PRUEBA DE ACCESO Y ADMISIÓN A LA UNIVERSIDAD

FÍSICA

ANDALUCÍA, CEUTA, MELILLA y CENTROS en MARRUECOS

CURSO 2019-2020

Instrucciones:

a) Duración: 1 hora y 30 minutos.

b) Este examen consta de 8 ejercicios

c) Cada ejercicio tiene un valor máximo de 2,5 puntos. Deberá responder a 4 de ellos elegidos libremente. En caso de responder a más ejercicios de los requeridos, serán tenidos en cuenta los 4 respondidos en primer lugar.

d) La calificación de los apartados de cada ejercicio será: apartado (a) hasta 1 punto y (b) hasta 1,5 puntos.

e) Puede utilizar material de dibujo y calculadora que no sea programable, ni gráfica ni con capacidad para almacenar o transmitir datos.

f) En cada ejercicio solo se pueden utilizar los datos proporcionados en su enunciado.

1. a) i) ¿Puede ser nulo el campo gravitatorio en alguna región del espacio cercano a dos partículas sabiendo que la masa de una de ellas es el doble que la de la otra? ii) ¿Y el potencial gravitatorio? Razone las respuestas apoyándose en un esquema.
b) Dos masas de 2 kg y 5 kg se encuentran situadas en los puntos (0,3) m y (4,0) m, respectivamente. Calcule: i) El potencial gravitatorio en el origen de coordenadas. ii) El trabajo necesario para desplazar una masa de 10 kg desde el origen de coordenadas al punto (4,3) m y comente el resultado obtenido.
$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}

2. a) Un solenoide de N espiras se encuentra inmerso en un campo magnético variable con el tiempo. El eje del solenoide forma un ángulo de 45° con el campo. Razone, apoyándose de un esquema, qué ocurriría con la fuerza electromotriz inducida si: i) El número de espiras fuera el doble. ii) El ángulo entre el eje y el campo fuera el doble del inicial.
b) Una espira cuadrada penetra en un campo magnético uniforme de 2 T, perpendicular al plano de la espira. Mientras entra, la superficie de la espira afectada por el campo magnético aumenta según la expresión $S(t) = 0{,}25\ t$ m^2. i) Realice un esquema que muestre el sentido de la corriente inducida en la espira y los campos magnéticos implicados (externo e inducido). ii) Calcule razonadamente la fuerza electromotriz inducida en la espira.

3. a) Determine, mediante trazado de rayos, la imagen que se produce en una lente convergente para un objeto situado a una distancia de la lente: i) Entre una y dos veces la distancia focal. ii) A más de dos veces la distancia focal. Indique, razonadamente, la naturaleza de la imagen en ambos casos.
b) Situamos un objeto de 0,4 m de altura a 0,2 m de una lente convergente de 0,6 m de distancia focal. i) Realice la construcción geométrica del trazado de rayos. ii) Calcule de forma razonada: la posición, el tamaño y la naturaleza de la imagen formada.

4. a) Dos partículas de diferente masa tienen asociada una misma longitud de onda de De Broglie. Sabiendo que la energía cinética de una de ellas es el doble que la otra, determine la relación entre sus masas.
b) Se acelera un protón desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 1000 V. Determine: i) La velocidad que adquiere el protón. ii) Su longitud de onda de De Broglie.
$m_p = 1{,}7 \cdot 10^{-27}$ kg; $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J s; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

5. a) ¿Se cumple siempre que el aumento de energía cinética es igual a la disminución de energía potencial? Justifique la respuesta.
b) Un cuerpo de 0,5 kg se lanza hacia arriba por un plano inclinado, que forma 30° con la horizontal, con una velocidad inicial de 5 m s^{-1}. El coeficiente de rozamiento es 0,2. i) Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, cuando sube y cuando baja por el plano. Determine, mediante consideraciones energéticas: ii) La altura máxima que alcanza el cuerpo. iii) La velocidad con la que vuelve al punto de partida.
$g = 9{,}8\ m\ s^{-2}$

6. a) Un electrón se mueve por una región del espacio donde existen campos eléctrico y magnético uniformes, de forma que la fuerza neta que actúa sobre el electrón es nula. i) Discuta razonadamente, con la ayuda de un esquema, cómo deben ser las direcciones y sentidos de los campos. ii) Determine la expresión del módulo de la velocidad de la partícula para que esto ocurra.
b) Tenemos dos conductores rectilíneos verticales y muy largos, dispuestos paralelamente y separados 3,5 m. Por el primero circula una intensidad de 3 A hacia arriba. i) Calcule razonadamente el valor y el sentido de la corriente que debe circular por el segundo conductor para que el campo magnético en un punto situado entre los dos conductores y a 1,5 m del primero sea nulo. ii) Realice un esquema representando las magnitudes implicadas.
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T\ m\ A^{-1}$

7. a) ¿Qué significa que una onda armónica viajera tenga doble periodicidad? Realice las gráficas necesarias para representar ambas periodicidades.
b) Una onda viajera viene dada por la ecuación:
$$y(x,t) = 20 \cos(10t - 50x) \text{ (S.I.)}$$
Calcule: i) Su velocidad de propagación. ii) La ecuación de la velocidad de oscilación y su valor máximo. iii) La ecuación de la aceleración y su valor máximo.

