

FÍSICA

Puntuación máxima: Cuestiones 4 puntos (1 cada cuestión, teórica o práctica). Problemas 6 puntos (1 cada apartado). No se valorará la simple anotación de un ítem como solución a las cuestiones; han de ser respuestas razonadas. Se puede usar calculadora siempre que no sea programable ni memorice texto. El alumno elegirá una de las dos opciones.

OPCIÓN A

C.1. Dos satélites 1 y 2 de masas m_1 y m_2 ($m_1 < m_2$), giran alrededor de la Tierra en una órbita circular de radio r : A) Los dos tienen la misma energía mecánica. B) 1 tiene menor energía potencial y menor energía cinética que 2. C) 1 tiene mayor energía potencial y menor energía cinética que 2.

C.2. Una onda armónica estacionaria se caracteriza por: A) Tener frecuencia variable. B) Transportar energía. C) Formar nodos y vientres.

C.3. La luz visible abarca un rango de frecuencias que van desde (aproximadamente) $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz (rojo) hasta $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz (ultravioleta). ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?: A) La luz roja tiene menor longitud de onda que la ultravioleta. B) La ultravioleta es la más energética del espectro visible. C) Ambas aumentan la longitud de onda en un medio con mayor índice de refracción que aire.

C.4. En la práctica de la lente convergente, dibuja la marcha de los rayos si el objeto se coloca: a) En el foco. b) Entre el foco y el centro óptico de la lente.

P.1. La longitud de onda máxima capaz de producir efecto fotoeléctrico en un metal, es $4500 \text{ \AA}$: a) Calcula el trabajo de extracción. b) El potencial de frenado si la luz incidente es de $\lambda = 4000 \text{ \AA}$. c) ¿Habría efecto fotoeléctrico con luz de $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$? (Datos: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

P.2. Tres cargas eléctricas de $+1 \text{ }\mu\text{C}$, están en los puntos A(-1, 0), B(0, 2) y C(0, -2) (metros). Calcula en D(0, 0) y en F(2, 0): a) El campo eléctrico. b) El potencial eléctrico. c) Si en D(0, 0) se coloca una tercera carga q' de $+1 \text{ }\mu\text{C}$ y de 10 g de masa, sometida solo a acción electrostática de las otras tres, calcula la velocidad con la que llega al punto F(2, 0). ($K = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$; $1 \text{ }\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$).

OPCIÓN B

C.1. Según la ley de Faraday-Lenz, un campo magnético B induce fuerza electromotriz en una espira plana: A) Si un B constante atraviesa al plano de la espira en reposo. B) Si un B variable es paralelo al plano de la espira. C) Si un B variable atraviesa el plano de la espira en reposo.

C.2. Si con un instrumento óptico se forma una imagen virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto, se trata de: A) Una lente divergente. B) Un espejo convexo. C) Una lente convergente.

C.3. ¿Cuál de las siguientes reacciones nucleares es correcta?: A) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0\text{n}$; B) ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^1_0\text{n}$; C) ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$.

C.4. Describe brevemente el procedimiento empleado en el laboratorio para medir la constante elástica de un muelle por el método estático.

P.1. Las relaciones entre las masas y los radios de la Tierra y la Luna son: $M(T) / M(L) = 79,63$ y $R(T) / R(L) = 3,66$; a) Calcula la gravedad en la superficie de la Luna. b) Calcula la velocidad de un satélite girando alrededor de la Luna en una órbita circular de 2300 km de radio. c) ¿Dónde es mayor el período de un péndulo de longitud l , en la Tierra o en la Luna? (Datos: $g_0 = 9,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $R(L) = 1700 \text{ km}$).

P.2. La ecuación de una onda es $y(t, x) = 0,2 \sin \pi (100 t - 0,1 x)$; calcula: a) La frecuencia, el número de ondas k , la velocidad de propagación y la longitud de onda. b) Para un tiempo fijo t , ¿qué puntos de la onda están en fase con el punto que se encuentra en $x = 10 \text{ m}$? c) Para una posición fija x , ¿para qué tiempos el estado de vibración de ese punto está en fase con la vibración para $t = 1 \text{ s}$?

Soluciones

OPCIÓN A

C.1. Dos satélites 1 y 2 de masas m_1 y m_2 ($m_1 < m_2$), giran alrededor de la Tierra en una órbita circular de radio r .

- A) Los dos tienen la misma energía mecánica.
- B) 1 tiene menor energía potencial y menor energía cinética que 2.
- C) 1 tiene mayor energía potencial y menor energía cinética que 2.

