CiUG
COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA

PAAU (LOXSE) **Código:**

Setembro 2002 **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 protón acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 2×10^6 V adquiere una velocidad en el sentido positivo del eje *X*, con la que penetra en una región en la que existe un campo magnético uniforme B = 0,2 T en el sentido positivo del eje *Y*. Calcula: a) El radio de la órbita descrita (hace un dibujo del problema). b) El número de vueltas que da en 1 segundo. (Datos: $m_p = 1{,}67\times10^{-27}$ kg, $q_p = 1{,}60\times10^{-19}$ C)

2.- Una masa de 0,1 kg unida a un resorte de masa despreciable realiza oscilaciones alrededor de su posición de equilibrio con una frecuencia de 4 Hz siendo la energía total del sistema oscilante 1 J. Calcula: a) La constante elástica del resorte y la amplitud (A) de las oscilaciones. b) La energía cinética y potencial de la masa oscilante en un punto situado a distancia $A/4$ de la posición de equilibrio.

CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones:

1.- Si la indeterminación en la medida de la posición de una partícula es de $6{,}00\times10^{-30}$ m, la indeterminación mínima en la medida del momento es: A) La misma. B) Mayor. C) Ninguna. (Dato $h = 6{,}62\times10^{-34}$ Js)

2.- Una partícula se mueve en un campo de fuerzas centrales. Su momento angular respecto al centro de fuerzas: A) Aumenta indefinidamente. B) Es cero. C) Permanece constante.

3.- Un rayo luminoso que viaja por un medio del que el índice de refracción es n_1, incide con cierto ángulo sobre la superficie de separación de un segundo medio de índice n_2 ($n_1 > n_2$). Respecto al ángulo de incidencia, el de refracción será: A) Igual. B) Mayor. C) Menor.

CUESTIÓN PRÁCTICA: En una lente convergente, se coloca un objeto entre el foco y la lente. ¿Cómo es la imagen? (Dibuja la marcha de los rayos)

OPCIÓN 2

PROBLEMAS

1.- El trabajo de extracción de los electrones en un metal es de 5×10^{-19} J. Una luz de longitud de onda 375 nm, incide sobre el metal. Calcula: a) La frecuencia umbral. b) La energía cinética de los electrones extraídos. (Datos: constante de Planck $h = 6{,}62\times10^{-34}$ J·s, $c = 3\times10^8$ m/s, 1 nm = 10^{-9} m)

2.- Un astronauta de 75 kg gira alrededor de la Tierra (dentro de un satélite artificial) en una órbita situada a 10 000 km sobre la superficie de la Tierra. Calcula: a) La velocidad orbital y el período de rotación. b) El peso del astronauta en esa órbita. Datos: g_0 = 9,80 m/s^2; R_T = 6 400 km

CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones:

1.- En un espejo esférico convexo la imagen que se forma de un objeto, es: A) Real invertida y de mayor tamaño que el objeto. B) Virtual derecha y de menor tamaño que el objeto. C) Virtual derecha y de mayor tamaño que el objeto.

2.- En la siguiente reacción nuclear, ¿cuáles son los valores de la y *Z* del núcleo *X*? $^{32}_{15}P \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$
a) $A = 32$, $Z = 14$; b) $A = 31$, $Z = 16$; c) $A = 32$, $Z = 16$.

3.- Cuando interfieren en un punto dos ondas armónicas coherentes, presentan interferencia constructiva si la diferencia de recorridos Δr es: A) $\Delta r = (2\text{ n} + 1)\,\lambda/2$; B) $\Delta r = (2n + 1)\,\lambda$; C) $\Delta r = n\,\lambda$ (siendo n = 0,1,2 etc. y λ la longitud de onda)

CUESTIÓN PRÁCTICA: En la práctica del péndulo simple se midieron los siguientes datos de longitudes y períodos: ¿Cuál es el valor de g obtenido con estos datos?

l (m)	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
T (s)	1,40	1,46	1,53	1,60	1,66

Soluciones

<u>OPCIÓN 1</u>

PROBLEMAS

1. Un protón acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 2×10⁶ V adquiere una velocidad en el sentido positivo del eje *x*, con la que penetra en una región en la que existe un campo magnético uniforme *B* = 0,2 T en el sentido positivo del eje *y*. Calcula:
a) El radio de la órbita descrita (hace un dibujo del problema)
b) El número de vueltas que da en 1 segundo.
Datos: m_p = 1,67×10⁻²⁷ kg, q_p =1,60×10⁻¹⁹ C.

