PROBLEMAS VISUALES DE FÍSICA

PVF20-1***

Fotografía 1

Fotografía 2

El kitesurfing es un deporte veraniego en auge, de reciente creación (1977), que necesita de bastante viento para poder practicarlo, ya que es el impulsor. Te impulsas aerodinámicamente con una cometa o kite, que recoge el viento, mientras te sostienes encima de una tabla de surf. Nuestro personaje que tensa cuerdas de 25m, pasa de la foto1 a la 2 en 5s. Si se desprecia el empuje, la resistencia del aire, el peso de la cometa y de las cuerdas, tomando como referencia el eje blanco vertical, determina:

a) La velocidad del deportista que navega horizontalmente con movimiento uniforme

b) La fuerza que ejerce el viento sobre la cometa

c) La tensión de los cables que lo sostienen

DATOS:

La resistencia al avance de este tipo de tablas cumple la ley $R=kv^2$, siendo $k=3,5m^{-2}S^2N$

SOLUCIÓN:

Se toma la longitud de la cuerda 25m Se determina el factor de escala en cada foto. Se mide la distancia de la persona al eje de referencia situado como una línea blanca en cada foto.

$$Factor_1 = \left(\frac{25m}{112mm}\right) = 0,223\frac{m}{mm}\ ; Factor_2 = \left(\frac{25m}{104mm}\right) = 0,24\frac{m}{mm}$$

Foto 1.

$$s_1 = 82\text{mm}.\left(\frac{25m}{112mm}\right) = 18,29m$$

Foto 2.

$$s_2 = -132\text{mm}.\left(\frac{25m}{104mm}\right) = -31,7m$$

Por lo tanto

d=-31,7m-18,29=-50m

$$v = \left(\frac{-50m}{5s}\right) = -10\frac{m}{s}$$

NOTA: LOS VALORES PUEDEN VARIAR SEGÚN LA ESCALA TOMADA

Foto de fuerzas

Como la cometa se mueve con movimiento uniforme, y no asciende, se puede aproximar el sistema, simplificándolo, y considerando solo has fuerzas horizontales en equilibrio. Las fuerzas verticales E(empuje en el agua), P (peso del surfista+tabla),P_K (peso de la cometa), y Fy, también deben anularse, pero no se tendrán en consideración para el problema. Según ello Fx-R=0.