(P.A.U. Jun. 10)

Solución: C

La energía mecánica es la suma de las energías cinética y potencial.

$$E = E_c + E_p$$

La energía cinética de un satélite de masa m que gira alrededor de la Tierra con velocidad v es directamente proporcional a la masa.

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Como $m_1 < m_2$,

$$E_{c1} < E_{c2}$$

La energía potencial gravitatoria para un satélite de masa m que gira alrededor de la Tierra en una órbita de radio r también es directamente proporcional a la masa.

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{r}$$

Pero como es negativa, cuanto mayor sea la masa, menor será la energía potencial.

$$E_{p1} > E_{p2}$$

C.2. Una onda armónica estacionaria se caracteriza por:

- A) Tener frecuencia variable.
- B) Transportar energía.
- C) Formar nodos y vientres.

(P.A.U. Jun. 10)

Solución: C

Una onda estacionaria es generada por interferencia de dos ondas de iguales características pero con distinto sentido de desplazamiento. En ella existen puntos que no vibran y se llaman nodos. Un ejemplo sería la onda estacionaria anclada a la cuerda de un instrumento musical como una guitarra o violín. Los extremos de la cuerda están fijos (son los nodos) y la amplitud de la vibración es máxima en el punto central. En esta onda la longitud de la cuerda sería la mitad de la longitud de onda y la situación correspondería al modo fundamental de vibración.

C.3. La luz visible abarca un rango de frecuencias que van desde (aproximadamente) $4,3 \times 10^{14}$ Hz (rojo) hasta $7,5 \times 10^{14}$ Hz (ultravioleta). ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A) La luz roja tiene menor longitud de onda que la ultravioleta.
- B) La ultravioleta es la más energética del espectro visible.
- C) Ambas aumentan la longitud de onda en un medio con mayor índice de refracción que aire.

(P.A.U. Jun. 10)

Solución: B

Hago la salvedad de que, estrictamente, la luz ultravioleta no es visible, pero limita con la violeta, que sí lo

es, en esa frecuencia.

En la teoría clásica, la energía de una onda es directamente proporcional al cuadrado de la amplitud y de la frecuencia. Como la frecuencia de la luz ultravioleta es mayor que de la luz roja, tendrá mayor energía.

(En la teoría cuántica, la luz se puede considerar como un haz de partículas llamadas fotones. La energía E que lleva un fotón de frecuencia f es:

$$E = h \cdot f$$

Siendo h la constante de Planck, que tiene un valor muy pequeño: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

En cuyo caso, cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será la energía del fotón)

Las otras opciones:

A. Falsa. La longitud de onda λ está relacionada con la velocidad de propagación v y la frecuencia f por:

$$v = \lambda \cdot f$$

En un medio homogéneo, la longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales. Como

$$f_u = 7,5 \cdot 10^{14} > 4,3 \cdot 10^{14} = f_v \Rightarrow \lambda_u < \lambda_v$$

C. Falsa. El índice de refracción de un medio respecto al vacío n_m es el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío c y la velocidad de la luz en medio v_m .

$$n_m = c / v_m$$

Si el índice de refracción del medio es mayor que el del aire, la velocidad de la luz en ese medio tiene que ser menor, por ser inversamente proporcionales.

$$n_m > n_a \Rightarrow v_m < v_a$$

Como la frecuencia de la luz es característica (no varía al cambiar de medio) y está relacionada con la velocidad de propagación de la luz en medio por:

$$v_m = \lambda_m \cdot f$$

Como son directamente proporcionales, al ser menor a velocidad, también tiene que ser menor a longitud de onda.

C.4. En la práctica de la lente convergente, dibuja la marcha de los rayos si el objeto se coloca:

- En el foco.
- Entre el foco y el centro óptico de la lente.

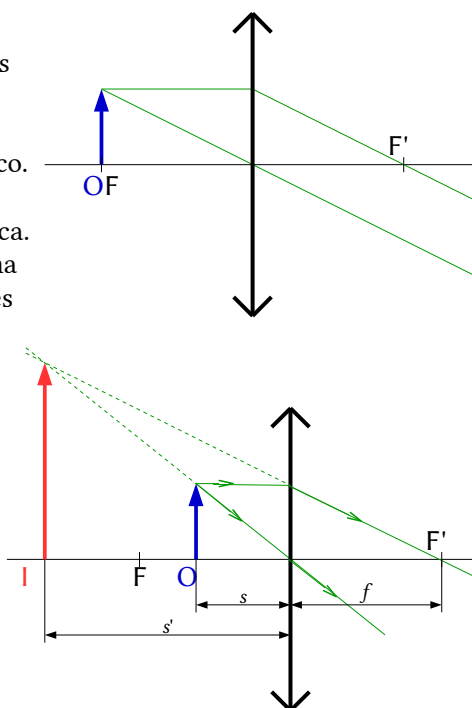
(P.A.U. Jun. 10)

Solución:

a) En este caso no se forma imagen, porque los rayos salen paralelos después de atravesar la lente.

b) La imagen es virtual, derecha y mayor, y situada entre $-\infty$ y el foco.

