



<b>CAMPO:</b>	<b>DESARROLLO SOSTENIBLE CTDS</b>	<b>COMPETENCIA: IND. FISICA</b>	<b>CICLO IV</b>
<b>DOCENTE:</b>	<b>JESUS ALBERTO RIVERA</b>	<b>GUIA DE FISICA No 1</b>	<b>GRADO: 11º</b>
<b>ESTUDIANTE:</b>		<b>FECHA:</b>	<b>PRIMER PERIODO</b>

## GUIA No 1: MOVIMIENTOS PERIODICOS

Todos los movimientos que se observan en los cuerpos que firman el universo pueden clasificarse en movimientos de rotación o de traslación. Estos a su vez pueden ser periódicos o no.

**MOVIMIENTO PERIODICO:** Es aquél que se repite siempre en las mismas condiciones de trayectoria y tiempo, puede ser: circular, elíptico, rectilíneo, variado, oscilatorio, armónico simple.

Para su estudio el movimiento periódico se divide en:

**MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME:** Es el movimiento de una partícula que describe una circunferencia, recorriendo espacios o arcos iguales en tiempos iguales.

**MOVIMIENTO OSCILATORIO:** Es el movimiento de un cuerpo a uno y otro lado de su posición de equilibrio. Ej: El movimiento de las cuerdas de una guitarra.

**MOVIMIENTO PENDULAR:** Es el movimiento lento de una masa suspendida de un hilo a uno y otro lado de su posición de equilibrio.

**MOVIMIENTO VIBRATORIO:** Es el movimiento rápido de un cuerpo a uno y otro lado de su posición de equilibrio.

**MOVIMIENTO VIBRATORIO TRANSVERSAL:** Tiene lugar cuando las partículas vibran perpendicularmente a la dirección de propagación del movimiento. Ej: Ondas en el agua, ondas en una cuerda, ondas lumínicas.

**MOVIMIENTO VIBRATORIO LONGITUDINAL:** Tiene lugar cuando las partículas vibran en el mismo sentido a la dirección de propagación del movimiento. Ej: ondas en un resorte, ondas sonoras.

### 1.2 ELEMENTOS DE UN MOVIMIENTO PERIODICO:

1. Período
2. Frecuencia.
3. Amplitud y elongación.
4. Diferencia de fase.

**PERIODO:** Es el tiempo empleado en una oscilación completa. Se representa con la letra T y se expresa en segundos.  $T = t/n$

**FRECUENCIA:** Es el número de oscilaciones completas en la unidad de tiempo. Debe tenerse en cuenta que la unidad de tiempo es el segundo. Se representa con la letra F. Se expresa en revoluciones por segundos (r.p.s.), ciclos por segundo (ciclo/s) ó Hertz ( $1/s$  ó  $s^{-1}$ ).

El período es el recíproco de la frecuencia, es decir:  **$T = 1/F$  o  $F = 1/T$ .**



**ELONGACION:** Distancia entre la posición de equilibrio y cualquier posición de la trayectoria de la partícula medida perpendicularmente.

**AMPLITUD:** Es la máxima elongación.

**DIFERENCIA DE FASE:** Es el atraso o adelanto de un movimiento con respecto a otro.

## 2. MOVIMIENTO ARMONICO SIMPLE: ( M. A. S. )

Es la proyección del movimiento de una partícula, cuya trayectoria es circular y cuya velocidad es igual a intervalos de tiempos iguales sobre una línea recta.

Cuando un cuerpo realiza un movimiento de va y ven sobre una misma trayectoria decimos que esta vibrando u oscilando, entre dos puntos extremos.

En la gráfica podemos observar el movimiento de un resorte. Llamaremos PUNTO DE EQUILIBRIO a la posición inicial del cuerpo, es decir, cuando no hay estiramiento del resorte. Al estiramiento o compresión del resorte le llamaremos **ELONGACION**.

A la distancia entre el punto de equilibrio y el punto de máxima elongación (donde se produce el mayor estiramiento o compresión del resorte) le llamaremos **AMPLITUD** (que la abreviaremos con la letra A).

Las características del M.A.S. son las siguientes:

Cuando el cuerpo pasa por el **punto de equilibrio** la elongación y la fuerza restauradora es cero mientras que la velocidad del movimiento es máxima. En los puntos extremos o de retorno (ver graficas B y B') la fuerza restauradora y la elongación (A) son máximas

**AMPLITUD (A):** Es la distancia que hay entre la posición de equilibrio y la posición extrema ocupada por un cuerpo que oscila.

