EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
216 FÍSICA. JUNIO 2019

Escoge uno de los dos exámenes propuestos (opción A u opción B) y contesta a todas las preguntas planteadas (dos teóricas, dos cuestiones y dos problemas)

OPCIÓN A

PREGUNTAS DE TEORÍA

T1 Carga eléctrica. Ley de Coulomb. (1 punto)

T2 Relatividad especial. Postulados y repercusiones. (1 punto)

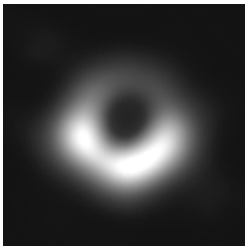
CUESTIONES

C1 ¿En qué condiciones una carga se mueve en círculos bajo la fuerza de Lorentz? (1 punto)

C2 Halla la posición de la imagen de una pulga situada a 10 cm de una lupa de 5 D. (1 punto)

PROBLEMAS

P1 El pasado mes de abril los astrofísicos del proyecto *Event Horizon Telescope* publicaron la primera imagen de un agujero negro. Se trata de un agujero supermasivo cuya masa equivale a 6500 millones la masa del Sol, y que está situado en el centro de la galaxia gigante Messier87 a 55 millones de años luz de nosotros.



a) Expresa en metros y en unidades astronómicas (UA) la distancia a la que se encuentra el agujero negro. (1 punto)

b) Determina el radio máximo que tiene el agujero negro sabiendo que de él no puede escapar la luz. Expresa el resultado en m y en UA. (1 punto)

c) Calcula la velocidad orbital para una órbita a 200 UA del centro del agujero negro. Expresa el resultado en función de la velocidad de la luz, c. (1 punto)

Datos: 1 año luz = distancia recorrida por la luz en 1 año; 1 UA = distancia de la Tierra al Sol = 149.6 millones de km; $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ N·m^2/kg^2; masa del Sol = $1.99 \cdot 10^{30}$ kg

P2 Seguimos con el proyecto *Event Horizon Telescope*. Las observaciones se realizaron con radiotelescopios en una longitud de onda de 1.3 mm. Uno de los radiotelescopios empleados fue el IRAM, situado en el Pico del Veleta en Sierra Nevada, que tiene un diámetro de 30 m.

a) Calcula la frecuencia, en GHz, y el período de la radiación observada. (1 punto)

b) Calcula la energía y el momento lineal de un fotón de esta radiación. (1 punto)

c) De la región del espacio en torno al agujero negro en la galaxia Messier87, para la banda del espectro captada por los radiotelescopios, llega a la Tierra una radiación de $2 \cdot 10^{-17}$ W/m^2. Calcula la potencia recibida por el telescopio español. (1 punto)

Datos: $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s

OPCIÓN B

PREGUNTAS DE TEORÍA

T1 Energía potencial gravitatoria. (1 punto)

T2 Partículas elementales. (1 punto)

CUESTIONES

C1 Considera una onda transversal que viaja por una cuerda. Contesta, justificando la respuesta, si la aceleración transversal de un punto de la cuerda depende de: a) la velocidad de la onda, y b) el periodo de la onda. (1 punto)

C2 ¿En cuántos años completaría una vuelta alrededor del Sol un supuesto planeta cuyo radio orbital fuera el doble que el de la Tierra? (1 punto)

PROBLEMAS

P1 Te presentamos el teléfono móvil con el altavoz más potente, la cámara más pequeña y el sensor de luz más eficiente.

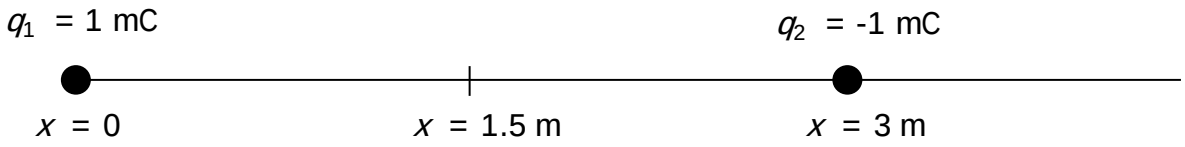
a) Con el teléfono al máximo volumen se registran 80 decibelios a 1 m de distancia. Calcula la potencia que emite el altavoz. (1 punto)

b) La cámara tiene una lente biconvexa de 4 mm de focal y 1.5 de índice de refracción. Calcula el radio de curvatura de la lente. (1 punto)

c) El sensor de luz, basado en el efecto fotoeléctrico, está hecho de un material cuya función de trabajo vale 1.1 eV. Calcula la energía cinética de cada electrón emitido cuando el sensor absorbe luz de 700 nm. (1 punto)

Datos: $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2; $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1.6 \cdot 10^{-19}$ J

P2 La carga positiva q_1 está fija (sin poder moverse) en el origen. La carga negativa q_2 se encuentra inicialmente a 3 m y empieza a moverse hacia q_1 partiendo del reposo.



