EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

216 FÍSICA

EBAU2022 - **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 Ley de la gravitación universal. (1 punto)

T2 Ondas electromagnéticas. (1 punto)

T3 Leyes de la reflexión y la refracción. (1 punto)

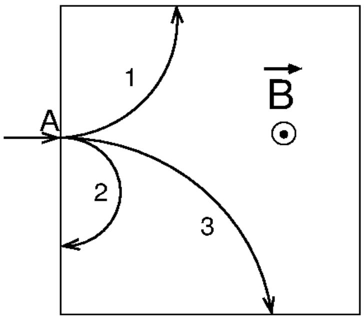
T4 Aplicaciones de la Física Nuclear. (1 punto)

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

C1 El radio del universo según algunos modelos cosmológicos viene dado por $R = \frac{4M^a G}{3\pi c^b}$ donde M es la masa del universo, G es la constante de la gravitación universal y c es la velocidad de la luz. Determinar a y b por análisis dimensional. (1 punto)

C2 Sabiendo que la gravedad en la Tierra es 2.6 veces mayor que en Marte, calcular qué altura alcanzaría en Marte un saltador de altura que en la Tierra es capaz de saltar 2 m. (1 punto)

C3 En el interior del rectángulo de la figura hay un campo magnético uniforme perpendicular saliente al plano de la imagen. En el punto A penetran con la misma velocidad tres partículas cargadas (1, 2 y 3) de mismo valor absoluto de las cargas, cuyas trayectorias se muestran en la figura. Ordenar razonadamente de mayor a menor las masas de las partículas e indicar el signo de la carga de cada una de ellas. (1 punto)



C4 Consideremos un metal sobre el que se está produciendo efecto fotoeléctrico al iluminarlo. Razone qué opción, a) o b), hace que la siguiente frase sea verdadera: (1 punto)

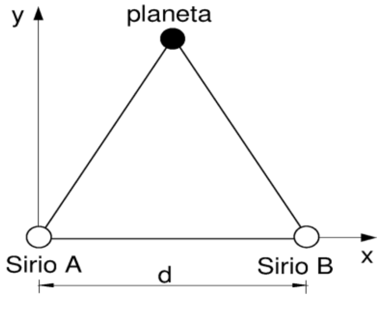
"Al aumentar la frecuencia de los fotones incidentes…

a) … se emitirán más electrones por unidad de tiempo."

b) … los electrones emitidos tendrán mayor velocidad".

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

P1 La estrella más brillante en el cielo nocturno es Sirio y hoy sabemos que en realidad es un sistema binario compuesto por dos estrellas, llamadas Sirio A y Sirio B, separadas entre sí una distancia d=3·10^9 km. La masa de Sirio A es el doble que la del Sol y la de Sirio B es igual a la masa del Sol. Supongamos que hubiera un planeta de la misma masa que la Tierra y el doble de densidad que la Tierra colocado formando un triángulo equilátero con las estrellas, como indica la figura. Determinar:



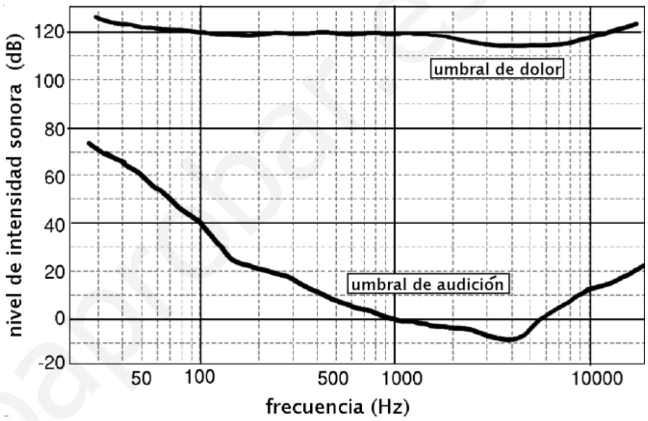
a) El radio del planeta y la velocidad de escape desde la superficie de ese planeta. (1 punto)

b) El campo gravitatorio ejercido por Sirio A más Sirio B en el punto donde está el planeta. (1 punto)

c) La energía gravitatoria total del sistema. (1 punto)

