

PRUEBA DE ACCESO Y ADMISIÓN A LA UNIVERSIDAD.
ANDALUCÍA, CEUTA, MELILLA Y CENTROS EN MARRUECOS
CURSO 2018-2019

FÍSICA

Instrucciones: a) Duración: 1 hora y 30 minutos.

b) Debe desarrollar las cuatro preguntas de una de las dos opciones.

c) Puede utilizar calculadora no programable, ni gráfica ni con capacidad para almacenar o transmitir datos

d) Cada pregunta se calificará entre 0 y 2,5 puntos (hasta 1,25 puntos cada uno de sus apartados)

OPCIÓN A

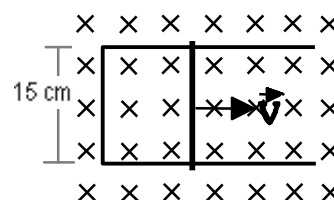
- a) Razone si es verdadera o falsa la siguiente afirmación y justifique la respuesta: "Si en un punto del espacio la intensidad del campo gravitatorio creado por varias masas es nulo, también lo será el potencial gravitatorio".

b) Dos cuerpos, de 10 kg de masa, se encuentran en dos de los vértices de un triángulo equilátero, de 0,6 m de lado. i) Calcule el campo gravitatorio que estas dos masas generan en el tercer vértice del triángulo. ii) Calcule el trabajo que realiza la fuerza gravitatoria de las dos masas para traer otro cuerpo de 10 kg desde el infinito hasta el tercer vértice del triángulo. $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
- a) Razone qué sentido tendrá la corriente inducida en una espira cuando: i) Acercamos perpendicularmente al plano de la espira el polo norte de un imán. Haga un esquema explicativo. ii) El plano de la espira se aleja del polo norte del imán. Haga un esquema explicativo.

b) Un espira rectangular como la de la figura posee uno de sus lados móvil que se mueve dentro de un campo magnético uniforme de 0,8 T con una velocidad constante de 0,12 m s⁻¹. Calcule: i) La f.e.m. y el sentido de la corriente que recorre la espira si su resistencia es de 0,2 Ω .
- a) Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado delante de una lente convergente a una distancia mayor que el doble de la distancia focal. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.

b) A 4 m delante de una lente divergente se sitúa un objeto de tamaño 1 m. si la imagen se forma delante de la lente a una distancia de 1 m, calcule: i) la distancia focal justificando el signo obtenido. ii) Tamaño de la imagen indicando si está derecha o invertida respecto al objeto.
- a) El $^{210}_{83}\text{Bi}$ se desintegra mediante un proceso beta y el $^{222}_{86}\text{Rn}$ mediante radiación alfa. Escriba y explique el proceso radiactivo de cada isótopo, determinando los números atómico y másico del nucleido resultante.

b) Los periodos de semidesintegración del $^{210}_{83}\text{Bi}$ y del $^{222}_{86}\text{Rn}$ son de 5 y 3,8 días, respectivamente. Disponemos de una muestra de 3 mg del $^{210}_{83}\text{Bi}$ y otra de 10 mg del $^{222}_{86}\text{Rn}$. Determine en cuál de ellos quedará más masa por desintegrarse al cabo de 15,2 días.



OPCIÓN B

- a) Una partícula que se encuentra en reposo empieza a moverse por la acción de una fuerza conservativa. i) ¿Cómo se modifica su energía mecánica? ii) ¿Y su energía potencial? Justifique las respuestas.

b) Se quiere hacer subir un objeto de 100 kg una altura de 20 m. Para ello se usa una rampa que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Determine: i) El trabajo necesario para subir el objeto si no hay rozamiento. ii) El trabajo necesario para subir el objeto si el coeficiente de rozamiento es 0,2. $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$
- a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) Si las intensidades de corriente que circulan por dos conductores rectilíneos, indefinidos, paralelos y separados por una distancia d, se duplican, también se duplicará la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor. ii) Si lo que se duplicase fuese la distancia, entonces, la fuerza por unidad de longitud que actuaría sobre cada conductor se reduciría a la mitad.

b) Por un hilo conductor situado paralelo al ecuador terrestre pasa una corriente eléctrica que lo mantiene suspendido en esa posición debido al magnetismo de la Tierra. Sabiendo que el campo magnético es paralelo a la superficie y vale $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ y que el hilo tiene una densidad longitudinal de masa de $4 \cdot 10^{-2} \text{ g/m}$, calcule la intensidad de corriente que debe circular por el conductor ayudándose del esquema correspondiente. $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$
- a) Explique las diferencias entre ondas armónicas y ondas estacionarias. Escriba un ejemplo de cada tipo de ondas.

b) Una onda transversal, que se propaga en sentido negativo del eje OX, tiene una amplitud de 2 m, una longitud de onda de 12 m y la velocidad de propagación es 3 m s⁻¹. Escriba la ecuación de onda sabiendo que la perturbación, y(x,t), toma el valor máximo en el punto x = 0 m, en el instante t = 0 s.
- a) Sobre un metal se hace incidir una cierta radiación electromagnética produciéndose la emisión de electrones. i) Explique el balance energético que tiene lugar en el proceso. Justifique qué cambios se producirían si: ii) Se aumenta la frecuencia de la radiación incidente. ii) se aumenta la intensidad de dicha radiación.