Hay que hacer constar que nada de esto se puede hacer en la práctica. Cuando el objeto se pone en el foco, la imagen no se forma (se forma en el infinito), y cuando se pone entre el foco y la lente, la imagen es virtual, y no se puede recoger en una pantalla para hacer medidas. Pero si lo hacemos en el laboratorio, en ambos casos una imagen parece que se forma en la pantalla solo que no es una imagen definida. Como no podemos obtener una imagen definida, podría ser que tomásemos las imágenes que se forman en la pantalla como imágenes reales.





P.1. La longitud de onda máxima capaz de producir efecto fotoeléctrico en un metal, es $4500 \text{ \AA}$.
a) Calcula el trabajo de extracción. b) Calcula el potencial de frenado si la luz incidente es de $\lambda = 4000 \text{ \AA}$.

c) ¿Habría efecto fotoeléctrico con luz de $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$?

Datos: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

(P.A.U. Jun. 10)

Rta.: a) $W_e = 4,4 \times 10^{-19} \text{ J}$; b) $V = 0,34 \text{ V}$.

Datos

Longitud de onda umbral

Longitud de onda

Frecuencia de la radiación

Constante de Planck

Velocidad de la luz en el vacío

Carga del electrón

Incógnitas

Trabajo de extracción

Potencial de frenado

Energía de un fotón de $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

Otros símbolos

Energía cinética máxima de los electrones emitidos

Ecuaciones

Ecuación de Planck (energía del fotón)

Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico

Relación entre la frecuencia umbral y el trabajo de extracción

Relación entre la frecuencia de una onda luminosa y la longitud de onda

Relación entre potencial de frenado y energía cinética

Cifras significativas: 3

$$\lambda_0 = 4500 \text{ \AA} = 4,50 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 4000 \text{ \AA} = 4,00 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$f = 5,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$W_e$$

$$V$$

$$E_f$$

$$E_c$$

$$E_f = h \cdot f$$

$$E_f = W_e + E_c$$

$$W_e = h \cdot f_0$$

$$f = c / \lambda$$

$$E_c = |e| \cdot V$$

Solución:

a) Se calcula el trabajo de extracción a partir de la longitud de onda umbral:

$$W_e = h \cdot f_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_0} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} [\text{J}\cdot\text{s}] \cdot 3,00 \cdot 10^8 [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]}{4,50 \cdot 10^{-7} [\text{m}]} = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b) El potencial de frenado se calcula a partir de la energía cinética máxima de los electrones emitidos.

Se calcula la energía cinética máxima de los electrones emitidos a partir de la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_c = E_f - W_e$$

La energía de los fotones, después de sustituir la frecuencia por su expresión en función de la longitud de onda, es:

$$E_f = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} [\text{J}\cdot\text{s}] \cdot 3,00 \cdot 10^8 [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]}{4,00 \cdot 10^{-7} [\text{m}]} = 4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

La energía cinética máxima de los electrones emitidos vale:

$$E_c = 4,97 \cdot 10^{-19} [\text{J}] - 4,42 \cdot 10^{-19} [\text{J}] = 5,5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Se calcula el potencial de frenado a partir de la ecuación que lo relaciona con la energía cinética:

$$E_c = |e| \cdot V \Rightarrow V = \frac{E_c}{|e|} = \frac{5,5 \cdot 10^{-20} [\text{J}]}{1,60 \cdot 10^{-19} [\text{C}]} = 0,35 \text{ V}$$

c) Una luz producirá efecto fotoeléctrico si su energía es mayor que el trabajo de extracción.

Se calcula la energía de la radiación de $f = 5,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$$E_f = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-34} [\text{J}\cdot\text{s}] \cdot 5,00 \cdot 10^{14} [\text{s}^{-1}] = 3,32 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Se compara con el trabajo de extracción:

$$(E_f = 3,32 \cdot 10^{-19} \text{ J}) < (W_e = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ J})$$

Como la energía de la radiación es menor que el trabajo de extracción, no se producirá efecto fotoeléctrico.