Datos: G= $6.67\cdot10^{-11}$ N·m^2/kg^2; masa del Sol = $2\cdot10^{30}$ kg; masa de la Tierra = $6.0\cdot10^{24}$ kg; densidad de la Tierra = 5500 kg/m^3

P2 Las curvas de la gráfica representan el nivel mínimo detectable (umbral de audición) y el nivel máximo soportable (umbral de dolor) para el oído humano en función de la frecuencia del sonido. Consideremos dos altavoces, A y B, emitiendo sonido desde un mismo punto. El altavoz A emite sonido de 1000 Hz con una potencia de 2 W, y el altavoz B, emite sonido de 100 Hz.



a) Determinar la longitud de onda mínima y el periodo máximo del sonido emitido. (1 punto)

b) Calcular la distancia mínima a la que podríamos colocarnos del altavoz A, para no superar el nivel de dolor, si solo emitiera el altavoz A. (1 punto)

c) Calcular con qué potencia debe emitir el altavoz B para que la distancia a la que se deja de escuchar dicho altavoz sea la misma que a la que se deja de escuchar el A. (1 punto)

Dato: I_o= 10^{-12} W/m²

P3 Consideremos un haz de electrones y otro de positrones que se mueven en paralelo en línea recta con la misma velocidad de 200 km/s pero en sentidos opuestos. Ambos haces están separados una distancia de 8 cm y por cada punto de cada haz pasan $5\cdot10^{19}$ partículas por segundo.

a) Calcular la longitud de onda de un electrón del haz. (1 punto)

b) Determinar la fuerza magnética que ejerce el haz de electrones sobre uno de los positrones del otro haz. (Hacer un dibujo esquemático representando dicha fuerza). (1 punto)

c) Un electrón del haz entra en un condensador plano con placas separadas 2 cm. Si el electrón entra perpendicularmente a su placa positiva, determinar el campo eléctrico uniforme que habría que aplicar entre las placas del condensador para que el electrón se frenara justo antes de llegar a la placa negativa. (1 punto)

Datos: h = $6.6\cdot10^{-34}$ J·s, $\mu_o = 4\pi\cdot10^{-7}$ T·m·A^{-1}, carga del electrón=$-1.6\cdot10^{-19}$ C, masa del electrón = $9.1\cdot10^{-31}$ kg

P4 La cámara de un teléfono móvil consta de una lente biconvexa simétrica de 28 mm de radio, fabricada con un material transparente donde la luz viaja a $1.5\cdot10^8$ m/s.

a) Calcular la potencia y la distancia focal. (1 punto)

b) Si colocamos un objeto a 7 cm de la lente, calcular a qué distancia de la lente se formará la imagen, y el aumento de la lente. (1 punto)

c) ¿Qué características tendrá la imagen obtenida? Razone su respuesta gráficamente. (1 punto)

Solución EBAU Murcia. Junio 2022

CUESTIONES

C1

Podemos sacar las dimensiones de G de la ley de la gravitación universal:

$$[F] = \frac{[G]M^2}{L^2} \Rightarrow ML/T^2 = \frac{[G]M^2}{L^2} \Rightarrow [G] = \frac{L^3}{T^2 M}$$

Por tanto, la ecuación dimensional pedida será:

$$L = \frac{M^a L^3/(T^2 M)}{(L/T)^b} \Rightarrow \left(\frac{L}{T}\right)^b = M^{a-1}\left(\frac{L}{T}\right)^2$$

Para que concuerden las dimensiones $\Rightarrow \boxed{a = 1,\ b = 2}$

C2

Un mismo saltador se impulsará con la misma velocidad inicial, o la misma energía cinética. Por conservación de la energía:

$$\left.\begin{array}{rl} \text{En la Tierra:} & E_c = m\, g_T\, h_T \\ \text{En Marte:} & E_c = m\, g_M\, h_M \end{array}\right\} \Rightarrow \quad h_M = h_T \frac{g_T}{g_M} = 2 \times 2.6 = 5.2\, m$$

C3

Las partículas sufrirán la fuerza de Lorentz dada por $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$, que tiene dirección perpendicular a la velocidad por lo que provocará que cambien de sentido la velocidad sin cambiar el módulo describiendo un movimiento circular uniforme de radio R. En un punto de la trayectoria la fuerza de Lorentz ha de ser igual en módulo a la centrífuga:

$$qvB = m\frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{mv}{qB}$$

por tanto, cuanto mayor masa, mayor radio. Así pues, por orden de radio decreciente, es decir, masa decreciente, son: $m_3 > m_1 > m_2$.

