CiUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA	**PAAU (LOXSE)**	**Código:**
	Xuño 2006	**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 100 kg describe órbitas circulares a una altura de 6 000 km sobre la superficie de la Tierra. Calcula: a) El tiempo que tarda en dar una vuelta completa. b) El peso del satélite a esa altura. (Datos: g_0 = 9,80 m/s^2; R_T = 6 400 km)

2.- Dado un espejo esférico de 50 cm de radio y un objeto de 5 cm de altura situado sobre el eje óptico a una distancia de 30 cm del espejo, calcula analítica y gráficamente la posición y tamaño de la imagen: a) Si el espejo es cóncavo. b) Si el espejo es convexo.

CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones:

1.- Las líneas del campo magnético B creado por una bobina ideal: A) Nacen en la cara norte y mueren en la cara sur de la bobina. B) Son líneas cerradas sobre sí mismas que atraviesan la sección de la bobina. C) Son líneas cerradas alrededor de la bobina y que nunca la atraviesan.

2.- Cuando se bombardea nitrógeno $^{14}_{7}N$ con partículas alfa se genera el isótopo $^{17}_{8}O$ y otras partículas. La reacción es: A) $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{17}_{8}O + p$. B) $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{17}_{8}O + n + \beta$. C) $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{17}_{8}O + p + n + \gamma$

3.- Cuando la luz atraviesa la zona de separación de dos medios, experimenta: A) Difracción. B) Refracción. C) Polarización.

CUESTIÓN PRÁCTICA: En la práctica para la medida de la constante elástica de un resorte por el método dinámico, a) ¿Qué precauciones debes tomar con respecto el número y amplitud de las oscilaciones? b) ¿Cómo varía la frecuencia de oscilación si se duplica la masa oscilante?

OPCIÓN 2

PROBLEMAS

1.- En una muestra de $^{131}_{53}I$ radiactivo con un periodo de semidesintegración de 8 días había inicialmente $1,2\times10^{21}$ átomos y actualmente solo hay $0,2\times10^{20}$. Calcula: a) La antigüedad de la muestra. b) La actividad de la muestra transcurridos 50 días desde el instante inicial.

2.- Una onda se transmite a lo largo de una cuerda. El punto situado en x = 0 oscila según la ecuación $y = 0,1 \cos 10 \pi t$, y otro punto situado en x = 0,03 m oscila según la ecuación $y = 0,1 \cos (10 \pi t - \pi / 4)$. Calcula: a) La constante de propagación, la velocidad de propagación y la longitud de onda. b) La velocidad de oscilación de un punto cualquiera de la cuerda.

CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones

1.- Dos conductores rectos paralelos y muy largos con corrientes I en el mismo sentido: A) Se atraen. B) Se repelen. c) No interaccionan.

2.- Si a una altura de 500 metros sobre la Tierra se colocan dos objetos, uno de masa m y otro de masa 2 m, y se dejan caer libremente (en ausencia de rozamientos y empujes) ¿cuál llegará antes al suelo?: A) El de masa m. B) El de masa 2 m. C) Los dos al mismo tiempo.

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

CUESTIÓN PRÁCTICA: Describe brevemente el procedimiento seguido para medir la gravedad en el laboratorio por medio de un péndulo simple.

Soluciones

OPCIÓN 1

PROBLEMAS

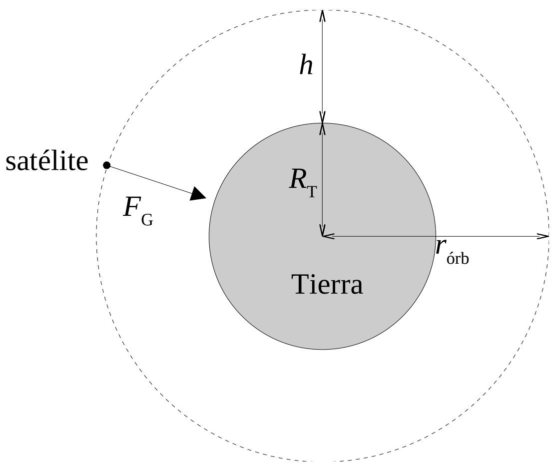
1. Un satélite artificial de 100 kg describe órbitas circulares a una altura de 6 000 km sobre la superficie de la Tierra. Calcula:
a) El tiempo que tarda en dar una vuelta completa.
b) El peso del satélite a esa altura.
Datos: g_0 = 9,80 m/s²; R_T = 6 400 km
Rta.: a) T = 3:48 h; b) P_h = 261 N