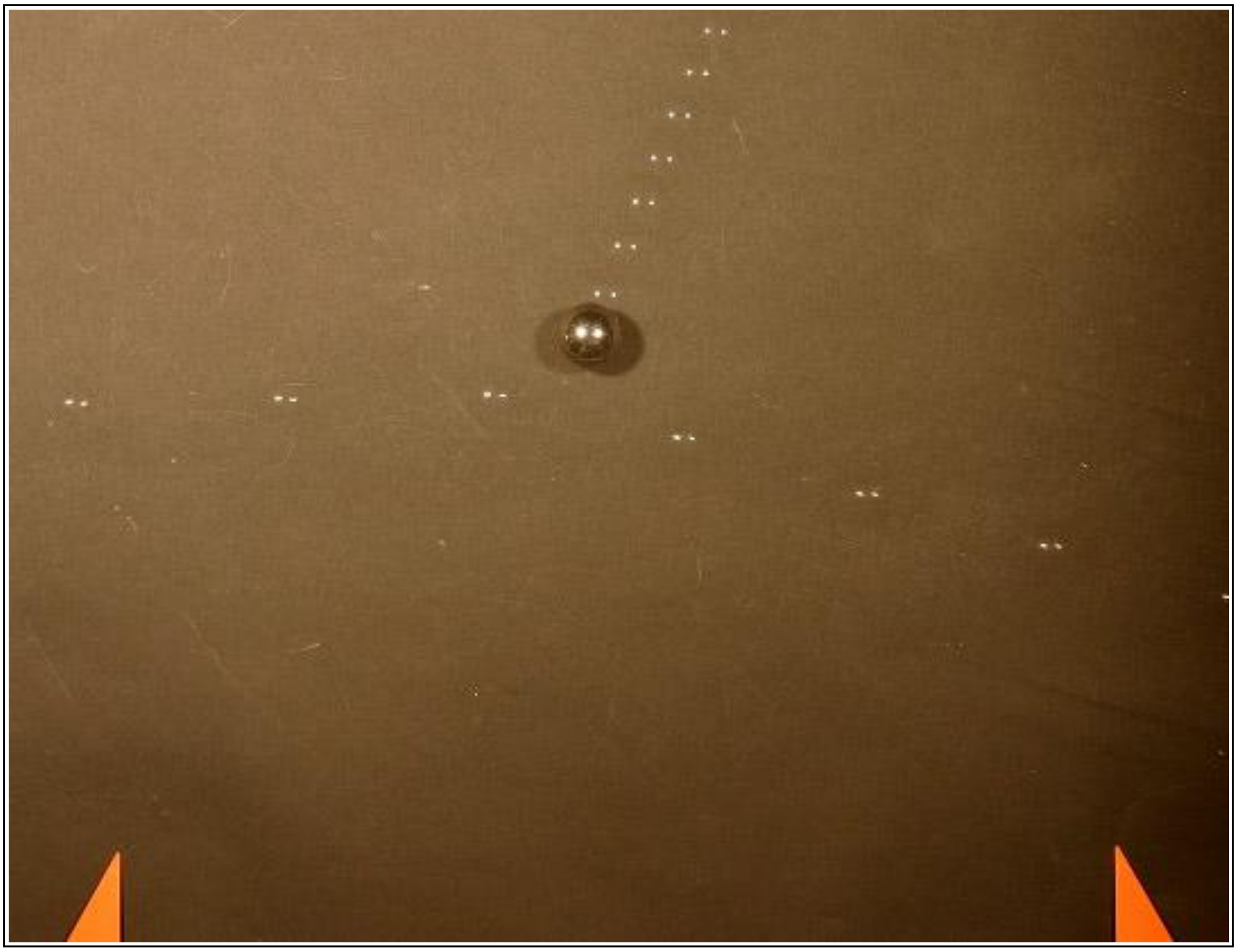
Pero R=kv^2. Sustituyendo $R = 3,5\frac{N.s^2}{m^2}.\left(10\frac{m}{s}\right)^2 = 350N$

b) Teniendo en cuenta que las tensiones forman un ángulo de 17º según se aprecia en la foto y que ángulo que forma F con Fx, y que ángulo que forma F con Fx será la media de los ángulos que forman las tensiones con la horizontal, que también se pueden medir y comprobar a través de la foto, o sea (22+38)/2 =30º . F_x=Fcos30º =350N, $F = \frac{F_X}{\cos 30º} = \frac{350N}{0,87} = 404N$

c) En el sistema de la cometa, las tensiones y fuerza aproximadamente se anulan, de lo que

$$F^2 = T^2 + T^2 + 2T^2 cos17º = 2T^2(1+\cos 17º)\ ; T = \frac{F}{\sqrt{2(1+\cos 17º)}} = \frac{404N}{\sqrt{2(1+\cos 17º)}} = 204N$$

PVF20-2. Choques ***



La fotografía estroboscópica superior representa el proceso de choque entre dos bolas de hierro. Una, que denominamos A de masa m_A= 110,2 g, se desplaza de izquierda a derecha siguiendo una trayectoria casi horizontal. Dicha trayectoria se identifica porque sobre la bola aparecen dos puntos luminosos que son la imagen sobre la bola de los dos focos con que se hizo la foto La otra bola que denominamos B, de masa m_B = 133,7 g, se encuentra en reposo .Después del choque la bola A sigue la trayectoria hacia la derecha y hacia abajo y la B la trayectoria hacia arriba. En la parte inferior de la foto se ven dos triángulos cuyos vértices distan en la realidad 50 cm. La fotografía estroboscópica se hizo a intervalos constantes de 69 milisegundos.

