

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
216 FÍSICA
 EBAU2021 - 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** Leyes de la reflexión y la refracción. (1 punto)
- T4** Relatividad especial. Postulados y repercusiones. (1 punto)

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

- C1** Se sitúan 3 cargas puntuales q_A , q_B y q_C en los puntos $A(0,2,0)$, $B(2,0,0)$ y $C(0,0,0)$ respectivamente. Razonar cuánto debe valer q_B y q_C en función de q_A para que el campo eléctrico se anule en el punto $D(1,1,0)$. (1 punto)
- C2** Por un cable de fibra óptica por el que nos llega la señal de internet a casa se propaga una onda electromagnética cuyo campo eléctrico viene dado por $E = E_0 \cos(10^4 x - 2 \cdot 10^{15} t)$, con x dado en mm y t en segundos. Determinar el índice de refracción del material del cable. (1 punto)
- C3** Razonar gráficamente la veracidad o falsedad de la siguiente afirmación: "Las imágenes formadas por una lente convergente siempre son reales". (1 punto)
- C4** La proporción de carbono-14 en la madera de un sarcófago egipcio es un 60% del que tenía originalmente. Sabiendo que el periodo de semidesintegración (o semiperiodo) del carbono-14 es 5730 años, determinar la edad del sarcófago. (1 punto)

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

- P1** El pasado 21 de diciembre se produjo una conjunción entre Júpiter y Saturno, consistente en que desde la Tierra ambos planetas se veían juntos casi como un único punto. Ello es debido a que en ese momento la Tierra, Júpiter y Saturno estaban en una misma recta.
 - a)** Determinar el periodo orbital de Júpiter en años. (1 punto)
 - b)** Determinar la fuerza gravitatoria que Júpiter y Saturno ejercían sobre la Tierra ese día. (1 punto)
 - c)** Si solo consideramos la influencia de Júpiter y Saturno, determinar la distancia respecto de Saturno sobre la recta que los une en que la fuerza gravitatoria es nula. (1 punto)
- Datos: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; masa del Sol = $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$; masa de Júpiter = $1.9 \cdot 10^{27} \text{ kg}$; masa de Saturno = $5.7 \cdot 10^{26} \text{ kg}$; masa de la Tierra = $6.0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; distancia Tierra-Sol = $1.5 \cdot 10^8 \text{ km}$; distancia Sol-Júpiter = $7.8 \cdot 10^8 \text{ km}$; distancia Sol-Saturno = $14.3 \cdot 10^8 \text{ km}$.

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
216 FÍSICA
EBAU2021 - JUNIO

P2 Una manera de determinar la masa del virus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad Covid-19, es mediante un espectrómetro de masas.

- Primero un haz de electrones de 70 eV de energía cinética cada uno impacta contra una "nube" de virus arrancando un electrón de cada virus. Determinar la cantidad de movimiento y la longitud de onda de un electrón del haz antes del impacto. (1 punto)
- Posteriormente los virus ionizados, inicialmente en reposo, se aceleran mediante una diferencia de potencial, ΔV . Obtener la expresión de la velocidad que adquieren en función de ΔV , la carga del virus ionizado, q , y su masa, m . (1 punto)
- Finalmente se aplica un campo magnético de 2.4 T perpendicular a la velocidad del virus y se determina que el radio descrito por estos es de 1473 m. Obtener la masa del virus SARS-CoV-2 sabiendo que el valor de ΔV , descrito en el apartado anterior, es 1000 V. (1 punto)

Datos: $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; carga del electrón $= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$;
masa del electrón $= 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

P3 Un *tenor* es un cantante de ópera que puede cantar emitiendo sonido de entre 120 y 520 Hz, mientras que una *soprano* puede emitir entre 260 y 1300 Hz.

- Razonar quién puede emitir una menor longitud de onda y dar su valor. (1 punto)
- Si, cuando cantan individualmente, un tenor se oye a 1 m de distancia con una *sonoridad* (o *nivel de intensidad acústica*) de 102 dB y la soprano 98 dB, calcular la potencia acústica que emite cada cantante. (1 punto)
- Calcular a qué distancia una persona normal dejará de escuchar a los dos cantantes cuando cantan a la vez, (suponiendo que no hay pérdida de intensidad por absorción en el aire). (1 punto)

Dato: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (intensidad mínima que puede detectar una persona normal)

P4 En la tabla se muestra, en electronvoltios, el *trabajo de extracción*, W_0 , (o *función de trabajo*) para el efecto fotoeléctrico de distintos metales. Considérese una lámpara led que emite luz de 283 nm que incide sobre una lámina de aluminio arrancando electrones.