Datos	***Cifras significativas: 3***
Radio de la Tierra	R_T = 6 400 km = 6,40×10⁶ m
Altura de la órbita	h = 6 000 km = 6,00×10⁶ m
Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra	g_0 = 9,80 m/s²
Masa del satélite	m = 100 kg
Incógnitas	
Tiempo que tarda en dar una vuelta completa	T
Peso del satélite a esa altura	P_h
Otros símbolos	
Masa de la Tierra	M_T
Valor de la velocidad del satélite en la órbita alrededor de la Tierra	v
Constante de la gravitación universal	G
Radio de la órbita	$r_{órb}$
Ecuaciones	
Ley de Newton de la gravitación universal (aplicada a la fuerza que ejerce la Tierra esférica sobre un 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	$\sum \overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$
Velocidad en un movimiento circular uniforme de radio r (M.C.U.)	$v = \frac{2\pi r}{T}$

Solución:

El radio de la órbita vale:

$$r_{órb} = R_T + h = 6{,}40\times10^6\ [\mathrm{m}] + 6{,}00\times10^6\ [\mathrm{m}] = 1{,}24\times10^7\ \mathrm{m}$$



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

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

$$G\,M_T = g_0\,R_T^2 = 4{,}01\times10^{14}\ \mathrm{m^3/s^2}$$

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

$$m \frac{v^2}{r_{\text{órb}}} = G \frac{M_\text{T} m}{r_{\text{órb}}^2}$$

Despejando la velocidad

$$v = \sqrt{\frac{G M_\text{T}}{r_{\text{órb}}}} = \sqrt{\frac{g_0 R_\text{T}^2}{r_{\text{órb}}}} = \sqrt{\frac{4,01 \times 10^{12} \text{ [m}^3\text{/s}^2]}{1,24 \times 10^7 \text{ [m]}}} = 5,69 \times 10^3 \text{ m/s}$$

y teniendo en cuenta su relación con el período

$$v = \frac{2 \pi r_{\text{órb}}}{T}$$

queda el período

$$T = \frac{2 \pi r_{\text{órb}}}{v} = \frac{2 \pi 1,24 \times 10^7 \text{ [m]}}{5,69 \times 10^3 \text{ [m/s]}} = 1,37 \times 10^4 \text{ s} = 3 \text{ h } 48 \text{ min}$$

Análisis: Por la ley de Kepler, también aplicable a satélites que giran alrededor de un astro, los cuadrados de los períodos son directamente proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de las elipses, o, si las trayectorias son circulares, a los radios de las órbitas. El período de un satélite de órbita baja (h = 400 km*) es de hora y media. El radio de la órbita de este satélite es aproximadamente el doble, por lo que el período debería ser* $\sqrt{2^3}$ *≈ 3 veces mayor, de unas cuatro horas y media.*

b) Sustituyendo $G M_\text{T}$ por $g_0 R_\text{T}^2$, en la expresión de la fuerza gravitatoria, (peso)

$$P_\text{h} = F_\text{G} = G \frac{M_\text{T} m}{r_{\text{órb}}^2} = \frac{g_0 R_\text{T}^2 m}{r_{\text{órb}}^2} = \frac{4,01 \times 10^{12} \text{ [m}^3\text{/s}^2] \cdot 100 \text{ [kg]}}{(1,24 \times 10^7 \text{ [m]})^2} = 261 \text{ N}$$

Análisis: El peso disminuye con la altura, siendo inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro de la Tierra. A una distancia r ≈ 2 R, el peso debería ser unas $2^2 = 4$ *veces menor que en el suelo* $m g_0$ = 980 N*, o sea unos* 250 N.

