



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – SEPTIEMBRE 2015

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 | $q_{e-} = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

- Un cuerpo de masa 10^7 kg se encuentra fijado en el punto $(-200, 0)$ de un cierto sistema de referencia y otro cuerpo de masa $4.0 \cdot 10^7 \text{ kg}$ se encuentra fijado en el punto $(400, 0)$. Todas las distancias se dan en metros.
 - [1 PUNTO] Calcular y dibujar el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en el punto $(0,0)$.
 - [0,5 PUNTOS] Hallar el potencial gravitatorio debido a estas dos masas en el punto $(0,0)$.
 - [0,5 PUNTOS] Describir brevemente el 'principio de superposición' para las fuerzas gravitatorias.
- Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa 100 g unido a un muelle (sin masa), realiza un movimiento armónico simple con un periodo de 3.5 s . La energía total del sistema es de 10 J .
 - [1 PUNTO] Obtener la constante elástica del muelle.
 - [1 PUNTO] Obtener la velocidad máxima que alcanza el cuerpo a lo largo de su oscilación.
- Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 90 cm . Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,
 - [1 PUNTO] la posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura de 10 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 45 cm , y
 - [0,5 PUNTOS] la naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.
 - [0,5 PUNTOS] Describir el defecto visual de 'la hipermetropía' y explicar cómo se corrige.
- Una espira circular de sección 100 cm^2 se encuentra situada en un campo magnético uniforme de módulo dado por $B = 1.5 \text{ T}$.
 - [1 PUNTO] Si la espira gira alrededor de su diámetro con una frecuencia de 15 Hz , determínese la fuerza electromotriz máxima inducida en la espira.
 - [1 PUNTO] Si la espira está inmóvil, con su círculo perpendicular al campo, y el campo magnético disminuye de forma uniforme, hasta hacerse nulo, en 0.5 s , determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira en ese intervalo de tiempo.
- Una onda electromagnética de longitud de onda 70 nm incide sobre la superficie de un metal cuya función de trabajo es de 7.31 eV .
 - [1 PUNTO] Calcular si se van a emitir electrones del metal y, en su caso, hallar la velocidad máxima de los electrones emitidos.
 - [1 PUNTO] Si la longitud de onda de la onda que incide sobre el metal se multiplica por 2, ¿cuál es, en su caso, la velocidad máxima de los electrones emitidos?

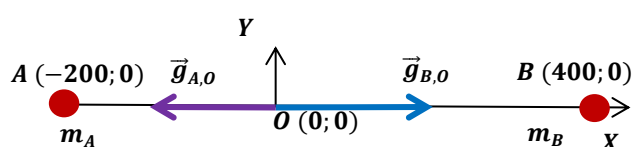
Datos: $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

| 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 | $q_{e^-} = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

1.- Un cuerpo de masa 10^7 kg se encuentra fijado en el punto $(-200, 0)$ de un cierto sistema de referencia y otro cuerpo de masa $4.0 \cdot 10^7 \text{ kg}$ se encuentra fijado en el punto $(400, 0)$. Todas las distancias se dan en metros.

- a) (1 p) Calcular y dibujar el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en el punto $(0,0)$.



$$r_{AO} = 200 \text{ m}$$

$$r_{BO} = 400 \text{ m}$$

$$\vec{g}_O = \vec{g}_{A,O} + \vec{g}_{B,O}$$

Los campos gravitatorios creados por ambas masas solo tienen componente horizontal y son de sentidos contrarios.

$$\vec{g}_O = \vec{g}_{A,O} + \vec{g}_{B,O} = G \cdot \left(-\frac{m_A}{(r_{AO})^2} \cdot \vec{i} + \frac{m_B}{(r_{BO})^2} \cdot \vec{i} \right) = 6.7 \cdot 10^{-11} \cdot \left(-\frac{10^7}{(200)^2} \cdot \vec{i} + \frac{4 \cdot 10^7}{(400)^2} \cdot \vec{i} \right) = 0 \vec{i} \text{ N/kg}$$

El campo gravitatorio en el punto O es nulo debido a que ambas masas crean campos en sentidos contrarios y la masa B, cuádruple de la masa A, se encuentra al doble de distancia, por lo que ambos campos individuales son iguales pero de sentido contrario

- b) (0,5 p) Hallar el potencial gravitatorio debido a estas dos masas en el punto $(0,0)$.

$$V_O = V_{A,O} + V_{B,O} = -G \left(\frac{m_A}{r_{AO}} + \frac{m_B}{r_{BO}} \right) = -6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \left(\frac{10^7}{200} + \frac{4 \cdot 10^7}{400} \right) = -1,0005 \cdot 10^{-5} \text{ J/kg}$$

- c) (0,5 p) Describir brevemente el "principio de superposición" para las fuerzas gravitatorias.