Rta.: a) R = 1 m; b) $f = 3\times10^{6}$ vueltas/s

Datos	***Cifras significativas: 3***
Potencial de aceleración	$V = 2{,}00\times10^{6}$ V
Valor de la velocidad inicial del protón	$v_0 = 0$
Valor de la intensidad del campo magnético	$B = 0{,}200$ T
Carga del protón	$q = 1{,}60\times10^{-19}$ C
Ángulo entre la velocidad del protón y el campo	$\varphi = 90^{\circ}$
Masa del protón	$m = 1{,}67\times10^{-27}$ kg
Tiempo para calcular el número de vueltas	$t = 1{,}00$ s
Incógnitas	
Radio de la trayectoria circular	R
Número de vueltas que da en 1 s	N
Otros símbolos	
Valor de la fuerza magnética sobre el protón	F_B
Período del movimiento circular	T
Energía (cinética) del protón	E_c
Ecuaciones	
Trabajo del campo eléctrico	$W_{\text{ELECTRICO}} = q\,\Delta V$
Trabajo de la fuerza resultante	$W = \Delta E_c$
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)	$a_N = \dfrac{v^2}{R}$
2ª ley de Newton de la Dinámica	$\sum\overline{\boldsymbol{F}} = m\cdot\overline{\boldsymbol{a}}$
Velocidad en un movimiento circular uniforme de radio r (M.C.U.)	$v = \dfrac{2\pi r}{T}$

Solución:

a) Para calcular la velocidad hay que tener en cuenta que al acelerar el protón con una diferencia de potencial desde el reposo, este adquiere una energía cinética que se rige por:

$$W_{\text{ELECTRICO}} = q\,\Delta V = \Delta E_c = \tfrac{1}{2}\,m_p\cdot v^2 - \tfrac{1}{2}\,m_p\cdot v_0^2 = \tfrac{1}{2}\,m_p\cdot v^2$$

$$v=\sqrt{\frac{2\,q\cdot\Delta V}{m_p}}=\sqrt{\frac{2\cdot1{,}60\times10^{-19}\,[\mathrm{C}]\cdot2{,}00\times10^{6}\,[\mathrm{V}]}{1{,}67\times10^{-27}\,[\mathrm{kg}]}}=1{,}96\times10^{7}\ \mathrm{m/s}$$

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

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

$$F_B = m\,a = m\,a_N = m\frac{v^2}{R}$$

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

Despejando el radio R

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B \cdot \operatorname{sen} \varphi} = \frac{1{,}67 \times 10^{-27}\,[\mathrm{kg}] \cdot 1{,}96 \times 10^{7}\,[\mathrm{m/s}]}{1{,}60 \times 10^{-19}\,[\mathrm{C}] \cdot 0{,}200\,[\mathrm{T}] \cdot \operatorname{sen} 90^{\circ}} = 1{,}02\ \mathrm{m}$$

Análisis: El valor de la velocidad es próximo al de la luz, pero no tanto que haya que tener en cuenta la mecánica relativista. El radio es bastante grande, pero podría ser posible.

b)

$$T = \frac{2 \pi \cdot R}{v} = \frac{2\, \pi \cdot 1{,}02\,[\mathrm{m}]}{1{,}96 \times 10^{7}\,[\mathrm{m/s}]} = 3{,}27 \times 10^{-7}\ \mathrm{s}$$

