UAM Universidad Autónoma de Madrid	**UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID** EVALUACIÓN PARA EL ACCESO A LAS ENSEÑANZAS UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO Curso **2018-2019** **MATERIA: FÍSICA**	

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente todas las preguntas, el alumno deberá escoger **una** de las dos opciones propuestas y responder a las cuestiones de la opción elegida.
CALIFICACIÓN: Cada pregunta se valorará sobre 2 puntos (1 punto cada apartado).
TIEMPO: 90 minutos.

OPCIÓN A

Pregunta 1.- Los satélites LAGEOS son una serie de satélites artificiales diseñados para proporcionar órbitas de referencia para estudios geodinámicos de la Tierra. Consisten en un cuerpo esférico de masa m = 405 kg que se mueve en órbita circular alrededor de la Tierra a una altura de 5900 km sobre su superficie. Determine:

a) El periodo de este tipo de satélites.
b) La energía requerida para que, desde la superficie de la Tierra, pasen a describir dicha órbita.

Datos: Constante de Gravitación Universal, $G = 6{,}67\cdot10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; *Masa de la Tierra,* $M_T = 5{,}97\cdot10^{24}$ kg; *Radio de la Tierra,* $R_T = 6{,}37\cdot10^{6}$ m.

Pregunta 2.- Un detector acústico que se encuentra situado a 200 m de una sirena mide un nivel de intensidad sonora de 80 dB. Suponiendo que la sirena emite como una fuente puntual, determine:

a) La potencia sonora de la sirena.
b) La distancia a la que debemos situar dicho detector para que mida la misma intensidad sonora cuando la sirena tiene una potencia doble a la del apartado anterior.

Dato: Intensidad umbral de audición, $I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}.

Pregunta 3.- Una carga q_1 = 10 μC está situada en el origen de coordenadas, mientras que otra carga q_2 = 20 μC está situada en el punto (3, 0) m. Calcule:

a) El punto del espacio en el que el campo eléctrico total generado por ambas cargas es nulo.
b) El trabajo que realiza el campo para transportar un electrón desde el punto (3, 4) m hasta el punto (2, 0) m.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C*; Constante de la Ley de Coulomb,* $K = 9\cdot10^{9}$ N m^2 C^{-2}.

Pregunta 4.- Una lente convergente de 10 cm de distancia focal se utiliza para formar la imagen de un objeto de tamaño y = 1 cm. Si queremos que la imagen se forme 14 cm a la derecha de la lente:

a) Determine la posición donde se debe situar el objeto y el tamaño de la imagen que se obtiene.
b) Realice el trazado de rayos correspondiente.

Pregunta 5.- Si iluminamos un cierto material con una luz de longitud de onda λ = 589 nm se liberan electrones con una energía cinética máxima de 0,577 eV. Por otro lado al iluminarlo con luz ultravioleta de longitud de onda λ = 179,76 nm, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es 5,38 eV. Determine:

a) El valor de la constante de Planck y el trabajo de extracción del material.
b) La longitud de onda de de Broglie del electrón con energía cinética máxima para el caso en el que se ilumine el material con la luz ultravioleta.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C*; Masa en reposo del electrón,* $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg*; Velocidad de la luz en el vacío,* $c = 3\cdot10^{8}$ m s^{-1}.

OPCIÓN B

Pregunta 1-.El satélite Europa describe una órbita circular alrededor de Júpiter de 671100 km de radio. Teniendo en cuenta que su periodo de revolución es de 3,55 días terrestres, determine:

a) La masa de Júpiter.
b) La velocidad de escape desde la superficie de Júpiter.

Datos: Constante de Gravitación Universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; *Radio de Júpiter,* $R_{Júpiter} = 69911$ km.

