CiUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA	PAAU (LOXSE)	Código:
	Xuño 2003	22

FÍSICA

Elegir y desarrollar una de las dos opciones propuestas.
Puntuación máxima: Problemas 6 puntos (1,5 cada apartado) Cuestiones 4 puntos (1 cada cuestión, teórica o práctica)
No se valorará la simple anotación de un ítem como solución a las cuestiones teóricas. Puede usarse calculadora siempre que no sea programable ni memorice texto.

OPCIÓN 1

PROBLEMAS
1.- Un satélite artificial de 300 kg gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de 36 378 km de radio. Calcula: a) La velocidad del satélite en la órbita. b) La energía total del satélite en la órbita.
Datos: g_0 = 9,80 m/s^2; R_T = 6 378 km
2.- Un protón penetra en una zona donde hay un campo magnético de 5 T, con una velocidad de 1000 m·s^{-1} y dirección perpendicular al campo. Calcula: a) El radio de la órbita descrita. b) La intensidad y sentido de un campo eléctrico que al aplicarlo anule el efecto del campo magnético. (Haz un dibujo del problema)
Datos: m_p = 1,67× 10^{-27} kg, q_p = 1,60×10^{-19} C
CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones:
1.- En una esfera conductora cargada en equilibrio electrostático se cumple que: A) El potencial eléctrico en el interior es constante. B) El campo interior es función de la distancia al centro. C) La carga eléctrica se distribuye uniformemente por todo el volumen.
2.- La energía de una onda es proporcional: A) Al cuadrado de la amplitud. B) A la inversa de la frecuencia. C) A la longitud de onda.
3.- En las lentes divergentes la imagen siempre es: A) Derecha, mayor y real. B) Derecha, menor y virtual. C) Derecha, menor y real.
CUESTIÓN PRÁCTICA: Se midieron en el laboratorio los siguientes valores de masas y períodos de oscilación de un resorte. Obtén a partir de ellos el valor de la constante elástica.

T (s)	3,52	3,91	4,12	4,24	4,35
m (kg)	0,62	0,75	0,85	0,90	0,95

OPCIÓN 2

PROBLEMAS
1.- Un resorte de masa despreciable se estira 10 cm cuando se le cuelga una masa de 200 g. La continuación el sistema formado por el resorte y la masa se estira con la mano otros 5 cm y se suelta en el instante t = 0 s. Calcula: a) La ecuación del movimiento que describe el sistema. b) La energía cinética y potencial cuando la elongación y = 3 cm. Dato: g = 9,80 m/s^2
2.- Un objeto de 3 cm de altura se sitúa a 75 cm y verticalmente sobre el eje de una lente delgada convergente de 25 cm de distancia focal. Calcula: a) La posición de la imagen. b) El tamaño de la imagen. (Haz un dibujo del problema)
CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones
1.- Un electrón y un protón describen órbitas circulares en un mismo campo B uniforme y con la misma energía cinética: A) La velocidad del protón es mayor. B) El radio de la órbita del protón es mayor. C) Los períodos de rotación son los mismos. (Dato: $m_p >> m_e$)
2.- Un satélite gira alrededor de un planeta describiendo una órbita elíptica ¿Cuál de las siguientes magnitudes permanece constante?: A) Momento angular. B) Momento lineal. C) Energía potencial.
3.- En el efecto fotoeléctrico: A) La energía cinética de los electrones emitidos depende de la intensidad de la luz incidente. B) Hay una frecuencia mínima para la luz incidente. C) El trabajo de extracción no depende de la naturaleza del metal.
CUESTIÓN PRÁCTICA: En la práctica del péndulo: ¿depende el período del ángulo de oscilación? ¿Cuánto varía el período si se aumenta la longitud un 20 %?

Soluciones

OPCIÓN 1

PROBLEMAS

1. Un satélite artificial de 300 kg gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de 36 378 km de radio. Calcula:
a) La velocidad del satélite en la órbita.
b) La energía total del satélite en la órbita.
Datos: g_0 = 9,80 m/s²; R_T = 6 378 km