Dato. Densidad del hierro de las bolas $\rho = 7{,}78.10^3 \ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

a) Determine el radio y el momento de inercia de cada bola respecto del eje que pasa por su centro.

b) Sobre una fotocopia de la fotografía trace las trayectorias rectas de las bolas antes del choque y después de él. Con un semicírculo graduado mida el ángulo que forman las trayectorias de las bolas después del choque. Anote el resultado de la medida.

$$\alpha = \qquad {}^{o}$$

c) Con una regla, graduada en milímetros, mida la distancia entre los índices en la fotocopia y determine el factor de escala

$$\text{Factor de escala:}\quad f = \frac{50\ \text{cm reales}}{\text{cm en la fotocopia}}$$

d) Mida la distancia recorrida por la bola A antes del choque y determine su velocidad respecto al sistema del laboratorio

Distancia real recorrida en $2 * 69.10^{-3}$ segundos: d =

$$\text{Velocidad de la bola A antes del choque:}\quad v_i = \frac{d}{2 * 69.10^{-3}\,s}$$

e) Determine la velocidad del centro de masas del sistema formado por las bolas A y B antes del choque

f) Calcule la velocidad de cada bola antes del choque respecto del sistema ubicado en el centro de masas

g) Calcule las velocidades de las bolas A y B después del choque respecto del sistema del laboratorio

h) Determine los módulos de las cantidades de movimiento de las bolas antes y después del choque. Teóricamente se debe conservar la cantidad de movimiento antes y después del choque, pero este es un experimento real y por consiguientes habrá una cierta diferencia entre ambos valores, determine esa diferencia respecto del valor de A antes del choque.

i) Teniendo en cuenta que las cantidades de movimiento son magnitudes vectoriales, haga un esquema de los vectores antes y después del choque, para ello considere como eje de abscisas la trayectoria de A antes del choque y como eje de ordenadas la perpendicular en el lugar del impacto.

j) Calcule los módulos de la cantidad de movimiento de las bolas antes del choque respecto del sistema de referencia del centro de masas. Considere que en la dirección y sentido de avance de la bola A antes del choque colocamos un vector unitario $\vec{i}$, escriba las expresiones vectoriales de los vectores cantidad de movimiento. ¿El resultado está de acuerdo con la teoría?

k) Calcule la energía de traslación de cada bola antes y después del choque, respecto del sistema del laboratorio.

l) Supongamos que las velocidades de las bolas determinadas en los apartados d) y g) son las de traslación del centro de masas y que las bolas ruedan sin deslizar, calcule la velocidades angulares y las energías de rotación, antes y después del choque.

SOLUCIÓN

a) Determine el radio y el momento de inercia de cada bola respecto del eje que pasa por su centro.

$$\rho = \frac{m_A}{V_A} = \frac{m_A}{\frac{4}{3}\pi r_A^3} \Rightarrow r_A = \sqrt[3]{\frac{3m_A}{4\pi\rho}} = \sqrt[3]{\frac{3\cdot 0,1102}{4\pi\cdot 7,78.10^3}} = 0,0150\,m = 1,50\,cm$$

$$\rho = \frac{m_B}{V_B} = \frac{m_B}{\frac{4}{3}\pi r_B^3} \Rightarrow r_B = \sqrt[3]{\frac{3m_A}{4\pi\rho}} = \sqrt[3]{\frac{3\cdot 0,1337}{4\pi\cdot 7,78.10^3}} = 0,0160\,m = 1,60\,cm$$

$$I_A = \frac{2}{5} m_A r_A^2 = \frac{2}{5}\cdot 0,1102\cdot 0,0150^2 = 9,92.10^{-6}\,kg\cdot m^2$$

$$I_B = \frac{2}{5} m_B r_B^2 = \frac{2}{5}\cdot 0,1337\cdot 0,0160^2 = 1,37.10^{-5}\,kg\cdot m^2$$

b) Sobre una fotocopia de la fotografía trace las trayectorias rectas de las bolas antes del choque y después de él. Con un semicírculo graduado mida el ángulo que forman las trayectorias de las bolas después del choque. Anote el resultado de la medida.