b) Se observa que al iluminar una lámina de silicio con luz de longitud de onda superior a $1,09 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ deja de producirse el efecto fotoeléctrico. Calcule razonadamente la frecuencia umbral del silicio, su trabajo de extracción y la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos cuando se ilumina una lámina de silicio con luz ultravioleta de $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

OPCIÓN A:

1. a) Razone si es verdadera o falsa la siguiente afirmación y justifique la respuesta: “Si en un punto del espacio la intensidad del campo gravitatorio creado por varias masas es nulo, también lo será el potencial gravitatorio”.

b) Dos cuerpos, de 10 kg de masa, se encuentran en dos de los vértices de un triángulo equilátero, de 0,6 m de lado. i) Calcule el campo gravitatorio que estas dos masas generan en el tercer vértice del triángulo. ii) Calcule el trabajo que realiza la fuerza gravitatoria de las dos masas para traer otro cuerpo de 10 kg desde el infinito hasta el tercer vértice del triángulo. $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

a) La afirmación es falsa si, como es lo habitual, suponemos el origen de potenciales en el infinito. No tienen por qué anularse ambas magnitudes en el mismo punto necesariamente. Lo razonaremos y pondremos un ejemplo donde no ocurre.

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, $\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \dots = -\frac{GM_1}{r_1^2} \vec{u}_{r1} - \frac{GM_2}{r_2^2} \vec{u}_{r2} + \dots = 0$.

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, $V = V_1 + V_2 + \dots = -\frac{GM_1}{r_1} - \frac{GM_2}{r_2} + \dots$

Vemos que no puede anularse en ningún punto, sería siempre una cantidad negativa.

Únicamente a una distancia infinita de las masas serían nulas tanto la intensidad del campo gravitatorio como el potencial gravitatorio.

Un ejemplo: El punto medio del segmento que une a dos masas M iguales es un punto donde la intensidad del campo gravitatorio se anula, ya que ambas intensidades son iguales en módulo y dirección, pero tienen sentidos contrarios. Sin embargo, el potencial gravitatorio en ese punto será $V = V_1 + V_2 = -\frac{GM}{r} - \frac{GM}{r} = -2\frac{GM}{r} < 0$ siempre.

(Nota: Esta es, explicada de una forma o de otra, la respuesta “académica”, ya que normalmente trabajamos con un origen de potencial situado en el infinito. Pero no olvidemos que el valor del potencial es algo relativo, que depende del origen de potencial escogido. Podemos escoger el origen de potencial donde queramos, por ejemplo, en el punto preciso donde se anula el campo gravitatorio. Eso sí, la fórmula para calcular el potencial en cualquier otro punto tendrá probablemente una expresión endiablada, pero eso no nos lo preguntan... O sea, que una respuesta que deberían corregir con la máxima puntuación sería: “La afirmación es correcta siempre que coloquemos en ese preciso punto el origen de potencial”)

b) Nos encontramos ante el campo gravitatorio generado por dos masas puntuales. Aplicamos

el principio de superposición. $\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 = -\frac{GM_1}{r_1^2} \vec{u}_{r1} - \frac{GM_2}{r_2^2} \vec{u}_{r2}$

$$M_1 = M_2 = M = 10 \text{ kg} \quad r_1 = r_2 = r = 0,6 \text{ m}$$

Colocamos el sistema de referencia en el vértice superior del triángulo.

Calculamos los módulos y descomponemos en componentes x e y .

$$g_1 = g_2 = \frac{GM}{r^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot 10 \text{ kg}}{(0,6 \text{ m})^2} = 1,85 \cdot 10^{-9} \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$g_{1x} = g_1 \cdot \cos 60^\circ = 9,25 \cdot 10^{-10} \text{ N/kg}$$

$$g_{1y} = g_1 \cdot \sin 60^\circ = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ N/kg}$$

$$g_{2x} = g_2 \cdot \cos 60^\circ = 9,25 \cdot 10^{-10} \text{ N/kg}$$

$$g_{2y} = g_2 \cdot \sin 60^\circ = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ N/kg}$$

Teniendo en cuenta los sentidos de las componentes:

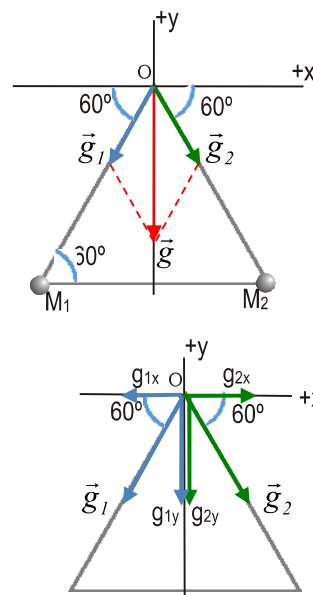
$$\vec{g}_1 = -9,25 \cdot 10^{-10} \vec{i} - 1,6 \cdot 10^{-9} \vec{j} \text{ Nkg}^{-1}$$