El vector $\vec{v} \times \vec{B}$ tiene el sentido hacia la parte inferior del dibujo, por tanto, como la fuerza de Lorentz es $\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$, la fuerza apunta inicialmente hacia abajo para las cargas positivas y hacia arriba para la negativas, por tanto $\Rightarrow \quad q_1 < 0 \qquad q_2, q_3 > 0$.

C4

La <u>verdadera</u> es la opción **<u>b)</u>**. La a) es falsa porque un fotón arranca un único electrón, por tanto si no se aumenta el número de fotones no puede aumentar el número de electrones arrancados. La b) es verdadera porque la energía cinética de un electrón arrancado, si $hf > W_o$, es: $E_c = hf - W_o$, por tanto si aumentamos f, entonces aumenta E_c y por tanto la velocidad.

PROBLEMAS

P1

a) El radio del planeta lo sabemos conociendo su densidad y su masa:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \quad \Rightarrow \quad R = \left(\frac{3M}{4\pi\rho}\right)^{1/3} = \left(\frac{3\times 6\cdot 10^{24}}{4\pi \times 2\times 5500}\right)^{1/3} = 5.068\cdot 10^6\, m = 5068\, km$$

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2\times 6.67\cdot 10^{-11}\times 6\cdot 10^{24}}{5.068\cdot 10^6}} = 12.6\, km/s$$

b) El campo total en el planeta (p) será el creado por A más el creado por B:

$$\begin{aligned}
\vec{G} &= -\frac{GM_A}{d^2}\hat{r}_{Ap} - \frac{GM_B}{d^2}\hat{r}_{Bp} = -\frac{GM_A}{d^2}(\cos(60^o), \sin(60^o)) - \frac{GM_B}{d^2}(-\cos(60^o), \sin(60^o)) \\
&= -\frac{G}{d^2}\Big(\cos(60^o)(M_A - M_B)\hat{\imath} + \sin(60^o)(M_A + M_B)\hat{\jmath}\Big) \\
&= -\frac{6.67\cdot 10^{-11}}{(3\times 10^{12})^2}\left(\frac{1}{2}(2-1)\hat{\imath} + \frac{\sqrt{3}}{2}(2+1)\hat{\jmath}\right)\times 2\cdot 10^{30} = \quad (-7.4\cdot 10^{-6}\hat{\imath} - 38.5\cdot 10^{-6}\hat{\jmath})\, N/kg
\end{aligned}$$

c) La energía potencial total, U, será la suma de las de todas las parejas:

$$\begin{aligned}
U &= U_{AB} + U_{Ap} + U_{Bp} = -\frac{G}{d}(M_A M_B + M_A M_p + M_B M_p) \\
&- \frac{6.67\cdot 10^{-11}}{3\times 10^{12}}\Big(2\times 1\times (2\cdot 10^{30})^2 + (2+1)\times 2\cdot 10^{30}\times 6\cdot 10^{24}\Big) = \quad -1.8\cdot 10^{38}\, J
\end{aligned}$$

P2

a) $\lambda_{\min} = \frac{v}{f_{\max}} = \frac{340}{1000} = 0.34\, m = 34\, cm \quad ; \quad T_{\max} = \frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{100} = 0.01\, s$

b) Vemos que el nivel de intensidad de dolor a 100 Hz es 120 dB, que corresponde justo a una intensidad $120 = 10\log(I/I_o) \quad \Rightarrow \quad I = 1\, W/m^2$.