**FUERZA RESTAURADORA (F):** Es la fuerza que tiende a llevar al cuerpo a la posición de equilibrio. En el M.A.S. corresponde a la ley de Hooke, donde  $F = -kx$

## FORMULAS DEL M.A.S.

### 1. ELONGACION:

Según la gráfica del triángulo QOP:

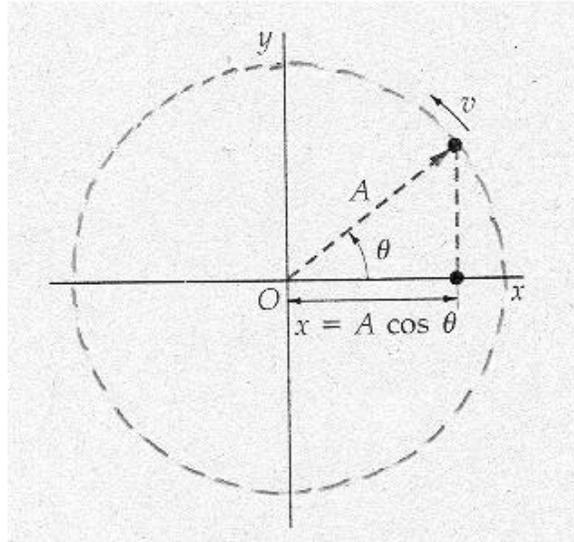
$$\cos \theta = x/R \text{ de donde: } x = R \cos \theta$$

Como velocidad angular es  $\omega = \theta/t$

$$\text{Entonces } \theta = \omega \cdot t$$

Tomando el radio  $R = A$ , podemos escribir:

$$1) \quad x = A \cos \omega t$$



Donde  $x$  es la elongación,  $A$  es la amplitud,  $\omega$  es la velocidad angular y  $t$  es el tiempo.

### 2. VELOCIDAD:

La velocidad en el M.A.S. es la componente rectangular de la velocidad tangencial ( $V$ ), sobre el eje  $x$ : ( $V_x$ )

$$\sin \theta = V_x/V$$

$$\text{de donde: } 1. \quad V_x = V \sin \theta$$

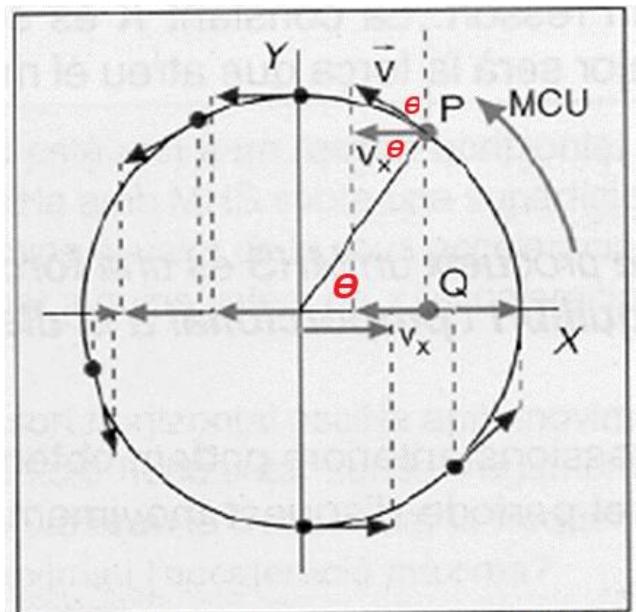
$$\text{Si tenemos } 2. \quad V = \omega R \text{ y como } 3. \quad \theta = \omega \cdot t \text{ y}$$

Reemplazando las ecuaciones 2 y 3 en 1. Tomando el radio  $R = A$  Podemos escribir:

$$2) \quad V = -\omega A \sin \omega t$$

La velocidad máxima, se da cuando el ángulo es de  $90^\circ = \pi/2$ , como  $\sin 90^\circ = 1$  entonces la ecuación de resume a:

$$3) \quad V_{\max} = \omega A$$





### 3. LA ACELERACION:

La aceleración es la componente rectangular de la aceleración centrípeta, sobre el eje x de:

$$\cos\theta = \mathbf{a}_x / \mathbf{a}_c \text{ de donde } \mathbf{a}_x = \mathbf{a}_c \cos\theta$$

$$\text{Como } \mathbf{a}_c = \omega^2 r \text{ y } \theta = \omega t$$

Uniando las ecuaciones anteriores, podemos escribir:

$$3) \quad \mathbf{a} = -\omega^2 A \cos \omega t$$

La aceleración máxima se da cuando el objeto esta en las posiciones de retorno, es decir donde  $\theta = 0$ , es decir:  $\cos \theta = 1$

$$4) \quad \mathbf{a}_{\max} = \omega^2 A$$

Es decir, la aceleración en el M.A.S. es directamente proporcional al valor de la elongación.