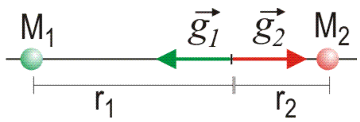
8. a) El $^{214}_{82}Pb$ emite una partícula alfa y se transforma en mercurio (Hg) que, a su vez, emite una partícula beta y se transforma en talio (Tl). Escriba, razonadamente, las reacciones de desintegración descritas.
b) Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva que contiene $6 \cdot 10^{21}$ átomos de un isótopo de Co, cuyo periodo de semidesintegración es de 77,27 días. Calcule: i) La constante de desintegración radiactiva del isótopo de Co, ii) La actividad inicial de la muestra. iii) El número de átomos que se han desintegrado al cabo de 180 días.

1. a) i) ¿Puede ser nulo el campo gravitatorio en alguna región del espacio cercano a dos partículas sabiendo que la masa de una de ellas es el doble que la de la otra? ii) ¿Y el potencial gravitatorio? Razone las respuestas apoyándose en un esquema.
b) Dos masas de 2 kg y 5 kg se encuentran situadas en los puntos (0,3) m y (4,0) m, respectivamente. Calcule:
i) El potencial gravitatorio en el origen de coordenadas. ii) El trabajo necesario para desplazar una masa de 10 kg desde el origen de coordenadas al punto (4,3) m y comente el resultado obtenido.
$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$

a)

La intensidad del campo gravitatorio ($\vec{g}$) es la fuerza por unidad de masa ejercida sobre una masa m que se encuentra inmersa en el campo gravitatorio. Es una magnitud **vectorial**, y si se anula en un punto, es porque la suma vectorial de las intensidades producidas por cada masa se anula, $\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 = 0 \rightarrow \vec{g}_1 = -\vec{g}_2$

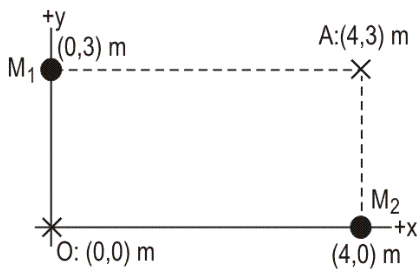
Esto ocurre cuando ambos campos tiene igual módulo ($\frac{GM_1}{{r_1}^2} = \frac{GM_2}{{r_2}^2}$), igual dirección y sentidos opuestos. Como vemos en el esquema, este punto se encuentra en el segmento que une ambas partículas, y está más cerca de la masa menor.



El potencial gravitatorio (V) es la energía almacenada por unidad de masa en un punto del campo gravitatorio. Es una magnitud **escalar** y, si suponemos el origen de potenciales en el infinito, se calcularía, aplicando el principio de superposición, $V = V_1 + V_2 = -\frac{GM_1}{r_1} - \frac{GM_2}{r_2}$

Vemos que no puede anularse en ningún punto cercano (sólo se anula a una distancia infinita), sería siempre una cantidad negativa.

b)



Como ya se ha explicado en el apartado a), el potencial gravitatorio se calcula aplicando el principio de superposición.

Potencial en el punto O: (0,0) m

$$V_O = V_1 + V_2 = -\frac{GM_1}{r_1} - \frac{GM_2}{r_2} = -1{,}27 \cdot 10^{-10}\ \frac{J}{kg}$$

$M_1 = 2$ kg, $r_1 = 3$ m, $M_2 = 5$ kg, $r_2 = 4$ m,

El trabajo realizado por la fuerza gravitatoria al trasladar una masa m = 10 kg desde el punto O al punto A:(4,3) m lo calculamos teniendo en cuenta que la fuerza gravitatoria es conservativa.