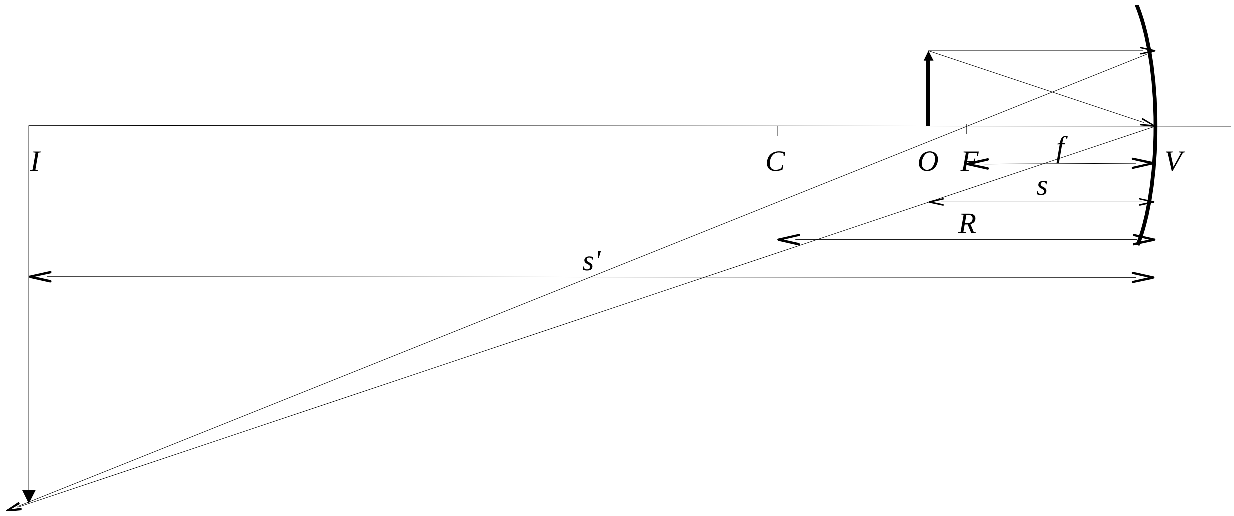
2.- Dado un espejo esférico de 50 cm de radio y un objeto de 5 cm de altura situado sobre el eje óptico a una distancia de 30 cm del espejo, calcula analítica y gráficamente la posición y tamaño de la imagen:
a) Si el espejo es cóncavo.
b) Si el espejo es convexo.

Rta.: a) s' = -150 cm; y' = -25 cm; b) s' = 14 cm; y' = -2,3 cm

Datos (convenio de signos DIN)	***Cifras significativas: 2***
Radio de curvatura del espejo cóncavo	R = -0,50 m
Radio de curvatura del espejo convexo	R = +0,50 m
Tamaño del objeto	y = 5,0 cm = 0,050 m
Posición del objeto	s_1 = -0,30 m
Incógnitas	
Posición de las imágenes que dan ambos espejos	s'_1, s'_2
Tamaño de las imágenes que dan ambos espejos	y'_1, y'_2
Otros símbolos	
Distancia focal del espejo	f
Ecuaciones	
Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en los espejos	$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$
Aumento lateral en los espejos	$A_\text{L} = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s}$
Relación entre la distancia focal y el radio de curvatura	$f = R / 2$

Solución:

a)



$$\frac{1}{s'_1}+\frac{1}{-0{,}30\,[\mathrm{m}]}=\frac{1}{-0{,}25\,[\mathrm{m}]}$$

$$s'_1 = -1{,}5 \text{ m}$$

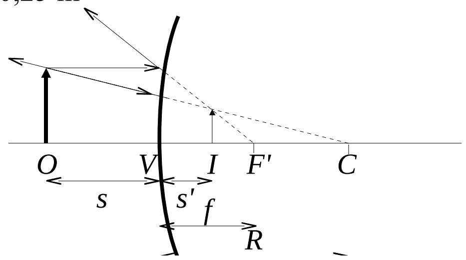
La imagen se encuentra a 1,50 m a la izquierda del espejo.

