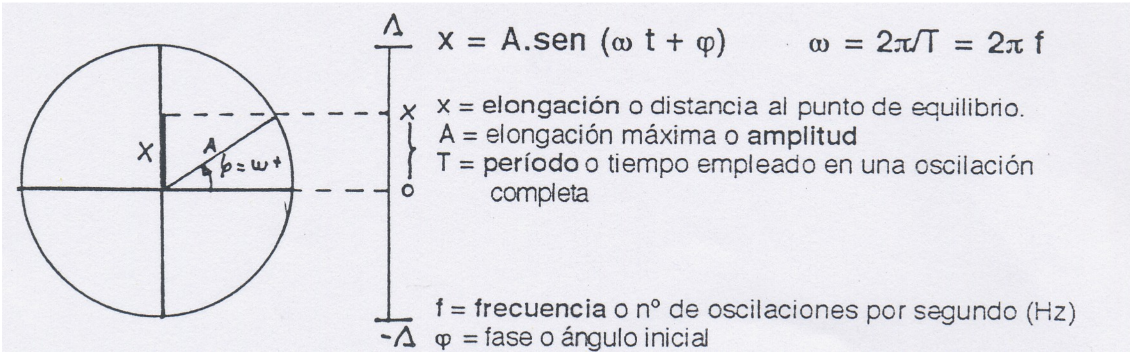
TEMA 1: MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

Un movimiento armónico simple es un movimiento periódico de vaivén alrededor de una posición de equilibrio, que se caracteriza porque su aceleración es de signo opuesto y directamente proporcional al punto en equilibrio: **a = - kx**

Ejemplo: péndulo o resorte que oscila, una cuerda de un instrumento que vibra, etc..

- **Ecuación do M.A.S.**

Para obtener la ecuación matemática del M.A.S se puede proyectar sobre un eje las posiciones de un punto que gira con movimiento circular uniforme



https://www.educaplus.org/game/movimiento-armonico-simple

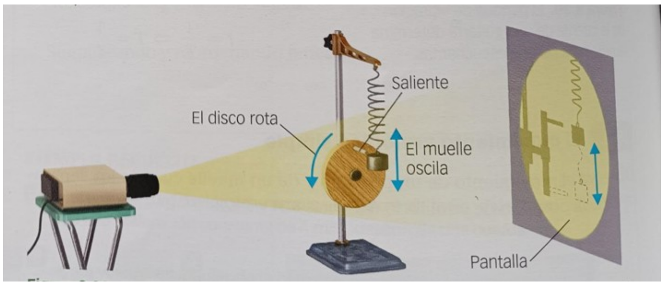


Figura 8.34. Un muelle oscilando verticalmente es un ejemplo de MAS.

- **Cinemática del M.A.S.**

Para un cuerpo con M.A.S., la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo se calculan:

$$\boxed{\mathbf{x = A\ .\ sen(\omega t + \varphi_0) \qquad v = dx/dt = A\ \omega\ cos(\omega t + \varphi_0) \qquad a = dv/dt = -\ A\ \omega^2\ sen(\omega t + \varphi_0)}}$$

Las ecuaciones de la velocidad y de la aceleración en función de la posición son:

$v = A\ \omega .\ cos(\omega t + \varphi_0) = A\ \omega \sqrt{1 - sen^2(\omega t + \varphi_0)}$ $\qquad$ $\mathbf{v = \omega\ .\ (A^2 - x^2)^{1/2}}$

$\mathbf{a = -\omega^2\ x}$

- **Dinámica del M.A.S.**

La dinámica estudia los movimientos teniendo en cuenta las fuerzas que los causan.

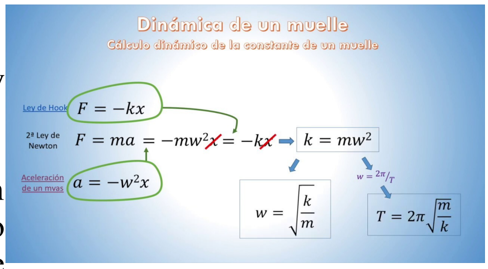
Veamos cómo es la fuerza que origina un movimiento armónico simple.
Sustituimos en la ecuación de la dinámica el valor de la aceleración del MAS:

$F = m.a = -m\,\omega^2\,x$ como $m\,\omega^2$ es constante se puede poner: $\mathbf{F = -k\,x}$

Un MAS se produce cuando la fuerza que actúa es de signo opuesto y directamente proporcional a la posición de equilibrio