- Calcular la frecuencia de la luz emitida por el led. (1 punto)
- Calcular la velocidad de los electrones arrancados. (1 punto)
- Razonar para qué metales de la tabla no se emitirán electrones si incide luz de la lámpara led. (1 punto)

metal	W_0 (eV)
cesio	2.1
aluminio	4.1
oro	5.1
platino	6.4

Datos: $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; masa del electrón $= 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

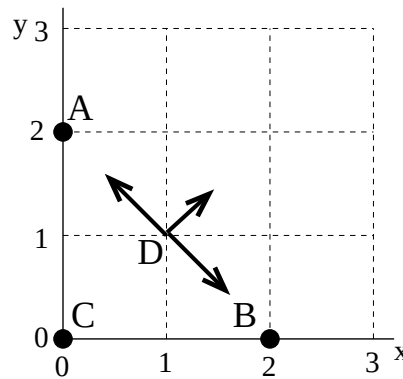
Solución EBAU Murcia. Junio 2021

CUESTIONES

C1 Se puede hacer razonando gráficamente o haciendo el cálculo explícitamente:

Método 1 (Razonamiento):

Como D está en la recta que une A y C, entonces el campo creado por A y C está sobre esa recta y no puede compensar el campo que crearía C, que sería perpendicular a ellos. Por tanto necesariamente $q_C = 0$. Por otro lado, como D equidista de B y C, las cargas han de ser del mismo valor, en módulo y signo, para que se pueda anular el campo en D, es decir, $q_B = q_A$.



Método 2 (Cálculo explícito):

Los campos eléctricos creados por las partículas A, B y C son, respectivamente:

$$\vec{E}_A = kq_A \frac{(1, -1)}{\sqrt{2}} \quad ; \quad \vec{E}_B = kq_B \frac{(-1, 1)}{\sqrt{2}} \quad ; \quad \vec{E}_C = kq_C \frac{(1, 1)}{\sqrt{2}}$$

Y el campo total en D será:

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = \frac{k}{\sqrt{2}}(q_A - q_B + q_C, -q_A + q_B + q_C)$$

He imponiendo $\vec{E} = 0$ tenemos que

$$\left. \begin{array}{l} q_A - q_B + q_C = 0 \\ -q_A + q_B + q_C = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \quad q_C = 0 \quad ; \quad q_A = q_B$$

C2

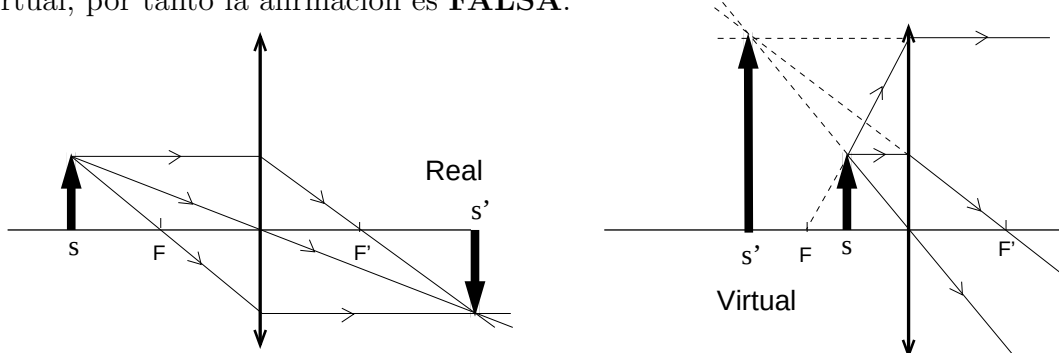
La *ecuación de la onda*, (o *función de ondas*) tiene la forma $E = E_0 \cos(kx - \omega t + \delta)$. Comparando con la expresión del enunciado:

$$k = 10^4 \text{ mm}^{-1} = 10^7 \text{ m}^{-1} \quad ; \quad \omega = 2 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

De donde podemos obtener la velocidad de propagación $v = \omega/k = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Y el índice de refracción es

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8} = \frac{3}{2} = 1.5$$

C3 La figura muestra dos situaciones distintas en las que en un caso la imagen es real y en la otra es virtual, por tanto la afirmación es **FALSA**.



(En el trazado de rayos es suficiente dibujar solo 2 de los 3 rayos en cada figura).

C4 La ley de desintegración radiactiva dice que $N = N_0 e^{-\lambda t}$, donde $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$, con T el periodo de semidesintegración. Hemos de obtener para qué valor de t se cumple que $N/N_0 = 0.6$. Despejando t obtenemos

$$t = \frac{T}{\ln 2} \ln \left(\frac{N_0}{N} \right) = \frac{5730 \text{ años}}{\ln 2} \ln \left(\frac{1}{0.6} \right) = 4223 \text{ años}$$

