SELECTIVIDAD FÍSICA. CANARIAS. JULIO 2019. OPCIÓN A.

A1.- La Estación Espacial Tiangong-2 (Palacio Celestial) tiene una masa de 20000 kg. Si se pone en órbita a 400 km sobre el ecuador de la Tierra, calcule:

a) La velocidad y la aceleración orbital de la estación.

b) El número de vueltas que da la estación alrededor de la Tierra en 24 horas.

c) La energía necesaria para trasladar la estación desde la órbita de 400 km a una órbita geoestacionaria.

Datos: G = $6,67\cdot10^{-11}$ N m^2kg^{-2}; R_T = 6370 km; $M_T = 5,97\cdot10^{24}$ kg

a)

$$F_g = F_C \rightarrow \frac{G\cdot M\cdot m}{r^2} = \frac{m\cdot v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{GM/r} = \sqrt{\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot 5,97\cdot10^{24}}{6,77\cdot10^6}} = 7669,3\ m/s \qquad a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{7669,3^{\,2}}{6,77\cdot10^6} = 8,69\ m/s^2$$

b)

$$v = \frac{e}{t} \quad\rightarrow\quad e = v\cdot t = 7669,3\cdot 86400 = 6,63\cdot10^8\ m \qquad N^\circ\ vueltas = \frac{6,63\cdot10^8}{2\pi\cdot 6,77\cdot10^6} = 15,59\ vueltas.$$

c)

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \sqrt{GM/r} \quad\rightarrow\quad r = \sqrt[3]{GMT^2/4\pi^2} = \sqrt[3]{6,67\cdot10^{-11}\cdot5,97\cdot10^{24}\cdot86400^2/4\pi^2} = 4,22\cdot10^7\ m$$

$$E_1 + E = E_2 \quad\rightarrow\quad -\frac{G\cdot M\cdot m}{2\cdot r_1} + E = -\frac{G\cdot M\cdot m}{2\cdot r_2} \quad\rightarrow\quad E = \frac{G\cdot M\cdot m}{2}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$E = \frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot5,97\cdot10^{24}\cdot20000}{2}\cdot\left(\frac{1}{6,77\cdot10^6} - \frac{1}{4,22\cdot10^7}\right) = 4,94\cdot10^{11}\ J$$

A2.- Por una cuerda se propaga una onda armónica cuya ecuación es y(x,t) = 0,8 sen (6t + 10x – π/2), donde x e y se miden en metros y t en segundos. Calcule:
a) El periodo, la frecuencia, el número de onda y la longitud de onda.
b) La velocidad de propagación de la perturbación, así como la velocidad máxima de cualquier punto de la cuerda.
c) La diferencia de fase, en un instante dado, entre dos puntos de la cuerda separados entre sí una distancia de 30 cm.

a) Comparamos la ecuación de la onda con la general: y = 0,8 sen (6t+10x-π/2) y = A sen (ωt+kx+φ)
A = 0,8 m, ω = 6 Rad/s, k = 10 Rad/m, φ = - π/2

$$k = 10\ rad/m \qquad \omega = 2\pi f \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{6}{2\pi} = \frac{3}{\pi}\ Hz \qquad T = \frac{1}{f} = \frac{\pi}{3} s \qquad \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5} m$$

b)

$$v(propagación) = \lambda \cdot f = \frac{\pi}{5} \cdot \frac{3}{\pi} = 0{,}6\ m/s$$

$$v(vibración) = \frac{dy}{dt} = 0{,}8 \cdot 6 \cdot \cos\left(6t + 10x - \frac{\pi}{2}\right) \qquad v_{\max(vibración)} = \pm 0{,}8 \cdot 6 = \pm 4{,}8\ m/s$$

$$\Delta fase = \left(6t + 10x_2 - \frac{\pi}{2}\right) - \left(6t + 10x_1 - \frac{\pi}{2}\right) = 10(x_2 - x_1) = 10 \cdot 0{,}3 = 3\,rad$$

También podemos calcularla haciendo una proporción. Dos puntos separados por una longitud de onda están desfasados $2\pi\ rad$. Por lo tanto, el desfase en este caso es:

$$\Delta fase = \frac{2\pi}{\pi/5} \cdot 0{,}3 = 3\,rad$$

A3.- Considere una lente divergente. Dibuje el diagrama de rayos para formar la imagen de un objeto de altura h situado a la izquierda del foco, y también, situado a la derecha del foco. Indique, razonadamente, que tipo de imagen se forma en cada caso.