Pregunta 2.- La expresión matemática de una onda transversal que se propaga a lo largo del eje *x* viene determinada por la siguiente expresión en unidades del S.I.:

$$y(x,t) = 0{,}05 \cos\,(8\pi t - 4\pi x + \varphi_0)$$

Determine:

a) El valor de la fase incial φ_0, si sabemos que en el instante t = 5 s la velocidad de oscilación de un punto situado en x = 3 m es nula y su aceleración es positiva.
b) El tiempo que tardará en llegar la onda al punto x = 8 m si suponemos que la fuente generadora de dicha onda comienza a emitir en t = 0 en el origen de coordenadas.

Pregunta 3.- Un positrón, partícula idéntica al electrón pero con carga positiva, es acelerado mediante una diferencia de potencial ΔV para posteriormente introducirse en una región del espacio en la que hay un campo magnético B = 5 μT perpendicular a la velocidad del positrón. Sabiendo que el radio de la órbita circular que describe el positrón es 50 cm, obtenga:

a) El valor de la diferencia de potencial ΔV utilizada para acelerar el positrón.
b) El valor de la frecuencia angular de giro del positrón en dicha órbita.

Datos: Valor absoluto de la carga del positrón, $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C*; Masa del positrón,* $m_p = 9{,}1\ 10^{-31}$ kg.

Pregunta 4.- Desde lo alto de un trampolín, Carlos es capaz de ver a Laura que está buceando en el fondo de la piscina. Para ello tiene que mirar con un ángulo de 30º con respecto a la vertical. La altura de observación es de 4 m y la piscina tiene una profundidad de 3 m. Si el índice de refracción del agua es n_{agua} = 1,33, determine:

a) La distancia respecto a la vertical del trampolín a la que se encuentra Laura.
b) El ángulo límite entre ambos medios y realice un esquema indicando la marcha del rayo.

Dato: Índice de refracción del aire, $n_0 = 1$.

Pregunta 5.- Una muestra de madera de un sarcófago se ha datado mediante el método del ^{14}C con una edad de 3200 años. En la muestra se ha detectado que la cantidad de ^{14}C ha disminuido, respecto de la que había originariamente, un 32%.

a) Calcule la vida media del ^{14}C y el periodo de semidesintegración.
b) Si la muestra actual contiene una masa de 8 μg de ^{14}C, ¿qué actividad presenta dicha muestra?

Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}; *Masa atómica* del ^{14}C, $M = 14{,}0$ u.

OPCIÓN A

Pregunta 1

a) Teniendo en cuenta que el satélite en su órbita realiza un movimiento circular uniforme, la suma de todas las fuerzas que actúen sobre él deben ser igual a la fuerza centrípeta

$$\sum \vec{F} = \vec{F_c}$$

Trabajando en módulo y considerando que la única fuerza que actúa sobre el satélite es la fuerza gravitacional que sobre él ejerce la Tierra, aplicamos la Ley Universal de Gravedad para obtener una relación entre la velocidad del satélite y el radio de la órbita:

$$G\frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r} \qquad \text{Al simplificar } v^2 = G\frac{M}{r}$$

Tenemos que relacionar el radio y el periodo del satélite

$$\left.\begin{array}{l} v = w \cdot r \\ w = \dfrac{2\pi}{T} \end{array}\right\} v = \frac{2\pi}{T} \cdot r$$

$$\left(\frac{2\pi}{T} \cdot r\right)^2 = G\frac{M}{r} \; ; \; r = 6370 + 5900 = 12270 \text{ Km};$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(12{,}27 \cdot 10^6)^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 20^{24}}} = 13533 \text{ s}.$$

b) Para calcular el trabajo necesario para poner el satélite en órbita tenemos que hacer un balance de energía entre la superficie y la órbita

$$E_M(\text{superficie}) + W = E_M(\text{órbita})$$

$$E_M(\text{superficie}) = E_p = -G\frac{Mm}{R_T} \qquad E_M(\text{Órbita}) = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R_T}$$