El número de vueltas en 1 s será:

$$N = 1{,}00\,[\mathrm{s}] \cdot \frac{1\ \text{vuelta}}{3{,}27 \times 10^{-7}\,[\mathrm{s}]} = 3{,}05 \times 10^{6}\ \text{vueltas}$$

2.- Una masa de 0,1 kg unida a un resorte de masa despreciable realiza oscilaciones alrededor de su posición de equilibrio con una frecuencia de 4 Hz siendo la energía total del sistema oscilante 1 J. Calcula:
a) La constante elástica del resorte y la amplitud de las oscilaciones.
b) La energía cinética y potencial de la masa oscilante en un punto situado a distancia *A*/4 de la posición de equilibrio.

Rta.: a) $k = 63\ \mathrm{N \cdot m^{-1}}$; $A = 0{,}18$ m; b) $E_p = 6{,}3 \times 10^{-2}$ J; $E_c \approx 0{,}9$ J

Datos	***Cifras significativas: 3***
Masa que realiza el M.A.S.	$m = 0{,}100$ kg
Frecuencia de oscilación	$f = 4{,}00$ Hz
Energía mecánica	$E = 1{,}00$ J
Incógnitas	
Constante elástica del resorte	k
Amplitud (elongación máxima)	A
Energía cinética para $x = \pm A/4$	E_c
Energía potencial para $x = \pm A\ /4$	E_p
Otros símbolos	
Valor de la velocidad	v
Pulsación (frecuencia angular)	$\omega = 2\ \pi \cdot f$
Fase inicial	φ_0
Elongación	x
Fuerza recuperadora elástica	F
Ecuaciones	
De movimiento en el M.A.S.	$x = A \cdot \operatorname{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$
Relación entre la aceleración a y la elongación x	$a = -\,\omega^2 \cdot x$
Ley de Hooke: fuerza recuperadora elástica	$F = -\,k \cdot x$
2ª ley de Newton	$\sum \overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$
Energía potencial elástica	$E_p = ½\ k \cdot x^2$
Energía cinética	$E_c = ½\ m \cdot v^2$
Energía mecánica	$E = (E_c + E_p) = ½\ k \cdot A^2$

Solución:

a) Como sólo actúa la fuerza elástica:

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

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

$$\omega = 2\ \pi \cdot f = 2\ \pi\ [\mathrm{rad}]\ 4{,}0\ [\mathrm{s^{-1}}] = 8\ \pi\ \mathrm{rad \cdot s^{-1}} = 25{,}1\ \mathrm{rad \cdot s^{-1}}$$

$$k = m \cdot \omega^2 = 0{,}10\ [\text{kg}] \cdot (25\ [\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}])^2 = 63{,}2\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$$

$$½\ k \cdot A^2 = 1{,}00\ \text{J}$$

$$63{,}2\ [\text{N}\cdot\text{m}^{-1}] \cdot A^2 / 2 = 1{,}00\ [\text{J}]$$

$$A = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}00\ [\text{J}]}{63{,}2\ [\text{N}\cdot\text{m}^{-1}]}} = 0{,}178\ \text{m}$$

*(Tomando sólo una cifra significativa como en los datos «*4 Hz*», el resultado sería:* A = 0,2 m*)*

b) En el punto en la que la $x = A / 4$, la energía potencial valdrá:

$$E_\text{p} = \frac{1}{2} k \cdot x^2 = \frac{1}{2} k \left(\frac{A}{4}\right)^2 = \frac{1}{2} k \cdot \frac{A^2}{16} = \frac{1/2\, k \cdot A^2}{16} = \frac{1{,}00\ [\text{J}]}{16} = 6{,}25 \times 10^{-2}\ \text{J}$$

y la energía cinética se calcula por diferencia el ser una fuerza conservativa y ser la energía mecánica constante

$$E_\text{c} = E - E_\text{p} = 1{,}00\ [\text{J}] - 6{,}25\times10^{-2}\ [\text{J}] = 0{,}94\ \text{J}$$