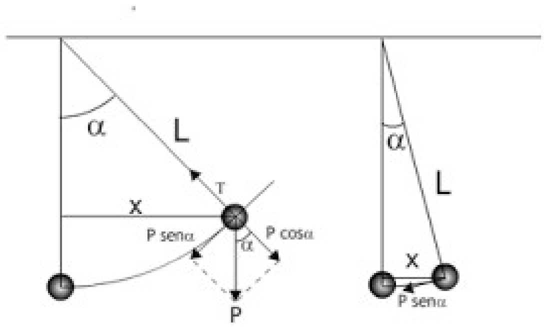
- **Movimiento de un resorte:**

https://www.educaplus.org/game/constante-elastica-de-un-muelle
https://www.educaplus.org/game/ley-de-hooke



La fuerza recuperadora de un resorte estirado es según la ley de Hooke:
$F= -kx$ donde k es la constante elástica del resorte;
como la fuerza que genera el movimiento es del tipo visto en el apartado anterior, o el resorte tendrá un movimiento armónico simple El período de oscilación de un resorte depende de la constante elástica del resorte y de la masa que cuelgue de el.

- **Movimiento de un péndulo simple**
  https://www.educaplus.org/game/ley-del-pendulo



Un péndulo simple está construido por una masa que cuelga de un hilo inextensible (no elástico) y con masa despreciable.

El movimiento de un péndulo ¿es armónico simple?

x =arco recorrido   L= longitud
α =ángulo de separación de la posición de equilibrio

La fuerza recuperadora que mueve al péndulo hacia la posición de equilibrio es:

$$F = -P \operatorname{sen}\varphi = -mg \operatorname{sen}\varphi$$

El signo – aparece porque la fuerza tiene sentido opuesto al vector de posición.
Para ángulos pequeños ($\alpha < 15º$) se cumple que $\alpha = \operatorname{sen}\alpha$
$\alpha = 5º = 0{,}087$ rad → $\operatorname{sen}\alpha = 0{,}087$
$\alpha = 10º = 0{,}209$ rad → $\operatorname{sen}\alpha = 0{,}208$
$\alpha = 15º = 0{,}262$ rad → $\operatorname{sen}\alpha = 0{,}259$
Si sustituimos en la ecuación de la fuerza el ángulo por el seno podremos poner la fuerza en función del arco recorrido s
$F = -mg \operatorname{sen}\alpha = -\ mg\ x/L$
$F = -mg\ \alpha = -\ mg\ s/L$
Para ángulos pequeños $\operatorname{sen}\alpha = \alpha$ → x =s

$$F = -mg\ x/L \qquad a= -(g/L).\ x$$
$$F= m.a$$

g y L son constantes por lo tanto la aceleración es del tipo a= -kx por lo que es un MAS

Si aplicamos las ecuaciones de este movimiento, podemos calcular el período de oscilación

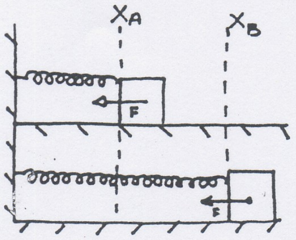
$$\left.\begin{array}{l} a= -(g/L).\ x \\ a= -\omega^2.\ x \end{array}\right\} \qquad \left.\begin{array}{l} \omega^2 = g/L \\ \omega^2 = 4\pi^2/\ T^2 \end{array}\right\} \qquad T = 2\pi\sqrt{L/g}$$

- **Estudio energético del oscilador armónico**

<u>*Energía cinética*</u>
La Ec de un cuerpo con MAS se calcula:
$Ec = \frac{1}{2}\ m\ v^2$ → en función del tiempo → $Ec = \frac{1}{2}\ m\ A^2\ \omega^2 \cos^2(\omega t+ \varphi_0)$

→ en función de la posición → $Ec = \frac{1}{2}\ m\ \omega^2\ (A^2 – x^2)$
$Ec = \frac{1}{2}\ k\ (A^2 – x^2)$

De la expresión anterior se deduce que la energía cinética es máxima en el centro, x=0 y mínima en los extremos, x=A.
<u>*Energía potencial*</u>
Para calcular la Ep, veamos el ejemplo de un resorte y recordemos que al tirar del resorte, realizamos un trabajo que se almacena en forma de Ep. Como el trabajo se puede recuperar íntegramente, la fuerza es conservativa, por lo que podemos escribir que el trabajo realizado es igual a la variación de Ep.
La Ep es máxima en los extremos y nula en la posición de equilibrio.