Así. $W_{Fg} = -\Delta Ep_g = -\left(Ep_{gA} - Ep_{gO}\right) = Ep_{gO} - Ep_{gA} = m \cdot V_O - m \cdot V_A$

El potencial el en origen ya está calculado:

El potencial en el punto A: (4,3) m $\qquad V_A = V_1 + V_2 = -\frac{GM_1}{r_1} - \frac{GM_2}{r_2} = -1{,}45 \cdot 10^{-10}\ \frac{J}{kg}$

$M_1 = 2$ kg, $r_1 = 4$ m, $M_2 = 5$ kg, $r_2 = 3$ m,

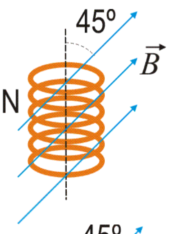
Y el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria sobre la masa m = 10 kg:

$$W_{Fg} = m \cdot V_O - m \cdot V_A = 1{,}8 \cdot 10^{-10}\ J$$

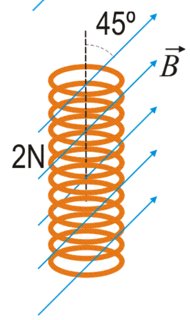
Al ser un trabajo positivo, este desplazamiento puede realizarse espontáneamente, sin necesidad de aplicar una fuerza externa.

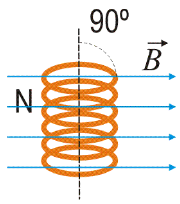
2. a) Un solenoide de N espiras se encuentra inmerso en un campo magnético variable con el tiempo. El eje del solenoide forma un ángulo de 45º con el campo. Razone, apoyándose de un esquema, qué ocurriría con la fuerza electromotriz inducida si: i) El número de espiras fuera el doble. ii) El ángulo entre el eje y el campo fuera el doble del inicial.
b) Una espira cuadrada penetra en un campo magnético uniforme de 2 T, perpendicular al plano de la espira. Mientras entra, la superficie de la espira afectada por el campo magnético aumenta según la expresión S(t)=0,25 t m². i) Realice un esquema que muestre el sentido de la corriente inducida en la espira y los campos magnéticos implicados (externo e inducido). ii) Calcule razonadamente la fuerza electromotriz inducida en la espira.

a) Según la ley de Faraday-Lenz, se generará corriente inducida si varía el flujo magnético que atraviesa la superficie del solenoide. $\phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = N \cdot B \cdot S \cdot cos\alpha$, S es la superficie de una espira, N el número de espiras y α el ángulo entre $\vec{B}$ y $\vec{S}$ (entre $\vec{B}$ y el eje de giro)
Sólo es variable el campo magnético.
La f.e.m. inducida $\varepsilon = -\frac{d\phi_m}{dt} = -\frac{d(NBScos\alpha)}{dt} = -NScos\alpha \cdot \frac{dB}{dt}$



i) Vemos que si duplicamos el número de espiras, el flujo magnético también se duplica. Como consecuencia, la fuerza electromotriz se duplicará.

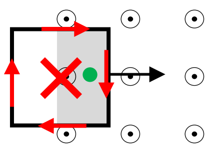




ii) Si duplicamos el ángulo α, este se hará de 90º, con lo que el flujo se anulará ($\phi_m = 0 = cte$). Por lo tanto, no se producirá corriente inducida en la bobina.

b) (Justificación: Ley Faraday-Lenz, ya explicada en el apartado a)
La superficie atravesada por el campo aumenta con el tiempo.
$S = 0{,}25 \cdot t\ m^2$
$B = 2\ T$
Ángulo: $\alpha = 0\ rad$ (Dibujo. Sentido del vector superficie en verde, hacia fuera del papel)
i) Flujo magnético $\phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = B \cdot S \cdot cos\alpha = 0{,}5 \cdot t \cdot \cos 0 = 0{,}5 \cdot t\ (Wb)$

ii) f.e.m. inducida $\varepsilon = -\frac{d\phi_m}{dt} = -0{,}5\ V$
(puede ser 0,5 V si el hemos escogido el vector superficie hacia dentro, α sería 180º)



iii) Se inducirá corriente en la espira en un sentido tal que crea un campo magnético inducido que se opone a la variación del flujo. Como el flujo aumenta, el campo inducido va en contra del campo externo (dibujo: campo externo hacia fuera del papel, campo inducido hacia dentro)

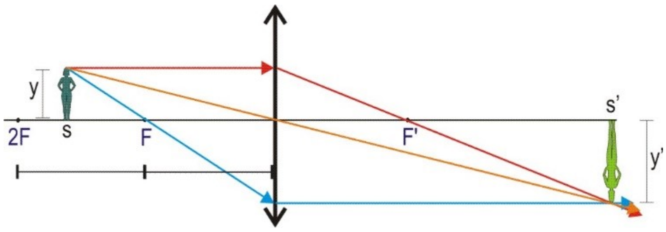
(Si en el esquema hemos dibujado el campo magnético hacia dentro, el sentido de la corriente y el del campo inducido es el opuesto del que hemos dibujado, y el valor de la fuerza electromotriz depende de hacia dónde hayamos escogido el vector superficie: 0,5 V con vector superficie hacia fuera y -0,5 V con vector superficie hacia dentro)

3. a) Determine, mediante trazado de rayos, la imagen que se produce en una lente convergente para un objeto situado a una distancia de la lente: i) Entre una y dos veces la distancia focal. ii) A más de dos veces la distancia focal. Indique, razonadamente, la naturaleza de la imagen en ambos casos.
b) Situamos un objeto de 0,4 m de altura a 0,2 m de una lente convergente de 0,6 m de distancia focal. i) Realice la construcción geométrica del trazado de rayos. ii) Calcule de forma razonada: la posición, el tamaño y la naturaleza de la imagen formada.