Rta.: a) v = 3,31 km/s; b) E = -1,64×10⁹ J

Datos	***Cifras significativas: 4***
Radio de la Tierra	R_T = 6 378 km = 6,38×10⁶ m
Radio de la órbita	$r_{órb}$ = 36 378 km = 3,64×10⁷ m
Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra	g_0 = 9,80 m/s²
Masa del satélite en la superficie de la Tierra	m = 300 kg
Incógnitas	
Valor de la velocidad del satélite en su órbita alrededor de la Tierra.	v
Energía (mecánica) total del satélite en órbita	E
Otros símbolos	
Masa de la Tierra	M_T
Constante de la gravitación universal	G
Ecuaciones	
Ley de Newton de la gravitación universal (aplicada a la fuerza que ejerce la Tierra esférica sobre el satélite puntual)	$F_G = G\frac{M_T m}{r_{órb}^2}$
Aceleración normal (en un movimiento circular de radio r)	$a_N = \frac{v^2}{r}$
2ª ley de Newton de la Dinámica	$\sum \overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$
Energía cinética	$E_c = ½\, m\, v^2$
Energía potencial gravitatoria (referida al infinito)	$E_p = -G\frac{M_T m}{r_{órb}}$

Solución:

a) Como la única fuerza que actúa sobre el satélite es la fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra,

$$\sum \overline{\boldsymbol{F}} = \overline{\boldsymbol{F}}_G$$

$$m\, a = F_G$$

El satélite describe una trayectoria aproximadamente circular con velocidad de valor constante, por lo que la aceleración sólo tiene componente normal a_N,

$$m\frac{v^2}{r_{órb}} = G\frac{M_T m}{r_{órb}^2}$$

Como no se tienen los datos de la constante de la gravitación universal ni de la masa de la Tierra, habrá que tener en cuenta que en la superficie de la Tierra, el peso de un cuerpo mg_0 es igual a la fuerza gravitatoria

$$m\, g_0 = G\frac{M_T m}{R_T^2}$$

$$G\, M_T = g_0\, R_T^2$$

$$v = \sqrt{\frac{G M_T}{r_{órb}}} = \sqrt{\frac{g_0 R_T^2}{r_{órb}}} = \sqrt{\frac{9,80\ [\mathrm{m/s^2}] \cdot (6,38\times 10^6\ [\mathrm{m}])^2}{3,64\times 10^7\ [\mathrm{m}]}} = 3,31\times 10^3\ \mathrm{m/s} = 3,31\ \mathrm{km/s}$$

Análisis: Se espera que un objeto que se mueva alrededor de la Tierra tenga una velocidad de algunos km/s. *El resultado de* 5,60 km/s *está dentro del orden de magnitud.*

b) La energía (mecánica) total es la suma de las energías cinética y potencial:

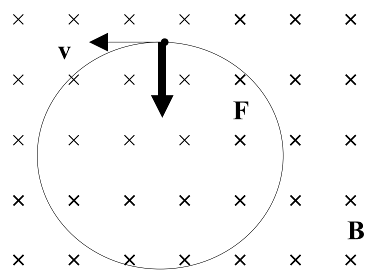
$$E_{\mathrm{m}}=E_{\mathrm{c}}+E_{\mathrm{p}}=\frac{1}{2}m\,v_{\mathrm{órb}}^{2}+\left(-G\frac{M_{\mathrm{T}}m}{r_{\mathrm{órb}}}\right)=\frac{1}{2}m\,v_{\mathrm{órb}}^{2}-\frac{g_0 R_{\mathrm{T}}^2 m}{r_{\mathrm{órb}}}$$

$$E=\frac{1}{2}\cdot 300\,[\mathrm{kg}](3{,}31\times10^{3}\,[\mathrm{m/s}])^2-\frac{9{,}80\,[\mathrm{m/s^2}]\cdot(6{,}38\times10^{6}\,[\mathrm{m}])^2\cdot 300\,[\mathrm{kg}]}{3{,}64\times10^{7}\,'[\mathrm{m}]}=-1{,}64\times10^{9}\ \mathrm{J}$$

2.- Un protón penetra en una zona donde hay un campo magnético de 5 T, con una velocidad de 1 000 m·s^{-1} y dirección perpendicular al campo. Calcula:
a) El radio de la órbita descrita.
b) La intensidad y sentido de un campo eléctrico que al aplicarlo anule el efecto del campo magnético. (Haz un dibujo del problema)
Datos: m_p = 1,67× 10^{-27} kg, q_p = 1,60×10^{-19} C
Rta.: a) R = 2,09 µm; b) E = 5 kV/m