$$\alpha = 84\,^{o}$$

El lector puede encontrar valores que discrepen del dado en uno o dos grados.

c) Con una regla graduada en milímetros, mida la distancia entre los índices en la fotocopia y determine el factor de escala

$$\text{Factor de escala:} \quad f = \frac{50\ \text{cm reales}}{\text{cm en la fotocopia}} = \frac{50\ \text{cm reales}}{11,8\,\text{cm en la fotocopia}}$$

Este valor dependerá del tamaño de la fotocopia.

d) Mida la distancia recorrida por la bola A antes del choque y determine su velocidad respecto al sistema del laboratorio

Distancia real recorrida en 2* 69.10^{-3} segundos : d =5,0 cm foto* $\frac{50}{11,8} = 21,19\,cm$

Velocidad de la bola A antes del choque: $v_i = \frac{d}{2*69.10^{-3}\,s} = \frac{21,19\,cm}{2*69.10^{-3}\,s} = 154\frac{cm}{s} = 1,54\frac{m}{s}$

e) Determine la velocidad del centro de masas del sistema formado por las bolas A y B antes del choque

$$v_{CM} = \frac{m_A\,v_i + m_B\,v_B}{m_A + m_B} = \frac{0,1102\cdot 1,54}{0,1102 + 0,1337} = 0,70\ \frac{m}{s}$$

f) Calcule la velocidad de cada bola antes del choque respecto del sistema ubicado en el centro de masas

Para el observador situado en el centro de masas la bola A se acerca hacia él con una velocidad positiva de

$$v_A(CM) = v_i - v_{CM} = 1,54 - 0,70 = 0,84\frac{m}{s}$$

Para el observador situado en el centro de masas la bola B se acerca hacia él con una velocidad negativa de

$$v_B(CM) = 0 - 0,70 = -0,70\ \frac{m}{s}$$

g) Calcule las velocidades de las bolas A y B después del choque respecto del sistema del laboratorio

$$v'_A = \frac{6{,}9\,\text{cm foto}\cdot\dfrac{50\,\text{cm real}}{11{,}8\,\text{cm foto}}}{3\cdot 69.10^{-3}\,\text{s}} = 141\frac{\text{cm}}{\text{s}} = 1{,}41\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v'_B = \frac{3{,}8\,\text{cm foto}\cdot\dfrac{50\,\text{cm real}}{11{,}8\,\text{cm foto}}}{7\cdot 69.10^{-3}\,\text{s}} = 33\frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0{,}33\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

h) Determine los módulos de las cantidades de movimiento de las bolas antes y después del choque. Dado que las cantidades de movimiento son magnitudes vectoriales súmelas después del choque y compare ese valor con la cantidad de movimiento antes. Teóricamente se debe conservar la cantidad de movimiento antes y después del choque, pero este es un experimento real y por consiguientes habrá una cierta diferencia entre ambos valores, determine esa diferencia respecto del valor de A antes del choque.

Antes del choque: $p_A = m_A v_i = 0{,}1102\cdot 1{,}54 = 0{,}170\,\text{kg.m.s}^{-1}$; $p_B = 0$

Después del choque

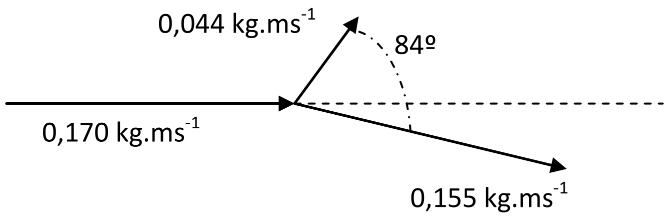
$$p'_A = m_A v'_A = 0{,}1102\cdot 1{,}41 = 0{,}155\,\text{kg m s}^{-1} \;;\; p'_B = m_B v'_B = 0{,}1337\cdot 0{,}33 = 0{,}044\,\text{kg m s}^{-1}$$

Los vectores $\vec{p}\,'_A$ y $\vec{p}\,'_B$ forman entre sí un ángulo de 84º, su suma vectorial da como resultado un vector $\vec{P}$ que está en la dirección del vector $\vec{p}_A$ y cuyo módulo es.