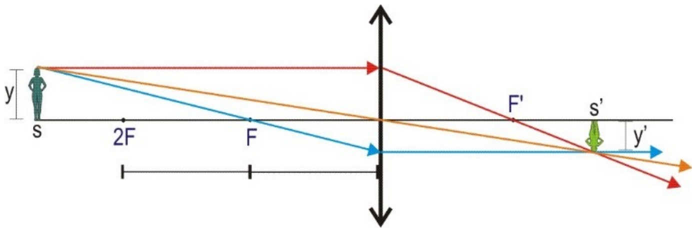
a) En una lente convergente, el foco imagen se encuentra a la derecha (f' >0) y el foco objeto a la izquierda (f<0)

Aplicando las reglas del trazado de rayos:
- Rayo que incide paralelo al eje óptico → converge hacia el foco imagen F' (rojo)
- Rayo que incide pasando por el foco objeto F → sale paralelo al eje óptico (azul)
- Rayo que incide sobre el vértice (centro) de la lente → Sale formando el mismo ángulo con el eje óptico. (naranja)

i) Objeto entre una y dos veces la distancia focal.



ii) Objeto a más de dos veces la distancia focal.

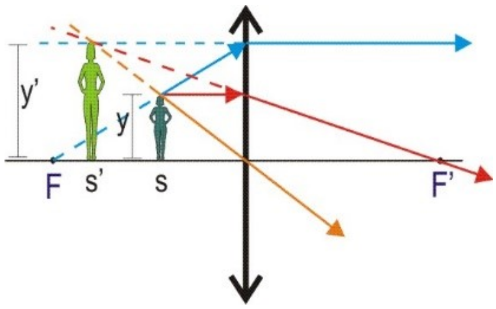


En ambos casos, la imagen es real (los rayos convergen en un punto) e invertida (aumento lateral negativo). En el caso i) es mayor que el objeto, y en el caso ii) menor que el objeto.

b) Por los datos, tenemos una lente convergente con el objeto situado entre el foco objeto y la lente.

Usaremos normas DIN a la hora de medir las distancias.
Todas las distancias a la derecha de la lente o hacia arriba del eje óptico son positivas. Son negativas aquellas distancias a la izquierda de la lente o hacia abajo del eje óptico.

y: tamaño del objeto: y = 0,4 m
s: posición del objeto s = - 0,2 m.
f': distancia focal (lente-F'). f' = 0,6 m.
s': posición de la imagen
y': tamaño de la imagen.



i) Trazado de rayos. Aplicamos las reglas ya explicadas en el apartado a)
ii) Aplicamos las ecuaciones de Gauss para calcular posición y tamaño de la imagen. Ecuación de la lente: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$ Aumento lateral: $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$

Posición $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,2} = \frac{1}{0,6} \rightarrow \frac{1}{s'} = -3,333 \rightarrow s' = -0,3\ m$

La imagen está situada a la izquierda de la lente. Es por tanto una **imagen virtual** (los rayos no convergen en un punto, sino que parecen divergir de él)

Tamaño $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow \frac{y'}{0,4} = \frac{-0,3}{-0,2} \rightarrow y' = 0,6\text{ m}$

La imagen es **mayor que el objeto**, y está **derecha** (y e y' tienen igual signo).

4. a) Dos partículas de diferente masa tienen asociada una misma longitud de onda de De Broglie. Sabiendo que la energía cinética de una de ellas es el doble que la otra, determine la relación entre sus masas.
b) Se acelera un protón desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 1000 V. Determine: i) La velocidad que adquiere el protón. ii) Su longitud de onda de De Broglie.
m_p = 1,7 .10^{-27} kg; h = 6,63 ·10^{-34} J S; e = 1,6 -10^{-19} C

a)

Según la hipótesis de De Broglie, toda partícula puede comportarse como onda en determinados experimentos. La onda de materia asociada a la partícula se caracteriza por su longitud de onda, dada por $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$, donde h es la constante de Planck, m la masa de la partícula, y v su velocidad.