Teniendo en cuenta la expresión de la velocidad orbital que hemos obtenido en el apartado a) se puede expresar la energía mecánica en la órbita así:

$$E_M(\text{Órbita}) = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{r} = \left\{v^2 = G\frac{M}{r}\right\} = \frac{1}{2}mG\frac{M}{r} - G\frac{Mm}{r} = -G\frac{Mm}{r}$$

Al sustituir las expresiones de las energías en el balance de energías, despejamos el trabajo (energía) necesario para poner el satélite en órbita

$$-G\frac{Mm}{R_T} + W = -G\frac{Mm}{2r} \qquad W = G\frac{Mm}{R_T} - G\frac{Mm}{2r} = GMm\cdot\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right)$$

$$W = 6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 5{,}97\cdot10^{24}\cdot 405\cdot\left(\frac{1}{6{,}37\cdot10^{6}} - \frac{1}{2\cdot 1{,}27\cdot10^{6}}\right) = 1{,}87\cdot10^{10}\ \text{J}$$

Pregunta 2

a) Expresamos la potencia en función de la intensidad sonora

$$I = \frac{P}{S}$$

Teniendo en cuenta que las ondas sonoras son esféricas:

$$P = S \cdot I = 4\pi r^2 \cdot I$$

La intensidad sonora se calcula del nivel de intensidad sonora:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \qquad I = I_0 \cdot 10^{\beta/10}$$

Al sustituir en la expresión de la potencia:

$$P = 4\pi r^2 \cdot I_0 \cdot 10^{\beta/10} = 4\pi \cdot 200^2 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{80/10} = 50{,}3 W$$

b) Si los 2 puntos tienen la misma intensidad sonora:

$$I_1 = I_2 \qquad \frac{P_1}{S_1} = \frac{P_2}{S_2} \qquad P_2 = 2P_1 \qquad \frac{P_1}{4\pi r_1^2} = \frac{2P_1}{4\pi r_2^2}$$

$$\frac{1}{r_1^2} = \frac{2}{r_2^2} \qquad r_2 = \sqrt{2} \cdot r_1 = \sqrt{2} \cdot 200 = 282{,}8 m$$

Pregunta 3

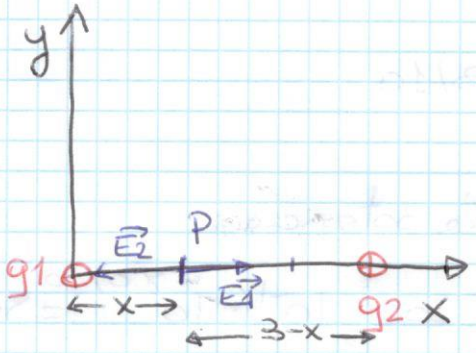
a) Teniendo en cuenta que las cargas son del mismo signo y que solo hay 2, el punto donde se anulará el campo eléctrico estará situado entre las cargas, en la línea que las une y más próximo a la de menor carga en valor absoluto.

Según la ley de Coulomb, el campo eléctrico creado por una carga eléctrica q a una distancia r viene expresado por:

$$E = K \frac{q}{r^2} \vec{u_r}$$

Aplicando el principio de superposición, calculamos el campo eléctrico creado por las cargas $q1$ y $q2$ en el punto P.

$$\vec{E}(P) = \vec{E_1} + \vec{E_2} = K \frac{q1}{x^2} \vec{i} - \vec{K} \cdot \frac{q2}{(3-x)^2} \vec{i} = 0$$



Despejamos x:

$$K \cdot \frac{q1}{x^2} \vec{i} = K \cdot \frac{q2}{(3-x)^2} \vec{i} \; ;$$

$$\frac{q1}{x^2} = \frac{q2}{(3-x)^2} \; ; \; \frac{(3-x)^2}{x^2} = \frac{q2}{q1} \; ;$$

$$\frac{3-x}{x} = \pm\sqrt{\frac{q2}{q1}}$$

La x solo puede ser positiva:

$$x = \frac{3}{1+\sqrt{\frac{q2}{q1}}} = \frac{3}{1+\sqrt{\frac{20\,10^{-6}}{10\,10^{-6}}}} = \underline{1{,}24\,m}$$

b) El trabajo realizado por el campo eléctrico para mover una carga de un punto a otro del campo es:

$$W_{A \to B} = -q \cdot \Delta V = -q\,(V_B - V_A)$$

Aplicamos el principio de superposición y se calcula el potencial en los puntos A(3,4) y B(3,0) debido a las cargas $q1$ y $q2$.