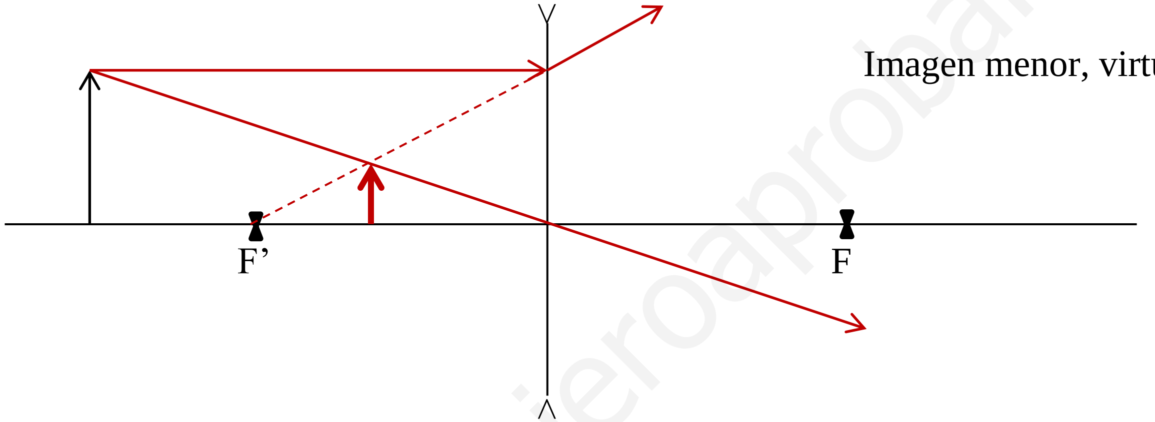


Imagen menor, virtual y derecha.

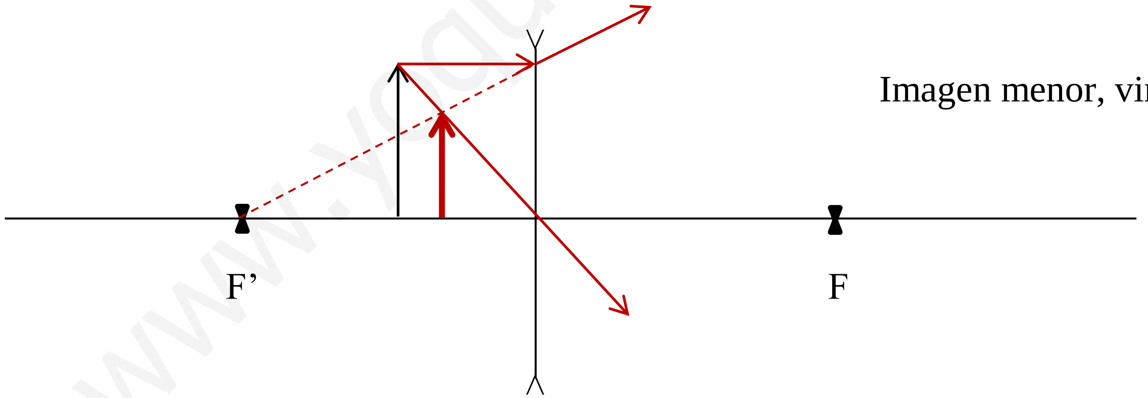
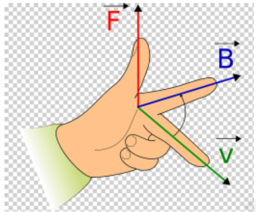
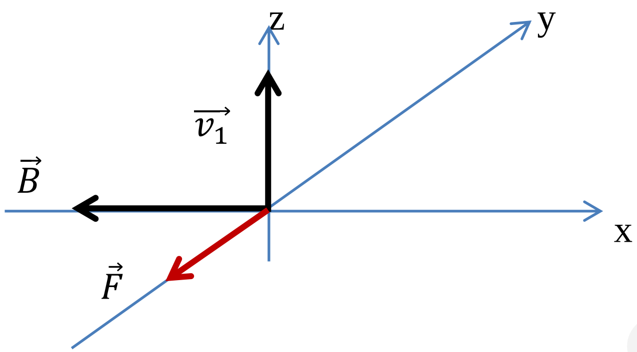
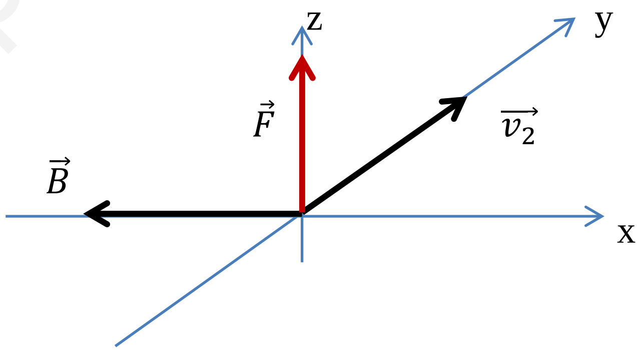


Imagen menor, virtual y derecha.

