UNIVERSIDAD DE MURCIA — Región de Murcia — Universidad Politécnica de Cartagena

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: $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ N·m^2/kg^2 ; masa del Sol = $2 \cdot 10^{30}$ kg; masa de Júpiter= $1.9 \cdot 10^{27}$ kg; masa de Saturno= $5.7 \cdot 10^{26}$ kg; masa de la Tierra = $6.0 \cdot 10^{24}$ kg; distancia Tierra-Sol=$1.5 \cdot 10^8$ km; distancia Sol-Júpiter=$7.8 \cdot 10^8$ km; distancia Sol-Saturno= $14.3 \cdot 10^8$ km.

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

a) 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)

b) 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)

c) 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 eV= $1.6\cdot10^{-19}$ J; carga del electrón $=1.6\times10^{-19}$ C; $h=6.63\cdot10^{-34}$ J·s;
masa del electrón= $9.1\cdot10^{-31}$ 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.

a) Razonar quién puede emitir una menor longitud de onda y dar su valor. (1 punto)

b) 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)

c) 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: $I_o = 10^{-12}$ W/m² (intensidad mínima que puede detectar una persona normal)

P4 En la tabla se muestra, en electronvoltios, el *trabajo de extracción, W_o,* (o f*unción 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.

a) Calcular la frecuencia de la luz emitida por el led. (1 punto)

b) Calcular la velocidad de los electrones arrancados. (1 punto)

c) Razonar para qué metales de la tabla no se emitirán electrones si incide luz de la lámpara led. (1 punto)

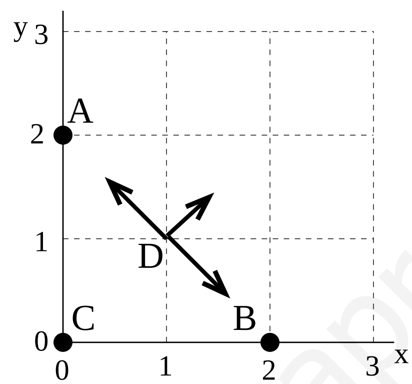
metal	W_o (eV)
cesio	2.1
aluminio	4.1
oro	5.1
platino	6.4

Datos: h = $6.63\cdot10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1.6\cdot10^{-19}$ J; masa del electrón = $9.1\cdot10^{-31}$ 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:

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

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

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

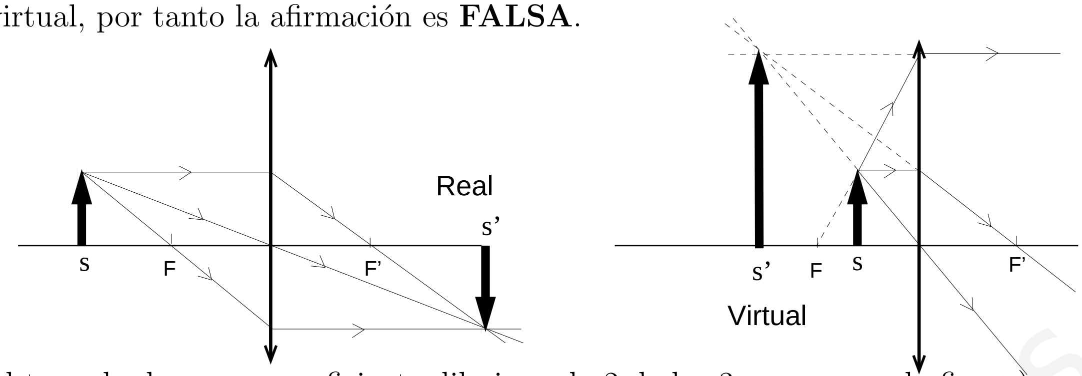
C2
La *ecuación de la onda*, (o *función de ondas*) tiene la forma $E = E_0 \cos(kx - \omega t + \delta)$. Comparando con la expresión del enunciado:

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

De donde podemos obtener la velocidad de propagación $v = \omega/k = 2 \cdot 10^8 \ m/s$. 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:

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

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

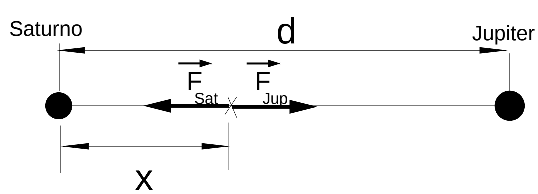
$$F_J = \frac{GM_T M_J}{r_{TJ}^2} = \frac{6.67\cdot 10^{-11}\times 5.97\cdot 10^{24}\times 1.9\cdot 10^{27}}{((7.8-1.5)\cdot 10^{11})^2} = 1.906\cdot 10^{18}\ N,$$

y la de Saturno:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 m/s}{1300 s^{-1}} = 0.2615 \ m = 26.15 \ cm$

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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