$$V_A = K\frac{q_1}{r_{A1}} + K\frac{q_2}{r_{A2}} = K\cdot\left(\frac{q_1}{r_{A1}} + \frac{q_2}{r_{A2}}\right) = 9\cdot10^9\cdot\left(\frac{10\cdot10^{-6}}{\sqrt{3^2+4^2}} + \frac{20\cdot10^{-6}}{4}\right) = 63000\ V$$

$$V_B = K\frac{q_1}{r_{B1}} + K\frac{q_2}{r_{B2}} = K\left(\frac{q_1}{r_{B1}} + \frac{q_2}{r_{B2}}\right) = 9\cdot10^9\left(\frac{10\cdot10^{-6}}{2} + \frac{20\cdot10^{-6}}{1}\right) = 225000\ V$$

$$W = -(-1{,}6\cdot10^{-19})\cdot(225000-63000) = 2{,}59\cdot10^{-14}\ J > 0$$

El signo positivo indica que es el campo quien realiza el trabajo para desplazar $\bar{e}$ del punto A al punto B.

Pregunta 4

a) Aplicamos la ecuación general de las lentes, se calcula la posición del objeto si conocemos la distancia focal ($f' = 10$ cm) y la posición de la imagen ($s' = 14$ cm)

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \qquad \frac{1}{14} - \frac{1}{s} = \frac{1}{10}$$

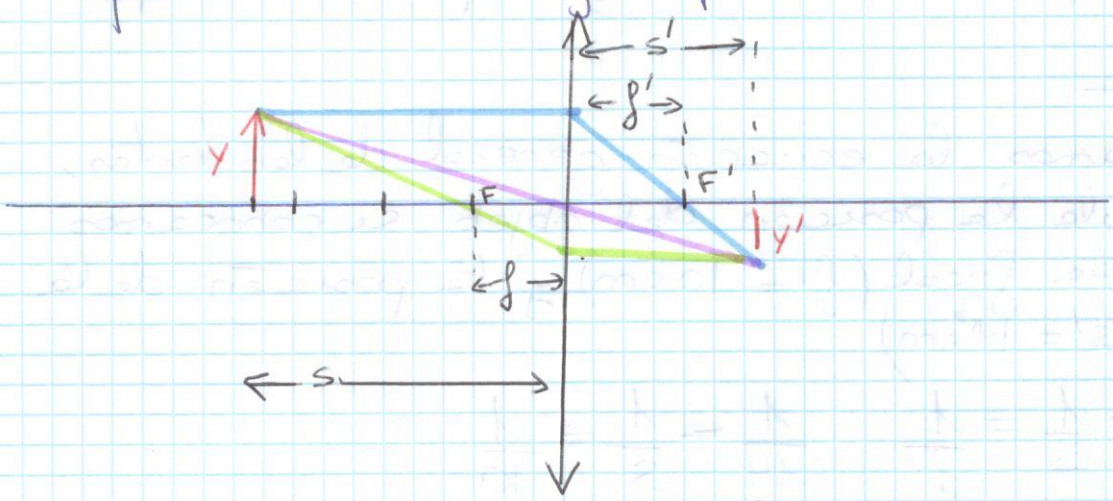
$$\frac{1}{s} = \frac{1}{14} - \frac{1}{10} = \frac{-1}{35} \qquad s' = -35\text{ cm}$$

