EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOMCE – JUNIO 2019

FÍSICA

INDICACIONES

Elegir una de las dos opciones. No deben resolverse cuestiones de opciones diferentes.

CONSTANTES FISICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^{8}$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^{9}$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 5.97{\cdot}10^{24}$ kg

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

1. Sea una onda armónica transversal de 5 cm de amplitud, con una velocidad de propagación de 5 m/s y periodo 0.1 s. En el instante inicial, el punto situado en x = 0 tiene una elongación de 2.5 cm.

a) [1 PUNTO] Obtener la frecuencia y la longitud de onda.

b) [1 PUNTO] Escribir la ecuación de onda si se propaga hacia la derecha.

2. Una lente divergente delgada tiene una distancia focal de 6 cm (en valor absoluto). Determina la posición tamaño y naturaleza de la imagen que se obtiene de un objeto de altura 4 cm que se sitúa 10 cm a la izquierda de la lente.

a) [0,75 PUNTOS] Mediante trazado de rayos.

b) [0,75 PUNTOS] Cuantitativamente.

c) [0,5 PUNTOS] Describe razonadamente el tipo de imagen que se obtiene con una lente divergente.

3. Determinar para un satélite artificial de masa 750 kg que rodea la Tierra en una órbita circular de 8000 km de radio:

a) [1PUNTO] Deduce la expresión de la velocidad y obtén su valor, así como el periodo.

b) [0,5 PUNTOS] La energía potencial gravitatoria que tendría dicho satélite.

c) [0,5 PUNTOS] El trabajo que se requiere para poner el satélite en esa órbita.

4. El tritio es un isótopo radiactivo del hidrógeno que emite partículas β con una vida media de 12.5 años.

a) [0,75 PUNTOS] Calcular la constante de desintegración radiactiva.

b) [0,75 PUNTOS] ¿Qué fracción de la muestra original quedará al cabo de 17.32 años?

c) [0,5 PUNTOS] Explica en qué consiste una desintegración α.

5. Tres cargas eléctricas puntuales de valor 1 μC, –2 μC y 1μC, se encuentran situadas en los vértices de un cuadrado de 3 metros de lado, en los puntos (3, 0) (3, 3) y (0, 3) respectivamente, estando las distancias expresadas en m.

a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en el punto (0,0).

b) [1 PUNTO] ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre una carga de 1.5 μC cuando se desplaza desde el centro del cuadrado hasta el punto (0,0)?

1.- Sea una onda armónica transversal de 5 cm de amplitud, con una velocidad de propagación de 5 m/s y periodo 0,1 s. En el instante inicial, el punto situado en x = 0 tiene una elongación de 2,5 cm.

a) **(1 p)** Obtener la frecuencia y la longitud de onda.

Por el enunciado sabemos:

$$T = 0,1\ s; \qquad A = 5\ cm = 0,05\ m\ ; \qquad v_p = 5\ m/s$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,1} = 10\ Hz; \qquad v_p = \lambda\ .\ f \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{5}{10} = 0,5\ m$$

b) **(1 p)** Escribir la ecuación de onda si se propaga hacia la derecha.

La ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido positivo del eje X:

$$y\ (x;t) = A\ .\ sen\ (\omega\ .\ t - k\ .\ x\ +\ \varphi_0) = A\ .\ sen\ \left(\frac{2\pi}{T}\ .\ t - \frac{2\pi}{\lambda}\ .\ x + \varphi_0\right)$$

Por lo tanto:

$$y\ (x;t) = 0,05\ .\ sen\ \left(\frac{2\pi}{0,1}\ .\ t - \frac{2\pi}{0,5}\ .\ x + \varphi_0\right) = 0,15\ .\ sen\ (20\pi\ .\ t\ -\ 4\pi\ .\ x + \varphi_0)\ \ (m;s)$$

Para establecer el valor de φ_0, sabemos:

$$y\ (x = 0; t = 0) = 0,025 \quad \Rightarrow \quad 0,025 = 0,05\ .\ sen\ (\varphi_0) \quad \Rightarrow \quad sen\ (\varphi_0) = 0,5 \quad \Rightarrow \quad \varphi_0 = \begin{cases} \dfrac{\pi}{6}\ rad \\ \dfrac{5\pi}{6}\ rad \end{cases}$$