Datos	***Cifras significativas: 3***
Valor de la velocidad inicial del protón.	$v_0 = 1{,}00\times10^3$ m/s
Valor de la intensidad del campo magnético	$B = 5{,}00$ T
Carga de la partícula	$q = 1{,}60\times10^{-19}$ C
Ángulo entre la velocidad de la partícula y el campo	$\varphi = 90º$
Masa de la partícula	$m = 1{,}67\times10^{-27}$ kg
Tiempo para calcular el número de vueltas	t = 1 min = 60,0 s
Incógnitas	
Radio de la trayectoria circular	R
Vector campo eléctrico que anule el efecto del campo magnético	$\overline{\boldsymbol{E}}$
Otros símbolos	
Valor de la fuerza magnética sobre el electrón	F_B
Vector fuerza eléctrica sobre el protón	F_E
Ecuaciones	
Ley de Lorentz: fuerza magnética sobre una carga q que se desplaza en el interior de un campo magnético $\overline{\boldsymbol{B}}$ con una velocidad $\overline{\boldsymbol{v}}$	$\overline{\boldsymbol{F}}_B = q\,(\overline{\boldsymbol{v}}\times\overline{\boldsymbol{B}})$
Aceleración normal (en un movimiento circular de radio R)	$a_{\mathrm{N}}=\frac{v^2}{R}$
2ª ley de Newton de la Dinámica	$\sum\overline{\boldsymbol{F}} = m\cdot\overline{\boldsymbol{a}}$
Fuerza electrostática ejercida por un campo electrostático $\overline{\boldsymbol{E}}$	$\overline{\boldsymbol{F}}_E = q_p\,\overline{\boldsymbol{E}}$

Solución:



a) Como sólo actúa la fuerza magnética:

$$\sum\overline{\boldsymbol{F}}=\overline{\boldsymbol{F}}_B$$

La partícula describe una trayectoria circular con velocidad de valor constante, por lo que la aceleración sólo tiene componente normal a_{N},

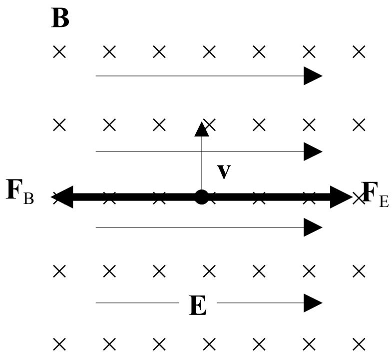
$$F_B=m\,a=m\,a_{\mathrm{N}}=m\frac{v^2}{R}$$

$$|q|B\,v\,\mathrm{sen}\,\varphi=m\frac{v^2}{R}$$

Despejando el radio R

$$R=\frac{m\cdot v}{q\cdot B\cdot\mathrm{sen}\,\varphi}=\frac{1{,}67\times10^{-27}\,[\mathrm{kg}]\cdot1{,}00\times10^{3}\,[\mathrm{m/s}]}{1{,}60\times10^{-19}\,[\mathrm{C}]\cdot5{,}00\,[\mathrm{T}]\cdot\mathrm{sen}\,90º}=2{,}09\times10^{-6}\ \mathrm{m}$$

b) Si la fuerza eléctrica anula la magnética,



$$\overline{F}_E + \overline{F}_B = q_p\, \overline{E} + q_p\, (\overline{v} \times \overline{B}) = \overline{0}$$

$$\overline{E} = -(\overline{v} \times \overline{B})$$

En módulo:

$$E = v \cdot B = 1{,}00\times10^3 \text{ [m/s]} \cdot 5{,}00 \text{ [T]} = 5{,}00\times10^3 \text{ N/C} = 5{,}00 \text{ kV/m}$$

CUESTIONES TEÓRICAS:

1.- En una esfera conductora cargada en equilibrio electrostático se cumple que:
A) El potencial eléctrico en el interior es constante.
B) El campo interior es función de la distancia al centro.
C) La carga eléctrica se distribuye uniformemente por todo el volumen.

Solución: C

La intensidad $\overline{E}$ de campo electrostático en el interior de un conductor metálico en equilibrio es nulo. Si no fuese así, las cargas se desplazarían debido a la fuerza del campo.
Como la diferencia de potencial entre dos puntos $V_A - V_B$ es:

$$V_A - V_B = \int_{r_A}^{r_B} \vec{E}\, \mathrm{d}\vec{r}$$

Al ser nula la intensidad del campo, también lo será la diferencia de potencial entre dos puntos,

$$V_A - V_B = 0$$

o sea, el potencial será constante.

$$V_A = V_B$$

2.- La energía de una onda es proporcional
A) Al cuadrado de la amplitud.
B) A la inversa de la frecuencia.
C) A la longitud de onda.