$$P = \sqrt{p_A^2 + p_B^2 + 2p_A p_B \cos 84^{\circ}} = \sqrt{0{,}155^2 + 0{,}044^2 + 2\cdot 0{,}155\cdot 0{,}044\cdot 0{,}105} = 0{,}166\ \text{kg}\cdot\text{ms}^{-1}$$

$$\text{Diferencia} = \frac{0{,}166 - 0{,}170}{0{,}170}\cdot 100 = -2{,}4\ \%$$

i) Teniendo en cuenta que las cantidades de movimiento son magnitudes vectoriales, haga un esquema de los vectores antes y después del choque, para ello considere como eje de abscisas la trayectoria de A antes del choque y como eje de ordenadas la perpendicular en el lugar del impacto.



j) Calcule la cantidad de movimiento de las bolas antes del choque respecto del sistema de referencia del centro de masas.

$$p_A CM) = m_A v_A (CM) = 0{,}1102\cdot 0{,}84 = 0{,}093\text{kg}\cdot\text{ms}^{-1}$$
$$p_B CM) = m_B v_B (CM) = 0{,}1337\cdot 0{,}70 = 0{,}094\text{kg}\cdot\text{ms}^{-1}$$

El vector cantidad de movimiento de A es positivo y el de B negativo

$$\vec{p}_A CM) = 0{,}093\ \vec{i} \quad ; \quad \vec{p}_A CM) = -0{,}094\ \vec{i}$$

$$\vec{p}_A CM) + \vec{p}_A CM) \approx 0$$

El resultado, dentro de los errores experimentales inevitables, es el esperado, ya que una de las propiedades del centro de masas es que la cantidad de movimiento del sistema respecto de él es nula.

k) Calcule la energía de traslación de las bolas antes y después del choque respecto del sistema del laboratorio.

Antes del choque:

$$E_C(A) = \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} 0{,}1102.1{,}54^2 = 0{,}131\ \mathrm{J}$$

$$E_C(B) = \frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} 0{,}1337.0^2 = 0\ \mathrm{J}$$

Después del choque:

$$E_C(A) = \frac{1}{2} m_A \left(v_A^{\prime}\right)^2 = \frac{1}{2} 0{,}1102.1{,}41^2 = 0{,}110\ \mathrm{J}$$

$$E_C(B) = \frac{1}{2} m_B \left(v_B^{\prime}\right)^2 = \frac{1}{2} 0{,}1337.0{,}33^2 = 0{,}007\ \mathrm{J}$$

l) Supongamos que las velocidades de las bolas determinadas en los apartados d) y g) son las de traslación del centro de masas y que las bolas ruedan sin deslizar, calcule la velocidades angulares y las energías de rotación, antes y después del choque.

Antes del choque:

$$v_A = \omega_A r_A \Rightarrow \omega_A = \frac{v_A}{r_A} = \frac{1{,}54}{0{,}0150} = 103\ \mathrm{rad/s} \quad ;$$

$$E_R(A) = \frac{1}{2} I_A\ \omega^2 = \frac{1}{2} 9{,}92.10^{-6} \cdot 103^2 = 0{,}053\ \mathrm{J}$$

$$\omega_B = 0 \quad ; \quad E_R(B) = 0$$

Después del choque

$$v'_A = \omega'_A r_A \Rightarrow \omega'_A = \frac{v'_A}{r_A} = \frac{1{,}41}{0{,}0150} = 94\ \mathrm{rad/s} \quad ;$$