Como no tenemos datos acerca de la velocidad, no podemos discriminar entre ambos valores de la fase inicial, de modo que la ecuación de la onda podría ser:

$$y\ (x;t) = 0,05\ .\ sen\ \left(20\pi\ .\ t\ -\ 4\pi\ .\ x + \frac{\pi}{6}\right)\ \ (m;s)$$

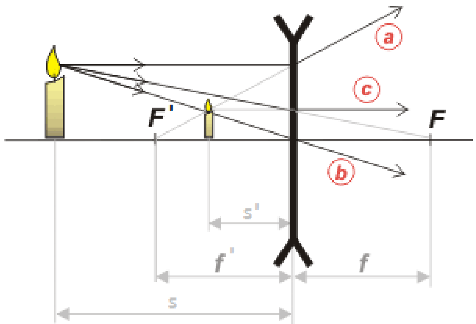
$$y\ (x;t) = 0,05\ .\ sen\ \left(20\pi\ .\ t\ -\ 4\pi\ .\ x + \frac{5\pi}{6}\right)\ \ (m;s)$$

2.- Una lente divergente delgada tiene una distancia focal de 6 cm (en valor absoluto). Determina la posición tamaño y naturaleza de la imagen que se obtiene de un objeto de altura 4 cm que se sitúa 10 cm a la izquierda de la lente.

a) **(0,75 p)** Mediante trazado de rayos.

Las lentes divergentes tienen la focal imagen delante de la lente. Hacemos el trazado de rayos:

- **Un rayo procedente del objeto paralelo al eje óptico, se refracta en la lente en una dirección cuya prolongación pasa por el foco imagen (rayo a).**
- **Un rayo procedente del objeto paralelo en dirección hacia el foco objeto, se refracta en la lente en dirección paralela al eje óptico (rayo c).**
- **Un rayo procedente del objeto que pasa por el centro óptico de la lente no se desvía (rayo b).**



Se trata de una imagen virtual (se forma por delante de la lente), derecha y de menor tamaño que el objeto.

b) **(0,75 p)** Cuantitativamente.

Al tratarse de una lente divergente la distancia focal imagen, f', es negativa.

Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{-10}=\frac{1}{-6} \quad \Rightarrow \quad s'=-3,75\ cm$$

La imagen es virtual, ya que se forma delante de la lente (distancia imagen negativa).

Aplicando la ecuación del aumento lateral:

$$M_L=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y'=y\,.\left(\frac{s'}{s}\right)=4\,.\left(\frac{-3,75}{-10}\right)=1,5\ cm$$

La imagen es derecha (aumento lateral positivo) y de menor tamaño que el objeto.

c) **(0,5 p)** Describe razonadamente el tipo de imagen que se obtiene con una lente divergente.

Las imágenes que forman las lentes divergentes son siempre virtuales, derechas y de menor tamaño que el objeto. Lo podemos demostrar analíticamente:

De acuerdo a las normas DIN:

$$s<0; \quad f'<0\ \ (lente\ divergente) \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \ \Rightarrow \ \frac{1}{s'}=\frac{s+f'}{s\,.\,f'} \quad \Rightarrow \quad s'=\frac{s\,.\,f'}{s+f'}<0$$

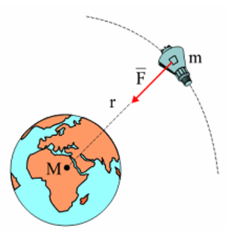
La distancia imagen es negativa, independientemente del valor de la distancia objeto, por lo que la imagen es siempre virtual.

$$s<0; \quad s'<0\ \ (imagen\ virtual) \quad \Rightarrow \quad M_L=\frac{s'}{s}>0\ \ (imagen\ derecha)$$

También puede demostrarse gráficamente, situando el objeto a diferentes distancias de la lente.

3.- Determinar para un satélite artificial de masa 750 kg que rodea la Tierra en una órbita circular de 8000 km de radio:

a) **(1 p)** Deduce la expresión de la velocidad y obtén su valor, así como el periodo.



