PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD
MATERIAS DE MODALIDAD: FASES GENERAL Y ESPECÍFICA

Distrito Universitario de Canarias

CURSO 2013 – 2014 CONVOCATORIA:

MATERIA: FÍSICA

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale tres puntos: un punto por cada apartado correcto. Cada cuestión correcta vale un punto.

OPCIÓN A

PROBLEMAS

1) Un satélite meteorológico, describe una órbita circular a 300 km sobre la superficie de la Tierra, siendo la energía del satélite en dicha órbita -3×10^{10} J. Calcule:

   a) La velocidad y la aceleración orbital del satélite.
   b) La energía potencial y la masa del satélite.
   c) El periodo y la fuerza centrípeta que actúa sobre el satélite.

   Datos: $G=6.67\times10^{-11}$ $N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$; $M_T= 5.98\times10^{24}$ kg; $R_T=6370$ km

2) Se dispone de un banco óptico y de dos lentes, una convergente y otra divergente, que tienen ambas la misma distancia focal, que vale 10 cm.

   a) Calcule numéricamente, la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 2 cm de alto, colocado a 6 cm delante de la lente convergente.
   b) Calcule numéricamente, la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 4 cm de alto, colocado a 12 cm delante de la lente divergente.
   c) Dibuje el trazado de rayos correspondiente a la lente divergente y deduzca a partir del mismo la naturaleza de la imagen: real / virtual; invertida / no invertida; mayor / menor.

CUESTIONES

1) Suponga un electrón que se mueve dentro de un campo magnético uniforme, perpendicular a su hoja de papel y con sentido hacia dentro, describiendo una trayectoria circular. Dibuje los vectores velocidad, aceleración y fuerza magnética del electrón. ¿Qué trabajo habrá realizado la fuerza magnética sobre el electrón cuando éste haya recorrido la mitad de su trayectoria circular? Razone su respuesta.

2) ¿Explique en qué consisten los fenómenos ondulatorios? Si se agita el extremo de una cuerda con una frecuencia de 8 Hz y una amplitud de 4 cm, de forma que la perturbación se propague de izquierda a derecha con una velocidad de 2 m/s ¿Cuál es la expresión matemática que representa el movimiento de la onda en la cuerda, teniendo en cuenta que la fase inicial vale $\pi/8$ rad?

3) ¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico? Indique al menos un hecho que no pudo explicar la física clásica ¿Cómo resolvió Einstein el problema? Comente que se entiende por *trabajo de extracción* y *frecuencia umbral.*

4) Sabiendo que el ${}^{55}_{25}Mn$ tiene una masa atómica de 54.938 u, halle su defecto de masa y su energía de enlace en MeV.

   Datos: $m_p=1.0073$ u; $m_n=1.0087$ u; $u=931\ MeV/c^2$

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale tres puntos: un punto por cada apartado correcto. Cada cuestión correcta vale un punto.

OPCIÓN B

PROBLEMAS

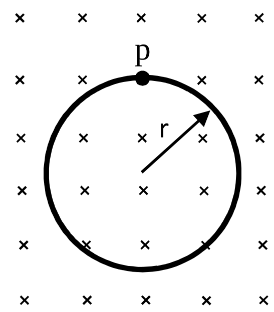
1) El desplazamiento transversal de los puntos de una cuerda por los que se propaga una perturbación armónica viene dado por

$$y(x,t)=0.2\cdot \text{sen}\ (4t + 6x - \pi/6)$$

donde x e y se miden en metros y t en segundos. Calcule:

a) El periodo y la longitud de onda.
b) La velocidad de propagación de la perturbación así como la velocidad máxima de vibración de cualquier punto de la cuerda.
c) La diferencia de fase entre dos puntos de la cuerda separados entre sí una distancia de 40 cm.

2) En la figura adjunta se muestra la trayectoria circular que describe un protón en el seno de un campo magnético de 0.2 T. La energía cinética del protón es de 7×10^5 eV.



a) ¿Con qué velocidad se mueve el protón? ¿Cuánto vale el radio de la órbita que describe?
b) Dibuje los vectores velocidad, aceleración y fuerza magnética ¿Qué trabajo realiza la fuerza magnética que actúa sobre el protón, cuando éste completa una vuelta?
c) ¿Cuántas vueltas da el protón en un microsegundo?

Datos: eV=1.602×10^{-19} J; m_p=1.673×10^{-27} kg; q_p=1.602×10^{-19} C; μs=10^{-6} s

CUESTIONES

1) ¿Con qué velocidad debe moverse un satélite meteorológico, situado en una órbita ecuatorial sobre la superficie de la Tierra, para que se encuentre siempre sobre el mismo punto de la Tierra (es decir, el satélite es geoestacionario)?

Datos: G = 6.67×10^{-11} N·m^2·kg^{-2}; M_T= 5.98×10^{24} kg

2) Escriba las expresiones de la energía cinética (E_C), la energía potencial (E_P) y la energía total (E) de una partícula que describe un movimiento armónico simple (MAS) en función de la posición (x), de la constante de fuerza (k) y de la amplitud de oscilación (A). Represente gráficamente estas energías en función de la posición.

3) Una regla de dos metros de longitud se mueve con respecto de un observador en reposo con una velocidad de 0.8 c, en dirección paralela a la propia regla ¿Qué longitud tiene la regla para el observador en reposo? ¿Cuánto tiempo tarda la regla en pasar por delante del observador en reposo?

Dato: c=3×10^8 m/s

4) Defina número atómico, número másico y energía de enlace. ¿Qué diferencia hay entre la masa de un núcleo atómico y la masa total de los nucleones que lo componen por separado?

Modelo 2A/ Problema 1/ 2014

Un satélite meteorológico, describe una órbita circular a 300 km sobre la superficie de la Tierra, siendo la energía del satélite en dicha órbita -3×10^{10} J. Calcule:

a) **La velocidad y la aceleración orbital del satélite.**
b) **La energía potencial y la masa del satélite.**
c) **El periodo y la fuerza centrípeta que actúa sobre el satélite.**

Datos: $G=6.67\times10^{-11}$ $N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$; $m_T= 5.98\times10^{24}$ kg; $r_T=6370$ km

Solución

a) $v=\sqrt{\dfrac{G\cdot M}{r_{orb}}} \quad \rightarrow \quad v=\sqrt{\dfrac{(6.67\times10^{-11})\times(5.98\times10^{24})}{6670\times10^{3}}}=7733 \quad m/s$

$$a=\frac{v^2}{r_{orb}} \quad \rightarrow \quad a=\frac{7733^2}{6670\times10^3}=8.96 \quad m/s^2$$

b) $E=\dfrac{E_P}{2} \quad \rightarrow \quad E_P=2\times(-3\times10^{10})=-6\times10^{10} \quad J$

$$E_P=-\frac{GMm}{r_{orb}} \quad \Rightarrow \quad m=-\frac{r_{orb}\cdot E_P}{G\cdot M}=-\frac{2\cdot r_{orb}\cdot E}{G\cdot M} \quad \rightarrow \quad m=-\frac{2\times(6670\times10^3)\times(-3\times10^{10})}{(6.67\times10^{-11})\times(5.98\times10^{24})}=1003.3 \quad kg$$

c) $(2\pi r_{orb})=v\cdot P \quad \rightarrow \quad P=\dfrac{2\pi\times(6670\times10^3)}{7733}=5419.5\ s \cong 1\ h \quad 30\ min \quad 20\ s$

Otra forma: $P=\sqrt{\dfrac{4\pi^2 r_{orb}^3}{GM}} \quad \rightarrow \quad P=\sqrt{\dfrac{4\pi^2\times(6670\times10^3)^3}{(6.67\times10^{-11})\times(5.98\times10^{24})}}=5419.45 \quad s$

$$F=ma \quad \rightarrow \quad F=1003.3\times8.96=8989.6 \quad N$$

Modelo 2A/ Problema 2/ 2014

Se dispone de un banco óptico y de dos lentes, una convergente y otra divergente, que tienen ambas la misma distancia focal, que vale 10 cm.

a) Calcule numéricamente, la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 2 cm de alto, colocado a 6 cm delante de la lente convergente.
b) Calcule numéricamente, la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 4 cm de alto, colocado a 12 cm delante de la lente divergente.
c) Dibuje el trazado de rayos correspondiente a la lente divergente y deduzca a partir del mismo la naturaleza de la imagen: real / virtual; invertida / no invertida; mayor / menor.

Solución

a) f_1=–10 cm $\qquad$ y_1= 2 cm $\qquad$ s_1=–6 cm

$$\frac{1}{-10}=\frac{1}{-6}-\frac{1}{s_2} \quad \Rightarrow \quad s_2=-15 \quad cm$$

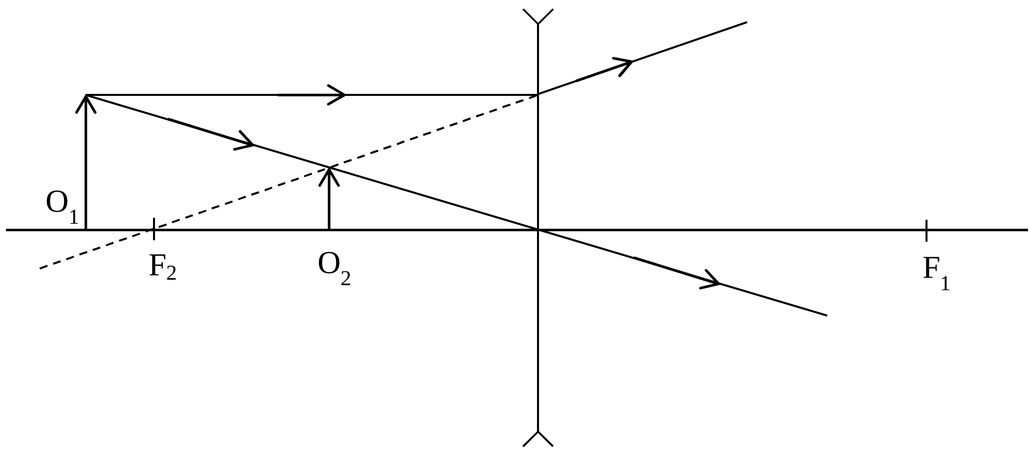
$$\frac{-15}{-6}=\frac{y_2}{2} \quad \Rightarrow \quad y_2=5 \quad cm$$

b) f_1=+10 cm $\qquad$ y_1= 4 cm $\qquad$ s_1=–12 cm

$$\frac{1}{10}=\frac{1}{-12}-\frac{1}{s_2} \quad \Rightarrow \quad s_2=\frac{60}{11}=-5.\overline{45} \quad cm$$

$$\frac{-\frac{60}{11}}{-12}=\frac{y_2}{4} \quad \Rightarrow \quad y_2=\frac{20}{11}=1.\overline{81} \quad cm$$

c)

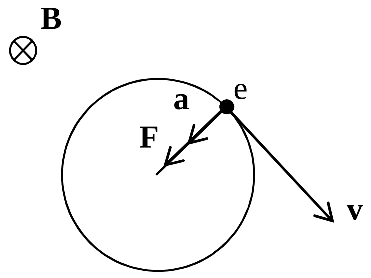


Como se deduce del esquema la imagen es virtual, no invertida y menor.

Modelo 2A / Cuestión 1/ 2014

Suponga un electrón que se mueve dentro de un campo magnético uniforme, perpendicular a su hoja de papel y con sentido hacia dentro, describiendo una trayectoria circular. Dibuje los vectores velocidad, aceleración y fuerza magnética del electrón. ¿Qué trabajo habrá realizado la fuerza magnética sobre el electrón cuando éste haya recorrido la mitad de su trayectoria circular? Razone su respuesta.

Solución



dW=**F**·d**r**

Como la fuerza es en todo momento perpendicular al desplazamiento (**F**⊥d**r**) el trabajo realizado por el campo magnético es nulo.

Modelo 2A/ Cuestión 2/ 2014

¿Explique en qué consisten los fenómenos ondulatorios? Si se agita el extremo de una cuerda con una frecuencia de 8 Hz y una amplitud de 4 cm, de forma que la perturbación se propague de izquierda a derecha con una velocidad de 2 m/s ¿Cuál es la expresión matemática que representa el movimiento de la onda en la cuerda, teniendo en cuenta que la fase inicial vale π/8 rad?

Solución

Los fenómenos ondulatorios consisten en la propagación a través del espacio y a lo largo del tiempo, de una perturbación que se produjo en un cierto punto del espacio, en un determinado instante de tiempo. En este tipo fenómenos no hay transporte de materia, sino de energía.

La ecuación de una onda armónica unidimensional que se propaga transversalmente por una cuerda, es de la forma:

$$y(x,t) = A \cdot sen\left(\omega t - kx + \phi\right) = A \cdot sen\ 2\pi\left(\frac{t}{P} - \frac{x}{\lambda} + \frac{\phi}{2\pi}\right) \quad m$$

A=0.04 m

$$\phi = \frac{\pi}{8} = 0.39 \quad rad$$

Calculando ω y k:

$$\left.\begin{array}{l} f = 8\ Hz \\ \omega = 2\pi f \end{array}\right\} \Rightarrow \quad \omega = 16\pi \quad rad / s$$

$$\left.\begin{array}{l} v = 2 \quad m/s \\ \omega = 16\pi \quad rad/s \\ k = \dfrac{\omega}{v} \end{array}\right\} \Rightarrow \quad k = 8\pi \quad rad / m$$

$$y(x,t) = 0.04 \cdot sen\left(16\pi \cdot t - 8\pi \cdot x + \frac{\pi}{8}\right) \quad m$$

Calculando ω y λ:

$$\left.\begin{array}{l} f = 8\ Hz \\ P = \dfrac{1}{f} \end{array}\right\} \Rightarrow \quad P = \frac{1}{8} = 0.125 \quad s$$

$$\left.\begin{array}{l} v = 2\ m/s \\ \lambda = v\ P \end{array}\right\} \Rightarrow \quad \lambda = \frac{1}{4} = 0.25 \quad m$$

$$y(x,t) = 0.04 \cdot sen\ 2\pi\left(8t - 4x + \frac{1}{16}\right) \quad m$$

Modelo 2A/ Cuestión 3/ 2014

¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico? Indique al menos un hecho que no pudo explicar la física clásica ¿Cómo resolvió Einstein el problema? Comente que se entiende por *trabajo de extracción* y *frecuencia umbral.*

Solución

El efecto fotoeléctrico consiste en que determinadas superficies metálicas, iluminadas con luz visible o ultravioleta, desprenden electrones. Fue descubierto por Hertz en 1887.

Las principales hechos que no pudo explicar la Física Clásica fueron:

1. Que la emisión de electrones tenía lugar sólo si la frecuencia de la radiación era superior a una cierta frecuencia mínima, característica de cada metal.
2. Que la energía cinética máxima de los electrones desprendidos, no dependía de la intensidad de la radiación incidente.
3. La inexistencia de un tiempo de retraso, entre el instante en el que la luz incide sobre la superficie metálica y la emisión de electrones.

La hipótesis fundamental con la que Einstein explicó en 1905 el efecto fotoeléctrico, fue suponer que la radiación electromagnética consiste en un flujo de partículas o cuantos (fotones) de energía $h\nu$, donde h es la constante de Planck y ν la frecuencia de la onda electromagnética. Cuando un fotón interacciona con un electrón, cede toda su energía a éste y deja de existir.

Para lograr arrancar un electrón de un átomo hay que aportar una energía mínima, que se denomina *trabajo de extracción*, W_{min}; esta energía mínima es característica de cada elemento. Cuando la radiación incidente aporta este mínimo de energía, los electrones menos ligados son liberados. Se puede entonces hablar de una *frecuencia de corte*, definida como $\nu_c = W_{min}/h$. Para frecuencias de la radiación incidente menores que la frecuencia de corte no se produce el efecto fotoeléctrico.

Cuando se produce el efecto fotoeléctrico, lógicamente los electrones con mayor energía cinética serán aquellos menos ligados, siendo su energía cinética: $E_{c,\,max} = h\nu_{rad} - W_{min}$.

Modelo 2A/ Cuestión 4/ 2014

Sabiendo que el $^{55}_{25}Mn$ tiene una masa atómica de 54.938 u, halle su defecto de masa y su energía de enlace en MeV.

Datos: m_p=1.0073 u; m_n=1.0087 u; u=931 MeV/c^2

Solución

$$\Delta m = [Z\ m_P + (A-Z)\ m_N] - M_{Mn} \quad \rightarrow \quad \Delta m = 25\times1.0073 + 30\times1.0087 - 54.938 = 0.5055 \quad u$$

$$\Delta E = m\ c^2 \quad \rightarrow \quad \Delta E = 0.5055\left(931\frac{MeV}{c^2}\right)\times c^2 = 470.62 \quad MeV$$

Modelo 2B/ Problema 1/ 2014

El desplazamiento transversal de los puntos de una cuerda por los que se propaga una perturbación armónica viene dado por

$$y(x,t)=0.2\cdot \text{sen}\,(4t + 6x - \pi/6)$$

donde x e y se miden en metros y t en segundos. Calcule:

a) El periodo y la longitud de onda.
b) La velocidad de propagación de la perturbación así como la velocidad máxima de vibración de cualquier punto de la cuerda.
c) La diferencia de fase entre dos puntos de la cuerda separados entre sí una distancia de 40 cm.

Solución

a)

$$\left.\begin{aligned} y(x,t) &= A\,sen(\omega t + k\,x + \phi) \\ y(x,t) &= 0.2\,sen(4\,t + 6\,x - \frac{\pi}{6}) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad A = 0.2\,m \qquad \omega = 4\,rad/s \qquad k = 6\,rad/m \qquad \phi = -\pi/6\,rad$$

$$P = \frac{2\pi}{\omega} \quad \rightarrow \quad P = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \quad s$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \quad m$$

b) $\lambda = v\,P \quad \rightarrow \quad v = \frac{\pi/3}{\pi/2} = \frac{2}{3} \quad m/s$

$$v(x,t) = \left(\frac{\partial y}{\partial t}\right)_{x=cte} = (0.2\times 4)\,cos\,(4\,t + 6\,x - \frac{\pi}{6}) = 0.8\,cos\,(4\,t + 6\,x - \frac{\pi}{6}) \quad m/s$$

$$v_{max} = 0.8 \quad m/s$$

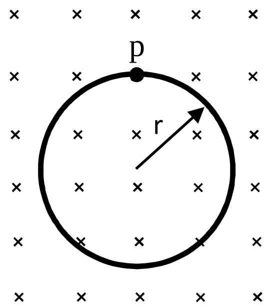
Otra forma:

$$v_{max} = A\cdot\omega \quad \rightarrow \quad v_{max} = 0.2\times 4 = 0.8 \quad m/s$$

c) $|\phi_2 - \phi_1| = k\,|x_2 - x_1| \quad \rightarrow \quad |\phi_2 - \phi_1| = 6\times 0.4 = 2.4 \quad m$

Modelo 2B/ Problema 2/ 2014

En la figura adjunta se muestra la trayectoria circular que describe un protón en el seno de un campo magnético de 0.2 T. La energía cinética del protón es de 7×10^5 eV.



a) **¿Con qué velocidad se mueve el protón? ¿Cuánto vale el radio de la órbita que describe?**

b) **Dibuje los vectores velocidad, aceleración y fuerza magnética ¿Qué trabajo realiza la fuerza magnética que actúa sobre el protón, cuando éste completa una vuelta?**

c) **¿Cuántas vueltas da el protón en un microsegundo?**

Datos: eV=1.602×10^{-19} J; m_p=1.673×10^{-27} kg; q_p=1.602×10^{-19} C; μs=10^{-6} s

Solución

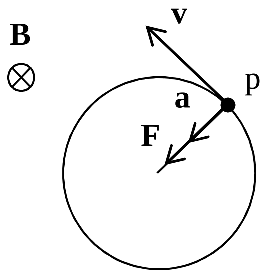
a)

$E_C=(7\times10^5)\times(1.602\times10^{-19})=1.12\times10^{-13}\ J$

$$E_C=\frac{1}{2}m\,v^2 \quad\Rightarrow\quad v=\sqrt{\frac{2\,E_C}{m}} \quad\rightarrow\quad v=\sqrt{\frac{2\times(1.12\times10^{-13})}{1.673\times10^{-27}}}=1.16\times10^{7}\quad m/s$$

$$R=\frac{m\,v}{q\,B} \quad\rightarrow\quad R=\frac{(1.673\times10^{-27})\times(1.16\times10^{7})}{(1.602\times10^{-19})\times0.2}=0.604\,m\cong 60.4\quad cm$$

b)



Como la fuerza es en todo momento perpendicular al desplazamiento (**F**$\perp$d**r**) el trabajo realizado por el campo magnético es nulo.

c) $$P=\frac{2\pi R}{v} \quad\rightarrow\quad P=\frac{2\pi\times0.604}{1.16\times10^{7}}=3.27\times10^{-7}\quad s$$

$$\text{Número de vueltas que da en } 1\,\mu s=\frac{10^{-6}}{3.27\times10^{-7}}=3.053\cong 3\quad vueltas$$

Modelo 2B/ Cuestión 1/ 2014

¿Con qué velocidad debe moverse un satélite meteorológico, situado en una órbita ecuatorial sobre la superficie de la Tierra, para que se encuentre siempre sobre el mismo punto de la Tierra (es decir, el satélite es geoestacionario)?

Datos: G = 6.67×10^{-11} $N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$; M_T= 5.98×10^{24} kg

Solución

$P=86400\ s$

$$\left.\begin{array}{l} v=\sqrt{\dfrac{G\,M_T}{r_{orb}}} \\ P=\dfrac{2\pi r_{orb}}{v} \end{array}\right\} \Rightarrow\ P^2=\frac{4\pi^2 r_{orb}^3}{G\,M_T}\ \Rightarrow\ r_{orb}=\sqrt[3]{\frac{G\,M_T\ P^2}{4\pi^2}}$$

$$r_{orb}=\sqrt[3]{\frac{(6.67\times10^{-11})\times(5.98\times10^{24})\times86400^2}{4\pi^2}}=42250474.3\,m=42250.47\quad km$$

$$v=\frac{2\pi r_{orb}}{P}\ \rightarrow\ v=\frac{2\pi\times(42250.47\times10^3)}{86400}=3072.54\quad m/s$$

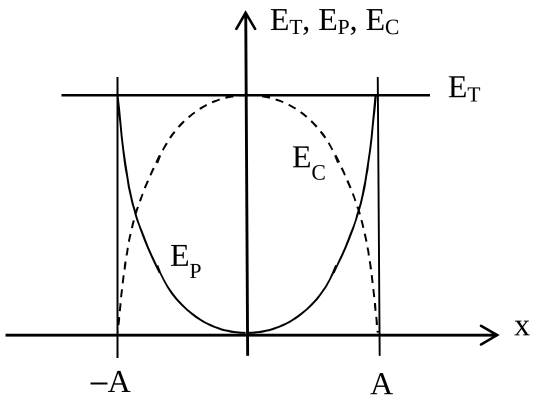
Otra forma:

$$v=\sqrt{\frac{G\,M_T}{r_{orb}}}\ \rightarrow\ v=\sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11})\times(5.98\times10^{24})}{42250.47\times10^3}}=3072.54\quad m/s$$

Modelo 2B/ Cuestión 2/ 2014

Escriba las expresiones de la energía cinética (E_C), la energía potencial (E_P) y la energía total (E) de una partícula que describe un movimiento armónico simple (MAS), en función de la posición (x), de la constante de fuerza (k) y de la amplitud de oscilación (A). Represente gráficamente estas energías en función de la posición.

Solución



$$E_T = \frac{1}{2} k\, A^2$$

$$E_P = \frac{1}{2} k\, x^2$$

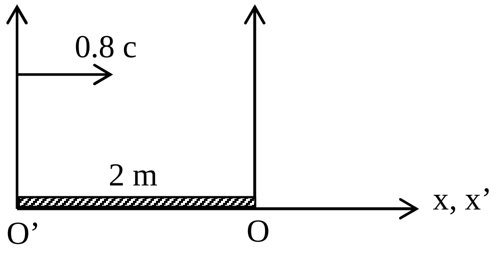
$$E_C = \frac{1}{2} k\, (A^2 - x^2)$$

<u>Modelo 2B/ Cuestión 3/ 2014</u>

Una regla de dos metros de longitud se mueve con respecto de un observador en reposo con una velocidad de 0.8 c, en dirección paralela a la propia regla ¿Qué longitud tiene la regla para el observador en reposo? ¿Cuánto tiempo tarda la regla en pasar por delante del observador en reposo?

Dato: $c=3\times10^8$ m/s

<u>Solución</u>



$$L_{mto.} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\; L_{rep}$$

$$L_{rep.} = 2\ m$$

$$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{1-0.64} = 0.6$$

$$L_{mto.} = 0.6\times 2 = 1.2\ m$$

$$e = v\,t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{1.2}{0.8\,c} = 5\times10^{9}\ s = 5\ ns$$

Modelo 2B/ Cuestión 4/ 2014

Defina número atómico, número másico y energía de enlace. ¿Qué diferencia hay entre la masa de un núcleo atómico y la masa total de los nucleones que lo componen por separado?

Solución

El núcleo de un átomo está formado por protones y neutrones, partículas que denominamos nucleones.

El *número atómico*, Z, indica el número de protones del núcleo.

El *número másico*, A, indica el número de nucleones del núcleo, esto es, el número de protones (Z) más el número de neutrones (A–Z).

Se denomina *energía de enlace*, aquella energía que se libera en la formación de un núcleo atómico. Viene dada por la expresión:

$$\Delta E=\Delta m\cdot c^2$$

siendo Δm el *defecto de masa*. Esta energía es igual a la que se obtiene al separar el núcleo en sus componentes.

Experimentalmente se comprueba que la masa de los núcleos es menor que la suma de las masas de los nucleones que lo forman por separado. Esta diferencia de masas es conocida como *defecto de masa*, Δm:

$$\Delta m=\sum m_{nucleones} - m_{núcleo}$$