A4.- En una región del espacio existe un campo magnético uniforme $\vec{B} = -4 \cdot 10^{-3}\vec{\imath}$ (T). Calcule la fuerza magnética que actúa sobre una partícula de carga q = $2\cdot10^{-6}$ C que pasa por un punto P de dicha región, según el vector velocidad en P sea $\vec{v_1} = 4 \cdot 10^4\ \vec{k}$ (m/s) o $\vec{v_2} = 5 \cdot 10^4\ \vec{\jmath}$ (m/s).







Hemos aplicado la regla de la mano izquierda para determinar la dirección y sentido de la fuerza.
Calculamos el módulo de la fuerza magnética y luego la expresamos vectorialmente.

$$F_1 = |q| \cdot v_1 \cdot B \cdot sen\alpha = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot sen90 = 3{,}2 \cdot 10^{-4}\ N \qquad \vec{F_1} = -3{,}2 \cdot 10^{-4}\ \vec{\jmath}\ N$$

$$F_2 = |q| \cdot v_2 \cdot B \cdot sen\alpha = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot sen90 = 4 \cdot 10^{-4}\ N \qquad \vec{F_2} = -4 \cdot 10^{-4}\ \vec{k}\ N$$

A5.- Considere un protón y un electrón separados entre sí una distancia de $2\cdot10^{-6}$ m. Calcule el módulo de la fuerza entre ambas partículas y la energía potencial electrostática de este sistema de cargas.
Datos: $K= 9\cdot10^{9}$ $N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$; $q_e= -1{,}602\cdot10^{-19}$ C; $q_p= 1{,}602\cdot10^{-19}$ C.

Para calcular el módulo de la fuerza usamos la ley de Coulomb.

$$F = \frac{K\cdot|q_1|\cdot|q_2|}{d^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot1{,}602\cdot10^{-19}\cdot1{,}602\cdot10^{-19}}{4\cdot10^{-12}} = \boxed{5{,}77\cdot10^{-17}\ N}$$

$$Ep = \frac{K\cdot q_1\cdot q_2}{r} = \frac{9\cdot10^9\cdot1{,}602\cdot10^{-19}\cdot(-1{,}602\cdot10^{-19})}{2\cdot10^{-6}} = \boxed{-1{,}15\cdot10^{-22}\ J}$$

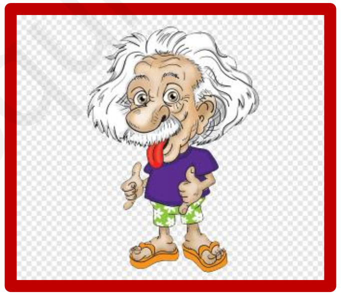
A6.- Defina brevemente número atómico, número másico, defecto de masa y energía de enlace.

Número atómico: es el número de protones que hay en cada uno de los núcleos de los átomos de un elemento.

Número másico: es el número de protones más neutrones (nucleones) que en el núcleo de un átomo.

Defecto de masa: Es la diferencia que hay (tomada en valor positivo) entre la masa de un núcleo y la suma de las masas de las partículas que lo constituyen, consideradas individualmente.

Energía de enlace: es la energía que se desprende cuando las partículas que constituyen un núcleo se unen para formarlo. Se calcula multiplicando el defecto de masa (en kg) por el cuadrado de la velocidad (ecuación de Einstein).



SELECTIVIDAD FÍSICA. CANARIAS. JULIO 2019. OPCIÓN B.

B1.- En los puntos A(3,0) y B(-3,0) de un sistema de coordenadas cartesianas OXY, se fijan respectivamente las cargas Q_A= - 8 μC y Q_B= + 5 μC. Las coordenadas están expresadas en metros. Calcule:
a) El vector intensidad de campo eléctrico de la distribución de cargas, en el punto (0,4).
b) El vector fuerza electrostática que ejerce la carga Q_A sobre la carga Q_B.
c) El trabajo realizado por el campo eléctrico de la distribución de cargas, para traer una carga puntual Q = 2 μC, desde el punto (0,4) hasta el origen O(0,0).
Datos: K = $9\cdot10^9$ $N\cdot m^2\cdot C^{-2}$.