La fuerza gravitatoria de la Tierra actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$G\,.\,\frac{M_T\,.\,m}{r^2}=m\,.\,\frac{v_0^2}{r} \ \Rightarrow \ v_0=\sqrt{\frac{G\,.\,M_T}{r}}=\sqrt{\frac{6,7.10^{-11}\,.\,5,97.10^{24}}{8.10^6}}=7071\ m/s$$

$$T=\frac{2\pi\,.\,r}{v_0}=\frac{2\pi\,.\,8.10^6}{7071}=7108,7\ s\cong 1,97\ h$$

b) **(0,5 p)** La energía potencial gravitatoria que tendría dicho satélite.

Hay una discrepancia entre el enunciado del examen que se ha publicado en la web de UNICAN (el que está aquí reflejado) y el que se dio a los alumnos que decía: "La energía potencial gravitatoria que tendría dicho satélite respecto a la superficie de la Tierra".

Voy a resolverlo de las dos maneras:

$$\left(E_p\right)_{órbita}=\frac{-G\,.\,M_T\,.\,m}{r}=\frac{-6,7.10^{-11}\,.\,5,97.10^{24}\,.\,750}{8.10^6}=-3,75.10^{10}\ J$$

La energía potencial con respecto a la superficie terrestre es:

$$\Delta E_p = (E_p)_{órbita} - (E_p)_{superficie} = \frac{-G\,.\,M_T\,.\,m}{r} - \left(\frac{-G\,.\,M_T\,.\,m}{R_T}\right) = G\,.\,M\,.\,m\,.\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{r}\right)$$

$$\Delta E_p = (E_p)_{órbita} - (E_p)_{superficie} = 6,7.10^{-11}\,.\,5,97.10^{24}\,.\,750\,.\left(\frac{1}{6,37.10^6} - \frac{1}{8.10^6}\right) = 9,59.10^6\ J$$

La energía potencial en la órbita es mayor que en la superficie terrestre.

c) **(0,5 p)** El trabajo que se requiere para poner el satélite en esa órbita.

Antes del lanzamiento el satélite solo posee energía potencial gravitatoria, sin embargo, cuando se mueve en su órbita tiene tanto energía potencial como energía cinética, cuya suma recibe el nombre de energía mecánica orbital o energía de enlace. El trabajo necesario para poner el satélite en órbita es la diferencia entre la energía de enlace y la energía potencial en la superficie.

$$W = E_{enlace} - E_{p,superficie} = -\frac{1}{2}\,.\,G\,.\,\frac{m\,.\,M_T}{r} - \left(-G\,.\,\frac{m\,.\,M_T}{R_T}\right) = G\,.\,m\,.\,M_T\,.\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right)$$

$$W = 6,7.10^{-11}\,.\,750\,.\,5,97.10^{24}\,.\left(\frac{1}{6,37.10^6} - \frac{1}{2\,.\,8.10^6}\right) = 2,83.10^{10}\ J$$

4.- El tritio es un isótopo radiactivo del hidrógeno que emite partículas β con una vida media de 12,5 años.

a) **(0,75 p)** Calcular la constante de desintegración radiactiva.

La vida media es el inverso de la constante radiactiva:

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{12,5} = 0,08\ \text{año}^{-1}$$

b) **(0,75 p)** ¿Qué fracción de la muestra original quedará al cabo de 17,32 años?

Si aplicamos la ley de la desintegración radiactiva:

$$N = N_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \quad \Rightarrow \quad \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda\,.\,t} = e^{-0,08\,.\,17,32} = 0,25\ \ (Queda\ el\ 25\ \%\ de\ la\ muestra\ original)$$

c) **(0,5 p)** Explica en qué consiste una desintegración α.

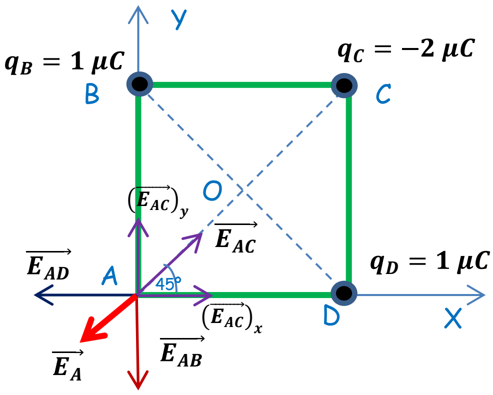
La emisión α consiste en la emisión por parte de un núcleo radiactivo de partículas formadas por dos protones y dos neutrones (núcleos de helio), que tienen dos cargas eléctricas positivas. La radiación α posee un escaso poder de penetración y es frenada por unos pocos centímetros de aire, sin embargo, debido a su gran masa, es muy ionizante, arrancando electrones a otros átomos.
Según las leyes de Soddy, cuando un núcleo X emite una partícula α, se convierte en otro núcleo, Y, con cuatro unidades menos de número másico y dos unidades menos de número atómico.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha \qquad o \qquad {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