Con la relación del aumento lateral, se calcula el tamaño de la imagen

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad y' = y\cdot\frac{s'}{s} = 1\cdot\frac{14}{-35} = -0{,}4\text{ cm}$$

b) La determinación gráfica de la imagen formada por una lente delgada de un objeto lineal situado perpendicularmente sobre el eje óptico, se efectúa representando 2 de los siguientes rayos luminosos que parten del objeto

- Rayo Azul → Un rayo que incide en la lente paralelamente al eje, la atraviesa y, una vez refractado, el rayo, o su prolongación, pasan por el foco imagen $\vec{F}$
- Rayo Morado → Un rayo que pasa por el centro óptico o centro geométrico de la lente, no experimenta ninguna desviación
- Rayo Verde → Un rayo, que pasando por el foco objeto F se refracta y emerge de la lente paralelamente al eje óptico



Pregunta 5

a) Si hacemos un balance de energía sobre la superficie del metal, se debe cumplir que la energía que llega en forma de radiación se transforma en trabajo de extracción y en energía cinética de los electrones emitidos, obteniendo la ecuación del efecto fotoeléctrico de Einstein

$$E(\text{radiación}) = W(\text{extracción}) + E_e(\text{electrón})$$

La energía asociada a la radiación la podemos expresar en función de la longitud de onda de esta aplicando la ecuación de Planck.

$$\left(\left. \begin{array}{l} E = h \cdot \nu \\ \nu = \dfrac{c}{\lambda} \end{array} \right\} : E = h \dfrac{c}{\lambda} \right)$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_{extr} + E_e$$

Aplicamos esta ecuación a cada una de las experiencias y sabiendo que ambas están sobre el mismo material y tienen el mismo trabajo de extracción, las podemos restar y despejar la constante de Planck

$$\left\{ \begin{array}{l} h \cdot \dfrac{c}{\lambda_1} = W_{extr} + E_{e1} \\ h \cdot \dfrac{c}{\lambda_2} = W_{ext} + E_{e2} \end{array} \right. \quad \text{Restando} \quad h \cdot \left(\frac{c}{\lambda_1} - \frac{c}{\lambda_2} \right) = E_{e1} - E_{e2}$$

$$h = \frac{E_{e1} - E_{e2}}{\dfrac{c}{\lambda_1} - \dfrac{c}{\lambda_2}} \qquad h = \frac{(0{,}577 - 5{,}38)\,eV \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \dfrac{J}{eV}}{\dfrac{3 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}} - \dfrac{3 \cdot 10^8}{17976 \cdot 10^{-9}}\,(s)} =$$

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

b) Longitud de onda de De Blogie

$$\lambda_{DB} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

La cantidad de movimiento se puede expresar en función de la energía cinética de los electrones emitidos

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

$$m^2 v^2 = 2 m E_c \qquad m \cdot v = \sqrt{2 m E_c}$$

$$\lambda_{DB} = \frac{h}{\sqrt{2 m_e \cdot E_e}} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2{,}91 \cdot 10^{-31} \cdot 5{,}38 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}} = 5{,}3 \cdot 10^{-10}\ m$$

OPCIÓN B

Pregunta 1

a) El satélite Europa describe una órbita circular en torno a Júpiter con un movimiento circular uniforme, por lo tanto, la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él, deben ser igual a la fuerza centrípeta.

$$\sum \vec{F} = \vec{F_c}$$

Consideramos que sobre el satélite, la única fuerza que actúa es la fuerza gravitacional de Júpiter y trabajando en módulo:

$$G \frac{M_J \cdot M_E}{r^2} = M_E \frac{v^2}{r}$$

Si desarrollamos la igualdad, permite llegar a la tercera Ley de Kepler, que relaciona la masa central (Júpiter) con el período y radio del satélite (Europa)

$$v = G \frac{M_J}{r} \qquad \left.\begin{array}{l} v = w \cdot r \\ w = \frac{2\pi}{T} \end{array}\right\} v = \frac{2\pi}{T} \cdot r \qquad \left(\frac{2\pi}{T} \cdot r\right)^2 = \frac{GM}{r}$$