Solución: C

La energía que transporta una onda material armónica unidimensional es la suma de la cinética y de potencial:

$$E = E_C + E_P = ½\, m \cdot v^2 + ½\, k \cdot x^2 = ½\, k \cdot A^2 = ½\, m \cdot v^2_{máx}$$

La ecuación de la onda armónica unidimensional es: $y = A \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$
Derivando con respecto al tiempo: $v = \mathrm{d}\, y / \mathrm{d}\, t = -A \cdot \omega \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - k \cdot x)$
que es máxima cuando $-\text{sen}(\omega \cdot t - k \cdot x) = 1$, $v_{máx} = A \cdot \omega$
Sustituyendo en la ecuación de la energía: $E = ½\, m \cdot v^2_{máx} = ½\, m \cdot A^2 \cdot \omega^2$
Como la pulsación ω o frecuencia angular es proporcional a la frecuencia f: $\omega = 2\, \pi \cdot f$

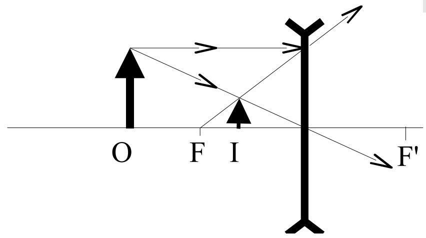
$$E = ½\, m \cdot A^2 \cdot \omega^2 = ½\, m \cdot A^2\, (2\, \pi \cdot f)^2 = 2\, \pi^2\, m \cdot A^2 \cdot f^2$$

La energía que transporta una onda es proporcional a los cuadrados de la frecuencia y de la amplitud.

3.- En las lentes divergentes la imagen siempre es:
A) Derecha, mayor y real.
B) Derecha, menor y virtual.
C) Derecha, menor y real.

Solución: B

Derecha, menor y virtual.
De acuerdo con la representación gráfica:



CUESTIÓN PRÁCTICA:

Se midieron en el laboratorio los siguientes valores de masas y períodos de oscilación de un resorte. Obtén a partir de ellos el valor de la constante elástica.

T (s)	3,52	3,91	4,12	4,24	4,35
m (kg)	0,62	0,75	0,85	0,90	0,95

Solución:

De las ecuaciones de la ley de Hooke ($F = -k \cdot x$) y la 2ª ley de Newton ($F = m \cdot a$), junto con el hecho de que en un M.A.S. la aceleración es proporcional a la elongación ($a = -\omega^2 \cdot x$), resulta

$$-k \cdot x = m\,(-\omega^2 \cdot x)$$

$$k = \omega^2\, m = 4\,\pi^2\, m \,/\, T^2$$

De poderse hacer un ajuste por mínimos cuadrados de la recta T^2 frente a la m ($T^2 = 4\pi^2\, m \,/\, k$), la pendiente de la misma ($19{,}6 = 4\pi^2 / k$) nos daría el valor de la constante k. ($k = 2{,}02$ N·m^{-1})
Lo más fácil es calcular la constante de la ecuación $k = 4\,\pi^2\, m \,/\, T^2$ y calcular el valor medio de k.

T (s)	3,52	3,91	4,12	4,24	4,35
m (kg)	0,62	0,75	0,85	0,90	0,95
T^2 (s^2)	12,4	15,3	17,0	18,0	18,9
k (N·m^{-1})	1,98	1,94	1,98	1,98	1,98

que da un valor medio de $k = 1{,}97 \pm 0{,}01$ N·m^{-1}.
(Dadas las cifras significativas de la masa, es mejor escribir: $k = 2{,}0 \pm 0{,}1$ N·m^{-1})

OPCIÓN 2

PROBLEMAS

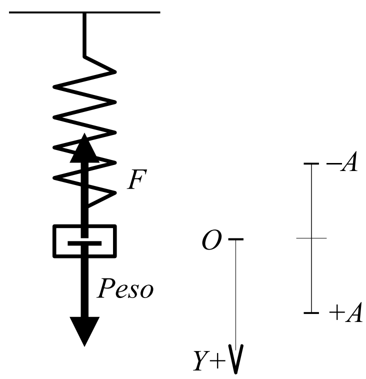
1.- Un resorte de masa despreciable se estira 10 cm cuando se le cuelga una masa de 200 g. La continuación el sistema formado por el resorte y la masa se estira con la mano otros 5 cm y se suelta en el instante t = 0 s. Calcula:
a) La ecuación del movimiento que describe el sistema.
b) La energía cinética y potencial cuando la elongación y = 3 cm.
Dato: g = 9,80 m/s^2
Rta.: a) $y = 0{,}05 \cos(9{,}9\, t)$ [m]; b) $E_c = 15{,}7 \times 10^{-3}$ J; $E_p = 8{,}8 \times 10^{-3}$ J