*(Tomando sólo una cifra significativa como en los datos «*4 Hz*», el resultado de la energía potencial sería* E_p = 0,06 J *pero el de la energía cinética no se podría calcular porque la diferencia* 1 – 0,06 *no se puede hacer por falta de cifras significativas. Se pondría un resultado indeterminado, del orden de* $E_c \approx 1$ J*)*

CUESTIONES TEÓRICAS:

1.- Si la indeterminación en la medida de la posición de una partícula es de $6{,}00\times10^{-30}$ m, la indeterminación mínima en la medida del momento es:
A) La misma.
B) Mayor.
C) Ninguna.
(Dato $h = 6{,}62\times10^{-34}$ J·s)

Solución: B

El principio de indeterminación dice que el producto de la indeterminación en una componente de la posición por la indeterminación en la misma componente del momento lineal es mayo o igual que h / 2π.

$$\Delta x \cdot \Delta p_\text{x} \geq h / 4\,\pi$$

Despejando la componente en el momento lineal:

$$\Delta p_\text{x} \geq h / (4\pi\ \Delta x) = 6{,}62\times10^{-34}\ [\text{J}\cdot\text{s}] / (4\ \pi\ 6{,}00\times10^{-30}\ [\text{m}]) = 8{,}78\times10^{-6}\ \text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

que es mucho mayor.

2.- Una partícula se mueve en un campo de fuerzas centrales. Su momento angular respecto al centro de fuerzas:
A) Aumenta indefinidamente.
B) Es cero.
C) Permanece constante.

Solución: C

El momento angular $\overline{\boldsymbol{L}}_\text{O}$ 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:

$$\overline{\boldsymbol{L}}_\text{O} = \overline{\boldsymbol{r}} \times m \cdot \overline{v}$$

Para estudiar su variación, derivamos con respecto al tiempo:

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

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.- Un rayo luminoso que viaja por un medio del que el índice de refracción es n_1, incide con cierto ángulo sobre la superficie de separación de un segundo medio de índice n_2 ($n_1 > n_2$). Respecto al ángulo de incidencia, el de refracción será:
A) Igual.
B) Mayor.
C) Menor.

Solución: **B**

Según la segunda ley de Snell de la refracción,

$$\frac{\operatorname{sen}\theta_i}{\operatorname{sen}\theta_r}=\frac{c_i}{c_r}=\frac{n_r}{n_i}$$

en el que θ_i es el ángulo que forma el rayo luminoso incidente con la normal a la superficie de separación, θ_r es el ángulo que forma el rayo luminoso refractado con la normal a la superficie de separación, c_i es la velocidad de la luz en el medio incidente y c_r es la velocidad de la luz en el segundo medio, y n_i y n_r son los índices de refracción de la luz en el primer (incidente) medio y el segundo (refractado).
La ecuación anterior se puede escribir:

$$n_1 \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \operatorname{sen} \theta_2$$

Si $n_1 > n_2$ entonces:

$$\operatorname{sen} \theta_1 < \operatorname{sen} \theta_2$$

$$\theta_1 < \theta_2$$

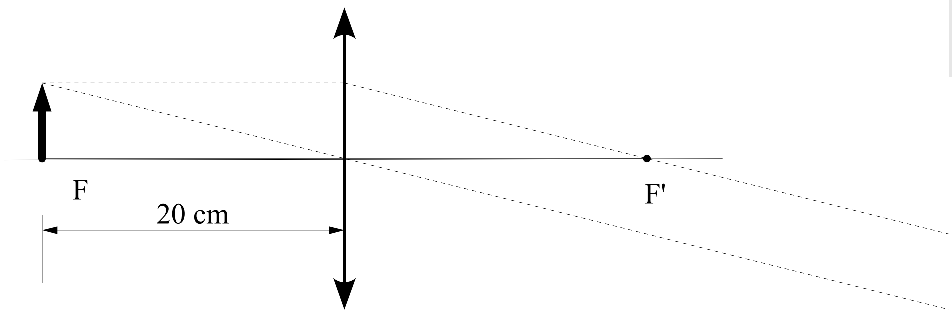
El ángulo de refracción (θ_2) es mayor que el ángulo de incidencia (θ_1).