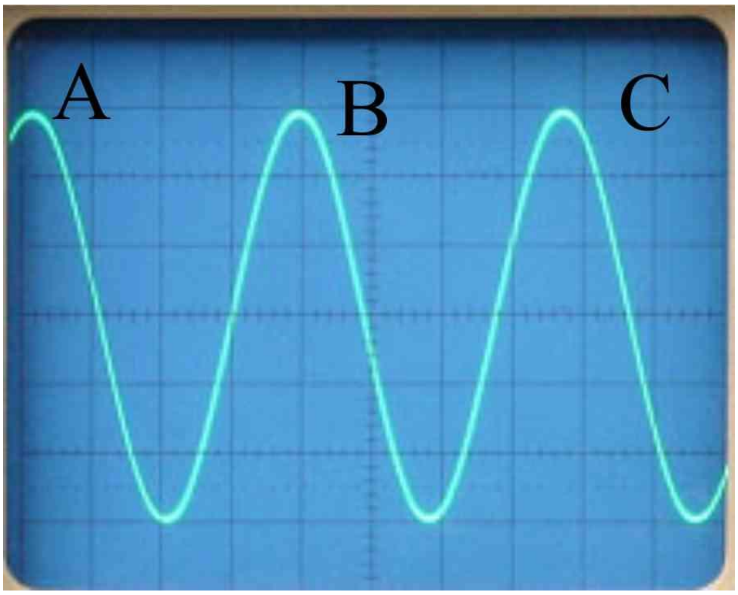
$$E_R(A) = \frac{1}{2} I_A\ \omega_A^{\prime\,2} = \frac{1}{2} 9{,}92.10^{-6} \cdot 94^2 = 0{,}044\ \mathrm{J}$$

$$v'_B = \omega'_B r_B \Rightarrow \omega'_B = \frac{v'_B}{r_B} = \frac{0{,}33}{0{,}0160} = 21\ \mathrm{rad/s} \quad ;$$

$$E_R(A) = \frac{1}{2} I_B\ \omega_B^{\prime\,2} = \frac{1}{2} 1{,}37.10^{-5} \cdot 21^2 = 0{,}003\ \mathrm{J}$$

PVF20-3*.Osciloscopio.- Corriente alterna (II). Periodo. Frecuencia

Una de las características de la corriente alterna CA es el período, que se representa por la letra T. El período de una CA se puede medir con ayuda de un osciloscopio y al ser un tiempo su unidad es el segundo. La frecuencia de una CA es el inverso del periodo y se representa por la letra f y se mide en hercios. (Hz= 1 /s).

