EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

216 FÍSICA

EBAU2021 - **JULIO**

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 Ley de la gravitación universal. (1 punto)

T2 Energía potencial y potencial eléctricos. (1 punto)

T3 Ondas electromagnéticas. (1 punto)

T4 Tipos de radiaciones nucleares. (1 punto)

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

C1 Obtener por análisis dimensional los exponentes numéricos x e y en la expresión física $a = \frac{\rho}{m} S^x v^y$, donde a es una aceleración, m masa, S área, ρ densidad y v una velocidad. (1 punto)

C2 Un rayo láser se mueve en el interior de un cristal de zafiro, de índice de refracción 1.77. El rayo incide sobre una de sus caras planas que lo separa del aire. ¿A partir de qué ángulo de incidencia, respecto de la perpendicular a la cara, el láser no sale del cristal? (1 punto)

C3 Considérese un hilo rectilíneo infinito por el que circula una corriente eléctrica. ¿A qué distancia de ese hilo el módulo del campo magnético creado por el hilo es el mismo que el que crea en su centro una espira circular de radio R por el que circula una corriente de igual intensidad? (1 punto)

C4 La luz proveniente del Sol, cuya longitud de onda promedio es 500 nm, incide sobre la superficie de la Tierra con una intensidad de 1300 W/m². ¿Cuántos fotones inciden sobre la superficie de la Tierra en un metro cuadrado en cada segundo? (1 punto)

Dato: h=6.63·10^{-34} J·s

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

P1 Este año se conmemora el 60 aniversario del primer vuelo espacial de un ser humano, llevado a cabo por Yuri Gagarin a bordo de la nave Vostok con una masa conjunta (nave más astronauta) de 2500 kg, que se puso en órbita a 315 km de la superficie de la Tierra.

a) Determinar la aceleración de la gravedad debida a la Tierra en el punto de la órbita indicada. (1 punto)

b) Si la Vostok estuvo en órbita durante 90 s, ¿cuántas vueltas dio a la Tierra estando en órbita? (1 punto)

c) ¿Qué energía extra mínima habría que aportar para que desde esa órbita abandonaran completamente la influencia de la Tierra? (1 punto)

Datos: G = 6.67·10^{-11} N·m²/kg² ; masa de la Tierra = 5.97·10^{24} kg; radio de la Tierra= 6371 km

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

216 FÍSICA

EBAU2021 - **JULIO**

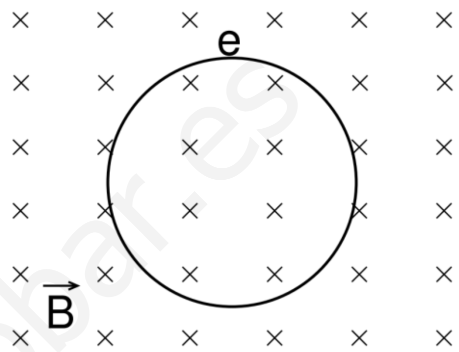
P2 La figura muestra la trayectoria seguida por un electrón de 5 eV de energía cinética en el seno de un campo magnético uniforme de 0.8 T perpendicular al plano del dibujo y de sentido entrante al mismo.

a) Determinar la velocidad del electrón. (1 punto)

b) Calcule el módulo de la aceleración del electrón y dibuje los vectores velocidad, aceleración y fuerza magnética en un punto de la trayectoria. (1 punto)

c) Calcular el radio de la trayectoria descrita y cuántas vueltas da el electrón en un nanosegundo. (1 punto)

Datos: 1 eV=1.6×10^{-19} J; masa del electrón =9.1×10^{-31} kg; carga del electrón =1.6×10^{-19} C

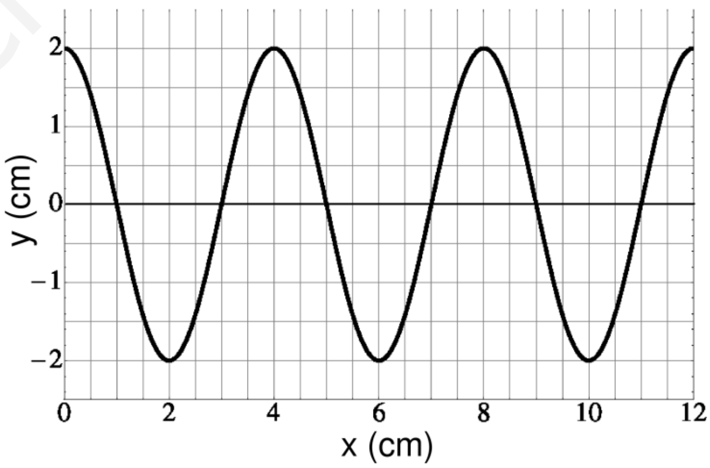


P3 La figura representa una fotografía, tomada en el instante t=3 s, de una onda transversal que se propaga en el sentido positivo del eje x con velocidad 2 cm/s.