Teniendo en cuenta los sentidos de las componentes:

$$\vec{g}_2 = 9,25 \cdot 10^{-10} \vec{i} - 1,6 \cdot 10^{-9} \vec{j} \text{ Nkg}^{-1}$$

Sumando ambos vectores

$$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 = -9,25 \cdot 10^{-10} \vec{i} - 1,6 \cdot 10^{-9} \vec{j} + 9,25 \cdot 10^{-10} \vec{i} - 1,6 \cdot 10^{-9} \vec{j} = -3,2 \cdot 10^{-9} \vec{j} \text{ Nkg}^{-1}$$



El trabajo realizado por la fuerza gravitatoria al trasladar una masa $m = 10 \text{ kg}$ desde el infinito hasta el vértice (punto O) lo calculamos teniendo en cuenta que la fuerza gravitatoria es conservativa.

$$\text{Así. } W_{Fg} = -\Delta E_{pg} = -(E_{pg0} - E_{pg\infty}) = E_{pg\infty} - E_{pg0} = -E_{pg0}$$

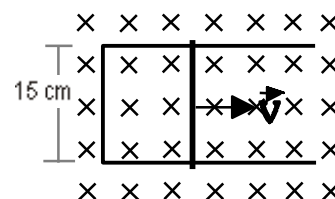
Ya que hemos colocado el origen de potencial en el infinito.

$$E_{pg0} = E_{pg1} + E_{pg2} = -\frac{GM_1m}{r_1} - \frac{GM_2m}{r_2} = -2 \frac{GMm}{r} = -2,22 \cdot 10^{-8} \text{ J}$$

De este modo, el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria es $W_{Fg} = -E_{pg0} = 2,22 \cdot 10^{-8} \text{ J}$
Al ser un trabajo positivo, este desplazamiento se realiza espontáneamente.

2. a) Razone qué sentido tendrá la corriente inducida en una espira cuando: i) Acercamos perpendicularmente al plano de la espira el polo norte de un imán. Haga un esquema explicativo. ii) El plano de la espira se aleja del polo norte del imán. Haga un esquema explicativo.

b) Una espira rectangular como la de la figura posee uno de sus lados móvil que se mueve dentro de un campo magnético uniforme de $0,8 \text{ T}$ con una velocidad constante de $0,12 \text{ m s}^{-1}$. Calcule: i) La f.e.m. inducida en función del tiempo. ii) La intensidad y el sentido de la corriente que recorre la espira si su resistencia es de $0,2 \Omega$.

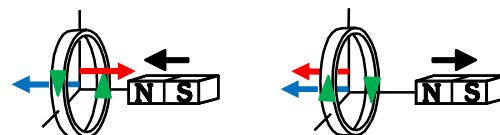


a) Esta cuestión, en sus dos apartados, versa sobre inducción electromagnética, es decir, la generación de corriente eléctrica en un circuito por acción de un campo magnético. Según la ley de Faraday-Lenz, se generará corriente eléctrica en un circuito si varía con el tiempo el flujo magnético que atraviesa la superficie encerrada por dicho circuito. El sentido de la corriente será tal que producirá un campo magnético inducido que se opone a la variación de flujo.

$$\text{Flujo magnético: } \Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

$$\text{f.e.m. inducida } \varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

i) Al acercar el polo norte del imán a la espira, aumenta el valor del campo magnético que atraviesa la espira (según el esquema, hacia la izquierda), con lo que el flujo aumentará en ese sentido. Se inducirá corriente eléctrica en la espira en el sentido que se indica en el esquema. Aplicando la regla de la mano derecha (sacacorchos), esta corriente crea un campo magnético $\vec{B}_{IND}$ hacia la derecha, oponiéndose al aumento del flujo.



Azul: campo generado por el imán. Rojo: Campo inducido. Verde: sentido de la corriente inducida.

ii) El hecho de alejar la espira del imán es análogo al alejar el imán de la espira, lo que importa es el movimiento relativo entre ambos. Ahora disminuye el valor del campo magnético que atraviesa la espira (el sentido del campo sigue siendo hacia la izquierda), con lo que el flujo disminuirá en ese sentido. Se inducirá corriente eléctrica en la espira en el sentido que se indica en el esquema. Aplicando la regla de la mano derecha (sacacorchos), esta corriente crea un campo magnético $\vec{B}_{IND}$ hacia la izquierda, oponiéndose a la disminución del flujo magnético.

b) El esquema muestra un circuito rectangular de superficie variable que es atravesado por un campo magnético perpendicular al plano del circuito. Se inducirá corriente en el mismo ya que varía uno de los factores de los que depende el flujo magnético: la superficie. El flujo será variable, y se generará una f.e.m. en el circuito.