El signo negativo se debe a que el sentido de la aceleración es contrario al sentido del movimiento.

### 4. PERIODO EN EL MAS:

De las fórmulas 1)  $\mathbf{F} = K\mathbf{X}$  y 2)  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$

De 1 y 2 Tenemos que:  $kx = ma$  tomando  $X$  como la máxima elongación ( $A$ )

y reemplazando 3)  $\mathbf{a} = \omega^2 A$ , tenemos:

$$k.A = m \omega^2 A \text{ de donde 5) } k/m = \omega^2 \text{ como 4) } \omega = 2\pi/T$$

$$k/m = (2\pi/T)^2$$

Reemplazando y despejando  $T$  obtenemos la fórmula para el periodo en un M.A.S.

El periodo ( $T$ ) de una masa ( $m$ ) que oscila suspendida de un resorte (de constante de elasticidad  $k$ ) está dado por la fórmula:

$$3) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

La fórmula anterior, también, se deduce al aplicar el principio de la conservación de la energía, donde la energía cinética máxima es igual a la energía potencial elástica máxima y teniendo en cuenta que la velocidad máxima, es  $v = A\omega$  (recuerda que el mayor valor de seno es  $\pm 1$ )



*EJERCICIOS 1*

*De acuerdo a las fórmulas halladas para el M.A.S., contestar:*

- 1.Cuál es el valor de la aceleración cuando la velocidad es máxima?*
- 2. Qué valor tiene la velocidad cuando la aceleración es máxima?*
- 3. Para qué posiciones el valor de la velocidad es nulo?*
- 4. Para cuáles posiciones el valor de la aceleración es máxima?*
- 5. Para que posición el valor de la elongación es negativo?*

### 3. MOVIMIENTO PENDULAR:

Uno de los movimientos, aproximadamente armónico simple, es el movimiento pendular.

Un péndulo no es sino una masa suspendida de un hilo que puede oscilar a una y otro lado de su posición de equilibrio. El péndulo puede ser simple como el descrito en el párrafo anterior o compuesto cuando en vez de un hilo se tiene una barra rígida. El peso de la masa pendular  $mg$  se descompone en la componente  $F$  y la componente  $F_1$ . La que interesa es la componente  $F$  por ser la fuerza variable que mantiene el movimiento.

$\text{Sen}\theta = F/mg$  de donde:

$$F = mg \text{ Sen}\theta \quad \text{Como } F = ma$$

entonces:  $ma = mg \text{ Sen}\theta$  de donde:  $a = g \text{ Sen}\theta$

Si consideramos el arco  $OM$  aproximadamente igual al segmento  $ME = x$ , entonces del triángulo  $MAE$ :

$$\text{Sen}\theta = x/L$$

Luego  $a = \frac{g \cdot x}{L}$

Reemplazando en la fórmula del período hallada (5) y simplificando, tenemos:

$T = \text{período}$

$L = \text{longitud del péndulo}$

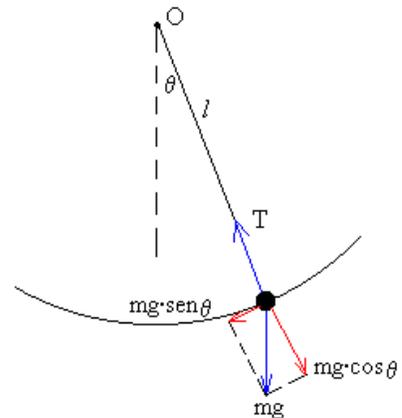
$g = \text{gravedad}$

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

#### LEYES DEL PENDULO:

1. El período de oscilación de un péndulo es independiente del material de que está construido.
2. Las oscilaciones de pequeña amplitud, son isócronas, o sea que gastan el mismo tiempo.
3. El período de un movimiento pendular es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del valor de la gravedad.
4. El período de oscilación de un péndulo es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la longitud.
5. El período de oscilación de un péndulo no depende de su masa

El péndulo es de gran utilidad por la facilidad que ofrece para determinar el valor de la gravedad en cualquier lugar. Solo se requiere medir el período y la longitud del péndulo  $g = (2\pi/T)^2 L$





## TALLER MOVIMIENTOS VIBRATORIOS

### 1. ARMÓNICO SIMPLE

PREGUNTA 1: ¿El movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su eje es un movimiento periódico? ¿Es un movimiento oscilatorio?

PREGUNTA 2: Para una partícula con movimiento armónico simple, ¿en qué punto del movimiento la velocidad alcanza magnitud máxima? ¿En qué punto alcanza magnitud mínima?