P.2. Tres cargas eléctricas de $+1 \mu\text{C}$, están en los puntos A(-1, 0), B(0, 2) y C(0, -2) (metros). Calcula en D(0, 0) y en F(2, 0):

a) El campo eléctrico.

b) El potencial eléctrico.

c) Si en D(0, 0) se coloca una tercera carga q' de $+1 \mu\text{C}$ y de 10 g de masa, sometida solo a la acción electrostática de las otras tres, calcula la velocidad con la que llega al punto F(2, 0).

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}; 1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}.$$

(P.A.U. Jun. 10)

Rta.: a) $\vec{E}_D = 9,0 \cdot 10^3 \text{ (N/C)} \hat{i}$; $\vec{E}_F = 2,6 \cdot 10^3 \hat{i} \text{ (N/C)}$; b) $V_D = 18 \cdot 10^3 \text{ V}$; $V_F = 9,4 \cdot 10^3 \text{ V}$; c) $v_F = 1,31 \text{ m/s}$.

Datos

Valor de la carga situada en el punto A

Valor de la carga situada en el punto B

Valor de la carga situada en el punto C

Masa de la partícula que se desplaza

Carga de la partícula que se desplaza

Velocidad inicial en el punto D

Posición del punto A

Posición del punto B

Posición del punto C

Posición del punto D del que sale

Posición del punto F al que llega

Constante eléctrica

Incógnitas

Intensidades del campo electrostático en los puntos D y F

Potenciales electrostáticos en los puntos D y F

Velocidad que tendrá al pasar por el punto F

Otros símbolos

Distancia entre dos puntos A y B

Ecuaciones

Intensidad del campo electrostático en un punto creado por una carga puntual Q situada a una distancia r

Principio de superposición

Potencial electrostático en un punto creado por una carga puntual Q situada a una distancia r

Potencial electrostático en un punto debido a varias cargas

Energía potencial electrostática de una carga en un punto A

Energía cinética

Principio de la conservación de la energía entre dos puntos A y B

Cifras significativas: 3

$$Q_A = 1,00 \mu\text{C} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_B = 1,00 \mu\text{C} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_C = 1,00 \mu\text{C} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$m = 10,0 \text{ g} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$$

$$q = 1,00 \mu\text{C} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$v_D = 0$$

$$\vec{r}_A = (-1,00, 0) \text{ m}$$

$$\vec{r}_B = (0, 2,00) \text{ m}$$

$$\vec{r}_C = (0, -2,00) \text{ m}$$

$$\vec{r}_D = (0, 0) \text{ m}$$

$$\vec{r}_F = (2,00, 0) \text{ m}$$

$$K = 9,00 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$\vec{E}_D, \vec{E}_F$$

$$V_D, V_F$$

$$v_F$$

$$r_{AB}$$

$$\vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

$$\vec{E}_A = \sum \vec{E}_{A_i}$$

$$V = K \frac{Q}{r}$$

$$V = \sum V_i$$

$$E_{pA} = q \cdot V_A$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$(E_c + E_p)_A = (E_c + E_p)_B$$

Solución:

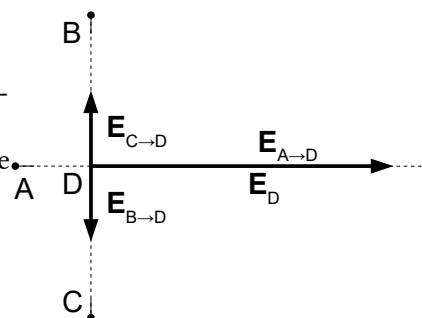
a) Se hace un dibujo de las cargas y cada uno de los vectores intensidad de campo electrostático y de la suma vectorial que es el vector $\vec{E}_D$ intensidad de campo resultante.

La intensidad de campo electrostático en el punto D debido a la carga de $+1 \mu\text{C}$ situada en A es:

$$\vec{E}_{A \rightarrow D} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \cdot \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(1,00 [\text{m}])^2} \hat{i} = 9,00 \cdot 10^3 \hat{i} \text{ N/C}$$

La intensidad de campo electrostático en el punto D debido a la carga de $+1 \mu\text{C}$ situada en B es:

$$\vec{E}_{B \rightarrow D} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \cdot \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(2,00 [\text{m}])^2} \hat{i} = 2,25 \cdot 10^3 \hat{i} \text{ N/C}$$



Por simetría,

$$\vec{E}_{C \rightarrow D} = 2,25 \cdot 10^3 \vec{j} \text{ N/C}$$

Aplicando el principio de superposición,

$$\vec{E}_D = \vec{E}_{A \rightarrow D} + \vec{E}_{B \rightarrow D} + \vec{E}_{C \rightarrow D} = 9,00 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ N/C}$$

Análisis: El vector intensidad de campo resultante del cálculo es horizontal hacia derecha, coherente con el dibujo que hicimos previamente.