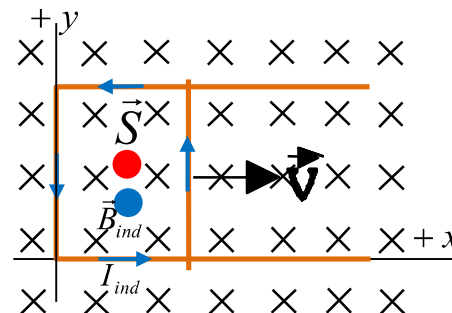
$B = 0,8 \text{ T}$ (sentido negativo del eje z, en negro)

$$S = \text{base} \cdot \text{altura} = v \cdot t \cdot 0,15 \text{ m} = 0,12 \text{ m s}^{-1} \cdot t \cdot 0,15 \text{ m} = 0,018 \cdot t \text{ (m}^2\text{)}$$

Escogemos vector $\vec{S}$ en sentido positivo del eje z (esquema, en rojo).

Ángulo α entre $\vec{B}$ y $\vec{S}$: $\alpha = 180^\circ$

$$\Phi_m = B \cdot S \cdot \cos\alpha = 0,8 \cdot 0,018 t \cdot \cos 180^\circ \text{ (Wb)} = -0,0144 \cdot t \text{ (Wb)}$$



$$\text{i) La f.e.m inducida } \varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{d(-0,0144 \cdot t)}{dt} = 0,144 \text{ V}$$

La f.e.m. obtenida es constante.

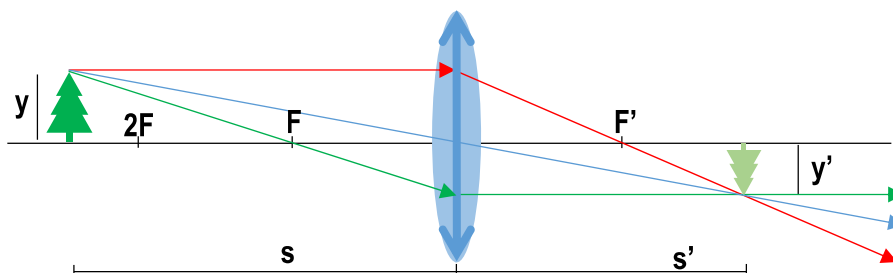
ii) Aplicando la ley de Ohm, la intensidad que circula $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0,144 \text{ V}}{0,2 \Omega} = 0,72 \text{ A}$

El sentido de la corriente es el representado en el esquema. Al aumentar la superficie, el flujo magnético aumenta. Como el campo va en el sentido negativo del eje z, la corriente genera un campo $\vec{B}_{IND}$ en el sentido positivo (aplicando la regla del sacacorchos), que se opone a dicho aumento (ley de Lenz).

3. a) Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado delante de una lente convergente a una distancia mayor que el doble de la distancia focal. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.

b) A 4 m delante de una lente divergente se sitúa un objeto de tamaño 1 m. si la imagen se forma delante de la lente a una distancia de 1 m, calcule: i) la distancia focal justificando el signo obtenido. ii) Tamaño de la imagen indicando si está derecha o invertida respecto al objeto.

a)



Trazado de rayos en una lente convergente:

- Rayo que incide paralelo al eje óptico $\rightarrow$ converge hacia el foco imagen F' (rojo)
- Rayo que incide pasando por el foco objeto F $\rightarrow$ sale paralelo al eje óptico (verde)
- Rayo que incide sobre el vértice (centro) de la lente $\rightarrow$ Sale formando el mismo ángulo con el eje óptico. (azul)

La imagen obtenida es real, ya que los rayos convergen en un punto. Si colocáramos una pantalla en ese punto, se vería la imagen.

La imagen obtenida está invertida y es menor que el objeto (Si el objeto estuviera entre $2F$ y F , la imagen sería mayor)

b) 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.

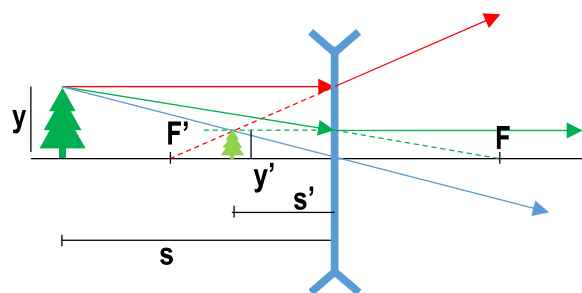
y: tamaño del objeto: $y = 1 \text{ m}$

s: posición del objeto $s = -4 \text{ m}$.

f' : distancia focal (lente- F'). Es negativa en lentes divergentes.

s' : posición de la imagen $s' = -1 \text{ m}$.

y' : tamaño de la imagen.



Ecuaciones de Gauss: Ecuación de la lente: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

Aumento lateral: $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$

Aplicando estas ecuaciones obtenemos los valores de i) f' , ii) y' .

$$\text{i) } \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow \frac{1}{-1} - \frac{1}{-4} = \frac{1}{f'} \rightarrow -\frac{3}{4} = \frac{1}{f'} \rightarrow f' = -1,333 \text{ m}$$

Es un valor negativo, ya que en una lente divergente el foco imagen F' está a la izquierda de la lente.