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM_J}{4\pi^2}$$

$$M_J = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 (67,1 \cdot 10^6)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \left(3,55\,d \cdot 24\,\frac{h}{d} \cdot 3600\,\frac{s}{h}\right)^2} =$$

$$= 1,9 \cdot 10^{27}\ Kg.$$

b) Para calcular la velocidad de escape desde la superficie de un planeta se tiene en cuenta que el campo gravitatorio es conservativo, por lo tanto, la energía mecánica en la superficie del planeta será la misma que en el infinito

$$E_{MECÁNICA}(\text{superficie}) = E_{MECÁNICA}(\text{infinito})$$

Se supone que al infinito se llega con velocidad nula, y como la distancia es infinita, la energía mecánica en el infinito es nula

$$E_c(\text{Superficie}) + E_p(\text{superficie}) = \underbrace{E_c(\text{Infinito})}_{0 \text{ porque } v \to 0} + \underbrace{E_p(\text{Infinito})}_{0 \text{ porque } r \to \infty}$$

Si se denomina como ve a la velocidad de escape, velocidad que deberá tener el cuerpo en la superficie del planeta:

$$\frac{1}{2} m v_e^2 + \left(-G \frac{Mm}{R}\right) = 0$$

Expresión que permite despejar la velocidad en función de la masa del asteroide y su radio

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Aplicando a los datos de Júpiter

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \times 6{,}67 \times 10^{-11} \times 1{,}9 \times 10^{27}}{69{,}911 \times 10^6}} = 60211{,}8 \text{ m/s}$$

Pregunta 2

a) La expresión de la velocidad y aceleración de una onda transversal se obtiene derivando sucesivamente la ecuación de la elongación

$$y(x,t) = 0{,}05 \cos(8\pi t - 4\pi x + \varphi_0)$$

$$v(x,t) = \frac{dy(x,t)}{dt} = 0{,}05 \cdot 8\pi \cdot \text{sen}(8\pi t - 4\pi x + \varphi_0)$$

$$a(x,t) = \frac{dv(x,t)}{dt} = 0{,}05 (8\pi)^2 \cos(8\pi t - 4\pi x + \varphi_0)$$

Para $t = 5$ s y $x = 3$ m

$$v(3,5) = 0{,}05 \cdot 8\pi \,\text{sen}(8\pi \cdot 5 - 4\pi 3 + \varphi_0) = 0{,}4\pi \,\text{sen}(28\pi + \varphi_0) = 0{,}4\pi \,\text{sen}(14 2\pi + \varphi_0) = 0{,}4 \,\text{sen}\, \varphi_0 = 0$$

$$a(3,5) = 3{,}2\pi^2 \cos(8\pi \cdot 5 - 4\pi 3 + \varphi_0) = 3{,}2\pi^2 \cos(14 2\pi + \varphi_0) = 3{,}2\pi^2 \cos \varphi_0 > 0$$

$$\text{Si } 0{,}4\pi \,\text{sen}\, \varphi_0 = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \varphi_0 = 0 \text{ rad} \rightarrow a(3,5) = 3{,}2\pi^2 \cos 0 > 0 \\ \varphi_0 = \pi \text{ rad} \rightarrow a(3,5) = 3{,}2\pi^2 \cos \times > 0 \end{array} \right\} \varphi_0 = 0 \text{ rad}$$

b) El tiempo que tarda la onda en alcanzar un punto situado a 8 metros de donde empezó la perturbación se calcula mediante la velocidad de propagación

$$v = \frac{x}{t} \qquad t = \frac{x}{v}$$

La velocidad de propagación de la onda se obtiene del número de onda (K) y de la frecuencia angular (ω)

$$v = \frac{\omega}{K}$$

El número de onda y la frecuencia angular se obtiene por comparación entre la ecuación de la onda y su expresión general

$$\left.\begin{array}{l} y(x,t) = A\cos(\omega t - Kx + \varphi_0) \\ y(x,t) = 0{,}05\cos(8\pi t - 4\pi x) \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} \omega = 8\pi \text{ rad/s} \\ K = 4\pi \text{ rad/m} \end{array}\right.$$

$$v = \frac{8\pi}{4\pi} = 2 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{8}{2} = 4 \text{ s}$$