La intensidad de campo electrostático en el punto F debido a la carga de $+1 \mu\text{C}$ situada en A es:

$$\vec{E}_{A \rightarrow F} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \cdot \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(3,00 [\text{m}])^2} \vec{i} = 1,00 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ N/C}$$

Para calcular los campos debidos a las cargas en B y en C, se hace antes el cálculo de distancias:

$$r_{CF} = r_{BF} = \sqrt{(2,00 [\text{m}])^2 + (2,00 [\text{m}])^2} = 2,83 \text{ m}$$

El vector unitario del punto F, $\vec{u}_{BF}$ respecto a B es:

$$\vec{u}_{BF} = \frac{\vec{r}_{BF}}{|\vec{r}_{BF}|} = \frac{(2,00 \vec{i} - 2,00 \vec{j}) [\text{m}]}{2,83 [\text{m}]} = 0,707 \vec{i} - 0,707 \vec{j}$$

La intensidad de campo electrostático en el punto F debido a la carga de $+1 \mu\text{C}$ situada en B es:

$$\vec{E}_{B \rightarrow F} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \cdot \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(2,83 [\text{m}])^2} (0,707 \vec{i} - 0,707 \vec{j}) = (795 \vec{i} - 795 \vec{j}) \text{ N/C}$$

Por simetría,

$$\vec{E}_{C \rightarrow F} = (795 \vec{i} + 795 \vec{j}) \text{ N/C}$$

Aplicando el principio de superposición,

$$\vec{E}_F = \vec{E}_{A \rightarrow F} + \vec{E}_{B \rightarrow F} + \vec{E}_{C \rightarrow F} = 2,59 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ N/C}$$

Análisis: El vector intensidad de campo resultante del cálculo es horizontal hacia derecha, coherente con el dibujo que hicimos previamente.

b) Los potenciales en el punto D debidos a cada carga valen:

$$V_{C \rightarrow D} = V_{B \rightarrow D} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(2,00 [\text{m}])} = 4,50 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$V_{A \rightarrow D} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(1,00 [\text{m}])} = 9,00 \cdot 10^3 \text{ V}$$

El potencial electrostático en el punto D es:

$$V_D = V_{A \rightarrow D} + V_{B \rightarrow D} + V_{C \rightarrow D} = 9,00 \cdot 10^3 [\text{V}] + 2 \cdot 4,50 \cdot 10^3 [\text{V}] = 1,800 \cdot 10^4 \text{ V}$$

Los potenciales en el punto F debidos a cada carga valen:

$$V_{C \rightarrow F} = V_{B \rightarrow F} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(2,83 [\text{m}])} = 3,18 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$V_{A \rightarrow F} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{1,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(3,00 [\text{m}])} = 3,00 \cdot 10^3 \text{ V}$$

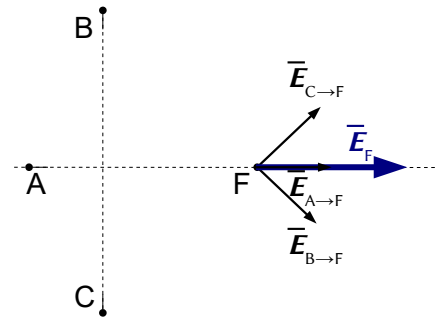
El potencial electrostático en el punto F es:

$$V_F = V_{A \rightarrow F} + V_{B \rightarrow F} + V_{C \rightarrow F} = 3,00 \cdot 10^3 [\text{V}] + 2 \cdot 3,18 \cdot 10^3 [\text{V}] = 9,36 \cdot 10^3 \text{ V}$$

c) Como la fuerza electrostática es una fuerza conservativa la energía mecánica se conserva.

$$(E_c + E_p)_F = (E_c + E_p)_D$$

$$\frac{1}{2} m v_F^2 + q \cdot V_F = \frac{1}{2} m v_D^2 + q \cdot V_D$$



$$(1,00 \cdot 10^{-2} \text{ [kg]} / 2) \cdot v_F^2 + 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ [C]} \cdot 9,36 \cdot 10^3 \text{ [V]} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ [C]} \cdot 1,800 \cdot 10^4 \text{ [V]}$$

La velocidad en el punto F vale:

$$v_F = 1,31 \text{ m/s}$$

Como la velocidad es un vector, tenemos que deducir la dirección y sentido.