PROBLEMAS

P1 a) De la tercera Ley de Kepler: $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ despejamos el periodo, T , usando para M la masa del Sol y r la distancia Sol-Júpiter:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{(7.8 \cdot 10^{11})^3}{6.67 \cdot 10^{-11} \times 2 \cdot 10^{30}}} = 3.75 \cdot 10^6 \text{ s} = 4337 \text{ días} = 11.9 \text{ años}$$

b) La fuerza gravitatoria ejercida por Júpiter sobre la Tierra es

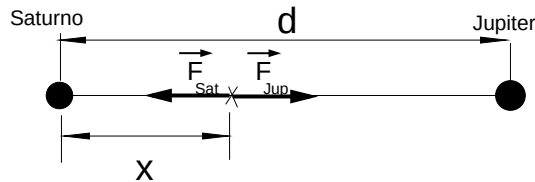
$$F_J = \frac{GM_T M_J}{r_{TJ}^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \times 5.97 \cdot 10^{24} \times 1.9 \cdot 10^{27}}{((7.8 - 1.5) \cdot 10^{11})^2} = 1.906 \cdot 10^{18} \text{ N},$$

y la de Saturno:

$$F_S = \frac{GM_T M_S}{r_{TS}^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \times 5.97 \cdot 10^{24} \times 5.7 \cdot 10^{26}}{((14.3 - 1.5) \cdot 10^{11})^2} = 1.39 \cdot 10^{17} \text{ N},$$

y en total $F = F_J + F_S = 2.05 \cdot 10^{18} \text{ N}$.

c)



Las fuerzas debidas a Júpiter y Saturno sobre una masa m han de ser iguales en módulo y de sentido opuesto. Igualando los módulos de las fuerzas tenemos

$$\frac{GM_S m}{x^2} = \frac{GM_J m}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{M_J}{M_S} x^2 = (d-x)^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{M_J}{M_S}} x = d-x$$

$$x = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{M_J}{M_S}}} = \frac{d}{1 + \sqrt{3.33}} = 0.354d = 0.354 \times (14.3 - 7.8) \cdot 10^8 \text{ km} = 2.3 \cdot 10^8 \text{ km}$$

$$\mathbf{P2\ a)} \quad E_e = 70 \text{ eV} = 70 \times 1.6 \cdot 10^{-19} = 1.12 \cdot 10^{-17} \text{ J} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.12 \cdot 10^{-17}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 4.96 \cdot 10^6 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \quad p = mv = 4.5 \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

El electrón tendrá asociada una longitud de onda de *de Broglie* dada por

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{4.5 \cdot 10^{-24}} = 1.47 \times 10^{-10} \text{ m}$$

b)

$$\Delta E_c = \Delta U = q\Delta V = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}$$

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 $mv^2/R = qvB \Rightarrow mv/R = qB$.

Sustituyendo para v la expresión obtenida en el apartado anterior tenemos que

$$qB = \frac{m}{R} \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}$$

de donde podemos despejar m :

$$m = q \frac{B^2 R^2}{2\Delta V} = 1.6 \cdot 10^{-19} \frac{2.4^2 \times 1473^2}{2 \times 1000} = 10^{-15} \text{ g}$$

P3 a) La menor longitud de onda corresponde a la mayor frecuencia, por tanto los 1300 Hz de la **soprano**, que corresponde a una longitud de onda $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m/s}}{1300 \text{ s}^{-1}} = 0.2615 \text{ m} = 26.15 \text{ cm}$

b) De la expresión del nivel de intensidad $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_o} \right)$ y la intensidad de un frente esférico $I = \frac{P}{4\pi r^2}$, podemos despejar P en términos de β y r :

$$\text{Tenor: } P = 4\pi r^2 I_o 10^{\beta/10} = 4\pi \times 1^2 \times 10^{-12} 10^{102/10} = 0.20 \text{ W}$$

$$\text{Soprano: } P = 4\pi r^2 I_o 10^{\beta/10} = 4\pi \times 1^2 \times 10^{-12} 10^{98/10} = 0.08 \text{ W}$$

c) Hay que obtener a que distancia, d , la intensidad total, I , es igual a la intensidad umbral, I_o :

$$I_o = I = \frac{P}{4\pi d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{P_1 + P_2}{4\pi I_o}} = \sqrt{\frac{0.28}{4\pi 10^{-12}}} \simeq 149 \text{ km}.$$

$$\mathbf{P4\ a)} \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{283 \cdot 10^{-9}} = 1.06 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

b) De la ecuación del efecto fotoeléctrico sacamos la energía cinética del electrón, y de ahí su velocidad:

$$E_\gamma = hf = W_o + E_c \quad \Rightarrow \quad E_c = hf - W_o = 6.63 \cdot 10^{-34} \times 1.06 \cdot 10^{15} - 4.1 \times 1.6 \cdot 10^{-19} = 4.68 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.68 \cdot 10^{-20}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 3.21 \cdot 10^5 \text{ m/s} = 321 \text{ km/s}$$

c) La energía de un fotón es $hf = 6.63 \cdot 10^{-34} \times 1.06 \cdot 10^{15} = 7.03 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4.4 \text{ eV}$. Se necesita que W_o sea menor que 4.4 eV para que se pueda arrancar un electrón. Luego no se producirá el efecto fotoeléctrico para el **oro** y el **platino**.