Datos	***Cifras significativas: 3***
Masa que realiza el M.A.S.	m = 200 g = 0,200 kg
Alargamiento	Δy = 10,0 cm = 0,100 m
Posición inicial	y_0 = 5,00 cm = 0,0500 m
Amplitud (elongación máxima)	$A = y_0$ = 0,0500 m

Incógnitas

Datos	***Cifras significativas: 3***
Ecuación del movimiento armónico: ω : pulsación (frecuencia angular) φ_0 : fase inicial	y
Energía cinética para y = 3,00 cm = 0,0300 m	E_c
Energía potencial para y = 3,00 cm = 0,0300 m	E_p
Otros símbolos	
Constante elástica del resorte	k
Pulsación (frecuencia angular)	$\omega = 2\pi \cdot f$
Fase inicial	φ_0
Fuerza recuperadora elástica	F
Ecuaciones	
De movimiento en el M.A.S.	$y = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$
Relación entre la aceleración a y la elongación y	$a = - \omega^2 \cdot y$
Ley de Hooke: fuerza recuperadora elástica	$F = - k \cdot y$
2ª ley de Newton	$\sum \overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$
Energía potencial elástica	$E_p = ½ k \cdot y^2$
Energía cinética	$E_c = ½ m \cdot v^2$
Energía mecánica	$E = (E_c + E_p) = ½ k \cdot A^2$

Solución:



a) Al colgar la masa de 200 g, en el equilibrio:

$$F = Peso$$

$$k \cdot \Delta y = m \cdot g$$

$$k \cdot 0{,}100\ [\text{m}] = 0{,}200\ [\text{kg}] \cdot 9{,}80\ [\text{m/s}^2]$$

$$k = 19{,}6\ \text{N/m}$$

En el movimiento vertical, la resultante entre la fuerza recuperadora elástica y el peso es una fuerza recuperadora del tipo $F = - k \cdot y$

$$- k \cdot y = m \cdot a = m\ (-\omega^2 \cdot y)$$

$$k = m \cdot \omega^2$$

$$19{,}6\ [\text{N/m}] = 0{,}200\ [\text{kg}]\ \omega^2$$

$$\omega = 9{,}90\ \text{rad/s}$$

S.R. origen O: posición de equilibrio. Eje Y+ vertical en el sentido del alargamiento (hacia abajo)

$$y = 0{,}0500 \cdot \text{sen}(9{,}90 \cdot t + \varphi_0)\ [\text{m}]$$

cuando $t = 0$, $y_0 = A = 0{,}0500$ m

$$0{,}0500 = 0{,}0500 \cdot \text{sen}\ \varphi_0$$

$$\varphi_0 = \pi / 2$$

$$y = 0{,}0500 \cdot \text{sen}(9{,}90 \cdot t + \pi / 2)\ [\text{m}]$$

Como sen ($\varphi + \pi /2$) = cos φ, la ecuación puede escribirse más brevemente:

$$y = 0{,}0500 \cdot \cos(9{,}90 \cdot t)\ [\text{m}]$$

b) Energía mecánica:

$$E = 19{,}6\ [\text{N/m}]\ (0{,}0500\ [\text{m}])^2 / 2 = 0{,}0245\ \text{J}$$

Energía potencial para y = 3 cm:

$$E_p = ½ k \cdot y^2 = 19{,}6\ [\text{N/m}]\ (0{,}0300\ [\text{m}])^2 / 2 = 8{,}8 \times 10^{-3}\ \text{J}$$

Energía cinética para y = 3 cm

$$E_c = E - E_p = 0{,}0245 - 8{,}8 \times 10^{-3} = 15{,}7 \times 10^{-3}\ \text{J}$$