Da) cosα = 4/5, senα = 3/5, cos β = 4/5, sen β = 3/5

$$E_B = 9\cdot10^9\cdot\frac{5\cdot10^{-6}}{25} = 1800\ N/C \qquad \overrightarrow{E_{Bx}} = 1800\cdot\frac{3}{5}\,\vec{\imath} = 1080\,\vec{\imath}\ N/C \qquad \overrightarrow{E_{By}} = 1800\cdot\frac{4}{5}\,\vec{\jmath} = 1440\,\vec{\jmath}\,N/C$$

$$E_A = 9\cdot10^9\cdot\frac{8\cdot10^{-6}}{25} = 2880\ N/C \qquad \overrightarrow{E_{Ax}} = 2880\cdot\frac{3}{5}\,\vec{\imath} = 1728\,\vec{\imath}\,N/C \qquad \overrightarrow{E_{Ay}} = -2880\cdot\frac{4}{5}\,\vec{\jmath} = -2304\,\vec{\jmath}N/C$$

$$\boxed{\vec{E} = (2808\,\vec{\imath} - 864\vec{\jmath})\,N/C}$$

b)

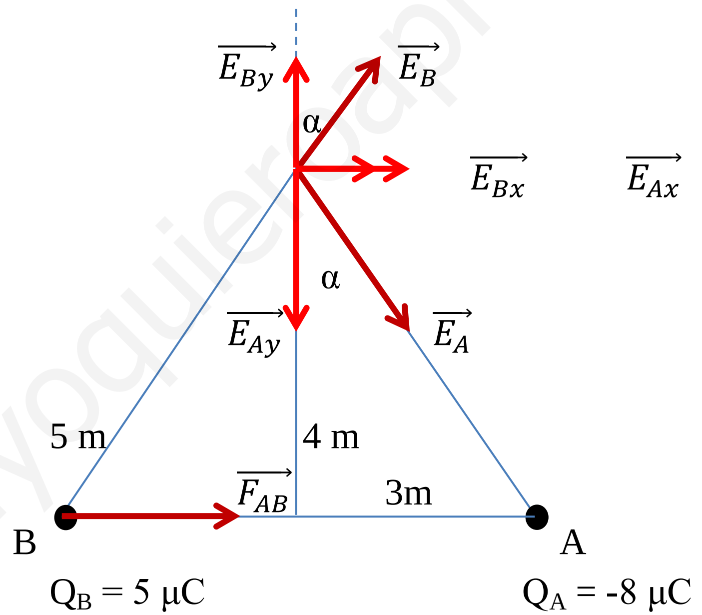
$$F = \frac{K\cdot|Q_A|\cdot|Q_B|}{d^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot5\cdot10^{-6}8\cdot10^{-6}}{36} = 0{,}01\,N \qquad \boxed{\vec{F} = 0{,}01\,\vec{\imath}\,N}$$

c)

$$V(0{,}4) = K \cdot \frac{Q_A}{r_1} + K \cdot \frac{Q_B}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{-8 \cdot 10^{-6}}{5} + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{5}\right) = -5400\,V$$

$$V(0{,}0) = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{-8 \cdot 10^{-6}}{3} + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{3}\right) = -9000\,V$$

$$W_C = -\Delta Ep = -q \cdot \Delta V = -2 \cdot 10^{-6} \cdot (-9000 + 5400) = 0{,}0072\,J$$