CUESTIÓN PRÁCTICA:

En una lente convergente, se coloca un objeto entre el foco y la lente. ¿Cómo es la imagen? (Dibuja la marcha de los rayos)

Solución:

Si colocamos el objeto a la distancia s = -0,20 m y no forma imagen, estamos en el foco de la lente.



f = 0,20 m.

La potencia es:

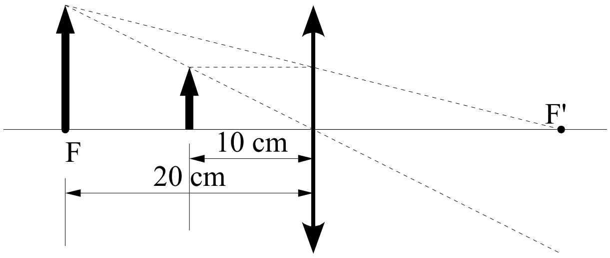
$$P = 1 / f = 1 / 0{,}20 \text{ [m]} = 5 \text{ dioptrías}$$

Si s = -0,10 m, calculamos s' de la relación de las lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-0{,}10\ [\mathrm{m}]} = \frac{1}{0{,}20\ [\mathrm{m}]}$$

$s' = -0{,}20\ \mathrm{m} = -20\ \mathrm{cm}$.



La imagen está antes de la lente, y es virtual.
De la ecuación de aumento lateral:

$$A_\mathrm{L} = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{-0{,}20\ [\mathrm{m}]}{-0{,}10\ [\mathrm{m}]} = 2$$

$$y' = 2\ y$$

La imagen es derecha ($y' > 0$) y mayor ($y' > y$) que el objeto.

OPCIÓN 2

PROBLEMAS

1.- El trabajo de extracción de los electrones en un metal es de 5×10⁻¹⁹ J. Una luz de longitud de onda 375 nm, incide sobre el metal. Calcula:
a) La frecuencia umbral.
b) La energía cinética de los electrones extraídos.
Datos: constante de Planck h = 6,62×10⁻³⁴ J·s, c = 3×10⁸ m/s, 1 nm =10⁻⁹ m

Rta.: a) $f_0 = 8\times10^{14}$ Hz, b) $E_c = 3{,}0\times10^{-20}$ J

Datos	***Cifras significativas: 3***
Longitud de onda de la radiación	$\lambda = 375\ \mathrm{nm} = 3{,}75\times10^{-7}\ \mathrm{m}$
Trabajo de extracción del metal	$W_e = 5{,}00\times10^{-19}\ \mathrm{J}$
Constante de Planck	$h = 6{,}62\times10^{-34}\ \mathrm{J\cdot s}$
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3{,}00\times10^{8}\ \mathrm{m/s}$
Incógnitas	
Energía cinética máxima de los electrones emitidos	E_c
Frecuencia umbral	f_0
Otros símbolos	
Energía cinética máxima de los electrones emitidos	E_c
Ecuaciones	
De Planck (energía de un fotón)	$E_f = h \cdot f$
De Einstein del efecto fotoeléctrico	$E_f = W_e + E_c$
Relación entre la frecuencia y la longitud de onda de una onda	$f = c / \lambda$

Solución:

a) La radiación que tenga la frecuencia umbral, tendrá la energía estrictamente necesaria para arrancar el electrón, pero no sobrará nada para comunicarle energía cinética.

$$h \cdot f_0 = W_e + 0$$

Despejando la frecuencia umbral.

$$f_0 = \frac{W_e}{h} = \frac{5{,}00\times10^{-19}\ [\mathrm{J}]}{6{,}62\times10^{-34}\ [\mathrm{J\cdot s}]} = 7{,}55\times10^{14}\ \mathrm{s}^{-1}$$

