



# EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOMCE – SEPTIEMBRE 2018

## FÍSICA

### INDICACIONES

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

### CONSTANTES FÍSICAS

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

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

### OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

- Una onda se propaga transversalmente por una cuerda en sentido positivo del eje  $x$ . El período de dicho movimiento es de 4 s y la distancia que recorre un punto de la cuerda entre posiciones extremas es de 30 cm.
  - [1 PUNTO] Si la distancia mínima que separa dos puntos de la cuerda que oscilan en fase es de 80 cm, ¿cuál es la velocidad de propagación de la onda?; ¿cuál es el número de onda?
  - [1 PUNTO] Escribe la ecuación de la onda suponiendo que su elongación inicial en el punto  $x = 0$  es nula ( $y(0, 0) = 0$ ).
- Un objeto de 15 cm de altura se coloca a 1,2 m de una lente delgada y se obtiene una imagen derecha y virtual, de 0,75 m de altura:
  - [0,75 PUNTOS] Calcula la distancia focal y la potencia de la lente. ¿A qué tipo de lente se corresponde?
  - [0,75 PUNTOS] Realiza el trazado de rayos correspondiente.
  - [0,5 PUNTOS] La miopía es un defecto de la vista, en qué consiste y cómo se corrige.
- El trabajo de extracción de electrones para un determinado metal es de 4,34 eV ( $6,944 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ).
  - [1 PUNTO] Calcula cuál es la longitud de onda máxima para producir el efecto fotoeléctrico en dicho metal.
  - [1 PUNTO] Si se ilumina el metal con una luz de longitud de onda  $\lambda_{\text{max}}/2$  ¿qué energía cinética máxima adquieren los electrones? (si no has obtenido el resultado anterior toma un valor razonable para realizar el cálculo).
- Dos masas iguales y de valor 1000 kg se hallan sobre el eje  $X$  situadas en los puntos  $(-6, 0)$  y  $(6, 0)$  respectivamente.
  - [0,75 PUNTOS] Expresa correctamente la fuerza que experimenta una masa  $m = 100 \text{ kg}$ , situada en el punto  $(0, 8)$ , así como el potencial en ese punto debido a las otras dos masas.
  - [0,75 PUNTOS] Calcula el trabajo realizado por la gravedad para llevar la masa  $m$  desde el punto  $(0, 0)$  al punto  $p(0, 8)$ .
  - [0,5 PUNTOS] Enuncia el principio de superposición.

Nota: todas las distancias expresadas en metros.

- Un electrón se dirige, en el vacío, con velocidad  $\vec{v} = -8 \cdot 10^7 \vec{j} \text{ m/s}$  hacia un conductor rectilíneo infinito, perpendicular a su trayectoria por el que circula una corriente en sentido ascendente de 2 A. Determina:
  - [1 PUNTO] El vector campo magnético que crea el conductor a una distancia del conductor de 2 metros.
  - [1 PUNTO] La fuerza magnética que el conductor ejerce sobre el electrón cuando está en ese punto.

Dato:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$

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

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

1.- Una onda se propaga transversalmente por una cuerda en sentido positivo del eje X. El período de dicho movimiento es de 4 s y la distancia que recorre un punto de la cuerda entre posiciones extremas es de 30 cm.

- a) (1 p) Si la distancia mínima que separa dos puntos de la cuerda que oscilan en fase es de 80 cm, ¿cuál es la velocidad de propagación de la onda? ¿cuál es el número de onda?

Por el enunciado sabemos:

$$T = 4 \text{ s}; \quad A = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}; \quad \lambda = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,8}{4} = 0,2 \text{ m/s}; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,8} = 2,5\pi \text{ rad/m o m}^{-1}$$

- b) (1 p) Escribe la ecuación de la onda suponiendo que su elongación inicial en el punto  $x = 0$  es nula (y  $(0, 0) = 0$ ).