$$A_L = -s' / s = 1{,}5 \text{ [m]} / -0{,}30 \text{ [m]} = -5{,}0$$

$$y' = A_L \cdot y = -5{,}0 \cdot 5 \text{ cm} = -25 \text{ cm} = -0{,}25 \text{ m}$$

La imagen es real, invertida y mayor (cinco veces)

b)



$$\frac{1}{s'_2}+\frac{1}{-0{,}30\,[\mathrm{m}]}=\frac{1}{0{,}25\,[\mathrm{m}]}$$

$$s'_2 = 0{,}14 \text{ m}$$

La imagen se encuentra a 0,14 m a la derecha del espejo.

$$A_L = -s' / s = -0{,}14 \text{ [m]} / -0{,}30 \text{ [m]} = 0{,}45$$

$$y' = A_L \cdot y = 0{,}45 \cdot 5 \text{ cm} = -2{,}3 \text{ cm} = -0{,}023 \text{ m}$$

La imagen es virtual, derecha y menor.
Análisis: En ambos casos, el resultado del cálculo coincide con el del dibujo.

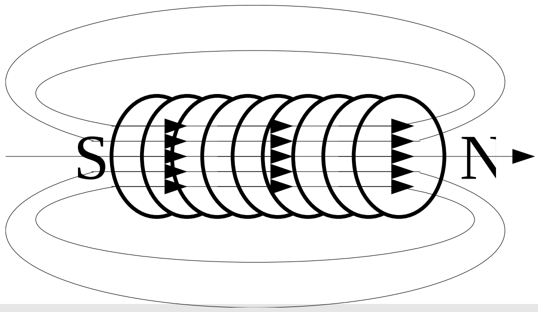
CUESTIONES TEÓRICAS:

1.- Las líneas del campo magnético *B* creado por una bobina ideal:
A) Nacen en la cara norte y mueren en la cara sur de la bobina.
B) Son líneas cerradas sobre sí mismas que atraviesan la sección de la bobina.
C) Son líneas cerradas alrededor de la bobina y que nunca la atraviesan.

Solución: B

Las líneas de campo magnético son líneas cerradas.

En una bobina recta las líneas son cerradas, que en el exterior salen del polo (o cara) norte y entran por el polo sur, de forma análoga a las de un imán rectangular, recorriendo el interior de la bobina (desde el polo sur hacia el polo norte).
En una bobina toroidal las líneas son cerradas, encerradas en el interior de la bobina, y en el exterior de ella no hay líneas de campo magnético. En este caso no existen polos norte ni sur.



2.- Cuando se bombardea nitrógeno $^{14}_{7}$N con partículas alfa se genera el isótopo $^{17}_{8}$O y otras partículas. La reacción es:
A) $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{17}_{8}O + p$
B) $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{17}_{8}O + n + \beta$
C) $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{17}_{8}O + p + n + \gamma$

Solución: A

Partícula	*alfa* α	*beta* **β**	*protón* **p**	*neutrón* **n**	*radiación γ*
Nº bariónico	4	0	1	1	0
Carga	+2	-1	+1	0	0
Símbolo	$^{4}_{2}\text{He}$	$^{0}_{-1}\text{e}$	$^{1}_{1}\text{H}$	$^{1}_{0}\text{n}$	$^{0}_{0}\gamma$

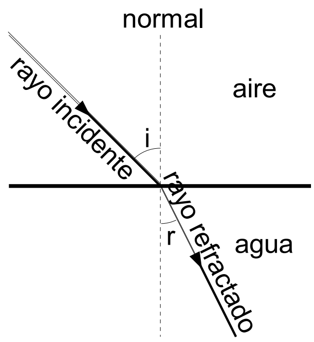
Por los principios de conservación del número bariónico (nº nucleones = nº de protones + nº neutrones) y de la carga, la única solución posible es la A, ya que el número bariónico total antes de la reacción nuclear es: 14 + 4 = 18 y la carga total 7 + 2 = +9