2.- Un objeto de 3 cm de altura se sitúa a 75 cm y verticalmente sobre el eje de una lente delgada convergente de 25 cm de distancia focal. Calcula:
a) La posición de la imagen.
b) El tamaño de la imagen. (Haz un dibujo del problema)
Rta.: a) s' = 38 cm; b) y' = 1,5 cm

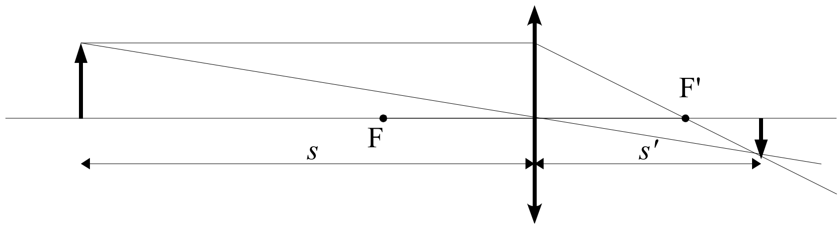
Datos (convenio de signos DIN)	***Cifras significativas: 2***
Tamaño del objeto	y = 3,0 cm = 0,030 m
Posición del objeto	s = -75 cm = -0,75 m
Distancia focal de la lente	f = 25 cm = 0,25 m
Incógnitas	
Posición de la imagen	s'
Tamaño de la imagen	y'
Otros símbolos	
Aumento lateral	A_L
Ecuaciones	
Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en las lentes	$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$
Aumento lateral en las lentes	$A_L=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}$

Solución:

a)

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{-0,75\ [\mathrm{m}]}=\frac{1}{0,25\ [\mathrm{m}]}$$

s' = 0,38 m



Análisis: La imagen es real ya que s'
es positiva, es decir a la derecha de lente que es la zona donde se forman las imágenes reales en las lentes.

b)

$$\frac{y'}{0,030\ [\mathrm{m}]}=\frac{0,38\ [\mathrm{m}]}{-0,75\ [\mathrm{m}]}$$

y' = –0,015 m = -1,5 cm

Análisis: El signo negativo nos indica que la imagen es invertida. Los resultados numéricos están en consonancia con el dibujo.

CUESTIONES TEÓRICAS

1.- Un electrón y un protón describen órbitas circulares en un mismo campo B uniforme y con la misma energía cinética:
A) La velocidad del protón es mayor.
B) El radio de la órbita del protón es mayor.
C) Los períodos de rotación son los mismos.
(Dato: $m_p \gg m_e$)

Solución: B

Si tienen la misma energía, la relación entre las velocidades y las masas es:

$$½\ m_p v_p^2 = ½\ m_e v_e^2$$

$$v_p=v_e\sqrt{\frac{m_e}{m_p}}\ll v_e$$

por lo que la primera opción no es correcta.

Debido a la fuerza magnética, que es en todo momento perpendicular a la velocidad, aparece una aceleración normal que provoca un movimiento circular uniforme. Por la 2ª ley de Newton:

$$|\overline{\boldsymbol{F}}| = m\ |\overline{\boldsymbol{a}}_N| = m\,|\overline{\boldsymbol{v}}|^2 / R = m\ v^2 / R$$

Según la ley de Lorentz, la fuerza magnética $\overline{\boldsymbol{F}}$ es igual al producto vectorial de la velocidad v de la partícula por la intensidad $\overline{\boldsymbol{B}}$ del campo magnético (inducción magnética) por la carga q de la partícula.

$$\overline{\boldsymbol{F}} = q\ (\overline{\boldsymbol{v}} \times \overline{\boldsymbol{B}}) \Rightarrow |\overline{\boldsymbol{F}}| = |q|\ |\overline{\boldsymbol{v}}|\ |\overline{\boldsymbol{B}}| \text{ sen } \varphi = q\ v\ B \text{ sen } \varphi$$

Igualando las dos expresiones,

$$q\ B \text{ sen } \varphi = m\ v / R$$

Despejando el radio R,

$$R = m\ v / (q\ B \text{ sen } \varphi)$$

se puede relacionar el momento lineal «$m\ v$» con la energía cinética, a partir de:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{(m v)^2}{2 m}$$

$$m_p v_p = \sqrt{2 m_p E} > \sqrt{2 m_e E} = m_e v_e$$

Si tienen la misma energía E, el protón tendrá mayor momento lineal, y, por lo tanto, mayor radio, pues la carga del protón es igual que la del electrón, y el campo magnético B y el ángulo φ son los mismos.

$$R_p = \frac{m_p v_p}{q B \text{ sen } \varphi} > \frac{m_e v_e}{q B \text{ sen } \varphi} = R_e$$

2.- Un satélite gira alrededor de un planeta describiendo una órbita elíptica ¿Cuál de las siguientes magnitudes permanece constante?:
A) Energía potencial.
B) Momento lineal.
C) Momento angular.