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

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

Por lo tanto:

$$y(x; t) = 0,15 \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{4} \cdot t - \frac{2\pi}{0,8} \cdot x + \varphi_0\right) = 0,15 \cdot \text{sen}\left(\frac{\pi}{2} \cdot t - 2,5\pi \cdot x + \varphi_0\right) \text{ (m; s)}$$

Para establecer el valor de  $\varphi_0$ , sabemos:

$$y(x = 0; t = 0) = 0 \Rightarrow 0 = 0,15 \cdot \text{sen}(\varphi_0) \Rightarrow \text{sen}(\varphi_0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \begin{cases} 0 \text{ rad} \\ \pi \text{ rad} \end{cases}$$

Como no tenemos datos acerca de la velocidad, no podemos discriminar entre ambos valores de la fase inicial, de modo que si tomamos arbitrariamente el valor  $\varphi_0 = 0 \text{ rad}$ , la ecuación de la onda es:

$$y(x; t) = 0,15 \cdot \text{sen}\left(\frac{\pi}{2} \cdot t - 2,5\pi \cdot x\right) \text{ (m; s)}$$

2.- Un objeto de 15 cm de altura se coloca a 1,2 m de una lente delgada y se obtiene una imagen derecha y virtual, de 0,75 m de altura:

- a) (0,75 p) Calcula la distancia focal y la potencia de la lente. ¿A qué tipo de lente se corresponde?

Para una lente delgada, el aumento lateral es:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{0,75}{0,15} = \frac{s'}{-1,2} \Rightarrow s' = -6 \text{ m}$$

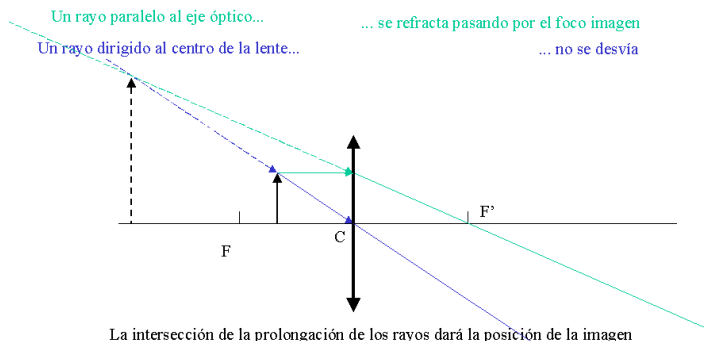
Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{(-6)} - \frac{1}{(-1,2)} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = 1,5 \text{ m} \Rightarrow P = \frac{1}{f'} = 0,67 \text{ dioptrías}$$

El valor positivo de la potencia indica que se trata de una lente convergente.

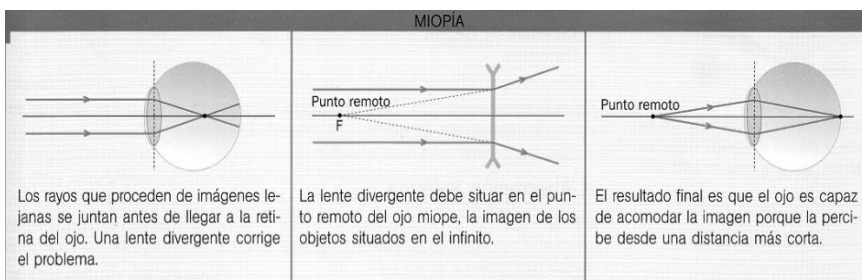
b) (0,75 p) Realiza el trazado de rayos correspondiente.

Como el objeto está situado entre el foco objeto y la lente, esta actúa como lupa, creando una imagen virtual, derecha y de mayor tamaño.



c) (0,5 p) La miopía es un defecto de la vista, en qué consiste y cómo se corrige.

La miopía es el defecto visual por el que el cristalino no enfoca sobre la retina los rayos paralelos procedentes de un objeto lejano, formándose la imagen por delante de la retina. Por consiguiente, una persona miope ve borrosos los objetos lejanos.