$$W_{A\to B} = \int_{x_A}^{x_B} \vec{F}.d\vec{r} = \int_{x_A}^{x_B} -F.dx = \int_{x_A}^{x_B} -(-K.x).dx = K\int_{x_A}^{x_B} +x\,dx = \frac{1}{2}k.x_A^2 - \frac{1}{2}k.x_B^2$$

$$E_p = 1/2\ k.x^2$$

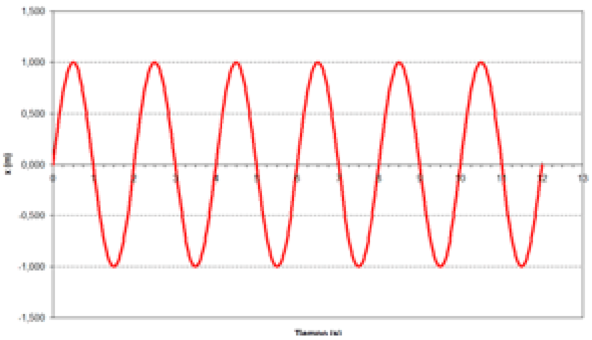
Energía mecánica

La Em se calcula como la suma de la Ec y la Ep. Recordemos que la constante k se puede calcular como $k = m\omega^2$

$$\left.\begin{aligned} E_c &= \tfrac{1}{2}\, m\, \omega^2 (A^2 - x^2) = \tfrac{1}{2}\, k\, (A^2 - x^2) \\ E_p &= \tfrac{1}{2}\, k\, x^2 \end{aligned}\right\} \qquad E_m = \tfrac{1}{2}\, k\, A^2$$

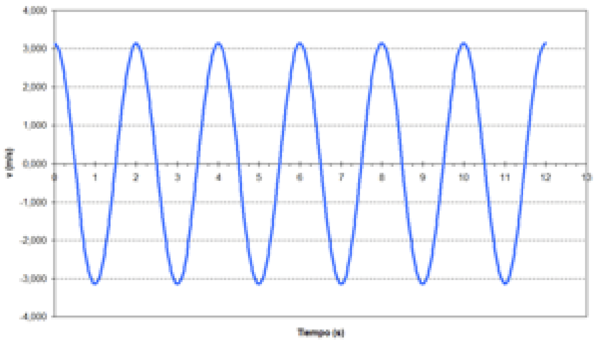
En ausencia de rozamiento, la energía mecánica de un cuerpo con MAS se mantiene constante. En la ecuación anterior, se puede ver que si esto ocurre, la amplitud de oscilación se mantiene constante. Si hay rozamiento, la amplitud del movimiento irá disminuyendo (como ocurre con el péndulo de un reloj)
https://www.educaplus.org/game/conservacion-de-la-energia-en-el-pendulo

- **Cinemática del M.A.S.**

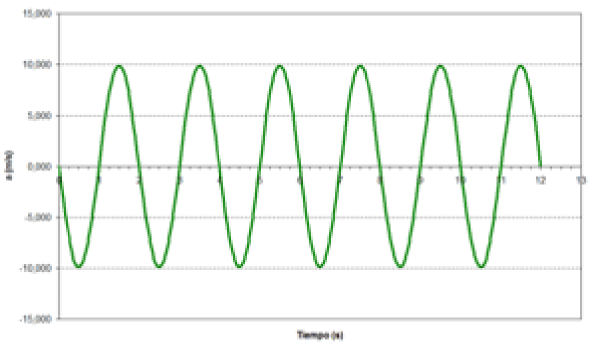


Podemos hacer ahora una *representación gráfica* de valores de x (posición del punto) respecto del tiempo para hacernos una idea de cómo varía x en función de t (ver gráfica a la izquierda)

La gráfica se corresponde con la de un MAS de A = 1,00 m y T = 2,00 s. Observar que el movimiento se repite a intervalos de 2 s.



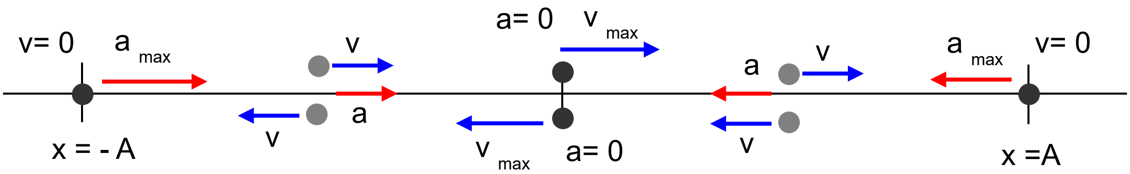
En la gráfica v/t se observa que ***la velocidad*** adquiere su valor máximo positivo en el origen (movimiento hacia la derecha), decrece luego hasta hacerse nula para t =0,5 s (x= A) y a partir de ahí adquiere valores crecientes, pero negativos (movimiento hacia la izquierda), alcanza su máximo valor negativo para t=1,0 s (paso por el origen hacia la izda), comienza a decrecer (signo negativo, movimiento hacia la izda), se anula para t=1,5 s (x =- A) y a continuación toma valores positivos crecientes (movimiento hacia la dcha).