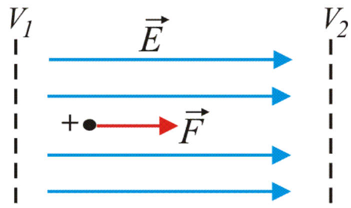
Si ambas partículas tienen asociada la misma longitud de onda $\lambda_1 = \lambda_1 \rightarrow \frac{h}{m_1 \cdot v_1} = \frac{h}{m_2 \cdot v_2} \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1}{v_2}$

Nos dicen que la energía cinética de la primera es el doble de la segunda

$$Ec_1 = 2 \cdot Ec_2 \rightarrow \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 = 2 \cdot \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 \rightarrow \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = 2 \cdot \frac{m_2}{m_1}$$

Combinando ambas ecuaciones $\left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 = 2 \cdot \frac{m_2}{m_1} \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 2 \rightarrow m_2 = 2 \cdot m_1$

b)



Al acelerar el protón desde el reposo aplicando un campo eléctrico, sobre la partícula sólo actúa la fuerza electrostática, que es conservativa, por la que la energía mecánica del protón se mantiene constante.

$E_M = cte \rightarrow \Delta E_M = \Delta Ec + \Delta Ep \rightarrow \Delta Ec = - \Delta Ep_e \rightarrow \Delta Ec = -q \cdot \Delta V$

$Ec_2 - Ec_1 = -q \cdot (V_2 - V_1)$

En este caso: $Ec_1 = 0$, $q = e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C, $V_1 > V_2 \rightarrow V_2 - V_1 = -1000$ V

$Ec_2 = 1{,}6 \cdot 10^{-16}$ J, por lo que la velocidad $Ec_2 = \frac{1}{2} m_p \cdot v_2^2 = 1{,}6 \cdot 10^{-16} J \rightarrow v_2 = 4{,}34 \cdot 10^5 \, m \, s^{-1}$

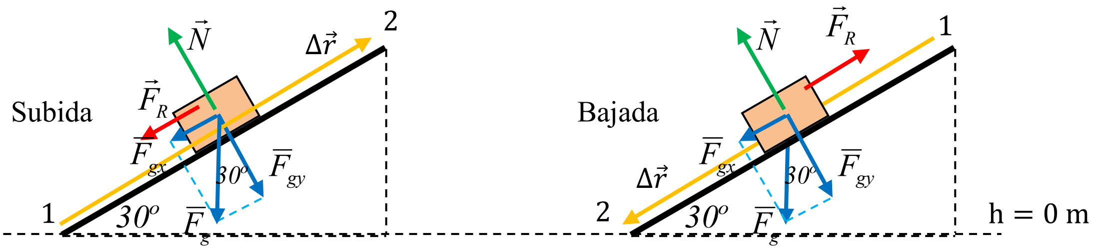
Como ya se ha explicado en el apartado anterior, la longitud de onda asociada se calcula

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \, J \cdot s}{1{,}7 \cdot 10^{-27} kg \cdot 4{,}34 \cdot 10^5 \, m \, s^{-1}} = 8{,}99 \cdot 10^{-13} \, m$$

5. a) ¿Se cumple siempre que el aumento de energía cinética es igual a la disminución de energía potencial? Justifique la respuesta.
b) Un cuerpo de 0,5 kg se lanza hacia arriba por un plano inclinado, que forma 30º con la horizontal, con una velocidad inicial de 5 m s^{-1}. El coeficiente de rozamiento es 0,2. i) Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, cuando sube y cuando baja por el plano. Determine, mediante consideraciones energéticas: ii) La altura máxima que alcanza el cuerpo. iii) La velocidad con la que vuelve al punto de partida. g = 9,8 m s^{-2}

a) Esta cuestión se puede responder de muchas formas. Veamos algunas:
- La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la potencial (entendida como suma de todas las energías potenciales almacenadas) de un cuerpo. $E_M = Ec + Ep$
La variación de E_M es $\Delta E_M = \Delta Ec + \Delta Ep$ Vemos que para que $\Delta Ec = -\Delta Ep$, debe cumplirse que $\Delta E_M = 0$, es decir, que el trabajo de las fuerzas no conservativas sea nulo, ya sea porque sólo hay fuerzas conservativas aplicadas, o porque el trabajo neto de las no conservativas sea nulo.
Por lo tanto, no siempre va a coincidir el aumento de la Ec con la disminución de Ep.
- Podemos poner un ejemplo: Empujamos un bloque sobre una superficie horizontal sin rozamiento, de forma que acelera. Aumenta su energía cinética, pero su energía potencial gravitatoria (la única que posee el cuerpo) se mantiene constante. Incluso podría aumentar Epg también si la superficie es un plano inclinado y empujamos de forma que sube de forma acelerada. No se cumple siempre lo que establece el enunciado.

b) **i)** Tanto durante la subida como la bajada, las fuerzas que actúan son la gravitatoria (que descomponemos en dos componentes, x e y), la normal, y la fuerza de rozamiento, como puede verse en los esquemas.