Las partículas α tienen poco poder de penetración debido a que su masa es relativamente grande, a su carga eléctrica y a que su velocidad de emisión es relativamente baja, pueden ser detenidas por una lámina de cartón o por unos pocos centímetros de aire, y no atraviesan la piel, Sin embargo, tienen poder ionizante, por lo que son potencialmente peligrosas por inhalación o ingestión.

5.- Tres cargas eléctricas puntuales de valor 1 μC, -2 μC y 1μC, se encuentran situadas en los vértices de un cuadrado de 3 metros de lado, en los puntos (3, 0) (3, 3) y (0, 3) respectivamente, estando las distancias expresadas en m.

a) **(1 p)** Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en el punto (0,0).



$$r_{AB} = r_{AD} = 3\ m$$

$$r_{AC} = \sqrt{3^2 + 3^2} = \sqrt{18}\ m$$

$$r_{OB} = r_{OC} = r_{OD} = \sqrt{1,5^2 + 1,5^2} = \sqrt{4,5}\ m$$

$$\vec{E}_{AB} = -K.\frac{q_B}{(r_{AB})^2}.\vec{j} = -9.10^9.\frac{10^{-6}}{(3)^2}.\vec{j} = -10^3\ \vec{j}\ \ N/C$$

$$\vec{E}_{AC} = K.\frac{|q_C|}{(r_{AC})^2}.(\cos 45°\ \vec{i} + sen\ 45°\ \vec{j}) = 9.10^9.\frac{2.10^{-6}}{\left(\sqrt{18}\right)^2}.(\cos 45°\ \vec{i} + sen\ 45°\ \vec{j}) = 707,1\ \vec{i} + 707,1\ \vec{j}\ N/C$$

$$\vec{E}_{AD} = -K.\frac{q_B}{(r_{AD})^2}.\vec{i} = -9.10^9.\frac{10^{-6}}{(3)^2}.\vec{i} = -10^3\ \vec{i}\ \ N/C$$

$$\vec{E}_A = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{AC} + \vec{E}_{AD} = -292,9\ \vec{i} - 292,9\ \vec{j}\ \ N/C$$

b) **(1 p)** ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre una carga de 1,5 μC cuando se desplaza desde el centro del cuadrado hasta el punto (0,0)?

Calculamos el potencial electrostático en los puntos O y A.

$$V_O = V_{OB} + V_{OC} + V_{OD} = K.\left(\frac{q_B}{r_{OB}} + \frac{q_C}{r_{OC}} + \frac{q_D}{r_{OD}}\right) = \frac{K}{r}.\ (q_B + q_C + q_D)$$

$$V_O = \frac{9.10^9}{\sqrt{4,5}}.\ (1.10^{-6} + (-2.10^{-6}) + 1.10^{-6}) = 0\ V$$

$$V_A = V_{AB} + V_{AC} + V_{AD} = K.\left(\frac{q_B}{r_{AB}} + \frac{q_C}{r_{AC}} + \frac{q_D}{r_{AD}}\right) = 9.10^9.\left(\frac{1.10^{-6}}{3} + \frac{(-2.10^{-6})}{\sqrt{18}} + \frac{1.10^{-6}}{3}\right) = 1757,4\ J$$

$$(W_{O\to A})_{F\ eléctrica} = q'.\ (V_O - V_A) = 1,5.10^{-6}.\ (0 - 1757,4) = -2,64.10^{-3}\ J$$

Para trasladar la carga es necesaria una fuerza externa. El trabajo realizado por esta fuerza queda almacenado en la carga trasladada en forma de energía potencial electrostática.