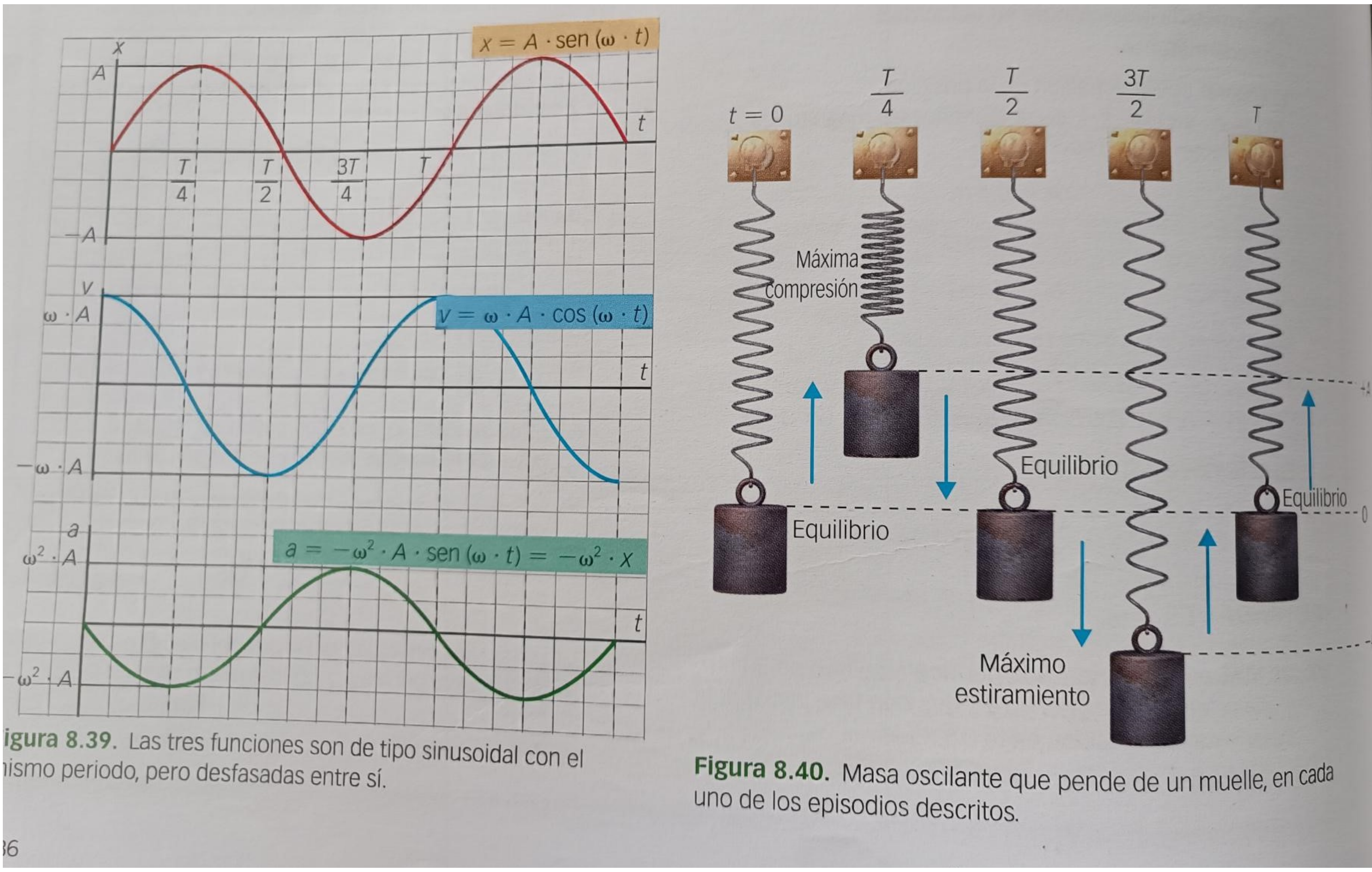


Estudiando la gráfica a/t vemos que ***la aceleración*** tiene un valor nulo en el origen, adquiere valores crecientes y negativos (apunta hacia la izda) hasta su valor máximo negativo para t=0,5 s (x=A) y a partir de ahí comienza a disminuir manteniendo el signo negativo, se anula para t= 1,0 s (paso por el origen hacia la izda) y comienza a crecer apuntando hacia la dcha. (signo positivo). Adquiere su valor máximo positivo para t =1,5 s (x = - A) y, finalmente, decrece hasta anularse cuando vuelve a pasar por el origen.

También podemos estudiar los valores extremos de ***v*** y ***a*** partiendo de las fórmulas que las relacionan con la elongación, x:

Valores v y a / Valores x	$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$	Comentario	$a = -\omega^2 x$	Comentario
x= 0 (Mov. hacia la dcha)	$v = \omega A$	Origen. Valor máx. Mov. hacia la dcha.	$a = 0$	Origen. Movimiento hacia la dcha.
x = A	$v = 0$	Máx. alejamiento a la dcha.	$a = -\omega^2 A$	Valor máx. Aceleración hacia la izda.
x= 0 (Mov. hacia la izda)	$v = -\omega A$	Origen. Valor máx. Mov. hacia la izda.	$a = 0$	Origen. Movimiento hacia la izda.
x= - A	$v = 0$	Máx. alejamiento a la izda.	$a = \omega^2 A$	Valor máx. Aceleración hacia la dcha.





igura 8.39. Las tres funciones son de tipo sinusoidal con el nismo periodo, pero desfasadas entre sí.