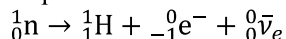
$$\text{ii) } \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow \frac{y'}{1} = \frac{-1}{-4} \rightarrow y' = 0,25 \text{ m}$$

La imagen es menor que el objeto (la cuarta parte) y está derecha, ya que el signo de y' es el mismo que el de y . Además, la imagen es virtual, los rayos no convergen en un punto, sino que parecen divergir de él ($s' < 0$).

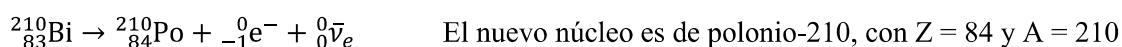
4. a) El $^{210}_{83}\text{Bi}$ se desintegra mediante un proceso beta y el $^{222}_{86}\text{Rn}$ mediante radiación alfa. Escriba y explique el proceso radiactivo de cada isótopo, determinando los números atómico y másico del nucleido resultante.
b) Los periodos de semidesintegración del $^{210}_{83}\text{Bi}$ y del $^{222}_{86}\text{Rn}$ son de 5 y 3,8 días, respectivamente. Disponemos de una muestra de 3 mg del $^{210}_{83}\text{Bi}$ y otra de 10 mg del $^{222}_{86}\text{Rn}$. Determine en cuál de ellos quedará más masa por desintegrarse al cabo de 15,2 días.

- a) Nos encontramos ante dos nucleidos radiactivos, núcleos inestables que desprenden partículas, transformándose en otros nucleidos con diferentes Z, A o ambos.

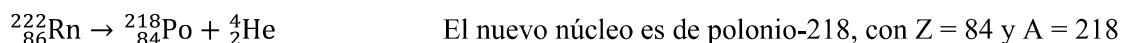
La emisión beta es ocasionada por la interacción nuclear débil, responsable de la transformación de un neutrón (^1_0n) del núcleo en un protón (^1_1H), un electrón ($^0_{-1}\text{e}^-$) y un antineutrino ($^0_0\bar{\nu}_e$). El protón queda ligado al núcleo, atraído por la fuerza nuclear fuerte, y tanto el electrón como el antineutrino salen del núcleo.



Como resultado de esto, el núcleo final tendrá un protón más y un neutrón menos que el original, por lo que Z aumenta en una unidad y A permanece igual.



La emisión alfa consiste en la emisión de partículas α ($^4_2\text{He}^{2+}$), quedando el núcleo resultante con dos protones y dos neutrones menos que el original, con lo que Z disminuye en 2 unidades y A en 4 unidades.



- b) Al emitir radiación, los núcleos iniciales se van transmutando en los núcleos finales, con lo que la cantidad de núcleos iniciales que quedan sin desintegrar va disminuyendo según la ley de desintegración radiactiva

$m = m_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ donde m es la masa del nucleido inicial que queda sin desintegrar en la actualidad, m_0 es la masa que había inicialmente sin desintegrar, t el tiempo transcurrido, y τ la vida media del isótopo radiactivo.

La vida media está relacionada con el periodo de semidesintegración $T_{\frac{1}{2}} = \tau \cdot \ln 2$ $\tau = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2}$

Calcularemos la masa m sin desintegrar de cada isótopo pasado un tiempo $t = 15,2$ días.

Bismuto: $m_0 = 3 \text{ mg}$ $T_{1/2} = 5 \text{ días} \rightarrow \tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} = 7,21 \text{ días}$
 $m = m_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 3 \text{ mg} \cdot e^{-\frac{15,2 \text{ días}}{7,21 \text{ días}}} = 0,36 \text{ mg}$ quedan sin desintegrar.

Radón: $m_0 = 10 \text{ mg}$ $T_{1/2} = 3,8 \text{ días} \rightarrow \tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} = 5,48 \text{ días}$
 $m = m_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 10 \text{ mg} \cdot e^{-\frac{15,2 \text{ días}}{5,48 \text{ días}}} = 0,624 \text{ mg}$ quedan sin desintegrar.

Vemos que, pasados 15,2 días, queda más cantidad sin desintegrar de $^{222}_{86}\text{Rn}$ que de $^{210}_{83}\text{Bi}$.

OPCIÓN B:

1. a) Una partícula que se encuentra en reposo empieza a moverse por la acción de una fuerza conservativa. i) ¿Cómo se modifica su energía mecánica? ii) ¿Y su energía potencial? Justifique las respuestas.
b) Se quiere hacer subir un objeto de 100 kg una altura de 20 m. Para ello se usa una rampa que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Determine: i) El trabajo necesario para subir el objeto si no hay rozamiento. ii) El trabajo necesario para subir el objeto si el coeficiente de rozamiento es 0,2.
 $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

a) Supondremos que sobre la partícula sólo actúa la fuerza conservativa que nos dicen. (Aunque creo que deberían aclararlo, porque es posible que comience a moverse por acción de esa fuerza conservativa, que pudiera ser gravitatoria, elástica... y luego, una vez en movimiento, comenzase a actuar la fuerza de rozamiento, que es no conservativa, con lo que la energía mecánica variaría).