Análisis: Si calculamos la longitud de onda umbral, usando $\lambda_0 = c / f_0 \approx$ 400 nm *que es del orden de magnitud del otro dato* (375 nm) *y se encuentra en la región violeta – u.v. del espectro electromagnético. Parece un resultado aceptable.*

b)

$$E_c = E_f - W_e = h\,f - W_e = \frac{h\,c}{\lambda} - W_e = \frac{6{,}62\times10^{-34}\ [\mathrm{J\cdot s}]\cdot 3{,}00\times10^{8}\ [\mathrm{m\cdot s^{-1}}]}{3{,}75\times10^{-7}\ [\mathrm{m}]} - 5{,}00\times10^{-19}\ [\mathrm{J}] = 3{,}0\times10^{-20}\ \mathrm{J}$$

(Si no se hiciese la suposición de que los datos tienen tres cifras significativas, la energía de los electrones no podría calcularse, ya que el resultado de la energía del fotón da 5×10^{-19} J *con una cifra significativa, que es el mismo valor que el trabajo de extracción)*

2.- Un astronauta de 75 kg gira alrededor de la Tierra (dentro de un satélite artificial) en una órbita situada a 10 000 km sobre la superficie de la Tierra. Calcula:
a) La velocidad orbital y el período de rotación.
b) El peso del astronauta en esa órbita.
Datos: g_0 = 9,80 m/s²; R_T = 6 400 km

Rta.: a) $v = 4{,}95\times10^{3}$ m/s; $T = 2{,}08\times10^{4}$ s; b) $P_h = 1{,}1\times10^{2}$ N

Datos	***Cifras significativas: 3***
Radio de la Tierra	R_T = 6 400 km = $6{,}40\times10^{6}$ m
Altura de la órbita	h = 10 000 km = $1{,}00\times10^{7}$ m
Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra	$g_0 = 9{,}80\ \mathrm{m/s^2}$
Masa del astronauta	m = 75,0 kg
Incógnitas	
Valor de la velocidad del satélite en su órbita alrededor de la Tierra	v
Período de rotación del satélite alrededor de la Tierra	T
Peso del astronauta en la órbita	P_h
Otros símbolos	
Constante de la gravitación universal	G
Masa de la Tierra	M_T
Ecuaciones	
Ley de Newton de la gravitación universal (aplicada a la fuerza que ejerce la Tierra esférica sobre el satélite puntual)	$F_G = G\dfrac{M_T\,m}{r_{\text{órb}}^2}$
Aceleración normal (en un movimiento circular de radio r)	$a_N = \dfrac{v^2}{r}$
2ª ley de Newton de la Dinámica	$\sum\overline{\boldsymbol{F}} = m\cdot\overline{\boldsymbol{a}}$
Velocidad en un movimiento circular uniforme de radio r (M.C.U.)	$v = \dfrac{2\pi r}{T}$

Solución:

a) El radio de la órbita vale:

$$r_{\text{órb}} = R_T + h = 6{,}40\times10^{6}\ [\mathrm{m}] + 1{,}00\times10^{7}\ [\mathrm{m}] = 1{,}64\times10^{7}\ \mathrm{m}$$

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,

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

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 $m\,g_0$ es igual a la fuerza gravitatoria

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

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

$$v=\sqrt{\frac{G M_T}{r_{\text{órb}}}}=\sqrt{\frac{g_0 R_T^2}{r_{\text{órb}}}}=\sqrt{\frac{9,80\,[\text{m/s}^2]\cdot(6,40\times10^6\,[\text{m}])^2}{1,64\times10^7\,[\text{m}]}}=4,95\times10^3\ \text{m/s}=4,95\ \text{km/s}$$

Análisis: Se espera que un objeto que se mueva alrededor de la Tierra tenga una velocidad de algunos km/s. El resultado de 4,95 km/s *está dentro del orden de magnitud.*

Despejando el período, *T*, de la expresión de la velocidad del M.C.U.