Reacción	*nº bariónico*	*carga*
A: $^{14}_{7}\text{N}+^{4}_{2}\text{He}\rightarrow^{18}_{8}\text{O}+^{1}_{1}\text{H}$	18 + 1 = 19	8 + 1 = +9
B: $^{14}_{7}\text{N}+^{4}_{2}\text{He}\rightarrow^{18}_{8}\text{O}+^{1}_{0}\text{n}+^{0}_{-1}\text{e}$	18 + 1 + 0 = 19	8 + 0 – 1 = +7
C: $^{14}_{7}\text{N}+^{4}_{2}\text{He}\rightarrow^{18}_{8}\text{O}+^{1}_{1}\text{H}+^{1}_{0}\text{n}+^{0}_{0}\gamma$	18 + 1 + 1 = 20	8 + 1 + 0 + 0 = +9

3.- Cuando la luz atraviesa la zona de separación de dos medios, experimenta:
A) Difracción.
B) Refracción.
C) Polarización.

Solución: B

La refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda cuando pasa de un medio a otro en el que se transmite a distinta velocidad.
Un a medida de la densidad óptica de un medio es su índice de refracción *n*, el cociente entre *c* la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad *v* de la luz en el medio.



$$n=\frac{c}{v}$$

El índice de refracción *n* es siempre mayor que la unidad, que la velocidad de la luz en el vacío es el límite de cualquier velocidad, según la teoría de la relatividad restringida.
Cuando un rayo de luz pasa de un medio óptico menos «denso» (aire) a otro más «denso» (agua), el rayo se desvía acercándose a la normal.
Leyes de la refracción:
1ª.- El rayo incidente, el rayo refractado y la normal a la superficie de separación están en el mismo plano.
2ª.- Los senos de los ángulos *i* (el que forma el rayo incidente con la normal a la superficie de separación) y *r* (el que forma el rayo refractado con esa misma normal) son directamente proporcionales a las velocidades

de la luz en cada medio, e inversamente proporcionales a sus índices de refracción.

$$\frac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r}=\frac{v_\mathrm{i}}{v_\mathrm{r}}=\frac{n_r}{n_i}$$

CUESTIÓN PRÁCTICA:

En la práctica para la medida de la constante elástica de un resorte por el método dinámico,
a) ¿Qué precauciones debes tomar con respecto el número y amplitud de las oscilaciones?
b) ¿Cómo varía la frecuencia de oscilación si se duplica la masa oscilante?

Solución:

a) El número de oscilaciones debe ser del orden de 10 o 20. Aunque la precisión del cálculo del período aumenta con el número de oscilaciones ($T = t / N$), un número mayor aumenta la probabilidad de equivocarse al contar. La amplitud de las oscilaciones debe ser pequeña (si la amplitud es muy grande, las pesas «saltan» fuera del portapesas), pero no tanto que sea difícil contarlas. Debe comprobarse que la oscilación es vertical.
b) En el movimiento vertical, la fuerza resultante entre la fuerza recuperadora elástica y el peso es una fuerza recuperadora del tipo $F = - k \cdot y$

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

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

Si $m_2 = 2\ m_1$

$$\frac{f_2}{f_1}=\frac{\omega_2/2\pi}{\omega_1/2\pi}=\frac{\omega_2}{\omega_1}=\sqrt{\frac{k/m_2}{k/m_1}}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}=\sqrt{\frac{m_1}{2\,m_1}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$f_2=\frac{f_1}{\sqrt{2}}$$

La frecuencia será $\sqrt{2}$ = 1,4 veces menor.