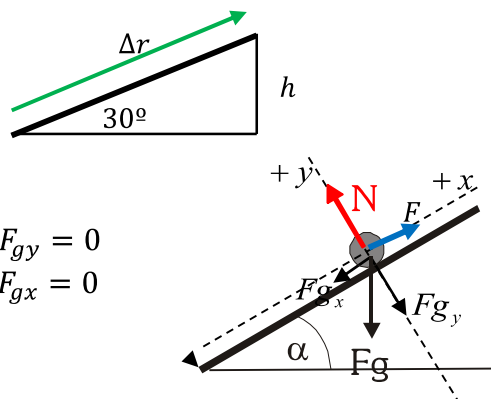
i) Si sólo actúan fuerzas conservativas sobre la partícula, la energía mecánica se mantendrá constante (principio de conservación de la energía mecánica, $W_{FNC} = \Delta E_M$, la energía mecánica varía debido al trabajo no nulo realizado por las fuerzas no conservativas)

ii) La energía potencial asociada a la fuerza conservativa que actúa, disminuirá, ya que $\Delta E_p = -W_{FC}$. Si la fuerza origina el movimiento de la partícula, el trabajo que realiza es positivo, con lo que la variación de energía potencial será negativa (E_p disminuye)

b) Por "trabajo necesario" se entiende el trabajo mínimo que tendrá que realizar una fuerza aplicada en la dirección de la rampa hacia arriba, para subir el objeto con velocidad constante, sin variar su energía cinética.

Calculamos el valor de F paralela al plano necesario para que suba con velocidad constante (1ª ley de Newton, $\Sigma \vec{F} = 0$) en cada caso y posteriormente calculamos el trabajo que realiza F con la expresión $W_F = F \cdot \Delta r \cdot \cos 0^\circ = F \cdot \Delta r$

El desplazamiento por la rampa: $\Delta r = \frac{h}{\sin 30^\circ} = 2h = 40 \text{ m}$



i) Sin rozamiento:

F debe compensar la componente x del peso $\Sigma \vec{F} = 0 \rightarrow \begin{cases} N - F_{gy} = 0 \\ F - F_{gx} = 0 \end{cases}$

$$F = F_{gx} = m \cdot g \cdot \sin 30^\circ = 490 \text{ N}$$

$$W_F = F \cdot \Delta r \cdot \cos 0^\circ = F \cdot \Delta r = 490 \text{ N} \cdot 40 \text{ m} = 19600 \text{ J}$$

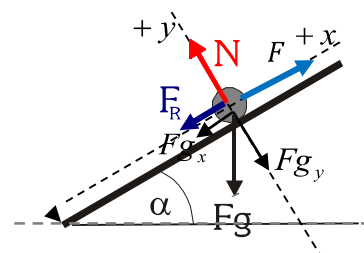
ii) Con rozamiento

Ahora F debe compensar F_{gx} y el rozamiento $\Sigma \vec{F} = 0 \rightarrow \begin{cases} N - F_{gy} = 0 \\ F - F_{gx} - F_R = 0 \end{cases}$

$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot F_{gy} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = 169,74 \text{ N}$$

$$F = F_{gx} + F_R = m \cdot g \cdot \sin 30^\circ + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = 490 \text{ N} + 169,74 \text{ N} = 659,74 \text{ N}$$

$$W_F = F \cdot \Delta r \cdot \cos 0^\circ = F \cdot \Delta r = 659,74 \text{ N} \cdot 40 \text{ m} = 26389,6 \text{ J}$$



2. a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) Si las intensidades de corriente que circulan por dos conductores rectilíneos, indefinidos, paralelos y separados por una distancia d , se duplican, también se duplicará la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor. ii) Si lo que se duplicase fuese la distancia, entonces, la fuerza por unidad de longitud que actuaría sobre cada conductor se reduciría a la mitad.

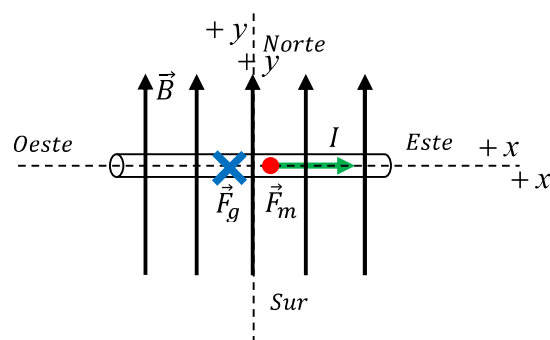
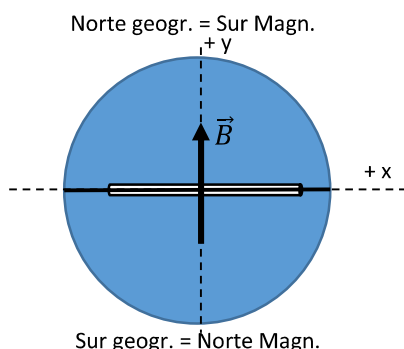
b) Por un hilo conductor situado paralelo al ecuador terrestre pasa una corriente eléctrica que lo mantiene suspendido en esa posición debido al magnetismo de la Tierra. Sabiendo que el campo magnético es paralelo a la superficie y vale $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ y que el hilo tiene una densidad longitudinal de masa de $4 \cdot 10^{-3} \text{ g/m}$, calcule la intensidad de corriente que debe circular por el conductor ayudándose del esquema correspondiente.
 $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

a) La fuerza magnética por unidad de longitud (f_m) que se ejerce entre dos conductores indefinidos, rectilíneos y paralelos por los que circulan corrientes I_1 e I_2 , viene dada por la expresión $f_m = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d}$ donde μ es la permeabilidad magnética del medio que rodea a los conductores, y d la distancia entre ambos. La fuerza es atractiva si las corrientes van en el mismo sentido, y repulsiva en caso contrario.