Figura 8.40. Masa oscilante que pende de un muelle, en cada uno de los episodios descritos.

TEMA 1: MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE. CUESTIONES

C-5.- Explica cómo puedes determinar la aceleración de la gravedad utilizando un péndulo simple. Comenta cuáles son las principales fuentes de error que afectan al resultado.

Una vez que se dispone del péndulo simple, los pasos que se debe hacer son los siguientes:

1. Se hace oscilar el péndulo en un plano, de modo que no lo haga elípticamente, con pequeñas amplitudes.
2. Se mide el tiempo que invierte en dar un número, n, relativamente grande, de oscilaciones y se calcula e período, T.
3. Se mide la longitud, l, del péndulo.
4. Se repiten los pasos anteriores para distintos valores de l.
5. Se tabulan las medidas hechas y se procede al cálculo de g, que se puede hacer de dos formas:
   - Analíticamente: sustituyendo en la fórmula del período: $T= 2\pi\ (l/g)^{1/2}$, se obtienen los valores de g_i para cada longitud, l_i, del péndulo:$g = 4\pi^2\ l/T^2$ tomando como g el de la media aritmética.
   - Gráficamente: se representa T^2 frente a l, se traza la recta que "mejor se ajusta" a los datos experimentales; se calcula la pendiente de esta recta y, con la expresión: $g= 4\pi^2/pte$, se obtiene el valor de g.

Los errores que se cometen en la determinación de g, son debidos:

a) A un mal uso o funcionamiento del cronómetro, no midiendo correctamente el tiempo que corresponde a las oscilaciones observadas; a un mal uso del metro, midiendo longitudes que no son correctas, etc..Este tipo de error, conpcido como error sistemático, se puede eliminar si se utilizan aparatos que funcionen correctamente y se manipulan adecuadamente.

b) Al propio método utilizado: asimilamos el movimiento pendular a un movimiento armónico simple, la masa debe oscilar con pequeñas amplitudes en un plano vertical. Además, la masa utilizada no es puntual y el hilo posee algo de masa y no es absolutamente inextensible. Estos errores, que se denominan accidentales, se pueden minimizar aplicando las leyes de la estadística a un gran número de medidas.

C-20.- Al hacer la experiencia del resorte para determinar la constante elástica de un resorte metálico, alguien te entrega un cuerpo de masa desconocida y te pide que busques el valor de esa masa. ¿es posible dar con ella con el montaje experimental de esta práctica?. En caso afirmativo explica como lo harías; en caso negativo, señala por que no se puede hacer. (Septiembre 2013)

En el montaje experimental de la determinación de la constante elástica, k, de un resorte por el método estático, se cuelga del resorte un portapesas en el que se colocan masas conocidas y se mide la deformación que causan. La relación que hay entre la fuerza aplicada, **Fa**, al resorte y la deformación causada en el, **Δl**, viene dada por la expresión: **Fa** = k **Δl**.

Medida la longitud inicial del resorte, l_0, y la longitud que adquiere, l_1, una vez colgada la masa conocida, m, se sustituye en la fórmula anterior y se obtiene el valor de k: $k = m.g/ (l_1 - l_2)$.

A continuación se cuelga del resorte la masa desconocida, m´, y se mide la nueva longitud que adquiere, l_2. Con la k obtenida anteriormente y la expresión que relaciona la fuerza aplicada al resorte con la deformación calculamos $m' = k.(l_2 - l_0)/ g$.

CS- 2.- En la medida de k por el método dinámico: a) ¿cómo influye en la medida de k la masa del propio resorte?; b) ¿podrías evaluar la masa "efectiva" del resorte?

a) El período, T, de oscilación de un resorte elástico de constante recuperadora k viene dado por la expresión: $T= 2\pi\ (m/k)^{1/2}$, siendo *m* la masa vibrante. Esta masa *m* consta de la masa del portapesas, m_{porta}, de la masa de las pesas añadidas, m_{pesas}, y de la masa vibrante del resorte, $m_{v.resorte}$.

La masa de la parte inferior del resorte influye en el período de su parte superior y las diferentes partes del mesmo, debido a su propio peso, oscilan con períodos ligeramente diferentes y se considera que contribuyen en la masa total, *m*, que aparece en la fórmula del período, con la tercera parte de su valor: $m_{v.\ resorte} = 1/3\ m_{resorte}$.