<u>OPCIÓN 2</u>

PROBLEMAS

1.- En una muestra de $^{131}_{53}I$ radiactivo con un periodo de semidesintegración de 8 días había inicialmente 1,2×10^{21} átomos y actualmente solo hay 0,2×10^{20}. Calcula:
a) La antigüedad de la muestra.
b) La actividad de la muestra transcurridos 50 días desde el instante inicial.
Rta.: a) 47 días; b) 1,6×10^{13} Bq

Datos	***Cifras significativas: 2***
Cantidad inicial (núcleos)	$N_0 = 1{,}2\times10^{21}$ núcleos
Cantidad actual (núcleos)	$N = 0{,}20\times10^{20}$ núcleos
Período de semidesintegración	$T_{1/2} = 8{,}0$ días $= 6{,}9\times10^5$ s
Tiempo para el cálculo de la actividad	$t' = 50$ días $= 4{,}3\times10^6$ s
Incógnitas	
Tiempo transcurrido	t
Actividad radiactiva	A
Otros símbolos	
Constante de desintegración radiactiva	λ
Ecuaciones	
Ley de la desintegración radiactiva	$N = N_0\ \mathrm{e}^{-\lambda t}$ $\lambda = \ln (N_0 / N) / t$
	Cuando $t = T_{1/2},\ N = N_0 / 2$ $T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$

Ecuaciones
Actividad radiactiva | $A = -dN / dt = \lambda \cdot N$

Solución:

a) Se calcula la constante de desintegración radiactiva del yodo-131 a partir del período de semidesintegración

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0{,}69}{6{,}9\times10^{5}\ [\text{s}]} = 1{,}0\times10^{-6}\ \text{s}^{-1}$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{1{,}2\times10^{21}\ [\text{núcleos}]}{0{,}20\times10^{20}\ [\text{núcleos}]}\right)}{1{,}0\times10^{-6}\ [\text{s}^{-1}]} = 4{,}1\times10^{6}\ \text{s} = 47\ \text{días}$$

b) De la ley de desintegración, a los 50 días, quedarán

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = 1{,}2\times10^{21}\ [\text{núcleos}]\, e^{-1{,}0\times10^{-6}\,[\text{s}]\cdot 4{,}3\times10^{6}\,[\text{s}^{-1}]} = 1{,}6\times10^{19}\ \text{núcleos}$$

La actividad será:

$$A = \lambda \cdot N = 1{,}0\times10^{-6}\ [\text{s}^{-1}] \cdot 1{,}6\times10^{19}\ [\text{núcleos}] = 1{,}6\times10^{13}\ \text{Bq}$$

2.- Una onda se transmite a lo largo de una cuerda. El punto situado en *x* = 0 oscila según la ecuación *y* = 0,1 cos 10 π *t* y otro punto situado en *x* = 0,03 m oscila según la ecuación *y* = 0,1 cos (10 π *t* - π / 4). Calcula:
a) La constante de propagación, la velocidad de propagación y la longitud de onda.
b) La velocidad de oscilación de un punto cualquiera de la cuerda.
Rta.: a) k = 26 rad/m; v_p = 1,2 m/s; λ = 0,24 m; b) v = - 3,14 sen (10 π t - 8,33 π x) m/s

Datos	***Cifras significativas: 2***
Ecuación de oscilación en el origen $x = 0$	$y = 0{,}10 \cdot \cos(10\pi t)$ m
Ecuación de oscilación en $x = 0{,}03$ m	$y = 0{,}10 \cdot \cos(10\pi t - \pi/4)$ m
Incógnitas	
Número de onda (¿constante de propagación?)	k
Velocidad de propagación	v_p
Longitud de onda	λ
Velocidad de la partícula en un punto cualquiera de la cuerda.	v
Otros símbolos	
Posición del punto (distancia al foco)	x
Período	T
Amplitud	A
Frecuencia	f
Ecuaciones	
De una onda armónica unidimensional	$y = A \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$
Número de onda	$k = 2\pi / \lambda$
Frecuencia angular	$\omega = 2\pi / T = 2\pi \cdot f$
Frecuencia	$f = 1 / T$
Relación entre la longitud de onda y la frecuencia	$v_p = \lambda \cdot f$

Solución:

a) Comparando la ecuación de una onda armónica unidimensional con las ecuaciones de vibración en cada punto queda:

Ecuación de una onda armónica	$y = A \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$	
En el origen: $x = 0$	$y = 0{,}10 \cdot \cos(10\pi t) \Rightarrow$	$A = 0{,}10$ m $\omega = 10\pi$ rad/s