Se debe a que la córnea tiene demasiada curvatura o a que el ojo tiene una longitud mayor de la normal. Para corregir la miopía se usan lentes divergentes de forma que el foco imagen de esta lente coincida con el punto remoto del ojo (acercamos los objetos muy lejanos a su punto remoto) para que ahora sean enfocados sobre la retina (hemos "desplazado" la focal imagen del ojo hasta la retina). Las personas miopes tienen el punto remoto más cerca de lo normal y también tienen el punto próximo a una distancia menor que el resto de la gente, pudiendo llegar a ver correctamente incluso a 5 cm.

3.- El trabajo de extracción de electrones para un determinado metal es de 4,34 eV ( $6,944 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ).

a) (1 p) Calcula cuál es la longitud de onda máxima para producir el efecto fotoeléctrico en dicho metal.

El trabajo de extracción se corresponde con un fotón de energía mínima, capaz de extraer electrones, pero sin comunicarles energía cinética.

$$W_0 = h \cdot f_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_{\text{máx}}} \Rightarrow \lambda_{\text{máx}} = \frac{h \cdot c}{W_0} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,944 \cdot 10^{-19}} = 2,85 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 285 \text{ nm}$$

b) (1 p) Si se ilumina el metal con una luz de longitud de onda  $\lambda_{\text{máx}}/2$ , ¿qué energía cinética máxima adquieren los electrones? (si no has obtenido el resultado anterior toma un valor razonable para realizar el cálculo).

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

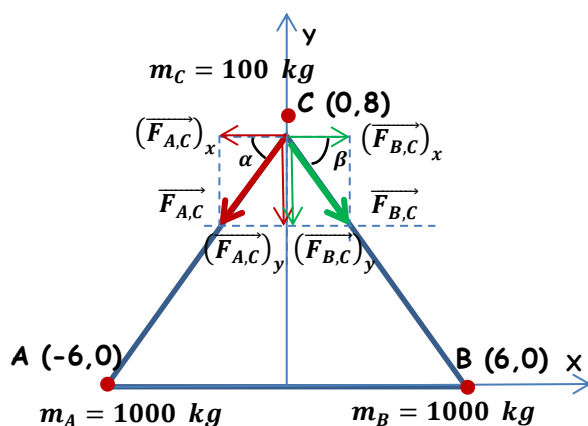
$$E_{\text{fotón incidente}} = W_0 + (E_{C,\text{máx}})_{\text{electrón emitido}} \Rightarrow (E_{C,\text{máx}})_{\text{electrón emitido}} = E_{\text{fotón incidente}} - W_0$$

$$(E_{C,m\acute{a}x})_{\text{electr\acute{o}n emitido}} = \left( h \cdot \frac{c}{\lambda} \right) - W_0 = \left( 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2,85 \cdot 10^{-7}/2} \right) - 6,944 \cdot 10^{-19} = 6,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

4.- Dos masas iguales y de valor 1000 kg se hallan sobre el eje X situadas en los puntos (-6, 0) y (6, 0), respectivamente.

**Nota:** todas las distancias expresadas en metros.

- a) (0,75 p) Expresa correctamente la fuerza que experimenta una masa  $m = 100 \text{ kg}$ , situada en el punto (0, 8), así como el potencial en ese punto debido a las otras dos masas.



$$r_{A,C} = r_{B,C} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ m}$$

$$\alpha = \beta = \arctg \frac{8}{6} = 53,1^\circ$$

Por simetría, las masas son iguales y las distancias son iguales, las componentes horizontales son iguales y de sentido contrario, anulándose entre sí, quedando como fuerza resultante la suma de las dos componentes verticales que son iguales entre sí.

$$\vec{F}_C = \vec{F}_{A,C} + \vec{F}_{B,C} = 2 \cdot (\vec{F}_{A,C})_y = 2 \cdot G \cdot \frac{m_A \cdot m_C}{(r_{A,C})^2} \cdot (\text{sen } \alpha \cdot \vec{j})$$

$$\vec{F}_C = -2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1000 \cdot 100}{(10)^2} \cdot (\text{sen } 53,1^\circ \cdot \vec{j}) = -1,07 \cdot 10^{-7} \vec{j} \text{ N}$$

A la hora del cálculo del potencial gravitatorio también se da la misma simetría, masas iguales y distancias iguales.