Pregunta 3

a) Para calcular la diferencia de potencial con la que se ha acelerado al positrón, se necesita conocer la energía cinética que ha alcanzado por lo que habrá que calcular la velocidad con la que ha entrado en la región del campo magnético

Según la ley de Lorentz, la fuerza a la que se ve sometida una carga eléctrica cuando se desplaza en el seno de un campo magnético viene dada por la expresión

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

Si el positrón describe una trayectoria circular se debe cumplir:

$$\sum \vec{F} = \vec{F_c}$$

La única fuerza que actúa sobre el positrón es la que genera el campo magnético (F_n), trabajando en módulo:

$$|\vec{F_B}| = |\vec{F_C}| : \left\{ \begin{array}{l} |\vec{F_B}| = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } 90 \\ |\vec{F_C}| = m\frac{v^2}{R} \end{array} \right\} : q \cdot v \cdot B = m\frac{v^2}{R};$$

$$v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^{-2}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}} = 439560 \text{ m/s}.$$

Para calcular la diferencia de potencial con la que se ha acelerado el positrón se tiene en cuenta que el campo eléctrico es conservativo:

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0 \qquad \Delta E_c = -\Delta E_p$$

Por otro lado, el trabajo de las fuerzas conservativas, es igual a la variación de energía potencial cambiada de signo:

$$W = -\Delta E_p$$

Por lo tanto $\left. \begin{array}{l} \Delta E_c = -\Delta E_p \\ W = -\Delta E_p \end{array} \right\} \Delta E_c = W$

El trabajo realizado en un campo eléctrico viene expresado por $W = -q\Delta V$, sustituyendo en la igualdad anterior se obtiene:

$$\frac{1}{2} m(v^2 - v_0^2) = -q \cdot \Delta V$$

$$\Delta E_c = -q \cdot \Delta V$$

$$\Delta V = -\frac{m(v^2 - v_0^2)}{2q} =$$

$$= -\frac{9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot (439560^2 - 0)}{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} =$$

$$= -0{,}55 \text{ V}$$

El signo negativo es debido a que las cargas positivas se desplazan espontaneamente hacia zonas de menor potencial.

b) Partiendo de $v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m}$ y teniendo en cuenta la relación entre la velocidad lineal y angular:

$$\left.\begin{array}{l} v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m} \\ v = \omega \cdot R \end{array}\right\} \quad \omega \cdot R = \frac{q \cdot B \cdot R}{m} \quad \omega = \frac{q \cdot B}{m} \quad \omega = 2\pi \cdot \nu$$

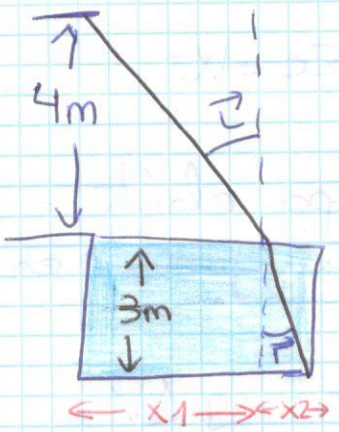
$$\nu = \frac{q \cdot B}{2\pi \cdot m}$$

$$\nu = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{2\pi \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}} = 1{,}4 \cdot 10^{5}\ Hz$$

Pregunta 4

a) En la figura adjunta podemos observar que se pide calcular la suma de x1 y x2

$$d = x1 + x2 = \left\{\begin{array}{ll} tg\,\hat{i} = \frac{x1}{4} & x1 = 4\,tg\,\hat{i} \\ tg\,\hat{r} = \frac{x2}{3} & x2 = 3\,tg\,\hat{r} \end{array}\right\} = 4\,tg\,\hat{i} + 3\,tg\,\hat{r}$$