Ecuación de una onda armónica	$y = A \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$	
En el punto $x = 0{,}030$ m	$y = 0{,}10 \cdot \cos(10\ \pi\ t - \pi / 4) \Rightarrow$	$k \cdot x = \pi / 4$

Se calcula el número de onda

$$k = \frac{\pi\ [\text{rad}]}{4 \cdot 0{,}030\ [\text{m}]} = \frac{25}{3} \pi\ \text{rad/m} = 26\ \text{rad/m}$$

y a partir de él la longitud de onda

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi\ [\text{rad}]}{25\pi/3\ [\text{rad/m}]} = 0{,}24\ \text{m}$$

De la frecuencia angular $\omega = 10\ \pi$ rad/s se puede calcular la frecuencia:

$$f = \omega / 2\ \pi = 10\ \pi / 2\ \pi = 5{,}0\ \text{s}^{-1} = 5{,}0\ \text{Hz}$$

La velocidad v de propagación de la onda sale de la relación:

$$v_p = \lambda \cdot f = 0{,}24\ [\text{m}] \cdot 5{,}0\ [\text{s}^{-1}] = 1{,}2\ \text{m/s}$$

b) La ecuación de movimiento queda:

$$y = 0{,}10 \cdot \cos(10\ \pi\ t - 25\ \pi / 3\ x)\ [\text{m}]$$

Derivando se obtiene:

$$v = \text{d}\ y / \text{d}\ t = -0{,}1 \cdot 10\ \pi \cdot \text{sen}(10\ \pi\ t - 25\ \pi / 3\ x)\ \text{m/s}$$

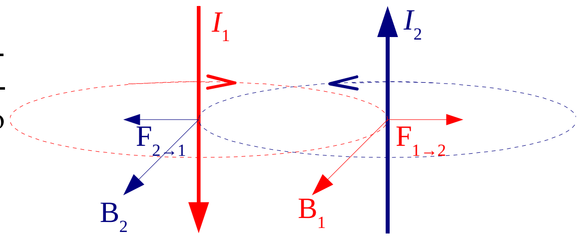
$$v = -\pi \cdot \text{sen}[10\ \pi\ t - (25\ \pi / 3)\ x]\ \text{m/s} = -3{,}14\ \text{sen}[10\ \pi\ t - (25\ \pi / 3)\ x]\ \text{m/s}$$

CUESTIONES TEÓRICAS

1.- Dos conductores rectos paralelos y muy largos con corrientes *I* en el mismo sentido:
A) Se atraen.
B) Se repelen.
C) No interaccionan.

Solución: B (Set. 97) / C (Jun. 06)

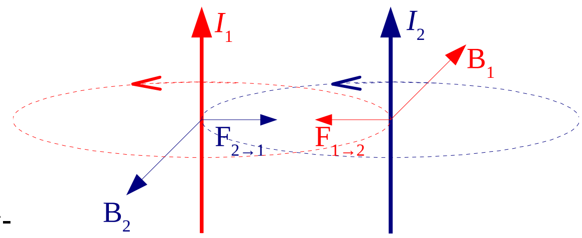
La dirección del campo magnético $\overline{\boldsymbol{B}}$ creado por una intensidad I de corriente que circula por un conductor rectilíneo indefinido es circular alrededor del hilo y su valor en un punto a una distancia d del hilo viene dada por la ley de Biot-Savart:



$$B = \frac{\mu_0 I}{2\ \pi\ d}$$

El sentido del campo magnético viene dado por la regla de la mano derecha (el sentido del campo magnético es el del cierre de la mano derecha cuando el pulgar apunta en el sentido de la corriente eléctrica).

La 2ª ley de Laplace da el valor, dirección y sentido de la fuerza $\overline{\boldsymbol{F}}$ debida a un campo magnético $\overline{\boldsymbol{B}}$ sobre un tramo $\overline{\boldsymbol{l}}$ recto de corriente por el que circula una intensidad I de corriente eléctrica.



$$\overline{\boldsymbol{F}} = I\ (\overline{\boldsymbol{l}} \times \overline{\boldsymbol{B}})$$

Al ser un producto vectorial, la dirección de la fuerza es perpendicular al tramo $\overline{\boldsymbol{l}}$ de corriente y también perpendicular al vector campo magnético $\overline{\boldsymbol{B}}$. El sentido viene dado por otra regla de la mano derecha (al cerrar la mano desde el primer vector $\overline{\boldsymbol{l}}$ hacia el segundo $\overline{\boldsymbol{B}}$, el sentido de la fuerza $\overline{\boldsymbol{F}}$ es el del dedo pulgar).