i) Si duplicamos las intensidades 1 y 2, la fuerza por unidad de longitud se cuadruplica, por lo que la afirmación es falsa.
 $f_m' = \frac{\mu \cdot 2I_1 \cdot 2I_2}{2\pi \cdot d} = 4 \cdot \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} = 4 \cdot f_m$

ii) Si duplicamos la distancia d , la fuerza por unidad de longitud se reduce a la mitad. La afirmación es cierta.
 $f_m' = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot 2d} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} = \frac{f_m}{2}$

b)



El hilo conductor se mantiene suspendido e equilibrio debido a la acción de las fuerzas gravitatoria y magnética que actúan sobre él, que se contrarrestan (1ª ley de Newton, $\Sigma \vec{F} = 0$). Por tanto

$$\vec{F}_g + \vec{F}_m = 0 \rightarrow \vec{F}_g = -\vec{F}_m \text{ Ambas fuerzas son iguales en módulo y dirección, pero en sentidos contrarios.}$$

Si suponemos el plano XY el horizontal (suelo), el eje z indica la vertical (el eje $-OZ$ apunta hacia el centro de la Tierra). El eje x sigue la línea del ecuador ($+OX$ hacia el este y $-OX$ hacia el oeste). El eje y indica la línea Norte-Sur ($+OY$ hacia el Norte y $-OY$ hacia el Sur).

Si la densidad longitudinal de masa es d , la masa del hilo, de longitud L , es $m = d \cdot L$

La fuerza gravitatoria que se ejerce sobre el hilo viene dada por

$$\vec{F}_g = m \cdot \vec{g} = d \cdot L \cdot \vec{g} \quad \text{en módulo} \quad F_g = d \cdot L \cdot g \quad d = 4 \cdot 10^{-3} \text{ g/m} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}$$

La fuerza magnética que el campo magnético terrestre ejerce sobre el hilo viene dada por la ley de Laplace

$$\vec{F}_m = I \cdot \vec{L} \times \vec{B} \quad \text{en módulo} \quad F_m = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \alpha \quad \text{donde } \alpha \text{ es el ángulo que forma el conductor con el campo magnético.}$$

Supondremos, ya que no nos lo dicen, que la dirección del campo magnético es la de la línea Norte-Sur (eje y) y que por tanto $\vec{B}$ forma 90° con el conductor (no es un asunto menor este, ya que la declinación magnética, incluso en el Ecuador, puede oscilar hasta 20° hacia el Este o el Oeste, dependiendo del punto del Ecuador en donde estemos, y

del tiempo). El sentido de $\vec{B}$ es Sur-Norte (eje +OY), recordemos que el Polo Norte geográfico es un polo Sur magnético, y viceversa. $\vec{B} = 5 \cdot 10^{-5} \vec{j} T$

Igualando los módulos de las fuerzas:

$$F_g = F_m \rightarrow d \cdot g \cdot L = I \cdot L \cdot B \cdot \sin 90^\circ \rightarrow I = \frac{d \cdot g}{B \cdot \sin 90^\circ} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \frac{kg}{m} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}{5 \cdot 10^{-5} T} = 0,784 A$$

El sentido de la corriente debe ser de Oeste a Este (+OX). De este modo, aplicando la regla del sacacorchos, la fuerza magnética estará orientada en el sentido positivo del eje z, contrarrestando a la fuerza gravitatoria, dirigida en sentido negativo del eje z.

3. a) Explique las diferencias entre ondas armónicas y ondas estacionarias. Escriba un ejemplo de cada tipo de ondas.

b) Una onda transversal, que se propaga en sentido negativo del eje OX, tiene una amplitud de 2 m, una longitud de onda de 12 m y la velocidad de propagación es 3 m s⁻¹. Escriba la ecuación de onda sabiendo que la perturbación, y(x,t), toma el valor máximo en el punto x = 0 m, en el instante t = 0 s.

a)

- Una onda armónica (viajera, O.V) consiste en la propagación de una perturbación por un medio, mientras que una onda estacionaria (O.E) es un caso de interferencia entre dos ondas con las mismas características, que se propagan en sentidos opuestos.
- Las ondas armónicas (viajeras) propagan energía en un determinado sentido (+ o -), con una velocidad de propagación $v = \frac{\omega}{k}$, mientras que la velocidad de propagación de una onda estacionaria es nula, no hay propagación neta de energía.
- En una onda viajera, los puntos del medio vibran todos con la misma amplitud A, pero desfasados, mientras que en una onda estacionaria la amplitud de vibración depende de la posición ($A_{(x)} = 2A \cos kx$, por ejemplo), dando lugar a nodos y vientres. Todos los puntos de la OE vibran en fase.
- Matemáticamente tienen expresiones diferentes: En las ondas armónicas las partes espacial y temporal están unidas en la misma función trigonométrica ($y_{(x,t)} = A \sin(\omega t \pm kx + \varphi_0)$), mientras que en las ondas estacionarias están separadas en dos funciones trigonométricas multiplicadas. (p.e. $y_{(x,t)} = 2A \cos kx \cdot \sin \omega t$)

Ejemplos de ondas armónicas: sonido, luz, ondas sísmicas...