Valores de las fuerzas: $F_g = m \cdot g = 4,9$ N; $F_{gx} = F_g \cdot sen\alpha = 2,45$ N; $F_{gy} = F_g \cdot cos\alpha = 4,24$ N
$N = F_{gy} = 4,24$ N $F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \cdot cos30º = 0,85$ N Relación entre h_2 e Δr $\Delta r = \frac{h_2}{sen30º}$

ii) Aplicando el principio de conservación de la energía mecánica $\Delta E_M = W_{FNC}$, vemos que la energía mecánica no se mantiene constante, ya que existe aplicada una fuerza no conservativa, el rozamiento, que realiza trabajo negativo (va en contra del desplazamiento), con lo que la energía mecánica disminuirá. Inicialmente el cuerpo posee energía cinética, pero no potencial, gravitatoria, y finalmente su energía cinética se anula, quedando sólo energía potencial gravitatoria.

$$E_{M1} = Ec_1 + Ep_{g1} = \frac{1}{2}mv_1^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_1^2 = 6,25\,J$$
$$E_{M2} = Ec_2 + Ep_{g2} = 0 + m \cdot g \cdot h_2 = m \cdot g \cdot h_2 = 4,9 \cdot h_2$$
$$W_{FR} = F_R \cdot \Delta r \cdot cos180º = -\mu \cdot m \cdot g \cdot cos30º \cdot \Delta r = -\mu \cdot m \cdot g \cdot cos30º \cdot \frac{h_2}{sen30º} = -1,697 \cdot h_2$$

Por lo tanto: $E_{M2} - E_{M1} = W_{FR} \rightarrow 4,9 \cdot h_2 - 6,25 = -1,697 \cdot h_2 \rightarrow h_2 = 0,95\,m$

iii) Volvemos a aplicar el principio de conservación de la energía mecánica, $\Delta E_M = W_{FNC}$. Ahora en la situación inicial el cuerpo está en su altura máxima, y sin velocidad, y cuando llega abajo su altura es cero, y la velocidad es la incógnita del problema. El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento es el mismo tanto en la subida como en la bajada, ya que el valor de la fuerza es el mismo, y en ambos casos se opone al desplazamiento.

$$E_{M1} = Ec_1 + Ep_{g1} = 0 + m \cdot g \cdot h_1 = m \cdot g \cdot h_1 = 4,66\,J$$
$$E_{M2} = Ec_2 + Ep_{g2} = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_2^2 = 0,25 \cdot v_2^2$$
$$W_{FR} = F_R \cdot \Delta r \cdot cos180º = -\mu \cdot m \cdot g \cdot cos30º \cdot \Delta r = -1,61\,J$$
$$\Delta r = \frac{h_1}{sen30º} = \frac{0,95\,m}{sen30º} = 1,9\,m$$

Así $E_{M2} - E_{M1} = W_{FR} \rightarrow 0,25 \cdot v_2^2 - 4,66 = -1,61 \rightarrow v_2 = 3,49\,m\,s^{-1}$

(También pueden resolverse aplicando el teorema W-Ec ; $W_{tot} = \Delta Ec$)

6. a) Un electrón se mueve por una región del espacio donde existen campos eléctrico y magnético uniformes, de forma que la fuerza neta que actúa sobre el electrón es nula. i) Discuta razonadamente, con la ayuda de un esquema, cómo deben ser las direcciones y sentidos de los campos. ii) Determine la expresión del módulo de la velocidad de la partícula para que esto ocurra.

b) Tenemos dos conductores rectilíneos verticales y muy largos, dispuestos paralelamente y separados 3,5 m. Por el primero circula una intensidad de 3 A hacia arriba. i) Calcule razonadamente el valor y el sentido de la corriente que debe circular por el segundo conductor para que el campo magnético en un punto situado entre los dos conductores y a 1,5 m del primero sea nulo. ii) Realice un esquema representando las magnitudes implicadas.

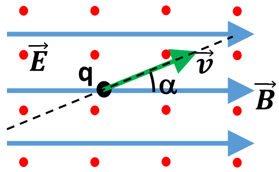
$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Tm A^{-1}

a)

i) Aplicando la primera ley de Newton, deducimos que las fuerzas eléctrica y magnética se anulan mutuamente

$$\vec{F}_e + \vec{F}_m = q \cdot \vec{E} + q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = q \cdot (\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B}) = 0 \quad \rightarrow \vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$$

La dirección del campo eléctrico es la del producto $\vec{v} \times \vec{B}$, y tiene sentido opuesto (dibujo). Ambos campos son perpendiculares entre sí.



ii) La relación entre los módulos es $E = v \cdot B \cdot sen\alpha$, siendo α el ángulo que forma la velocidad con el campo magnético.