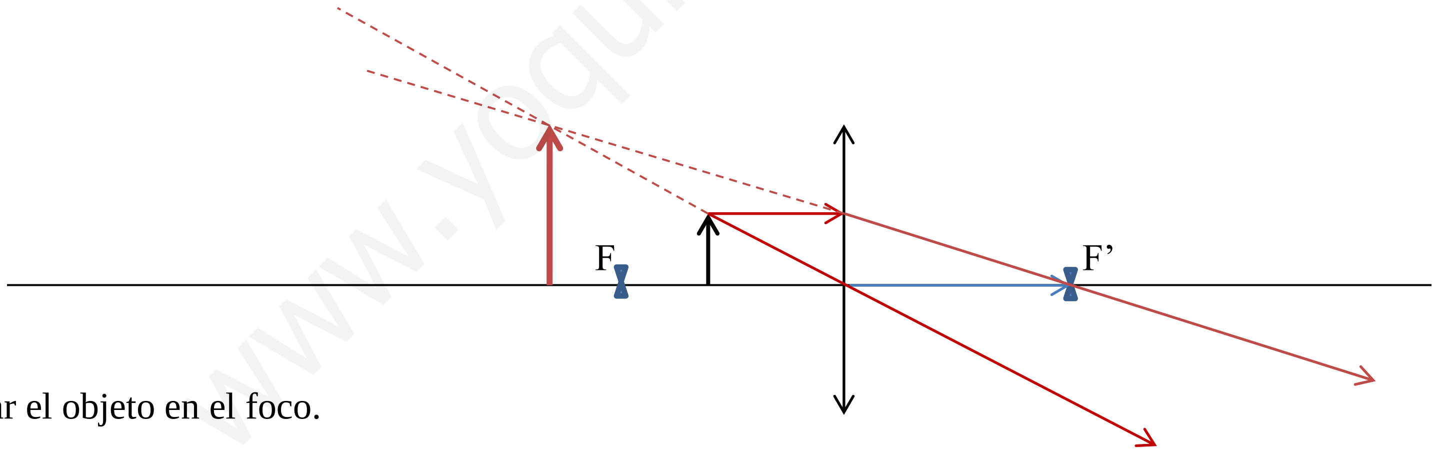
B2.- Un objeto de 4 cm de altura se coloca a 0,5 cm de una lente delgada produciendo una imagen derecha de 10 cm de alto:
a) ¿A qué distancia de la lente se forma la imagen del objeto?
b) ¿Se trata de una lente convergente o divergente? ¿Cuánto valen la distancia focal y la potencia de la lente?
c) Dibuje el trazado de rayos y determine la posición a la que debe situarse el objeto respecto de la lente para que su imagen se forme en el infinito.

y = 4 cm, s = - 0,5 cm, y' = 10 cm s'? f? P?

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow \quad s' = \frac{-0{,}5 \cdot 10}{4} = -1{,}25\ cm$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{-1{,}25} - \frac{1}{-0{,}5} = \frac{1}{0{,}5} - \frac{1}{1{,}25} = \frac{1{,}25 - 0{,}5}{1{,}25 \cdot 0{,}5} = \frac{0{,}75 \cdot 2}{1{,}25} \rightarrow f' = \frac{1{,}25}{1{,}5} = 0{,}83\ cm \quad P = \frac{1}{f'} = \frac{1{,}5}{1{,}25} = 1{,}2\ cm^{-1}$$

La lente es convergente ya que la distancia focal imagen es positiva.



Debemos situar el objeto en el foco.

B3.- Determine la velocidad con la que hay que lanzar un cuerpo desde la superficie de la Tierra para colocarlo en una órbita circular de radio R=20000 km.
Datos: $G=6{,}67\cdot10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$; $M_{Tierra}=5{,}97\cdot1024$ kg; $R_{Tierra}=6370$ km.

La energía cinética que habrá que comunicarle será la diferencia entre la energía mecánica del satélite en la órbita y la energía potencial que tiene en la superficie terrestre.

$$Ep_{superficie} + Ec = Em_{órbita} \qquad Ec = \frac{-G\cdot M\cdot m}{2r} - \left(-\frac{G\cdot M\cdot m}{R_T}\right) \rightarrow \frac{1}{2}\cdot \cancel{m}\cdot v^2 = G\cdot M\cdot \cancel{m}\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right)$$

$$0{,}5\cdot v^2 = 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 5{,}97\cdot 10^{24}\cdot\left(\frac{1}{6{,}37\cdot 10^6} - \frac{1}{2\cdot 2\cdot 10^7}\right) = 5{,}26\cdot 10^7$$

$$v = \sqrt{2\cdot 5{,}26\cdot 10^7} = 10252{,}5\ m/s$$

B4.- Un electrón que se mueve con velocidad v, penetra en una región del espacio donde existe un campo magnético uniforme B. ¿Dé la expresión vectorial de la fuerza que actúa sobre el electrón? ¿Bajo qué condiciones el campo magnético no influye en su movimiento? Y ¿qué relación debe existir entre los vectores v y B para que describa un movimiento circular uniforme?

La expresión de la fuerza que actúa sobre una carga en el seno de un campo magnético viene dada por la ley de Lorentz. La fuerza es un vector perpendicular a los vectores velocidad y campo magnético. Si la carga es positiva su sentido se deduce por la regla de la mano derecha, siendo el sentido el opuesto si la carga es negativa.

