I_{78} \rightarrow {}^{131}_{54}Xe_{77} + e^- + \bar{\nu}_e$ ; ${}^{223}_{88}Ra_{135} \rightarrow {}^{219}_{86}Rn_{133} + {}^{4}_{2}He_2$

**b)** Ley de desintegración radiactiva: $N = N_0 e^{-\lambda t} \ \rightarrow \ m = m_0 e^{-\lambda t} \ \rightarrow \ \lambda = \frac{1}{t}\ln\left(\frac{m_0}{m}\right)$

Vida media: $\boxed{\tau =}\frac{1}{\lambda} = \frac{t}{\ln\left(\frac{m_0}{m}\right)} = \frac{5}{\ln\left(\frac{1}{0.66}\right)} = \boxed{12\ días}$

**c)** Energía liberada: $E_{inicial} - E_{final} = \sum m_i c^2 - \sum m_f c^2 = M({}^{223}_{88}Ra)\ c^2 - M({}^{219}_{86}Rn)\ c^2 - M({}^{4}_{2}He)\ c^2 =$ $(223.0185 - 219.0095 - 4.0026) \times 1.66 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = \boxed{9.57 \cdot 10^{-13} J}$