Por otro lado $I = \frac{P}{4\pi d^2} \quad \Rightarrow \quad d = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = \sqrt{\frac{2}{4\pi\times 1}} = 0.40\, m = 40\, cm$

c) Para el altavoz A, su umbral de audición es justamente 0 dB, lo que implica una intensidad $I_A = I_o$, pues $0 = 10\log(I_A/I_o) \Rightarrow I_A = I_o$. Para el altavoz B, su umbral de audición son 40dB que corresponde a un intensidad: $40 = 10\log(I_B/I_o) \Rightarrow I_B = 10^4 I_o$. Por tanto, para que la distancia, d, sea la misma:

$$\left.\begin{aligned} P_A = I_A 4\pi d^2 \\ P_B = I_B 4\pi d^2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad P_B = P_A\frac{I_B}{I_A} = 2\times\frac{10^4 I_o}{I_o} = 20000\, W$$

P3 a) Longitud de onda (de Broglie): $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.6\cdot 10^{-34}}{9.1\cdot 10^{-31}\times 200\cdot 10^{3}} = 3.6\times 10^{-9}\,m = 3.6\,nm$

b) La intensidad de corriente eléctrica en un puntio del haz es el número de partículas que pasan por unidad de tiempo por la carga de una partícula:

$$|I| = \frac{dQ}{dt} = 5\cdot 10^{19}\times 1.6\cdot 10^{-19} = 8\,A$$

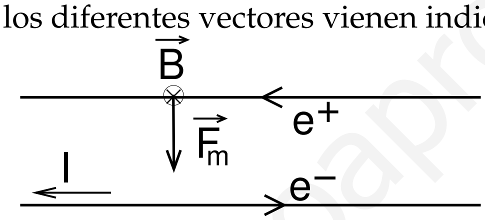
(y de sentido contrario a la velocidad del electrón, pues tiene carga negativa). Esa corriente crea, a una distancia r, un campo magnético:

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\times 8}{2\pi\times 0.08} = 2\cdot 10^{-5}\,T$$

Y teniendo en cuenta que ese campo es perpendicular a la velocidad de un positrón, la fuerza magnética que este siente viene dad por la ley de Lorentz:

$$|\vec{F}_m| = |e||\vec{v}\times\vec{B}| = 1.6\cdot 10^{-19}\times 200000\times 2\cdot 10^{-5} = 6.4\cdot 10^{-19}\,N$$

Las direcciones y sentidos de los diferentes vectores vienen indicados en la figura.



c) El trabajo realizado por el campo, $W = q\Delta V$, ha de ser igual a la energía cinética que tenía el electrón, $mv^2/2$. Por otro lado, como $E = \Delta V/d$ tenemos:

$$\frac{mv^2}{2} = q\Delta V = qEd \quad\Rightarrow\quad E = \frac{mv^2}{2qd} = \frac{9.1\cdot 10^{-31}\times 200000^2}{2\times 1.6\cdot 10^{-19}\times 0.02} = 5.7\,N/C$$

<u>Otro método:</u> Movimiento uniformemente acelerado con aceleración $a = -qE/m$:

$$\left.\begin{array}{l} v = v_o + at = 0 \\ d = v_o t + \frac{at^2}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow\quad t = -\frac{v_o}{a} \quad\Rightarrow\quad d = -\frac{v_o^2}{a} + \frac{av_o^2}{2a^2} = -\frac{v_o^2}{2a} \quad\Rightarrow\quad E = -\frac{ma}{q} = E = \frac{mv_o^2}{2qd}$$

P4 a) Aplicando la ecuación del fabricante de lentes:

$$P = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \left(\frac{c}{v} - 1\right)\frac{2}{R} = (2-1)\frac{2}{28} = 0.0714\,mm^{-1} = 71.4\,D \quad\Rightarrow\quad f' = \frac{1}{P} = 14\,mm$$

b) $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = P \quad\Rightarrow\quad s' = \frac{1}{P+\frac{1}{s}} = \frac{1}{\frac{1}{14}+\frac{1}{(-70)}} = 17.5\,mm$; Aumento: $A = \frac{s'}{s} = \frac{17.5}{-70} = -0.25$

c) Como $s > f$, la imagen es real e invertida, y, por ser $|A| < 1$, de menor tamaño que el objeto. Gráficamente: