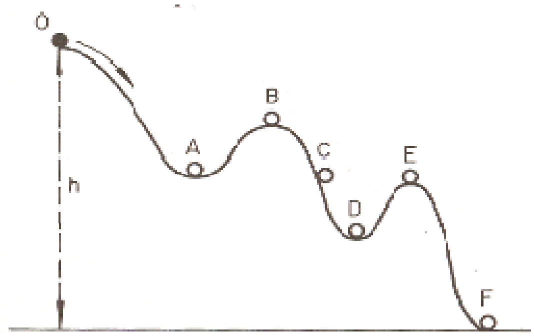
OLIMPIADA DE FÍSICA. FASE LOCAL UNIVERSIDAD DE JAÉN

15 DE MARZO 2013. CUESTIONES

Nombre, DNI, CENTRO:

PRIMERA CUESTIÓN



En una montaña rusa, como la de la figura, la vagoneta arranca sin velocidad inicial de O, desciende por la pista indicada, y tras superar el punto E se frena parándose en F. Si suponemos que no hay rozamiento en la pista, y que el radio de curvatura en A, B C y D es el mismo, razone brevemente:

a) ¿En qué punto una vez iniciado el descenso, la velocidad es menor?
En el punto B, $mgh = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$; Como h_B es la mayor de la trayectoria la velocidad será menor en ese punto.

b) ¿En qué punto A,B,D, E, la fuerza normal es mayor? En D
$N_D = mg + m\frac{v_D^2}{R}$, al ser la v_D la mayor de toda la trayectoria la Normal en este punto alcanza el valor máximo de los puntos ABDE.

c) ¿En qué punto la velocidad es máxima?
En D pues es el punto de menor altura de toda la trayectoria, entre O y E.

SEGUNDA CUESTIÓN

Una onda periódica se propaga por una cuerda tensa de ecuación $y(x,t) = 0{,}4\,sen2\pi(50t - 0{,}20x)\ m$. Obtener:

a) El periodo de vibración y la longitud de onda.
T=0,02 s; λ= 5m

b) La velocidad de propagación.
v=λ/T=250 m/s

c) La elongación del punto x=2,5 m en el instante en que la elongación del origen alcanza su valor máximo positivo.
Para que Y sea máxima en x=0 se cumple que:
$sen\,100\pi t = 1 \rightarrow 100\pi t = \frac{(2n+1)\pi}{2} \rightarrow t = \frac{n}{100} + \frac{1}{200}$; para n=0 el primer instante será: t=0,005s.

$$y(x,t) = 0{,}4\,sen\left(100\pi\frac{1}{200} - 0{,}2\cdot 2{,}5\right) = 0{,}4\,sen\left(-\frac{\pi}{2}\right) = -0{,}4m$$

Nombre, DNI, CENTRO:

TERCERA CUESTIÓN

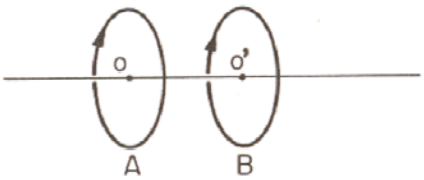
Conteste si es verdadero (V) o falso (F). Razone brevemente la respuesta.

a) El periodo con el que describe una circunferencia una partícula cargada dentro de un campo magnético es proporcional al radio.
F; $T = \frac{2\pi m}{qB}$, no es función de R

b) La fuerza magnética no realiza trabajo.
V, ya que la fuerza siempre es perpendicular a la velocidad y por tanto al desplazamiento, con lo cual no realiza trabajo.

c) Una espira de corriente I, dentro de un campo magnético $\vec{B}$, tiende a orientarse de forma que el plano de la espira se sitúe perpendicularmente a $\vec{B}$.
V, el momento de torsión de la espira hace que gire y se oriente de forma que el flujo magnético que la atraviese sea máximo.

d) La fuerza magnética que actúa sobre un conductor de corriente I, dentro de un campo magnético $\vec{B}$, nunca puede ser nula.
V, Si la intensidad y el vector B poseen la misma dirección.



CUARTA CUESTIÓN

En la figura se muestra dos espiras circulares dispuestas paralelamente, alineadas, con un eje común y con una distancia entre sus centros d. Por ambas circulan corrientes eléctricas de sentido antihorario, que vamos a llamar corrientes negativas. Indicar si es verdadero (V) o falso (F) las siguientes afirmaciones:

a) Si A se acerca a B se induce en B una corriente negativa.
b) Si B se acerca a A se induce en A una corriente positiva.
c) Si se suprime la corriente en A aparece en B una corriente positiva.
d) Si en ambas espiras hay corrientes negativas, se atraen mutuamente.

POR ERROR LA FIGURA NO CORRESPONDE AL SENTIDO ANTIHORARIO INDICADO EN EL TEXTO. LA CUESTIÓN SE CORRIGE TENIENDO EN CUENTA LA LÓGICA DE LOS RAZONAMIENTOS.

a) La corriente inducida en B será de signo contrario a la que posee.
b) La corriente inducida en A debe ser contraria a la que posee.
c) Aparece una corriente en B del mismo sentido que la que posee A
d) Si pues tiene enfrentados polos magnéticos de signos opuestos.

Nombre, DNI, CENTRO:

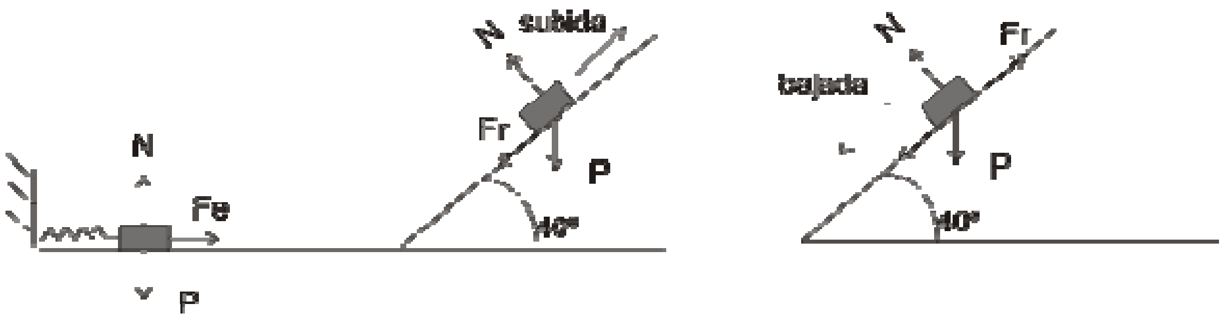
PROBLEMA 1.

Un bloque A de masa 1 kg se empuja contra un muelle de constante de recuperación 1000 N/m comprimiéndolo 20 cm. Se deja libre y el muelle proyecta la masa sobre una superficie horizontal lisa y luego asciende por una inclinada 40° sobre la horizontal, que presenta un coeficiente de rozamiento con el bloque de 0,3.

1. Estudiar el movimiento del objeto de siguiendo los siguientes pasos
   a) Represente las fuerzas que actúan sobre A cuando el muelle está comprimido, en el ascenso y en el descenso.
   b) Determinar la velocidad del bloque en el tramo horizontal.
   c) La distancia desde la base que recorre en el plano inclinado hasta detenerse.
2. Si en la parte horizontal hay un bloque B de 2 kg en reposo y con el que colisiona A elásticamente después de descender y deslizarse por la parte horizontal, calcular las velocidades finales de cada bloque después del choque e indique el sentido de movimiento de cada uno.

Solución

1.a)



1.b)

$$\frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}mv^2; v = 6{,}32\ m/s$$

1.c)

$$E_{MA} = E_{MB} + W_{FR};$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh + \mu \cdot mg\cos 40 \cdot S$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgS(sen40 + \mu\cos 40);$$

$$S = 2{,}34\ m$$

2.a)

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \mu \cdot mg\cos 40 \cdot 5;$$

$$v = 4{,}35\ m/s$$

Dicha velocidad será la velocidad del bloque A antes de colisionar con el bloque B en reposo, pues en el plano horizontal no existe rozamiento.

En el choque elástico unidireccional se cumple que:

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$$

Y de la ecuación de conservación de la energía cinética por ser elástico se deduce que:

$$(v'_B - v'_A) = -(v_A - v_B)$$

Sustituyendo por los valores correspondientes y teniendo en cuenta que la velocidad inicial de B es 0,

$$-4{,}35 = 2 \cdot v'_B + v'_A$$

$$(v'_B - v'_A) = -[0 - (-4{,}35)]$$

Luego:

$$v'_B = -2{,}9\frac{m}{s}, \textit{se desliza hacia la izda}$$

$$v'_A = 1{,}45\frac{m}{s}, \textit{se desliza hacia la derecha}$$

PROBLEMA 2.

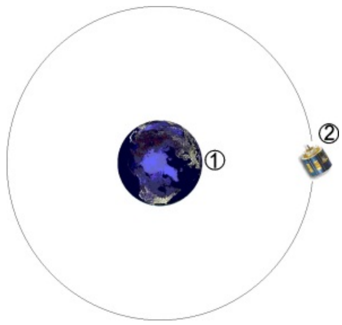
Consideremos la Tierra como una esfera de radio R=6370 km que gira en torno a su eje y está aislada de interacciones gravitatorias externas. Se quiere poner en órbita un satélite artificial de 90 kg de masa a una distancia de la superficie de la Tierra igual a 2R en el plano del ecuador moviéndose en la mima dirección que la Tierra. Para ello se lanza el satélite desde un punto del ecuador dirigiendo el mismo verticalmente hacia arriba en el momento del despegue. Consideremos que el valor de la gravedad en el punto de lanzamiento es 9,8 m/s^2. Calcular:

a) La velocidad que debe llevar el satélite para permanecer en la órbita deseada.
b) La energía que ha habido que proporcionar al satélite para colocarlo en órbita.
c) Tiempo que tarda el satélite en completar una órbita alrededor de la Tierra.
d) Si se quiere reposicionar el satélite en una órbita que sea 5 veces el radio de la Tierra, ¿Qué energía suplementaria hay que proporcionarle

Solución

a) El radio al que debe orbitar es $r = R + 2R = 3R$

Para que gire en esa órbita la fuerza centrípeta es la fuerza de atracción gravitatoria por lo que



$$m\frac{v_2^2}{r} = G\frac{Mm}{r^2} \quad ; \qquad m\frac{v_2^2}{3R} = G\frac{Mm}{(3R)^2}$$

$$v_2^2 = G\frac{M\,(3R)}{(3R)^2} = G\frac{M}{R^2}\frac{R}{3} = g_0\frac{R}{3};$$

$$v_2 = \sqrt{g_0\frac{R}{3}} = \sqrt{\frac{9{,}8\cdot 6{,}37\cdot 10^6}{3}} = 4561{,}65\frac{m}{s} \quad ◄$$

b) Para ponerle en la órbita deseada haya que suministrarle una energía que es la diferencia de energía entre los dos estados: el de la Tierra y el de la órbita. En la Tierra el satélite tiene una energía cinética al moverse solidariamente con ésta y una energía potencia gravitatoria. Por tanto,

$$E_1 = \frac{1}{2}mv_t^2 - G\frac{Mm}{R}$$

siendo v_t la velocidad del punto de la tierra donde se va a producir el lanzamiento:

$$v_t = \frac{2\pi R}{24\,horas} = \frac{2\pi\cdot 6{,}37\cdot 10^6}{24\cdot 60\cdot 60} = 463{,}24\frac{m}{s}$$

En la órbita debe llevar la velocidad v para estar en ella y la energía potencial en ese punto

$$E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - G\frac{Mm}{3R}$$

Por consiguiente la energía que hay que proporcionarle es $\Delta E = E_2 - E_1$

$$\Delta E = \left(\frac{1}{2}mv_2^2 - G\frac{Mm}{3R}\right) - \left(\frac{1}{2}mv_t^2 - G\frac{Mm}{R}\right) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_t^2 + \left(G\frac{Mm}{R} - G\frac{Mm}{3R}\right) =$$

$$= \frac{1}{2}mg_0\frac{R}{3} - \frac{1}{2}mv_t^2 + G\frac{M}{R}\frac{2m}{3}\frac{R}{R} = \frac{1}{6}mg_0R - \frac{1}{2}mv_t^2 + \frac{1}{6}mg_0R = \frac{5}{6}mg_0R - \frac{1}{2}mv_t^2$$

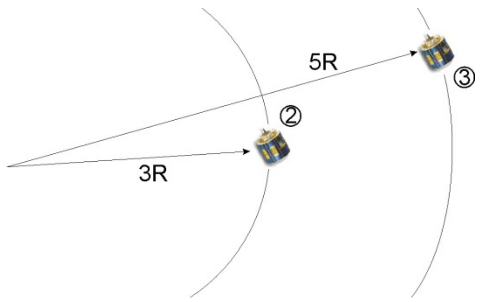
Sustituyendo valores

$$\Delta E = 4,67\cdot 10^9\, J \qquad ◄$$

c) El tiempo que tarda en orbitar es

$$T = \frac{2\cdot\pi\cdot 3R}{v} = 26322\, s = 7\, h\ 18\, m\ 42\, s \qquad ◄$$

d) Para situar el satélite en una órbita situada a 5R se procede de manera semejante que en el punto b)



$$\Delta E' = E_3 - E_2$$

$$E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - G\frac{Mm}{3R} = \frac{1}{2}mg_0\frac{R}{3} - G\frac{M}{R^2}\frac{mR}{3} = \frac{1}{6}mg_0R - \frac{1}{3}mg_0R = -\frac{1}{6}mg_0R$$

$$E_3 = \frac{1}{2}mv_3^2 - G\frac{Mm}{5R} = \frac{1}{2}mg_0\frac{R}{5} - G\frac{M}{R^2}\frac{mR}{5} = \frac{1}{10}mg_0R - \frac{1}{5}mg_0R = -\frac{1}{10}mg_0R$$

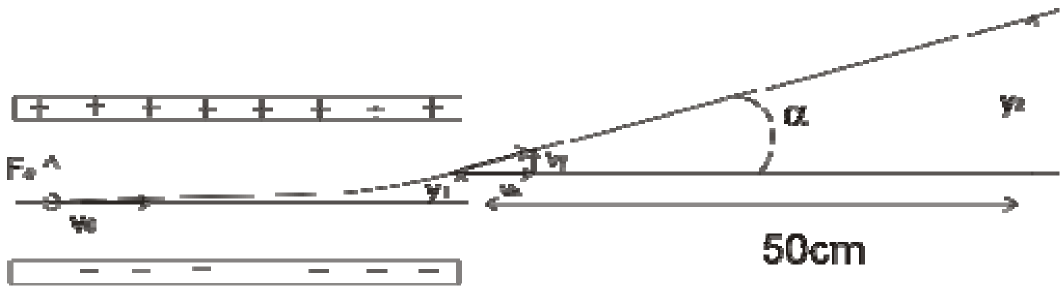
$$\Delta E' = E_3 - E_2 = -\frac{1}{10}mg_0R - \left(\frac{1}{6}mg_0R\right) = \frac{1}{15}mg_0R = 3,75\cdot 10^8\, J$$

PROBLEMA 3.

Por el punto medio entre las placas de un condensador plano, penetra un haz de electrones previamente acelerados por la aplicación de una diferencia de potencial de 1500V. Entre las placas separadas una distancia d=4 cm y de longitud 6cm hay una tensión de 120V. Calcular:

a) La velocidad de los electrones al penetrar en el condensador.
b) El campo eléctrico entre las armaduras, la velocidad y la desviación vertical que sufren los electrones a la salida del condensador, y_1.
c) Si a 50 cm de la salida del condensador se sitúa una pantalla fluorescente, determinar la desviación vertical del punto donde inciden los electrones respecto a la dirección inicial.

Solución



a)Se cumple que la pérdida de energía potencial es igual a la ganancia de energía cinética de los electrones. Así a la entrada del condensador poseen una velocidad v_0 en dirección x:

$$-\Delta U = \Delta E_c$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2qV}{m}} = 2,3 \cdot 10^7 m/s$$

b)El campo eléctrico vendrá dado por:

$$\vec{E} = \frac{V}{d}(-\vec{j}) = -\frac{120}{0,04}\vec{j} = -3000\,\vec{j}\;V/m$$

Y su dirección y sentido es desde la armadura positiva a la negativa.

Al entrar en las armaduras el electrón experimenta una fuerza hacia la armadura positiva y por tanto una aceleración:

$$qE = ma \rightarrow a = 5,27 \cdot 10^{14} m/s^2$$

Nombre, DNI, CENTRO:

A la salida del condensador habrá adquirido una velocidad v_y:

$v_y = at,$

$x = v_0 t; 0{,}06 = 2{,}3 \cdot 10^7 t; t = 2{,}6 \cdot 10^{-9} s$

$v_y = 5{,}27 \cdot 10^{14} . 2{,}6 \cdot 10^{-9} = 1{,}37 \cdot 10^6 m/s$

Y la desviación vertical y_1 a la salida del condensador será:

$y_1 = 1{,}8 \cdot 10^{-3} m$

Este mismo resultado se podría haber obtenido a partir de la ecuación de la trayectoria:

$$y_1 = \frac{1}{2}at^2; x = v_0 t$$

Luego

$$y_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\frac{q.E}{m \cdot v_0^2}x^2$$

c)A partir del dibujo se observa que a la salida del condensador el movimiento es rectilíneo y que forma un ángulo α con el eje de las x. Luego:

$$tg\alpha = \frac{v_y}{v_0} = \frac{y_2}{x_2}$$

$$y_2 = \frac{v_y}{v_0}x_2$$

$y_2 = 0{,}03m$

Y la desviación total será:

$y = 0{,}0318m$