Calcula:

a) El campo eléctrico en $x = 1.5$ m en el instante inicial. (1 punto)

b) La fuerza que experimenta q_2 en los puntos $x = 3$ m y $x = 1.5$ m. (1 punto)

c) La energía potencial del sistema cuando q_2 está en $x = 3$ m y en $x = 1.5$ m, y la energía cinética de q_2 en $x = 1.5$ m. (1 punto)

Datos: $1/4\pi\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^9$ N·m^2/C^2

Antonio Guirao Piñera
Dpto. de Física, Universidad de Murcia
Campus de Espinardo, Edificio CIOyN, 30071 Murcia
Tel.: 868 88 8314 Email.: aguirao@um.es

Resolución de la prueba de Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad
FÍSICA. Junio de 2019

OPCIÓN A

CUESTIONES

C1 Las condiciones son:

Que la carga tenga velocidad inicial (que no esté en reposo).

Que exista un campo magnético uniforme en la región donde se da el movimiento.

Que el campo sea perpendicular a la velocidad inicial de la carga.

C2 La pulga es el objeto, situado a distancia s = -10 cm. La potencia de la lente es P = 5 D. Despejamos la posición de la imagen, s', de la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=P \quad \rightarrow \quad \frac{1}{s'}=5+\frac{1}{-0.1}=-5 \quad \rightarrow \quad s' = -0.2 \text{ m} = -20 \text{ cm}$$

PROBLEMAS

P1 *Event Horizon Telescope* **- Gravitación**

a) El agujero está situado a 55 millones de años luz. Convertimos esa distancia a metros y luego a unidades astronómicas (UA). Primero obtenemos la equivalencia de 1 año luz:

$$3\cdot 10^8 \text{ m/s} \times \left(\underbrace{365\cdot 24\cdot 3600}_{1 \text{ año}} \text{ s} \right) = 9.46\cdot 10^{15} \text{ m}$$

Entonces: $d = 55\cdot 10^6 \times 9.46\cdot 10^{15} = 5.2\cdot 10^{23}$ m , y $d = \dfrac{5.2\cdot 10^{23} \text{ m}}{149.6\cdot 10^9 \text{ m/UA}} = 3.5\cdot 10^{12}$ UA

b) Se trata de despejar el radio de la ecuación de la velocidad de escape, igualando ésta a la velocidad de la luz, y considerando la masa del agujero negro:

$$V_{\text{escape}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \equiv c \rightarrow R = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2\cdot 6.67\cdot 10^{-11}\cdot\left(6500\cdot 10^6\cdot 1.99\cdot 10^{30}\right)}{\left(3\cdot 10^8\right)^2} = 1.9\cdot 10^{13} \text{ m} = 128.2 \text{ UA}$$

c) La velocidad orbital para un radio orbital de 200 UA es:

$$V_{\text{orb}} = \sqrt{\frac{GM}{r_{\text{orb}}}} \quad \rightarrow \quad V_{\text{orb}} = \sqrt{\frac{6.67\cdot 10^{-11}\times\left(6500\cdot 10^6\cdot 1.99\cdot 10^{30}\right)}{200\cdot 149.6\cdot 10^9}} = 169\,810\,812 \text{ m/s} = 0.57c$$

P2 *Event Horizon Telescope* **- Radiotelescopios**

a) La frecuencia correspondiente a una longitud de onda $\lambda = 1.3$ mm es

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\cdot 10^8}{1.3\cdot 10^{-3}} = 2.31\cdot 10^{11} \text{ Hz} = 231 \text{ GHz}$$, y su período es: $T = \dfrac{1}{f} = 4.3\cdot 10^{-12}$ s

b) La energía y el momento lineal del fotón son:

$E = hf = 6.63\cdot10^{-34}\cdot 2.31\cdot10^{11} = 1.5\cdot10^{-22}$ J , y $p = \dfrac{h}{\lambda} = \dfrac{6.63\cdot10^{-34}}{1.3\cdot10^{-3}} = 5.1\cdot10^{-31}$ kg·m/s

c) La intensidad de la radiación que recibe el radiotelescopio es $I = 2\cdot10^{-17}$ W/m^2. El telescopio español tiene un diámetro D = 30 m, luego la potencia recibida es

$$P = I\cdot\pi\left(D/2\right)^2 = 2\cdot10^{-17}\cdot\pi\left(15\right)^2 = 1.4\cdot10^{-14}\ \text{W}$$

OPCIÓN B

CUESTIONES

C1 La posición transversal de un punto de la cuerda situado a distancia x_A del origen es: $y_{x_A}(t) = A\cos\left(\omega t - kx_A\right)$. La aceleración transversal es: $a_y(t) = d^2y/dt^2 = -\omega^2 y_{x_A}(t)$. Por tanto, sí depende del período.