Para calcular el ángulo de refracción entre el aire y el agua se utiliza la ecuación de Snell

$$n_0 \cdot sen\,\hat{i} = n_1 \cdot sen\,\hat{r} \qquad \hat{r} = arcsen\,\frac{n_0 \cdot sen\,\hat{i}}{n_1} =$$

$$= arcsen\,\frac{1 \cdot sen\,30^\circ}{1{,}33} = 22{,}08^\circ$$

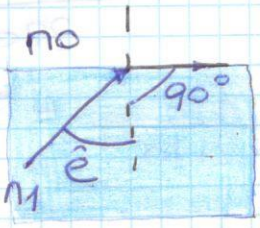
$$d = 4\,tg\,30^\circ + 3\,tg\,22{,}08^\circ = 3{,}53\,m$$

b) Para que se produzca el fenómeno de reflexión total, la luz debe intentar pasar de un medio a otro de mayor índice de refracción, es decir más refringente

En el caso que se propone, se producirá reflexión total cuando la luz intente pasar del agua al aire y el ángulo de incidencia sobre la superficie de separación sea mayor o igual al ángulo límite

$n_1 \cdot \text{sen}\, \hat{e} = n_0 \cdot \text{sen}\, 90^\circ \qquad \hat{e} = \text{arc sen}\, \frac{n_0}{n_1}$

$\hat{e} = \text{arcsen}\, \frac{1}{1{,}33} = 48{,}75^\circ$



Pregunta 5

a) La vida media y el período de semidesintegración de un isótopo es necesario conocer su constante de desintegración (λ)

τ (vida media) $= \frac{1}{\lambda}$ Tiempo que tarda un núcleo en desintegrarse por término medio

$T_{1/2} \equiv$ Tiempo necesario para que el número de núcleos radiactivos disminuya a la mitad. Se calcula aplicando la ecuación fundamental de la radioactividad $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda T_{1/2}} \qquad \frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}} \qquad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

Para calcular el valor de la constante de desintegración, se aplica la ecuación de decaimiento a los datos del enunciado, teniendo en cuenta que, si el número de núcleos radioactivos ha disminuido un 32% en la muestra quedarán un 68% número de núcleos iniciales.

$$\frac{68}{100} N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot 3200}$$

$$\lambda = -\frac{\ln \frac{68}{100}}{3200} = 1{,}21 \cdot 10^{-4}\, a^{-1}$$

$$\tau = \frac{1}{1{,}21 \cdot 10^{-4}} = 8297{,}4\, a \qquad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{1{,}21 \cdot 10^{-4}} = 5751{,}3\, a$$

b) La actividad de una muestra es el número de núcleos que se desintegran en la unidad de tiempo, se calcula multiplicando el número de núcleos de la muestra por la constante de desintegración expresada en segundos, obteniendo la actividad en Becquerel

$$A = N \cdot \lambda$$

$$N = 8 \cdot 10^{-6}\, g\ {}^{14}C \cdot \frac{1\, mol\ {}^{14}C}{14\, g\ {}^{14}C} \cdot \frac{6{,}02 \cdot 10^{23}\ \text{núcleos}\ {}^{14}C}{mol\ {}^{14}C} =$$

$$= 3{,}44 \cdot 10^{17}\ \text{núcleos}\ {}^{14}C$$

$$\lambda = 1{,}21 \cdot 10^{-4} \frac{1}{a} \cdot \frac{1\, a}{365\, d} \cdot \frac{1\, d}{24\, h} \cdot \frac{1\, h}{3600\, s} = 3{,}82 \cdot 10^{-12}\, s^{-1}$$

$$A = 3{,}44 \cdot 10^{17} \cdot 3{,}82 \cdot 10^{-12} = 1{,}31 \cdot 10^{6}\, Bq$$