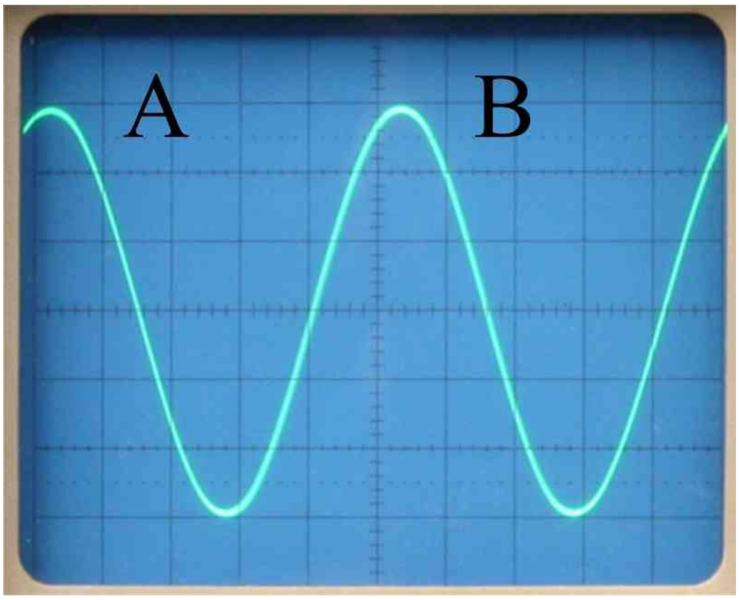


Señal del osciloscopio

Foto 1
Primera
medida


Tiempo/ms

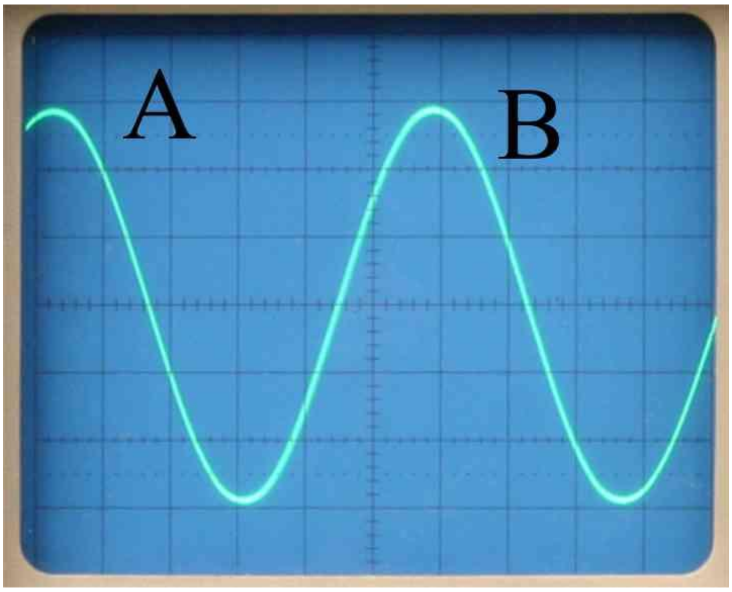
Foto 2
Segunda
medida



Señal del osciloscopio


Tiempo/ms

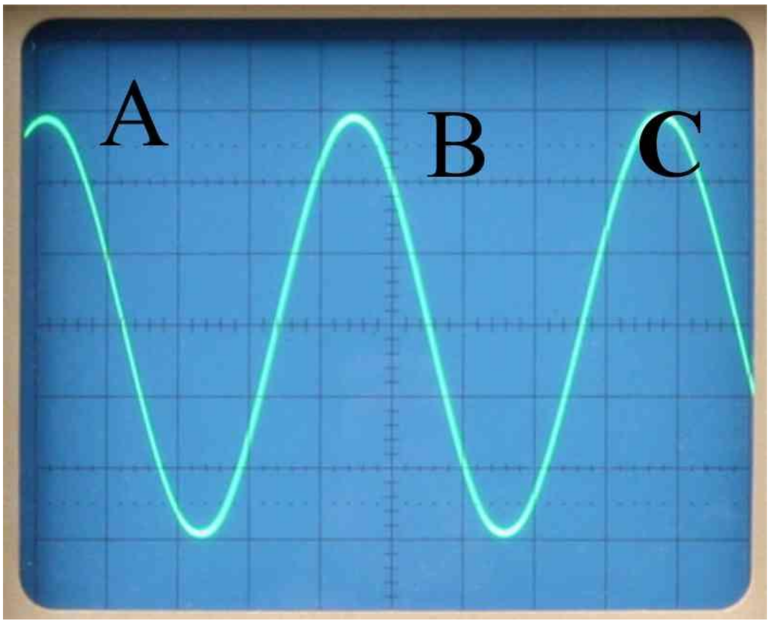
Foto 3
Tercera
medida



Señal del osciloscopio


Tiempo/ms

Foto 4
Cuarta
medida



Señal del osciloscopio

Tiempo/ms

En las fotografías 1, 2 , 3 y 4 están registradas corrientes alternas. El eje horizontal (eje X) es el eje de tiempos y el valor del lado de un cuadrado lo indica el dial de la derecha mediante la posición que ocupa la raya blanca

En la fotografía 1 se abarcan dos periodos AB y BC , en la fotografía 2 un periodo AB en la fotografía 3 un periodo AB, en la fotografía 4 dos periodos AB y BC.

a) Indique en la tabla I, el tiempo de cada lado de un cuadrado horizontal

Tabla I

	Fotografía 1	Fotografía 2	Fotografía 3	Fotografía 4
Tiempo en milisegundos a que equivale el lado de un cuadrado horizontal	$t_1=$	$t_2=$	$t_3=$	$t_4=$

b) Mida la distancia de ocho cuadros en horizontal en cada fotografía y determine los factores de escala para cada fotografía. Coloque sus datos en la tabla II.