La constante elástica es característica de cada resorte e independiente de su masa, *m*: un aumento de *m* hace aumentar el período de oscilación, T, pero la relación m/T^2 es constante: $k = 4\pi^2\ m/T^2 = cte$.

Si en el valor de *m* no se tiene en cuenta la masa vibrante del resorte, el período medido corresponde a una masa mayor ($m= m_{porta} + m_{pesas} + m_{v.resorte} = m_{vibrante}$) que la que se utiliza en la fórmula ($m_{porta} + m_{pesas}$) y el valor que se obtiene para la constante elástica del resorte obtenida es menor que el valor que le corresponde.

b) La determinación de la masa "efectiva" del resorte se puede hacer de la siguiente manera:

- Se determina el valor de la constante elástica del resorte, k, por el método estático: se mide la deformación, l_i, que una masa conocida, m_i, causa en el resorte, calculando el valor de $k = m.g / \Delta l$.
- Se cuelga del resorte un portapesas de masa conocida, m_{porta}, se le añade una pesa de masa conocida, m_{pesa}, y se mide el período de oscilación correspondiente, T.
- Se sustituye en la expresión del período de oscilación del resorte todos los valores determinados anteriormente y se calcula la $m_{v.resorte}$

$$T^2= (2\pi)^2\ \frac{m_{porta} + m_{pesas} + m_{v.resorte}}{k}$$

CS-10.- Al realizar la práctica del péndulo para el cálculo de g, ¿desempeña alguna función importante la longitud del hilo?

El período de oscilación, T, de un péndulo simple de longitude l viene dado por la expresión: $T= 2\pi\ (l/g)^{1/2}$, siendo g la aceleración de la gravedad.

Al variar la longitud del péndulo varía su período de oscilación, siendo la relación T^2/l constante. Por lo tanto, El valor de la longitud no es importante en la determinación de g, que tiene un valor único para cada punto de la superficie de la Tierra. Sin embargo puede influir ligeramente porque si el valor de l es muy pequeño, el error cometido en las medidas experimentales tiene una contribución porcentual más alta.

BOLETÍN 1 M.A.S.

CUESTIONES

1.- (Septiembre2006) Un objeto realiza un M.H.S., ¿cuáles de las siguientes magnitudes son proporcionales entre si?: a) la elongación y la velocidad , b) la fuerza recuperadora y la velocidad, c) la aceleración y la elongación
2.- (Junio2008) La energía mecánica de un oscilador armónico simple es función de: a) la velocidad; b) la aceleración; c) es constante
3.- (Junio2012) En un oscilador armónico se cumple que: A) La velocidad v y la elongación x son máximas simultáneamente. B) El período de oscilación T depende de la amplitud A. C) La energía total E se cuadriplica cuando se duplica la frecuencia.
4.- (Septiembre2012) Un punto material describe un movimiento armónico simple de amplitud A. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?: A) La energía cinética es máxima cuando la elongación es nula. B) La energía potencial es constante. C) La energía total depende de la elongación x.

PROBLEMAS

1.- (Junio2007) Una masa de 0,01 kg realiza un movimiento armónico simple de ecuación y = 5cos $(2t+\pi/6)$. (Magnitudes en el S.I.); calcula: a) posición, velocidad y aceleración en t = 1 s; b) energía potencial en y = 2 m, c) ¿la energía potencial, es negativa en algún instante? (Rta: -4,1 m; -5,8 m/s;16,4 m/s^2 ;4.10^{-2} N/m; 8.10-2 J)
2.- (Septiembre 2008) Un cuerpo de masa 100 gramos está unido a un resorte que oscila en un plano horizontal. Cuando se estira 10 cm y se suelta, oscila con un período de 2 s. Calcula: a) la velocidad cuando se encuentra a 5 cm de su posición de equilibrio; b) la aceleración en ese momento; c) la energía mecánica

(Rta: 5p√3cms^{-1}; –5p2 cm·s^{-2} ; $\pi^2\, 10^{-3}/2$ J)

3.- (Junio2009) Una masa de 5 gramos realiza un movimiento armónico simple de frecuencia 1 Hz y amplitud 10 cm. Si en t = 0 la elongación es la mitad de la amplitud, calcula: a) La ecuación del movimiento. b) La energía mecánica. c) En qué punto de la trayectoria es máxima la energía cinética y en cuáles es máxima la energía potencial? Rta.: a) $x = 0{,}100 \text{ sen}(2\pi \cdot t + \pi/6)$ [m] b) $E = 9{,}87\times10^{-4}$ J c) Ec máx ⇒ x = 0; Ep máx ⇒ x = A
4.- (Septiembre 2010) Un objeto de 100 g, unido a un muelle de k = 500 N·m^{-1}, realiza un movimiento armónico simple. La energía total es de 5 J. Calcula: a) La amplitud. b) La velocidad máxima y la frecuencia de la oscilación. c) Indica cualitativamente en una gráfica como varían la energía total, cinética y potencial con la elongación x.