Solución: C

El momento angular $\overline{\boldsymbol{L}}_O$ de una partícula de masa m que se mueve con una velocidad $\overline{v}$ respecto a un punto O que se toma como origen es:

$$\overline{\boldsymbol{L}}_O = \overline{\boldsymbol{r}} \times m \cdot \overline{v}$$

Para estudiar su variación, derivamos con respecto al tiempo:

$$\frac{d \vec{\boldsymbol{L}}_O}{d t} = \frac{d(\vec{\boldsymbol{r}} \times m \vec{\boldsymbol{v}})}{d t} = \frac{d \vec{\boldsymbol{r}}}{d t} \times m \vec{\boldsymbol{v}} + \vec{\boldsymbol{r}} \times \frac{d m \vec{\boldsymbol{v}}}{d t} = \vec{\boldsymbol{v}} \times m \vec{\boldsymbol{v}} + \vec{\boldsymbol{r}} \times \vec{\boldsymbol{F}} = \vec{\boldsymbol{0}} + \vec{\boldsymbol{0}} = \vec{\boldsymbol{0}}$$

El primer sumando da el vector $\overline{\mathbf{0}}$ (cero) porque la velocidad $\overline{v}$ y el momento lineal $m \cdot \overline{v}$ son paralelos. El segundo sumando también da el vector $\overline{\mathbf{0}}$ porque, al ser el campo de fuerzas un campo central, el vector de posición $\overline{\boldsymbol{r}}$ con origen en el punto origen del campo y el vector fuerza (dirigido hacia ese origen) son vectores paralelos.
Cuando una partícula se mueve en un campo de fuerzas centrales, el momento angular respecto al punto origen de la fuerza es un vector constante, ya que su derivada es cero.

3.- En el efecto fotoeléctrico:
A) La energía cinética de los electrones emitidos depende de la intensidad de la luz incidente.
B) Hay una frecuencia mínima para la luz incidente.
C) El trabajo de extracción no depende de la naturaleza del metal.

Solución: B

Es una de las leyes experimentales del efecto fotoeléctrico. Estas son:
1. Empleando luz monocromática, sólo se produce efecto fotoeléctrico si la frecuencia de la luz supera un valor mínimo, llamado frecuencia umbral.
2. Es instantáneo.
3. La intensidad de la corriente de saturación es proporcional a la intensidad de la luz incidente.
4. La energía cinética máxima de los electrones emitidos por el cátodo, medida como potencial de frenado, depende sólo de la frecuencia de la luz incidente.

Estas leyes fueron explicadas por Einstein suponiendo que la luz se comporta como un haz de partículas llamadas fotones, y que cada uno de ellos interacciona con un único electrón, comunicándole toda su energía:

$$E_{\text{FOTON}} = W_{\text{EXTRACCION}} + E_{\text{C ELECTRON}}$$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + ½\, m_e\, v^2$$

CUESTIÓN PRÁCTICA:

En la práctica del péndulo: ¿depende el período del ángulo de oscilación? ¿Cuánto varía el período si se aumenta la longitud un 20 %?

Solución:

a) Se considera que el comportamiento se puede tomar como armónico para ángulos menores de 15º en los que sen $\theta \approx \theta$. Dentro de estos ángulos, el período es independiente del valor del ángulo como se ve en la ecuación:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

b) Sustituyendo $l' = 1{,}2\ l$, queda

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{1{,}2\,l}{g}} = \sqrt{1{,}2}\quad T = 1{,}1\,T$$

(aumenta un 10 %)

Cuestiones y problemas de las Pruebas de Acceso a la Universidad (P.A.U.) en Galicia.
Respuestas y composición de Alfonso J. Barbadillo Marán, alfbar@bigfoot.com, I.E.S. Elviña, La Coruña
Algunas ecuaciones se han construido con las macros de la extensión CLC09 de Charles Lalanne-Cassou
La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de traducindote, de Óscar Hermida López.
Algunos cálculos se hicieron con una hoja de cálculo OpenOffice (o LibreOffice) hecha por Alfonso Barbadillo Marán.