$$T=\frac{2\pi\, r_{\text{órb}}}{v}=\frac{2\pi\cdot 1,64\times10^6\,[\text{m}]}{4,95\times10^3\,[\text{m/s}]}=2,08\times10^4\ \text{s}=5\ \text{h}\ 47\ \text{min}$$

*Análisis: El período de un satélite en órbita baja (*300 – 400 km*) es de hora y media. El valor obtenido es mayor, porque la altura de la órbita* 10 000 km *también lo es.*

b) La única fuerza que actúa sobre el astronauta es su peso, o sea, la atracción gravitatoria de la Tierra. Por la ley de Newton de la gravitación universal, en la órbita de radio *r*:

$$P_h=G\frac{M_T m}{r_{\text{órb}}^2}=\frac{g_0 R_T^2 m}{r_{\text{órb}}^2}=\frac{9,80\,[\text{m/s}^2]\cdot(6,40\times10^6\,[\text{m}])^2\cdot 75,0[\text{kg}]}{(1,64\times10^7\,[\text{m}])^2}=112\ \text{N}$$

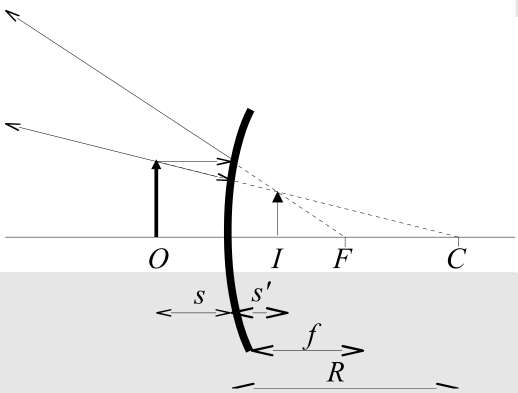
Análisis: El peso disminuye con la altura siendo inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro de la Tierra. A una distancia $r \approx 2,5\ R_T$*, el peso debería ser unas 6 veces menor que en la superficie* $m\,g_0$ = 735 N.

CUESTIONES TEÓRICAS

1.- En un espejo esférico convexo la imagen que se forma de un objeto, es:
A) Real invertida y de mayor tamaño que el objeto.
B) Virtual derecha y de menor tamaño que el objeto.
C) Virtual derecha y de mayor tamaño que el objeto.

Solución: B

Véase la marcha de los rayos.
La imagen se forma «detrás» del espejo, por lo que es virtual.
El tipo de imagen es independiente de la distancia del objeto al espejo.



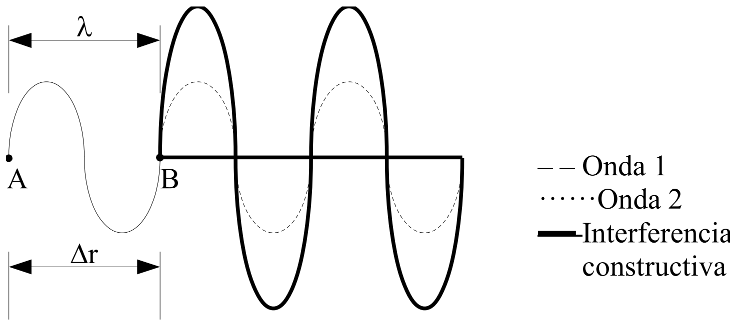
2.- En la siguiente reacción nuclear, ¿cuáles son los valores de la y *Z* del núcleo *X*? $^{32}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{A}_{Z}\text{X} + {}^{0}_{-1}\text{e}$
A) *A* = 32, *Z* = 14
B) *A* = 31, *Z* = 16
C) *A* = 32, *Z* = 16