Rta.: a) A = 0,14 m; b) v_m = 9,9 m/s; f = 11 Hz.

5.- (Junio2011) Un péndulo simple de longitud l = 2,5 m, se desvía del equilibrio hasta un punto a 0,03 m de altura y se suelta. Calcula: a) La velocidad máxima. b) El período. c) La amplitud del movimiento armónico simple descrito por el péndulo. (Dato g = 9,8 m·s^{-2}). Rta.: a) v_m = 0,077 m/s; b) T = 3,2 s; c) A = 0,39 m

6.- (Septiembre 2012) Una masa de 10 g está unida a un resorte y oscila en un plano horizontal con un movimiento armónico simple. La amplitud del movimiento es A = 20 cm, y la elongación en el instante inicial es x = -20 cm. Si la energía total es 0,5 J, calcula: a) La constante elástica del resorte. b) La ecuación del movimiento. C) La energía cinética en la posición x = 15 cm

Rta.: a) k = 25 N/m; b) ω = 50 rad/s; c) E_c = 0,219 J

7.- (Junio2013) Una partícula de masa m = 0,1 kg, sujeta en el extremo de un resorte, oscila en un plano horizontal con un M.A.S., siendo la amplitud A = 0,20 m y la frecuencia f = 5 s^{-1}. En el instante inicial la posición es x = A. Calcula para t = T/8 s: a) La velocidad y aceleración. b) La energía mecánica. c) La frecuencia con que oscilaría si se duplica la masa. Rta.: a)v = - 4,44 m/s; a= -140 m/s^2 ; b) E = 1,97 J; c) f = 3,54 Hz

8.- (Septiembre 2013) Una bola colgada de un hilo de 2 m de longitud se desvía de la vertical un ángulo de 4°, se suelta y se observan sus oscilaciones. Halla: a) La ecuación del movimiento armónico simple. b) La velocidad máxima de la bola cuando pasa por la posición de equilibrio. c) Comprueba el resultado obtenido en el apartado anterior, utilizando la ecuación de la conservación de la energía mecánica.

Rta.: a) s = 0,140 sen(2,21 · t + 4,71) [m]; b) v_m = 0,309 m/s

9.- (Septiembre 2014) Se cuelga un cuerpo de 10 kg de masa de un resorte y se alarga 2,0 cm. Después se le añaden otros 10 kg y se le da un tirón hacia abajo, de modo que el sistema comienza a oscilar con una amplitud de 3,0 cm. a) Calcula la constante elástica del resorte y la frecuencia del movimiento. b) Escribe, en función del tiempo, las ecuaciones de la elongación, velocidad, aceleración y fuerza. c) Calcula la energía cinética y la energía potencial elástica a los 2 s de haber empezado a oscilar.
(g=9,8 m/s^2). Rta.: a) k = 4900 N/m; f = 2,49 Hz; b) x = 0,0300 cos(15,7 t) (m); v = -0,470 sen(15,7 t) (m/s); a = -7,35 cos(15,7 t) (m/s^2); F =-147 cos(15,7 t) (N); c) E_c= 0,0270 J; E_p = 2,18 J.

10.- (Junio2015) Una masa de 200 g está unida a un resorte y oscila en un plano horizontal con un movimiento armónico simple (M.A.S.). La amplitud del movimiento es A = 40 cm, y la elongación en el instante inicial es x = -40 cm. La energía total es 8 J. Calcula: a) La constante elástica del resorte. b) La ecuación del M.A.S. c) La velocidad y aceleración máximas, indicando los puntos de la trayectoria en los que se alcanzan dichos valores.
Rta.: a) k = 100 N/kg; b) x = 0,400 sen(22,4 · t + 4,71)[m]; c)v_m= 8,94 m/s; a_m=200 m/s^2

11.- (Septiembre 2015) Una masa de 0,5 kg está unida al extremo de un muelle (de masa despreciable) situado sobre un plano horizontal, permaneciendo fijo el otro extremo del muelle. Para estirar el muelle una longitud de 4 cm se requiere una fuerza de 5 N. Se deja el sistema masa-muelle en libertad. Calcula: a) El trabajo realizado por la fuerza elástica desde la posición inicial x = 4 cm hasta su posición de equilibrio x = 0. b) El módulo de la velocidad de la masa cuando se encuentra a 2 cm de su posición de equilibrio. c) La frecuencia de oscilación del citado muelle si inicialmente se estira 6 cm. Rta.: a) W = 0,100 J; b) |v_2| = 0,548 m/s; f = 2,52 Hz

PRÁCTICAS

1.- (Septiembre 2006) En la medida de la constante elástica por el método dinámico a) ¿Influye la longitud del resorte?, b) ¿Le afecta el número de oscilaciones y la amplitud de ellas?, c) ¿varía la frecuencia de oscilación al colgarle diferentes masas?