Por lo que el módulo de la velocidad debe ser $v = \frac{E}{B \cdot sen\alpha}$

Esta relación es independiente de la carga de la partícula (siempre que esté cargada)

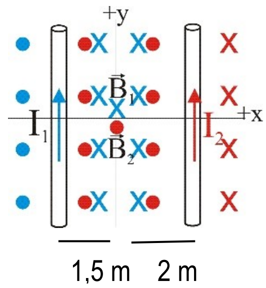
El ángulo puede ser cualquiera, salvo 0º y 180º (velocidad paralela al campo magnético)

b) Estamos ante el campo magnético generado por corrientes rectilíneas. Aplicamos el principio de superposición.

$\vec{B}_{tot} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0 \qquad \rightarrow \qquad \vec{B}_1 = -\vec{B}_2$

Ambos campos tienen igual módulo y dirección, y sentido contrarios.

Para que ocurra esto en el punto que nos dice el enunciado, ambas corrientes deben ir en el mismo sentido (dibujo)



Según la ley de Biot-Savart, el campo magnético creado por una corriente rectilínea indefinida es perpendicular al cable y a la distancia r. Su sentido se calcula aplicando la regla del sacacorchos (mano derecha) al girar la corriente sobre la distancia. Su módulo se calcula $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$

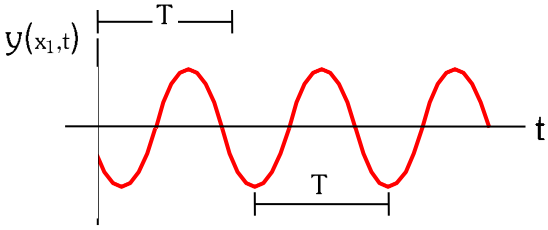
$I_1 = 3\ A,\ \ r_1 = 1{,}5\ m,\ \ r_2 = 2\ m$

$B_1 = B_2 \rightarrow \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot r_1} = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot r_2} \rightarrow \frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \rightarrow I_2 = \frac{r_1 \cdot I_1}{r_1} = 4\ A$ Sentido de la corriente en el esquema.

7. a) ¿Qué significa que una onda armónica viajera tenga doble periodicidad? Realice las gráficas necesarias para representar ambas periodicidades.
b) Una onda viajera viene dada por la ecuación: y (x,t) = 20 cos (10 t – 50 x) (S.I.)
Calcule: i) Su velocidad de propagación. ii) La ecuación de la velocidad de oscilación y su valor máximo. iii) La ecuación de la aceleración y su valor máximo.

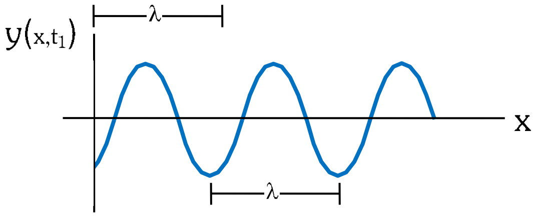
a)
Se dice que las ondas armónicas son doblemente periódicas, ya que la oscilación de un punto del medio se repite:

- En el tiempo: Pasado un tiempo igual al periodo (T), el estado se oscilación volverá a ser el mismo. T marca la periodicidad temporal.



Elongación de un punto x del medio en función del tiempo.

- En el espacio: A una distancia igual a la longitud de onda (λ) encontramos un punto en fase con el primero, que se encuentra en el mismo estado de oscilación. λ marca la periodicidad espacial.



Elongación de todos los puntos del medio para un instante dado de tiempo

Ambas periodicidades están relacionadas a través de la velocidad de propagación: $\lambda = v \cdot T$

b)
La expresión general de una onda viajera es $y(x,t) = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t \pm k \cdot x + \varphi_0)$. Comparando con la expresión del enunciado obtenemos que:
Amplitud: $A = 20$ m (habla de oscilación más adelante, suponemos que la perturbación es una distancia)
Frecuencia angular: $\omega = 10$ rad/s
Número de onda: $k = 5$ rad/m
Fase inicial: $\varphi_0 = 0$ rad
Se propaga en el sentido positivo del eje x, ya que $\omega \cdot t$ y $k \cdot x$ aparecen restadas en la fase.

i) La velocidad de propagación es la velocidad a la que se transmite la energía de la vibración por el medio. Para cada tipo de onda es una constante que sólo depende del medio. Con los datos que nos da el enunciado se calcula directamente a partir de: $v = \frac{\omega}{k} = \frac{10 \text{ rad/s}}{50 \text{ rad/m}} = 0{,}2\ m\ s^{-1}$

(Podría calcularse también la longitud de onda a partir de k, y el periodo a partir de ω, y luego aplicar $\lambda = v \cdot T$)

ii) La velocidad de oscilación (o de vibración) de los puntos del medio se calcula

$$v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{d(20 \cdot \cos(10t - 50x))}{dt} = -200 \cdot sen(10t - 50x)\ m\ s^{-1}$$