Respecto a la velocidad, estrictamente hablando el valor de la aceleración también depende de la velocidad de la onda porque depende de $y_{x_A}(t)$, que depende a su vez de la velocidad.

Ahora bien, para un punto concreto de la cuerda en x_A, el factor kx_A dentro del coseno implica únicamente un cambio de las condiciones iniciales (es decir, del valor inicial de y_{x_A}). Entonces, la aceleración empezará también con un determinado valor inicial que sí depende de la velocidad de la onda; sin embargo, si nos referimos sólo a su oscilación, podríamos responder que no depende de la velocidad de la onda.

Se dan por buenas las dos respuestas, bien razonadas.

C2 Por la 3ª ley de Kepler, el período orbital es $T^2 = \dfrac{4\pi^2}{GM_{\text{Sol}}}r^3$. El cociente entre los períodos orbitales del supuesto planeta y de la Tierra es:

$$\frac{T}{T_T} = \left(\frac{r}{r_T}\right)^{3/2} = \left(2\right)^{3/2} \rightarrow T = \sqrt{8}\,T_T = 2.83\ \text{años}$$

PROBLEMAS

P1 Teléfono móvil

a) Del nivel de intensidad acústica obtenemos la intensidad del sonido que emite el altavoz:

$$L = 10\log\frac{I}{10^{-12}} = 80 \quad \rightarrow \quad I = 10^{-12}\cdot10^{8} = 10^{-4}\ \text{W/m}^2$$

Y de ahí la potencia: $P = I\cdot4\pi d^2 = 10^{-4}\cdot4\pi\cdot1^2 =$ 1.3 mW

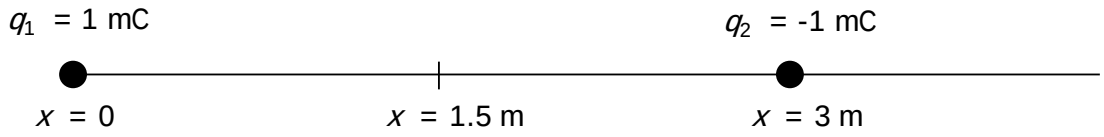
b) La potencia y focal de una lente biconvexa de índice n y radio R es: $P = \dfrac{1}{f'} = \dfrac{2(n-1)}{R}$, luego el radio de curvatura se obtiene despejando:

$$R = 2(n-1)f' = 2\cdot(1.5-1)\cdot0.004 = \ 0.004\ \text{m} = 4\ \text{mm}$$

c) La ecuación del efecto fotoeléctrico para luz incidente de frecuencia f y un material de función de trabajo W es: $hf = W + E_c$. Despejamos la energía cinética: $E_c = hf - W =$

$$h\frac{c}{\lambda} - W = 6.63\cdot10^{-34}\,\frac{3\cdot10^{8}}{700\cdot10^{-9}}\,\frac{1}{1.6\cdot10^{-19}} - 1.1\ \text{eV} = 1.78 - 1.1\ \text{eV} = 0.68\ \text{eV} = 1.09\cdot10^{-19}\ \text{J}$$

P2 Cargas



a) El campo eléctrico es: $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{1.5^2} - \frac{q_2}{1.5^2}\right) = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{2\cdot 10^{-3}}{1.5^2} = 8\cdot 10^6$ N/C

b) La fuerza que experimenta q_2 es: $F(x) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{x^2}$. Por tanto:

$F_{x=3} = -9\cdot 10^9 \cdot \frac{(10^{-3})^2}{3^2} =$ -1000 N , y $F_{x=1.5} = -9\cdot 10^9 \cdot \frac{(10^{-3})^2}{1.5^2} =$ -4000 N

c) La energía potencial es: $E_p(x) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{x}$. Y la cinética de q_2: $E_c = E_p(3) - E_p(1.5)$

$E_c = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{-(10^{-3})^2}{3} - 9\cdot 10^9 \cdot \frac{-(10^{-3})^2}{1.5} =$ (-3000 J) - (-6000 J) = 3000 J