2.- (Junio2006) En la práctica para la medida de la constante elástica de un resorte por el método dinámico, a) ¿qué precauciones debes tomar con respecto al número y amplitud de las oscilaciones?, b) ¿cómo varía la frecuencia de oscilación soi se duplica la masa oscilante?

3.- (Junio2008,Junio2013, Junio2014) Explica, brevemente, las diferencias en el procedimiento para calcular la constante elástica de un resorte (ke) por el método estático y por el método dinámico

4.- (Junio2009) Se hacen 5 experiencias con un péndulo simple. En cada una se realizan 50 oscilaciones de pequeña amplitud y se mide con un cronómetro el tiempo empleado.

Experiencia	1	2	3	4	5
Tempo(s) empregado en 50 oscilacións	101	100	99	98	102

La longitud del péndulo es l = 1 m. Con estos datos calcula la aceleración de la gravedad.

5.- (septiembre 2009) Explica brevemente como mides no laboratorio a constante elástica dun resorte polo método dinámico

6.- (Junio2010) Describe brevemente el procedimiento empleado en el laboratorio para medir la constante elástica de un muelle por el método estático.

(septiembre 2010). Comenta brevemente la influencia que tienen en la medida de g con un péndulo: la amplitud de oscilación, el número de medidas, la masa del péndulo.

7.- (Junio2011) En la práctica para medir la constante elástica k por el método dinámico, se obtiene la siguiente tabla. Calcula la constante del resorte.

M (g)	5	10	15	20	25
T (s)	0,20	0,28	0,34	0,40	0,44

8.- (Septiembre 2011) En la medida de la constante elástica de un resorte por el método dinámico, ¿qué influencia tiene en el período: a) La amplitud. b) El número de oscilaciones. c) La masa del resorte? ¿Qué tipo de gráfica se construye a partir de las magnitudes medidas?

9.- (Septiembre 2011) En la práctica de la medida de g con un péndulo: ¿cómo conseguirías (sin variar el valor de g) que el péndulo duplique el número de oscilaciones por segundo? ¿Influye el valor de la masa del péndulo en el valor del período?

10.- (Junio2012) Se dispone de un péndulo simple de 1,5 m de longitud. Se mide en el laboratorio el tiempo de 3 series de 10 oscilaciones obteniendo 24,56 s, 24,58 s, 24,55 s. ¿Cuál es el valor de g con su incertidumbre?

11.- (Junio2012) En la determinación de la constante elástica de un resorte podemos utilizar dos tipos de procedimientos. En ambos casos, se obtiene una recta a partir de la cual se calcula la constante elástica. Explica cómo se determina el valor de la constante a partir de dicha gráfica para cada uno de los dos procedimientos, indicando qué tipo de magnitudes hay que representar en los ejes de abscisas y de ordenadas.

12.- (Septiembre 2012) Explica brevemente las diferencias en el procedimiento utilizado para medir la constante elástica k_e de un resorte por los dos métodos: estático y dinámico.

13.- (Septiembre 2012) En la práctica de la medida de g con un péndulo, ¿cómo conseguirías que el péndulo duplique el número de oscilaciones por segundo?

15.- (Junio2013,2015) En la medida experimental de la aceleración de la gravedad g con un péndulo simple, ¿qué precauciones se deben tomar con respecto a la amplitud de las oscilaciones y con respecto a la medida del periodo de oscilación?

16.- (Septiembre 2013) Si tenemos un resorte de constante elástica conocida, ¿cómo podemos determinar el valor de una masa desconocida? Describe las experiencias que debemos realizar

18.- (Septiembre 2014)Determina la aceleración de la gravedad a partir de los siguientes datos experimentales

EXPERIENCIA	1ª	2ª	3ª	4ª
Longitud del péndulo (m)	0,90	1,10	1,30	1,50
Tiempo 10 oscilaciones (s)	18,93	21,14	22,87	24,75

20.- (Junio2015)En la determinación de la constante elástica de un resorte de longitud inicial 21,3 cm, por el método estático, se obtuvieron los siguientes valores: Calcula la constante elástica con su incertidumbre en unidades del sistema internacional. ($g = 9,8$ m/s²).

Masa (g)	20,2	30,2	40,3	50,3	60,4	70,5
Longitud (cm)	27,6	30,9	34,0	37,2	40,5	43,6

21.- (Septiembre 2015)Determina la aceleración de la gravedad con su incertidumbre a partir de los siguientes datos experimentales:

Longitud del péndulo (m)	0,60	0,82	0,90	1,05	1,33
Tiempo de 20 oscilaciones (s)	31,25	36,44	38,23	41,06	46,41