Por la dirección y sentido del vector intensidad de campo en los puntos D y F, se puede deducir que la aceleración está en la dirección del eje X y en sentido positivo. Si un móvil parte del reposo, y la aceleración tiene dirección constante, el movimiento será rectilíneo en la línea de la aceleración. Por lo tanto la dirección de la velocidad es la del eje X y el sentido positivo

$$\vec{v}_F = 1,31 \vec{i} \text{ m/s}$$

OPCIÓN B

C.1. Según la ley de Faraday-Lenz, un campo magnético B induce fuerza electromotriz en una espira plana:

- A) Si un B constante atraviesa al plano de la espira en reposo.
- B) Si un B variable es paralelo al plano de la espira.
- C) Si un B variable atraviesa el plano de la espira en reposo.

(P.A.U. Jun. 10)

Solución: C

La ley de Faraday - Lenz dice que se inducirá una corriente que se oponga a la variación de flujo a través de la espira. La f.e.m. de esa corriente será igual a la variación de flujo magnético respecto al tiempo.

$$\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}$$

El flujo magnético es el producto escalar del vector $\vec{B}$ campo magnético por el vector $\vec{S}$ perpendicular a la superficie delimitada por la espira

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \varphi$$

Si un campo magnético $\vec{B}$ variable atraviesa el plano de la espira en reposo, el ángulo $\varphi \neq 90^\circ$, por lo que $\cos \varphi \neq 0$. Si B es variable, su derivada no es nula y existirá una f.e.m.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot S \cdot \cos \varphi)}{dt} = -S \cdot \cos \varphi \cdot \frac{dB}{dt} \neq 0$$

Las otras opciones:

- A. Si el campo es constante y la espira está en reposo, todo es constante y la derivada es nula: no hay f.e.m.
- B. Si el campo es variable pero es paralelo al plano de la espira, el ángulo entre el campo $\vec{B}$ y el vector superficie (perpendicular a la espira) es de 90° y $\cos 90^\circ = 0$

C.2. Si con un instrumento óptico se forma una imagen virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto, se trata de:

- A) Una lente divergente.
- B) Un espejo convexo.
- C) Una lente convergente.

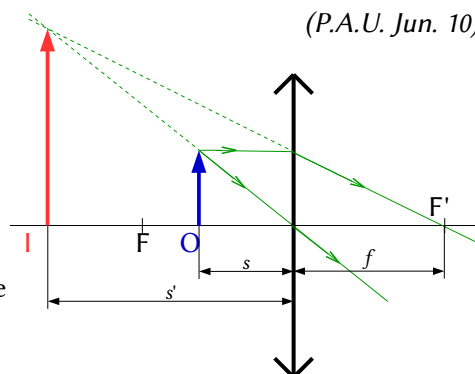
(P.A.U. Jun. 10)

Solución: B

El diagrama muestra la formación de la imagen cuando el objeto se encuentra dentro de la distancia focal.

Las otras opciones:

A y B. Falsas. Las lentes divergentes y los espejos convexos siempre



producen imágenes virtuales, derechas pero de menor tamaño que el objeto.

C.3. ¿Cuál de las siguientes reacciones nucleares es correcta?

- A) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0\text{n}$.
 B) ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^1_0\text{n}$.
 C) ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$.

(P.A.U. Jun. 10)

Solución: A

Por los principios de conservación del número bariónico (n.º de nucleones = n.º de protones + n.º de neutrones) y de la carga, la única solución posible es la A.

Reacción	N.º bariónico	Carga
A: ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0\text{n}$	$235 + 1 = 141 + 92 + 3 \cdot 1 = 236$	$92 + 0 = 56 + 36 + 3 \cdot 0$
B: ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^1_0\text{n}$	$2 + 3 \neq 4 + 2 \cdot 1$	$1 + 1 = 2 + 2 \cdot 0$
C: ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$	$10 + 1 \neq 7 + 2$	$5 + 0 \neq 3 + 1$

C.4. Describe brevemente el procedimiento empleado en el laboratorio para medir la constante elástica de un muelle por el método estático.