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:

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

2.- Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa 100 g unido a un muelle (sin masa), realiza un movimiento armónico simple con un periodo de 3.5 s . La energía total del sistema es de 10 J .

- a) (1 p) Obtener la constante elástica del muelle.

Del análisis de la dinámica del m.a.s. tenemos:

$$\begin{cases} F = -K \cdot x \\ F = m \cdot a = -m \cdot \omega^2 \cdot x \end{cases} \Rightarrow K = m \cdot \omega^2 = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} = 0,1 \cdot \frac{4\pi^2}{(3,5)^2} = 0,32 \text{ N/m}$$

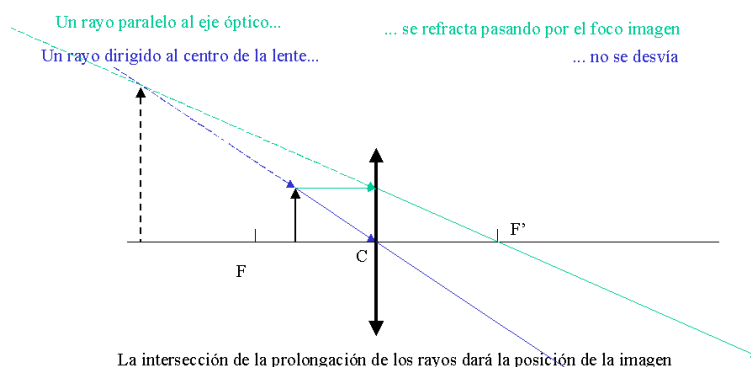
- b) (1 p) Obtener la velocidad máxima que alcanza el cuerpo a lo largo de su oscilación.

En un m.a.s. la energía mecánica es constante a lo largo de todo el movimiento, produciéndose a lo largo de la oscilación un constante intercambio de energía cinética en energía potencial elástica. De modo que cuando toda la energía mecánica del sistema es cinética, el móvil alcanza su velocidad máxima.

$$E_{c,m\acute{a}x} = E_m \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{m\acute{a}x}^2 = E_m \Rightarrow v_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_m}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{0,1}} = 14,14 \text{ m/s}$$

3.- Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 90 cm. Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,

- a) (1 p) la posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura de 10 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 45 cm.



Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-45} = \frac{1}{90} \Rightarrow s' = -90 \text{ cm}$$

Para una lente delgada, el aumento lateral es:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow y' = y \cdot \left(\frac{s'}{s}\right) = 10 \cdot \left(\frac{-90}{-45}\right) = 20 \text{ cm}$$

Al estar situado el objeto entre el foco objeto y la lente convergente, esta actúa como lupa.

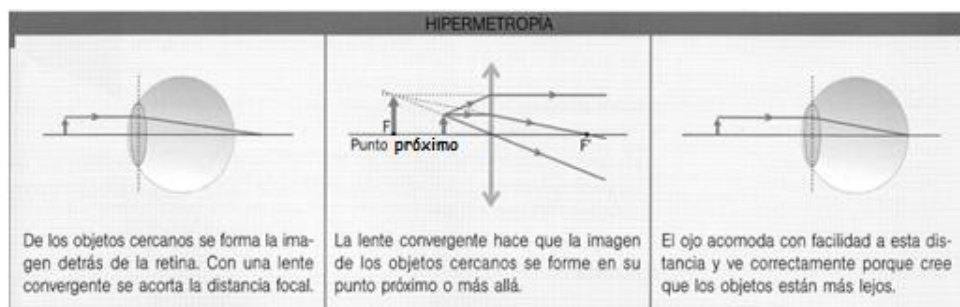
- b) (0,5 p) La naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

La imagen es virtual ya que se forma por la intersección de la prolongación de los rayos refractados por la lente.

- c) (0,5 p) Describir el defecto visual de 'la hipermetropía' y explicar cómo se corrige.