a) Determinar su amplitud, frecuencia y periodo. (1 punto)

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

c) Calcular la aceleración máxima. Obtener también la velocidad de vibración de un punto situado en *x*=0 en *t*=1s. (1 punto)



P4 Una persona hipermétrope utiliza unas gafas de 6 D de potencia.

a) Calcular la distancia focal de la lente. (1 punto)

b) Suponiendo la lente simétrica y de radio 10 cm ¿qué velocidad tendrá la luz en su interior? (1 punto)

c) Si utilizamos la lente para leer un libro a 40 cm de distancia ¿Dónde obtendremos la imagen? Resuelva este apartado analítica y gráficamente. (1 punto)

Solución EBAU Murcia. Julio 2021

CUESTIONES

C1 Sustituyendo en las ecuaciones cada magnitud por sus dimensiones, tenemos:

$$\frac{L}{T^2} = \frac{M/L^3}{M}(L^2)^x(L/T)^y = \frac{L^{2x+y-3}}{T^y}$$

Igualando las potencias de L y T, tenemos:

$$\left.\begin{array}{c} 1 = 2x + y - 3 \\ 2 = y \end{array}\right\} \Rightarrow \quad y = 2 \quad ; \quad x = 1$$

C2 El ańgulo pedido es el *ángulo límite*, es decir, el ángulo de incidencia, θ_1, a partir del cual el ángulo refractado, θ_2, es 90^o. Usando la ley de Snell $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ tenemos

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \quad \Rightarrow \quad \theta_1 = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1.77}\right) = 0.6 = 34.4^o$$

C3 El campo magnético creado por una corriente rectilínea infinita a una distancia r es $B = \frac{\mu_o I}{2\pi r}$ y el creado por una espira de radio R en su centro es $B = \frac{\mu_o I}{2R}$. Igualando ambas expresiones nos queda que $r = R/\pi$.

C4 Un fotón de luz solar tendrá una energía

$$E_\gamma = hf = h\frac{c}{\lambda} = 6.63 \cdot 10^{-34}\frac{3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^{-9}} = 3.978 \cdot 10^{-19}\ J$$

Como la intensidad, I, representa la energía que llega por unidad de superficie y por unidad de tiempo, entonces el número de fotones por segundo y por metro cuadrado será la intensidad dividido entre la energía que lleva un fotón.

$$\frac{I}{E_\gamma} = \frac{1300}{3.978 \cdot 10^{-19}} = 3.27 \cdot 10^{21}\ \text{fotones}/m^2/s$$

PROBLEMAS

P1 a)

$$g = \frac{GM_T}{r^2} = \frac{6.67\cdot 10^{-11}\times 5.97\cdot 10^{24}}{((6371+315)\cdot 10^3)^2} = 8.9\ m/s^2$$

b) Podemos obtener el tiempo que tarda en dar una vuelta a la Tierra, periodo orbital, T, de la tercera ley de Kepler:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_T}r^3 \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_T}} = 2\pi\sqrt{\frac{((6371+315)\cdot 10^3)^3}{6.67\cdot 10^{-11}\times 5.97\cdot 10^{24}}} = 5444\ s = 1.51\ horas$$

Por tanto, si estuvo en órbita durante solo 90 s, habrá dado $90/5444 = 0.016\ vueltas$ (aproximadamente un sesentavo de vuelta).

c) La energía mecánica de la nave estando en órbita es

$$E_1 = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} = \frac{1}{2}m\frac{GM}{r} - \frac{GMm}{r} = -\frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$$

Si la nave se acerca hasta infinito, al menos con velocidad cero en ese límite, su energía en infinito será $E_c + E_P = 0$. Por tanto hay que aportar una energá extra $E = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$ para que la energía total sea cero:

$$E = \frac{1}{2}\frac{GMm}{r} = \frac{1}{2}\frac{6.67\cdot 10^{-11}\times 5.97\cdot 10^{24}\times 2500}{(6371+315)\cdot 10^3} = 7.44\times 10^{10}\ J$$

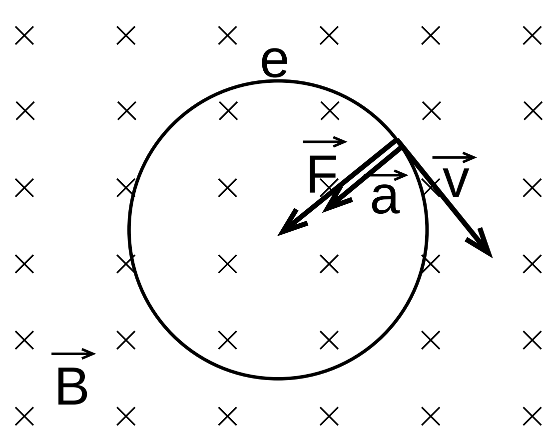
P2 a) Usando la expresión de la energía cinética para el electrón:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2\times(5\times 1.6\cdot 10^{-19})}{9.1\cdot 10^{-31}}} = 1326\ km/s$$

b) La aceleración será toda normal y debida a la fuerza de Lorentz:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qvB}{m} = \frac{1.6\cdot 10^{-19}\times 1326\cdot 10^3\times 0.8}{9.1\cdot 10^{-31}} = 1.865\cdot 10^{17}\ m/s^2.$$