Tabla II

	Fotografía 1	Fotografía 2	Fotografía 3	Fotografía 4
Longitud de ocho lados en horizontal en cm	$L_1=$	$L_2=$	$L_3=$	$L_4=$
Factor de escala en cada fotografía	$F_1 = \frac{t_1 \cdot 8}{L_1}$	$F_2 = \frac{t_2 \cdot 8}{L_2}$	$F_3 = \frac{t_3 \cdot 8}{L_3}$	$F_4 = \frac{t_4 \cdot 8}{L_4}$

c) Calcule el periodo y la frecuencia de cada una de las CA que aparecen en las fotografías Para ello mida la longitud de un periodo y aplique el correspondiente factor de escala.

	Fotografía 1	Fotografía 2	Fotografía 3	Fotografía 4
Longitud de un periodo sobre el eje horizontal	L_P=	L_P=	L_P=	L_4=
Factor de escala en cada fotografía	$F_1 = \frac{t_1 \cdot 8}{L_1}$	$F_2 = \frac{t_2 \cdot 8}{L_2}$	$F_3 = \frac{t_3 \cdot 8}{L_3}$	$F_4 = \frac{t_4 \cdot 8}{L_4}$
Periodo en segundos y frecuencia en hercios de la CA	T= f=	T= f=	T= f=	T= f=

SOL

a) *Indique en la tabla I, el tiempo de cada lado de un cuadrado horizontal*

Tabla I

	Fotografía 1	Fotografía 2	Fotografía 3	Fotografía 4
Tiempo en milisegundos a que equivale el lado de un cuadrado horizontal	t_1=2,0 ms	t_2=1,0 ms	t_3=0,5 ms	t_4=0,5 ms

b) *Mida la distancia de ocho cuadros en horizontal en cada fotografía y determine los factores de escala para cada fotografía. Coloque sus datos en la tabla II.*

Tabla II

	Fotografía 1	Fotografía 2	Fotografía 3	Fotografía 4
Longitud de ocho lados en horizontal en cm	L_1=4,5 cm	L_2=4,5 cm	L_3=4,5 cm	L_4=4,5 cm
Factor de escala en cada fotografía	$F_1 = \frac{t_1 \cdot 8}{L_1}$ F_1=2,0·8/4,5= =3,56 ms/cm	$F_2 = \frac{t_2 \cdot 8}{L_2}$ F_1=1·1,8/4,5= =1,78 ms/cm	$F_3 = \frac{t_3 \cdot 8}{L_3}$ F_1=0,5·8/4,5= =0,89 ms/cm	$F_4 = \frac{t_4 \cdot 8}{L_4}$ F_1=0,5·8/4,5= =0,89 ms/cm

d) *Calcule el periodo y la frecuencia de cada una de las CA que aparecen en las fotografías Para ello mida la longitud de un periodo y aplique el correspondiente factor de escala.*

	Fotografía 1	Fotografía 2	Fotografía 3	Fotografía 4
Longitud de un periodo sobre el eje horizontal	L_P=2,2 cm	L_P=2,9 cm	L_P=3,0 cm	L_4=2,5 cm
Factor de escala en cada fotografía	$F_1 = \frac{t_1 \cdot 8}{L_1} = = 3{,}56\frac{ms}{cm}$	$F_2 = \frac{t_2 \cdot 8}{L_2} = = 1{,}87\frac{ms}{cm}$	$F_3 = \frac{t_3 \cdot 8}{L_3} = = 0{,}89\frac{ms}{cm}$	$F_4 = \frac{t_4 \cdot 8}{L_4} = = 0{,}89\frac{ms}{cm}$
Periodo en segundos y frecuencia en hercios de la CA	T=7,8 ms f=128 Hz	T=5,4 ms f=185 Hz	T=2,7 ms f=370 Hz	T=2,2ms f=455 Hz

Nota. Los valores de L , el factor de escala y longitud de un periodo dependen del tamaño de la fotocopia. Se considera que el alumno ha hecho un trabajo correcto si las frecuencias que encuentra son inferiores a un 10% respecto de los valores que aquí se dan.