$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = 2 \cdot V_{A,C} = -2 \cdot G \cdot \frac{m_A}{r_{A,C}} = -2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1000}{10} = -1,34 \cdot 10^{-8} \text{ J/kg}$$

- b) (0,75 p) Calcula el trabajo realizado por la gravedad para llevar la masa  $m$  desde el punto (0, 0) al punto p (0, 8).

Calculamos el potencial en el punto O (0,0), teniendo en cuenta que también se da una situación de simetría, masas iguales y distancias iguales.

$$V_O = V_{A,O} + V_{B,O} = 2 \cdot V_{A,O} = -2 \cdot G \cdot \frac{m_A}{r_{A,O}} = -2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1000}{6} = -2,23 \cdot 10^{-8} \text{ J/kg}$$

$$(W_{O \rightarrow C})_{F \text{ gravitatoria}} = m_3 \cdot (V_O - V_C) = 100 \cdot (-2,23 \cdot 10^{-8} - (-1,34 \cdot 10^{-8})) = -8,9 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

Para trasladar la masa es necesaria una fuerza externa. El trabajo realizado por esta fuerza queda almacenado íntegramente en la masa trasladada en forma de energía potencial gravitatoria. El resultado es lógico, ya que la fuerza gravitatoria es atractiva y lo que estamos haciendo es alejar la masa  $m$  de las masas A y B.

c) (0,5 p) Enuncia el principio de superposición.

Aplicado al campo gravitatorio, el principio de superposición dice que la fuerza gravitatoria sobre una masa  $M$  debido a un sistema de masas puntuales, es igual a la suma de las fuerzas gravitatorias debidas a cada una de las masas  $m_i$  del sistema. Además, el campo creado en dicho punto por cada masa  $m_i$  es el mismo que si las demás masas del sistema no existieran:

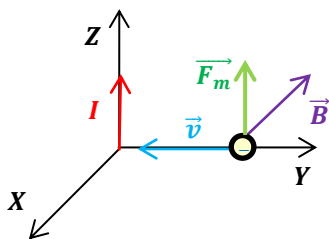
$$\vec{F} = \sum_{i=1}^{i=n} \vec{F}_i$$

Este principio puede ser aplicado también a la intensidad del campo gravitatorio, al potencial gravitatorio y a la energía potencial gravitatoria, siendo en estos últimos dos casos una suma escalar.

5.- Un electrón se dirige, en el vacío, con velocidad  $\vec{v} = -8 \cdot 10^7 \vec{j} \text{ m/s}$  hacia un conductor rectilíneo infinito, perpendicular a su trayectoria por el que circula una corriente en sentido ascendente de 2 A. Determina:

DATO:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$

a) (1 p) El vector campo magnético que crea el conductor a una distancia del conductor de 2 metros.



Aplicando la ley de Biot-Savart, y teniendo en cuenta que el sentido está determinado por la regla de la mano derecha (cogemos el conductor con la mano derecha de modo que la dirección del dedo pulgar coincida con el sentido de la corriente, las líneas de campo coinciden con la del resto de dedos al cerrarse en torno al conductor):

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot d} \cdot (-\vec{i}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 2} \cdot (-\vec{i}) = -2 \cdot 10^{-7} \vec{i} \text{ T}$$

b) (1 p) La fuerza magnética que el conductor ejerce sobre el electrón cuando está en ese punto.

Calculamos la fuerza magnética, fuerza de Lorentz sobre el electrón:

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & -8 \cdot 10^7 & 0 \\ -2 \cdot 10^{-7} & 0 & 0 \end{vmatrix} = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-16 \vec{k}) = 2,56 \cdot 10^{-18} \vec{k} \text{ N}$$