Es un defecto visual por el que los rayos de luz procedentes de un objeto próximo al ojo son enfocados por el cristalino en un punto situado detrás de la retina, debido a que el

ojo es más corto de lo normal o la córnea es demasiado plana. Por consiguiente, los hipermétropes ven borrosos los objetos próximos y ven bien a larga distancia, ya que los ojos de las personas hipermétropes alejan el punto próximo. La hipermetropía se corrige con lentes convergentes, de



modo que forman la imagen de los objetos muy cercanos en el punto próximo del individuo (la lente actúa como lupa) y ahora el ojo es capaz de formar la imagen sobre la retina.

4.- Una espira circular de sección 100 cm^2 se encuentra situada en un campo magnético uniforme de módulo dado por $B = 1.5 \text{ T}$.

- a) (1 p) Si la espira gira alrededor de su diámetro con una frecuencia de 15 Hz , determínese la fuerza electromotriz máxima inducida en la espira.

Por definición el flujo magnético que atraviesa una superficie es:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

Siendo θ el ángulo formado entre los vectores intensidad de campo magnético y superficie. Como la espira está girando con movimiento circular uniforme, este ángulo va variando a lo largo del tiempo de acuerdo a:

$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t = 0 + 2\pi \cdot f \cdot t = 30\pi \cdot t \quad (\text{rad/s})$$

Por lo que el flujo que atraviesa la espira será:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \theta = 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(30\pi \cdot t) = 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(30\pi \cdot t) \quad (\text{Wb})$$

Para calcular la f.e.m. inducida aplicamos la ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\phi}{dt} = -N \cdot \frac{d(1,5 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(30\pi \cdot t))}{dt} = -1(1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 30\pi \cdot -\text{sen}(30\pi \cdot t))$$

$$\varepsilon_{\text{ind}} = 0,45\pi \cdot \text{sen}(30\pi \cdot t) \quad (\text{V})$$

La fuerza electromotriz máxima inducida se consigue cuando $\text{sen}(30\pi \cdot t) = \pm 1$

$$(\varepsilon_{\text{ind}})_{\text{máx}} = \pm 0,45\pi \text{ V} = \pm 1,41 \text{ V}$$

- b) (1 p) Si la espira está inmóvil, con su círculo perpendicular al campo, y el campo magnético disminuye de forma uniforme, hasta hacerse nulo, en 0.5 s , determínese la fuerza electromotriz inducida en la espira en ese intervalo de tiempo.

Al inicio el flujo es máximo y cuando se anula el campo el flujo es nulo.

$$\varepsilon_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \cdot \frac{(0 - B \cdot S \cdot \cos 0^\circ)}{\Delta t} = -1 \cdot \left[\frac{0 - (1,5 \cdot 10^{-2})}{0,5} \right] = 0,03 \text{ V}$$

5.- Una onda electromagnética de longitud de onda 70 nm incide sobre la superficie de un metal cuya función de trabajo es de 7.31 eV .

DATOS: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

- a) (1 p) Calcular si se van a emitir electrones del metal y, en su caso, hallar la velocidad máxima de los electrones emitidos.

Para que se produzca efecto fotoeléctrico debe cumplirse que: $E_{\text{fotón incidente}} > W_{\text{ext}}$

Si calculamos la energía del fotón incidente:

$$E_{\text{fotón incidente}} = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^{-8}} = 2,84 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 17,76 \text{ eV}$$

Como la energía del fotón incidente es mayor que la función trabajo (trabajo de extracción) sí se produce efecto fotoeléctrico.

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{\text{fotón inc.}} = W_0 + (E_C)_{\text{electrón emitido}} \Rightarrow E_C = E_{\text{fotón inc.}} - W_0$$

$$E_C = 17,76 - 7,31 = 10,45 \text{ eV} = 1,672 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E_C}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,672 \cdot 10^{-18}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,92 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

- b) (1 p) Si la longitud de onda de la onda que incide sobre el metal se multiplica por 2, ¿cuál es, en su caso, la velocidad máxima de los electrones emitidos?

Ahora la energía de los fotones incidentes es:

$$E'_{\text{fotón incidente}} = h \cdot \frac{c}{\lambda'} = h \cdot \frac{c}{2\lambda} = \frac{E_{\text{fotón incidente}}}{2} = \frac{17,76}{2} = 8,88 \text{ eV}$$

$$E'_{\text{fotón inc.}} = W_0 + (E_C)_{\text{electrón emitido}} \Rightarrow E_C = E'_{\text{fotón inc.}} - W_0 = 8,88 - 7,31 = 1,57 \text{ eV} = 2,512 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E_C}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,512 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 7,43 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$