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v}\ x\ \vec{B} \qquad\qquad F = |q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha$$

De la expresión anterior deducimos que no hay fuerza magnética, y por lo tanto el campo no influye en el movimiento de la carga, cuando la trayectoria de la carga y la dirección del campo magnético forman 0o o 180o. Evidentemente tampoco habría fuerza si la partícula no tiene carga, si no tiene velocidad o si no hay campo magnético, pero estas opciones quedan desechadas por el enunciado del ejercicio.

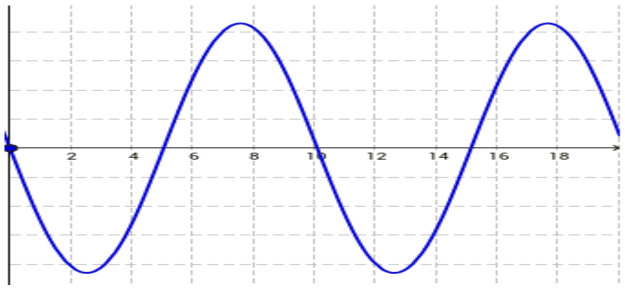
Para que el movimiento sea circular los dos vectores, v y B, deben ser perpendiculares. Si forman un ángulo diferente, la velocidad se podría descomponer en dos vectores, uno perpendicular y otro paralelo al campo. La componente paralela al campo no se ve alterada, mientras que la componente perpendicular provocaría un movimiento circular. La suma de ambos factores hace que la carga realizara un movimiento helicoidal.

B5.- Escriba la ecuación de una onda armónica que se propaga a lo largo del eje X en sentido positivo y explique ayudándose de las gráficas oportunas, los conceptos de amplitud, longitud de onda, periodo y fase inicial.

$$y = A \cdot sen\ (\omega t - kx + \varphi_0)$$

Amplitud: es la máxima separación que experimentan las partículas con respecto a su posición de equilibrio.
Longitud de onda: es la mínima separación entre dos puntos en igualdad de fase (misma elongación y velocidad)
Periodo: Es el tiempo que debe pasar para que un punto esté en igualdad de fase.
Fase inicial: Determina el estado inicial del punto situado en el origen del movimiento ondulatorio. En nuestro caso es π rad.

y

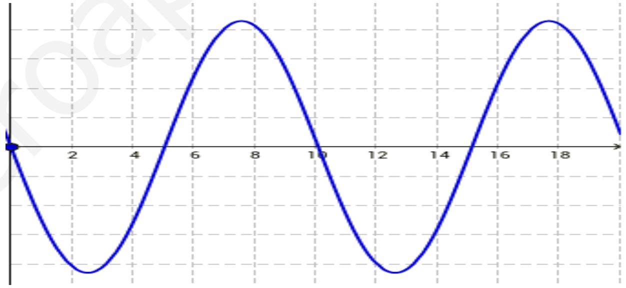


x

x

λ

y



t

t

T

B6.- Calcule el defecto de masa y la energía de enlace por nucleón del isótopo ${}^{85}_{37}Rb$, cuya masa atómica es 84,9117 u. Datos: m_p=1,0073 u; m_n=1,0087 u; 1u=931 MeV/c^2.

En la formación de un núcleo a partir de los protones y neutrones correspondientes siempre se produce una disminución de masa. El defecto de masa es la diferencia de masa entre las partículas que constituyen un núcleo y dicho núcleo. La energía de enlace nuclear es la energía que se desprende cuando se forma dicho enlace. Se calcula mediante la ecuación de Einstein. Si dividimos esa energía por el número de nucleones se obtiene la energía de enlace por nucleón, que da una idea de la estabilidad del núcleo.

$$\Delta m = 37 \cdot m(p) + 48 \cdot m(n) - m\left({}^{85}_{37}Rb\right) = 37 \cdot 1{,}0073 + 48 \cdot 1{,}0087 - 84{,}9117 = 0{,}776\, u$$

$$\Delta m = 0{,}776 \cdot 931 = 722{,}456\ MeV/c^2$$

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 722{,}456\,\frac{MeV}{c^2} \cdot c^2 = 722{,}456\, MeV$$

$$E_N = \frac{\Delta E}{A} = \frac{722{,}456}{85} = 8{,}499\ MeV/nucleón$$

Como no indican nada sobre las unidades en las que debemos expresar la energía de enlace por nucleón, no lo hago en J, la unidad del sistema internacional, ya que en los datos del problema utilizan el MeV.