La velocidad será tangente a la trayectoria, la fuerza y la acelereación perpendicular, y teniendo cuenta el sentido que determina la fuerza de Lorentz $\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$, los vectores pedidos se representan en la figura:



c) Una partícula de carga q y masa m que entra con velocidad $\vec{v}$ en una campo magnético perpendicular a $\vec{v}$ experimenta una fuerza de Lorentz de módulo qvB que provoca una aceleración normal mv^2/R que hace describir un círculo de radio R. Por tanto

$$\frac{mv^2}{R} = qvB \quad \Rightarrow \quad R = \frac{mv}{qB} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \times (1326 \cdot 10^3)}{1.6 \cdot 10^{-19} \times 0.8} = 9.4 \cdot 10^{-6}\ m = 9.4\ \mu m$$

El tiempo que tarda en dar una vuelta es

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \times 9.4 \cdot 10^{-6}\ m}{1326 \cdot 10^3} = 4.46 \cdot 10^{-11}\ s.$$

Por tanto en un nanosengundo dará

$$\frac{10^{-9} s}{4.46 \cdot 10^{-11}\ s/vuelta} = 22.4\ vueltas$$

P3 a) Leyendo de la figura: $A = 2\ cm$, $\lambda = 4\ cm$, y la frecuencia es $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2\ cm/s}{4\ cm} = 0.5\ Hz$, y el periodo $T = 1/f = 2\ s$.

b) La ecuación general de la onda es

$$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t + \delta)$$

(Por supuesto, vale cualquier otra expresión equivalente: usando la función *seno*, y/o usando $\omega t - kx$ en vez de $kx - \omega t$, etc.)

En nuestro caso:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{4\ cm} = \frac{\pi}{2}\ cm^{-1} = 1.57\ cm^{-1} \quad ; \quad \omega = 2\pi f = 2\pi 0.5 = \pi = 3.14 s^{-1}$$

Para obtener el defasaje, δ, podemos usar, por ejemplo, que en $t = 3\ s$ y $x = 0$, el valor de y es $y = 2\ cm$. Por tanto:

$$2 = 2\cos(0 - \pi \times 3 + \delta) \quad \Rightarrow \quad \cos(\delta - 3\pi) = 1 \quad \Rightarrow \quad \delta - 3\pi = n \cdot 2\pi \quad ; \quad n = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

Tomando, por ejemplo, $n = 0$ tenemos que $\delta = 3\pi$, que equivale a $\delta = \pi$ porque el coseno es una función de periodo 2π. Por tanto la ecuación de la onda, o función de onda, queda

$$y(x,t) = 2\cos\left(\frac{\pi}{2}x - \pi t + \pi\right)\ cm = 2\cos(1.57x - 3.14t + 3.14)\ cm \quad , \quad \text{con } x \text{ en } cm \text{ y } t \text{ en } s.$$

c) La aceleración máxima es $a_{\max} = A\omega^2 = 2\ cm \times (\pi s^{-1})^2 = 6.28\ cm/s^2 = 0.0628\ m/s^2$.

La velocidad de vibración es

$$\dot{y}(x,t) \equiv \frac{dy(x,t)}{dt} = -A\omega \sin(kx - \omega t + \delta)$$

En el punto que nos piden, $x = 0$, $t = 1\ s$:

$$\dot{y}(0, 1\ s) = -2 \times 3.14 \sin(0 - 3.14 \times 1 + 3.14) = 0$$

P4 a) Una persona hipermétrope usa lentes convergentes.

$$f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{6} = 0.167\ m = 16.7\ cm$$

b) De la "ecuación del fabricante de lentes"podemos obtener el índice de refracción, n:

$$\frac{1}{f'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = (n-1)\frac{2}{R} \quad \Rightarrow \quad n = 1 + \frac{R}{2f'} = 1 + \frac{0.1}{2 \times 0.167} = 1.3.$$

Por tanto, la velocidad de la luz en el interior será:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1.3} = 2.3 \cdot 10^8\ m/s$$

c) Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{16.7\ cm} + \frac{1}{-40\ cm} = 0.0349\ cm^{-1} \quad \Rightarrow \quad s' = 28.7\ cm$$