Solución: C

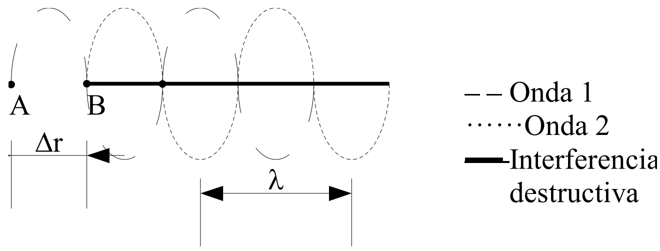
Por las leyes de conservación del número de masa: 32 = *A* + 0, por lo que *A* = 32
y de la carga eléctrica: 15 = *Z* – 1, por lo que *Z* = 16

3.- Cuando interfieren en un punto dos ondas armónicas coherentes, presentan interferencia constructiva si la diferencia de recorridos Δ*r* es:
A) Δ*r* = (2 *n* + 1) *λ* /2
B) Δ*r* = (2 *n* + 1) *λ*
C) Δ*r* = *n λ*
(siendo *n* = 0, 1, 2 etc. y *λ* la longitud de onda)

Solución: C o B



En el caso más simple, representamos dos ondas que se propagan de izquierda a derecha desde dos puntos A y B separados por una diferencia de camino Δ*r* = B – A. Si la diferencia de caminos es un número entero de longitudes de onda (da lo mismo que sea *n* · λ o (2 *n* + 1) · *λ*), los máximos coinciden y se amplifican y la interferencia es constructiva.



Si la distancia fuese un número impar de semilongitudes de onda (respuesta A) las crestas de una coinciden con los valles de la otra y se anulan, y la interferencia es destructiva.

CUESTIÓN PRÁCTICA:

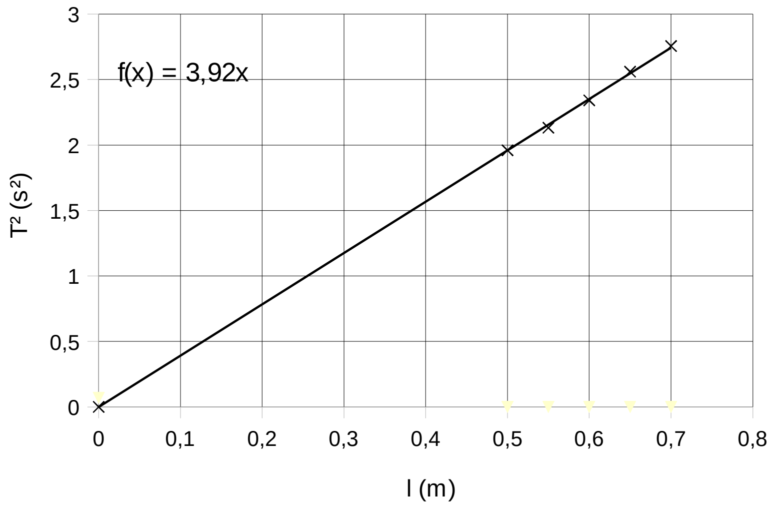
En la práctica del péndulo simple se midieron los siguientes datos de longitudes y períodos:

***l* (m)**	**0,50**	**0,55**	**0,60**	**0,65**	**0,70**
***T* (s)**	**1,40**	**1,46**	**1,53**	**1,60**	**1,66**

¿cuál es el valor de *g* obtenido con estos datos?

Solución:

l (m)	*T* (s)	T^2 (s²)	*g* (m·s⁻²)
0,50	1,40	1,96	10,1
0,55	1,46	2,13	10,2
0,60	1,53	2,34	10,1
0,65	1,60	2,56	10,0
0,70	1,66	2,76	10,0
		g_m =	10,1



Para obtener una recta hay que representar los cuadrados de los períodos frente a las longitudes: T^2 frente a *l*.

Si se hace un ajuste por mínimos cuadrados la pendiente queda:

$$T^2 / L = 4\,\pi^2 / g = 3{,}92\ \text{s}^2/\text{m}$$

$$g = 10{,}1\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Si se hace una tabla, calculando el valor de *g* de la expresión, $g = 4\,\pi^2\,L\,/\,T^2$, y se determina el valor medio de *g* se obtiene un resultado similar ($g_m = 10{,}1\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)

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.