El valor máximo se da cuando $sen(10t - 50x) = \pm 1$

En valor absoluto, $v_{ymax} = 200\ m\ s^{-1}$ *(también sería válido $\pm 200\ m\ s^{-1}$)*

ii) La aceleración de oscilación (o de vibración) de los puntos del medio se calcula

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d(-200 \cdot \text{sen}(10t - 50x))}{dt} = -2000 \cdot cos(10t - 50x)\ m\ s^{-1}$$

El valor máximo se da cuando $cos(10t - 50x) = \pm 1$

En valor absoluto, $a_{ymax} = 2000\ m\ s^{-2}$ *(también sería válido $\pm 2000\ m\ s^{-2}$)*

(Vemos que se cumple la relación $a_y = -\omega^2 \cdot y$)

8. a) El $^{214}_{82}Pb$ emite una partícula alfa y se transforma en mercurio (Hg) que, a su vez, emite una partícula beta y se transforma en talio (Tl). Escriba, razonadamente, las reacciones de desintegración descritas.
b) Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva que contiene 6.10^{21} átomos de un isótopo de Co, cuyo periodo de semidesintegración es de 77,27 días. Calcule: i) La constante de desintegración radiactiva del isótopo de Co, ii) La actividad inicial de la muestra. iii) El número de átomos que se han desintegrado al cabo de 180 días.

a)

En la desintegración alfa un núcleo inestable emite una partícula formada por dos protones y dos neutrones (núcleo de $^{4}_{2}He$), con lo que su número atómico disminuye en dos unidades y su número másico disminuye en cuatro unidades. La reacción es: $^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{210}_{80}Hg + {}^{4}_{2}He$

Como en toda reacción nuclear, se cumple que tanto la suma de número atómicos como la suma de números másicos se mantienen constantes.

En la desintegración beta, debido a la interacción nuclear débil, un neutrón del núcleo de transforma en un protón, un electrón y un antineutrino. $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e^- + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$

El protón se queda en el núcleo por la interacción nuclear fuerte, pero el electrón y el antineutrino son desprendidos. El número atómico del núcleo inicial aumenta en una unidad, y su número másico permanece. La reacción es

$$^{210}_{80}Hg \rightarrow {}^{210}_{81}Tl + {}^{0}_{-1}e^- + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$$

b)

Nos encontramos ante una cuestión de radiactividad, emisión de partículas por parte de núcleos inestables, que se transforman en otros núcleos distintos.

i) La constante de desintegración, λ, es característica de cada núclido radiactivo, y está relacionada con la probabilidad de que un núcleo se desintegre en la unidad de tiempo.
El periodo de semidesintegración, $T_{½}$, indica el tiempo que tarda una cierta cantidad de sustancia radiactiva en reducirse a la mitad, es decir, el tiempo que transcurre hasta la desintegración (transmutación) de la mitad de núcleos que teníamos inicialmente. En el problema $T_{½}$ = 77,27 días = $6,676 \cdot 10^6$ s

λ y $T_{½}$ están relacionados a través de la vida media τ. $\tau = \frac{1}{\lambda}$ $T_{\frac{1}{2}} = \tau \cdot \ln 2$

Por tanto, $T_{\frac{1}{2}} = \frac{ln2}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{ln2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{ln2}{6,676 \cdot 10^6\, s} = 1,038 \cdot 10^{-7}\, s^{-1}$ *(también $8,97 \cdot 10^{-3}$ días^{-1})*

ii) Por actividad de una muestra radiactiva entendemos el número de desintegraciones que tienen lugar en la unidad de tiempo. Mide el ritmo de desintegración de la sustancia. En el S.I. se mide en Becquerel (Bq). 1 Bq = 1 desintegración por segundo.
La actividad depende del tipo de sustancia y de la cantidad (el nº de átomos) que tengamos en un instante determinado.
Se calcula con la expresión: $A = \left|\frac{dN}{dt}\right| = \lambda \cdot N$
La actividad $A = \left|\frac{dN}{dt}\right| = \lambda \cdot N = 1,038 \cdot 10^{-7}\, s^{-1} \cdot 6 \cdot 10^{21}\, núcleos =$ $6,23 \cdot 10^{14}$ Bq *($5,38 \cdot 10^{19}$ desint./día)*

iii) Para calcular el número de átomos que se han desintegrado, calculamos primero la cantidad sin desintegrar aplicando la ley de desintegración radiactiva. El tiempo transcurrido es de 180 días = $1,555 \cdot 10^7$ s

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 6 \cdot 10^{21} \cdot e^{-1,038 \cdot 10^{-7} \cdot 1,555 \cdot 10^7} = 1,19 \cdot 10^{21}\, átomos \text{ sin } desintegrar$$

Por tanto, el número de átomos desintegrados es de $6 \cdot 10^{21} - 1,19 \cdot 10^{21} = 4,81 \cdot 10^{21}\, átomos\ desintegrados$