Si las corrientes son de sentidos opuestos (Set. 97) los hilos se repelen.
Si las corrientes son del mismo sentido (Jun. 06) los hilos se atraen.

2.- Si a una altura de 500 metros sobre la Tierra se colocan dos objetos, uno de masa *m* y otro de masa 2 *m*, y se dejan caer libremente (en ausencia de rozamientos y empujes), ¿cuál llegará antes al suelo?:
A) El de masa *m.*
B) El de masa 2 *m.*
C) Los dos al mismo tiempo.

Solución: C

La aceleración de la gravedad (en ausencia de rozamientos y empujes) cerca de la superficie de la Tierra es constante para alturas pequeñas (500 m) comparadas con el radio de la Tierra ($6{,}4\times10^6$ m), ya que el campo gravitatorio lo es:

$$g = G\frac{M_\mathrm{T}}{r^2} = G\frac{M_\mathrm{T}}{(R_\mathrm{T}+h)^2} \overset{h \ll R_T}{\approx} G\frac{M_\mathrm{T}}{R_\mathrm{T}^2} = \text{constante}$$

La única fuerza que actúa es el peso, $P = m \cdot g$ y, según la 2ª ley de Newton, la aceleración es:

$$a = F / m = P / m = g = \text{constante.}$$

La ecuación de movimiento uniformemente acelerado en una dimensión x es:

$$x = x_0 + v_0\, t + \tfrac{1}{2}\, a\, t^2$$

La aceleración es la misma ($g_0 = 9{,}8$ m/s^2), lo mismo que la velocidad inicial ($v_0 = 0$) y desplazamiento hasta llegar al suelo ($\Delta x = 500$ m), por lo que el tiempo será:

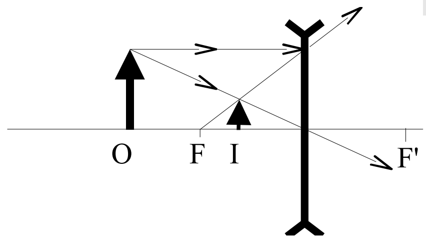
$$t = \sqrt{\frac{2\,\Delta x}{a}} = \sqrt{\frac{2\cdot 500\,[\mathrm{m}]}{9{,}8\,[\mathrm{m/s^2}]}} = 10\,\mathrm{s}$$

el mismo.

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

Solución: B

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



CUESTIÓN PRÁCTICA:

Describe brevemente el procedimiento seguido para medir la gravedad en el laboratorio por medio de un péndulo simple.

Solución:

Se cuelga una esfera maciza de un hilo de unos 2,00 m, haciendo pasar el otro extremo por una pinza en el extremo de un vástago horizontal, sujeto a varilla vertical encajada en una base plana.
Se ajusta la longitud del hilo a uno 60 cm y se mide su longitud desde el punto de suspensión hasta el centro de la esfera. Se aparta ligeramente de la posición de equilibrio y se suelta. Se comprueba que oscila en un plano y a partir de la 2ª o 3ª oscilación se mide el tiempo de 10 oscilaciones. Se calcula el período dividiendo el tiempo entre 10. Se repite la experiencia para comprobar que el tiempo es prácticamente el mismo. Se halla el valor medio del período.

Se ajusta sucesivamente la longitud a 80, 100, 120, 150, 180 y 200 cm y se repite la experiencia para cada una de ellas.
Una vez obtenidos los valores de los períodos *T* para cada longitud *l* del péndulo, se puede usar la ecuación del período del péndulo simple

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

para calcular *g*, la aceleración de la gravedad.
De los valores obtenidos (que deben ser muy parecidos) se halla el valor medio.

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.