(P.A.U. Jun. 10)

Solución:

El método estático, se basa en la ley de Hooke:

$$F = -k \cdot \Delta y$$

Se cuelgan pesas de masa conocida de un muelle y se miden los alargamientos producidos. La constante se determina:

- numéricamente de la media de los cocientes $k = m \cdot g / \Delta y$
- gráficamente representando los alargamientos producidos frente a las masas colgadas. El valor de la constante se obtiene de la pendiente de la recta de la gráfica por la relación.

$$\text{pendiente} = p_e = \frac{\Delta y}{\Delta m} = \frac{g \Delta y}{\Delta m g} = g \frac{\Delta y}{\Delta F} = \frac{g}{k}$$

P.1. Las relaciones entre las masas y los radios de la Tierra y la Luna son: $M_T/M_L = 79,63$ y $R_T/R_L = 3,66$.

- a) Calcula la gravedad en la superficie de la Luna.
 b) Calcula la velocidad de un satélite girando alrededor de la Luna en una órbita circular de 2300 km de radio.
 c) ¿Dónde es mayor el período de un péndulo de longitud l , en la Tierra o en la Luna?

Datos: $g_0 = 9,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $R_L = 1700 \text{ km}$.

(P.A.U. Jun. 10)

Rta.: a) $g_L = 1,65 \text{ N/kg}$; b) $v = 1,44 \text{ km/s}$.

Datos

Relación entre las masas de la Tierra y de la Luna
 Relación entre los radios de la Tierra y de la Luna
 Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra
 Radio de la órbita del satélite alrededor de la Luna
 Radio de la Luna
 Constante de la gravitación universal

Incógnitas

Gravedad en la superficie de la Luna
 Velocidad del satélite alrededor de la Luna

Cifras significativas: 3

$M_T/M_L = 79,63$
 $R_T/R_L = 3,66$
 $g_0 = 9,80 \text{ m/s}^2$
 $r = 2300 \text{ km}$
 $R_L = 1700 \text{ km}$
 G

g_L
 v

Ecuaciones

Velocidad de un satélite a una distancia r del centro de un astro de masa M $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$

Velocidad en un movimiento circular uniforme de radio r y período T $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$

Peso

$$P = m \cdot g$$

Relación entre la masa, la gravedad y el radio de un astro

$$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$$

Período de un péndulo simple de longitud L en un punto donde la aceleración de la gravedad es g

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Solución:

a) El peso de un objeto cerca de la superficie de la Tierra es la fuerza con la que la Tierra lo atrae:

$$m \cdot g_T = G \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

Análogamente, el peso de un objeto cerca de la superficie de la Luna es la fuerza con la que la Luna lo atrae:

$$m \cdot g_L = G \frac{M_L \cdot m}{R_L^2}$$

Dividiendo la primera ecuación entre la segunda, queda:

$$\frac{m \cdot g_T}{m \cdot g_L} = \frac{G \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}}{G \frac{M_L \cdot m}{R_L^2}}$$

$$\frac{g_T}{g_L} = \frac{M_T / M_L}{(R_T / R_L)^2} = 79 \frac{63}{3},66^2 = 5,94$$

Despejando

$$g_L = 1,65 \text{ m/s}^2$$

Análisis: El resultado es razonable, ya que sabemos que la gravedad en la superficie de la Luna es unas 6 veces menor que en la superficie de la Tierra.

b) La velocidad de un satélite que gira a una distancia r alrededor del centro de un astro de masa M es:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

Al no tener la masa de la Luna se sustituye $G \cdot M$ por $g_0 \cdot R^2$.

$$v = \sqrt{\frac{g_0 \cdot R^2}{r}} = \sqrt{\frac{1,65 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot (1,70 \times 10^6 \text{ [m]})^2}{2,30 \times 10^6 \text{ [m]}}} = 1,44 \times 10^3 \text{ m/s} = 1,44 \text{ km/s}$$

c) El período T de un péndulo de longitud L en un lugar donde la gravedad sea g viene dado por la ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Dividiendo las expresiones correspondientes a la Tierra y la Luna

$$\frac{T_T}{T_L} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{L}{g_T}}}{2\pi \sqrt{\frac{L}{g_L}}} = \sqrt{\frac{g_L}{g_T}} = \sqrt{\frac{1}{5,94}} = 0,410 < 1$$

El período del péndulo en la Tierra es menor que en la Luna.

Análisis: El resultado es razonable, ya que sabemos que la gravedad en la superficie de la Luna es menor que en la superficie de la Tierra, y al ser más pequeña, más lentamente se mueve el péndulo y mayor es su período.