Ejemplos de ondas estacionarias: cuerda de guitarra al pulsarla, flauta, tambor, saltar a la comba...

b) La expresión general de una onda armónica es $y_{(x,t)} = A \sin(\omega t \pm kx + \varphi_0)$

Datos: Amplitud = A = 2 m

Longitud de onda = $\lambda = 12$ m $\rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} = 0,524 \frac{rad}{m}$

Velocidad de propagación = $v = 3$ m s⁻¹; $v = \frac{\omega}{k} \rightarrow \omega = v \cdot k = 1,572 \frac{rad}{s}$,

Sentido de propagación: negativo eje OX $\rightarrow \omega t$ y kx aparecen sumadas en la función de onda.

Calculamos la fase inicial: Para t = 0 s, la perturbación del punto x = 0 es igual a la amplitud. $y_{(0,0)} = A$

Por tanto: $y_{(0,0)} = A \sin(\omega \cdot 0 + k \cdot 0 + \varphi_0) = A \rightarrow A = A \cdot \sin(\varphi_0) \rightarrow \sin(\varphi_0) = 1 \rightarrow \varphi_0 = \pi/2$

La expresión de la onda será $y_{(x,t)} = 2 \sin(1,572 \cdot t + 0,524 \cdot x + \pi/2)$ m

4. a) Sobre un metal se hace incidir una cierta radiación electromagnética produciéndose la emisión de electrones. i) Explique el balance energético que tiene lugar en el proceso. Justifique qué cambios se producirían si: ii) Se aumenta la frecuencia de la radiación incidente. iii) se aumenta la intensidad de dicha radiación.

b) Se observa que al iluminar una lámina de silicio con luz de longitud de onda superior a $1,09 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ deja de producirse el efecto fotoeléctrico. Calcule razonadamente la frecuencia umbral del silicio, su trabajo de extracción y la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos cuando se ilumina una lámina de silicio con luz ultravioleta de $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

- a) La cuestión versa sobre el efecto fotoeléctrico.

Einstein explicó el efecto fotoeléctrico en 1905 suponiendo que la energía de la luz se transmite de forma discreta mediante “paquetes” o “cuantos” de luz (más tarde denominados “fotones”). La energía de un fotón depende de la frecuencia de la radiación ($E_f = h \cdot \nu$). Al incidir el fotón sobre un electrón del metal, le cede su energía.

Si la energía del fotón es insuficiente para vencer la atracción por parte del núcleo (si E_f es menor que el trabajo de extracción, $\phi_0 = h \cdot \nu_0$) no se producirá la emisión de electrones.

Si $E_f > \phi_0$, entonces se producirá la emisión de electrones. La energía sobrante se invierte en aumentar la energía cinética de los electrones emitidos.

$$E_f = \Phi_0 + E_{c_e} \quad \rightarrow \quad E_{c_e} = h \cdot \nu - h \cdot \nu_0$$

Vemos que si la frecuencia de la radiación incidente es inferior a la frecuencia umbral, no se producirá el efecto.

ii) Como vemos en la expresión de la E_{c_e} máxima de los fotoelectrones, dicha E_{c_e} aumentará al aumentar la frecuencia de la radiación incidente. $E_{c_e} = h \cdot \nu - h \cdot \nu_0$

El número de electrones emitidos no se verá afectado, ya que no aumenta el número de fotones incidentes, sino la energía de cada uno.

iii) Aumentar la intensidad de la radiación significa aumentar el número de fotones incidentes, pero no la energía (frecuencia) de cada uno. Por lo tanto, se emitirán más fotoelectrones, pero con la misma E_{c_e} máxima.

- b) El dato corresponde a la longitud de onda umbral (λ_0) del silicio, es decir, la longitud de onda máxima que puede tener la radiación incidente para producir efecto fotoeléctrico. Con mayor longitud de onda, los fotones no tendrán energía suficiente para extraer los electrones de sus átomos. Calculamos la frecuencia umbral (frecuencia mínima de la radiación incidente para que se produzca el efecto)

$$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1,09 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = 2,75 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

El trabajo de extracción, o función trabajo (ϕ_0), es la energía mínima que debe tener el fotón para que el electrón venza la atracción del núcleo. $\phi_0 = h \cdot \nu_0 = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \cdot 2,75 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 1,82 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Al incidir luz ultravioleta de $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, la energía de los fotones incidentes será

$$E_f = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 7,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

La energía cinética máxima de los fotoelectrones será $E_{c_e} = E_f - \phi_0 = 6,14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (unos 3,8 eV)