P.2. La ecuación de una onda es $y(t, x) = 0,2 \sin \pi (100 t - 0,1 x)$. Calcula:

- La frecuencia, el número de ondas k , la velocidad de propagación y la longitud de onda.
- Para un tiempo fijo t , ¿qué puntos de la onda están en fase con el punto que se encuentra en $x = 10$ m?
- Para una posición fija x , ¿para qué tiempos el estado de vibración de ese punto está en fase con la vibración para $t = 1$ s?

(P.A.U. Jun. 10)

Rta.: a) $f = 50$ Hz; $k = 0,31$ rad/m; $v = 1,0 \times 10^3$ m/s; $\lambda = 20$ m; b) $x = 10 + 20 n$; c) $t = 1,0 + 0,020 n$.

Datos

Ecuación de la onda

Distancia entre los puntos

Incógnitas

Velocidad de propagación

Diferencia de fase entre dos puntos separados 25 cm

Otros símbolos

Pulsación (frecuencia angular)

Frecuencia

Longitud de onda

Número de onda

Ecuaciones

Ecuación de una onda armónica unidimensional

Número de onda

Relación entre la frecuencia angular y la frecuencia

Relación entre la longitud de onda y la velocidad de propagación

Cifras significativas: 3

$$y = 2,00 \cdot \cos 4 \pi (5,00 \cdot t - x) \text{ [m]}$$

$$\Delta x = 25,0 \text{ cm} = 0,250 \text{ m}$$

$$v_p$$

$$\Delta \varphi$$

$$\omega$$

$$f$$

$$\lambda$$

$$k$$

$$y = A \cdot \cos(\omega \cdot t \pm k \cdot x)$$

$$k = 2 \pi / \lambda$$

$$\omega = 2 \pi \cdot f$$

$$v_p = \lambda \cdot f$$

Solución:

a) Se obtienen la frecuencia angular y el número de onda comparando la ecuación de una onda armónica unidimensional con la ecuación del problema:

$$y = A \cdot \cos(\omega \cdot t \pm k \cdot x)$$

$$y = 2,00 \cdot \cos 4 \pi (5,00 \cdot t - x) = 2,00 \cdot \cos(20,0 \cdot \pi \cdot t - 4,00 \cdot \pi \cdot x) \text{ [m]}$$

Frecuencia angular: $\omega = 20,0 \cdot \pi \text{ [rad/s]} = 62,8 \text{ rad/s}$

Número de onda: $k = 4,00 \cdot \pi \text{ [rad/m]} = 12,6 \text{ rad/m}$

Se calculan la longitud de onda y la frecuencia para determinar la velocidad de propagación.

Se calcula la frecuencia a partir de la frecuencia angular:

$$\omega = 2\pi \cdot f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20,0 \cdot \pi \text{ [rad} \cdot \text{s}^{-1}]}{2\pi \text{ [rad]}} = 10,0 \text{ s}^{-1} = 10,0 \text{ Hz}$$

Se calcula la longitud de onda a partir del número de onda:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi \text{ [rad]}}{4,00 \cdot \pi \text{ [rad} \cdot \text{m}^{-1}]} = 0,500 \text{ m}$$

Se calcula la velocidad de propagación de la onda a partir de la longitud de onda y de la frecuencia:

$$v_p = \lambda \cdot f = 0,500 \text{ [m]} \cdot 10,0 \text{ [s}^{-1}] = 5,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) En un instante t , la diferencia de fase entre dos puntos situados en x_1 y x_2 es:

$$\Delta \varphi = [4 \pi (5,00 \cdot t - x_2)] - [4 \pi (5,00 \cdot t - x_1)] = 4 \pi (x_1 - x_2) = 4 \pi \Delta x = 4 \pi \cdot 0,250 = \pi \text{ rad}$$

Análisis: La distancia entre los puntos es 0,250 m que es la mitad de la longitud de onda. Como los puntos que están en fase o cuya diferencia de fase es múltiplo de 2π se encuentran a una distancia que es múltiplo de la

longitud de onda, una distancia de media longitud de onda corresponde a una diferencia de fase de la mitad de 2π , o sea, π rad

c) Una onda es un mecanismo de transporte de energía sin desplazamiento neto de materia. En una onda longitudinal de una cuerda vibrante, las partículas del medio vuelven a su posición inicial mientras la perturbación que provoca la elevación y depresión se desplaza a lo largo de la cuerda.

Cuestiones y problemas de las [Pruebas de acceso a la Universidad](#) (P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) u [OpenOffice](#) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM)

Actualizado: 10/02/22

www.yoquieroaprobar.es