PREGUNTA 3: Para una partícula con movimiento armónico simple, ¿en qué punto del movimiento la aceleración logra magnitud máxima? ¿En cuál logra magnitud mínima?

PREGUNTA 4: Dos partículas ejecutan movimiento armónico simple con la misma amplitud. Una partícula tiene el doble de frecuencia que la otra. Compare sus velocidades y aceleraciones máximas.

PREGUNTA 5: Suponga que una partícula con movimiento armónico simple pasa a través del punto de equilibrio ( $x = 0$ ) en  $t = 0$ . En este caso, ¿cuál de los siguientes es un posible valor de la constante de fase  $\alpha$  en  $x = A \cos(\omega t + \alpha)$ ?

- (A) 0 (B)  $\pi/4$  (C)  $\pi/2$  (D)  $3\pi/4$  (E)  $\pi$

### 2. EL OSCILADOR ARMÓNICO

PREGUNTA 1: Para una partícula con movimiento armónico simple, ¿en que punto del movimiento la fuerza sobre la partícula logra magnitud máxima y en cuál logra magnitud mínima?

PREGUNTA 2: Suponga que la partícula se sustituye, en un oscilador armónico simple, por una partícula del doble de masa. ¿Cómo altera esto la frecuencia de oscilación?

PREGUNTA 3: Si súbitamente el resorte de un oscilador armónico simple se corta cuando la partícula está en el punto de equilibrio ( $x = 0$ ),

¿cuál es el movimiento posterior de la partícula? ¿Y cuál es si súbitamente se corta el resorte cuando la partícula está en desplazamiento máximo ( $x = A$ )?

PREGUNTA 4: Suponga que el resorte en un oscilador armónico simple se sustituye por un resorte más fuerte, con el doble de constante de resorte. ¿Cuál es la razón del nuevo periodo de oscilación al periodo original?



### 3. ENERGÍA CINÉTICA Y ENERGÍA POTENCIAL

PREGUNTA 1: Dos osciladores armónicos tienen masas y constantes de resorte iguales. Uno de ellos oscila con el doble de amplitud que el otro. Compare las energías y las rapidez máximas logradas por las partículas.

PREGUNTA 2: Dos osciladores armónicos tienen constantes de resorte y amplitudes de oscilación iguales. Uno tiene el doble de la masa del otro. Compare las energías y las rapidez máximas logradas por las partículas.

PREGUNTA 3: El periodo de un oscilador armónico simple es de 8.0 s. Suponga que en algún tiempo la energía es sólo cinética. ¿En qué tiempo posterior será solamente potencial? ¿En qué tiempo posterior será de nuevo sólo cinética?

PREGUNTA 4: Si la partícula en un oscilador armónico simple experimenta una fuerza de fricción (por ejemplo, resistencia del aire), ¿la energía es constante? ¿La amplitud  $A$  es constante?

PREGUNTA 5: La masa, la frecuencia y la amplitud de un oscilador son cada uno el doble de las de un segundo oscilador. ¿Cuál es la razón de sus energías almacenadas,  $E_1/E_2$ ?

- (A) 2                      (B) 4                      (C) 8                      (D) 16                      (E) 32

### 4. EL PENDULO SIMPLE

PREGUNTA 1: Si la cuerda de un péndulo se acorta a la mitad de su longitud original, ¿cuál es la alteración del periodo y cuál es la frecuencia?

PREGUNTA 2: Dos péndulos tienen longitudes iguales, pero uno tiene 3 veces la masa del otro. Si se quiere que las energías de oscilación sean iguales, ¿cuánto más grande se debe hacer la amplitud de oscilación del péndulo menos masivo?

PREGUNTA 3: Una barra metálica uniforme de longitud  $l$  cuelga de un extremo y oscila con amplitud pequeña. Tal barra, que gira en torno de un extremo, tiene momento de inercia  $I = 1/3ml^2$ . ¿Cuál es  $\omega$ , la frecuencia angular de oscilación?

- (A)  $\sqrt{gl}$                       (B)  $\sqrt{3g/2l}$                       (C)  $\sqrt{3g/l}$                       (D)  $\sqrt{6g/l}$



## PROBLEMAS

### MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

1. Una partícula se mueve del modo siguiente como función del tiempo:

$$x = 3.0 \cos (2.0t)$$

donde la distancia se mide en metros y el tiempo en segundos.

- ¿Cuál es la amplitud de este movimiento armónico simple? ¿La frecuencia? ¿La frecuencia angular? ¿El periodo?
  - ¿En qué tiempo la partícula alcanza el punto medio,  $x = 0$ ? ¿En qué tiempo alcanza el punto de retorno?
2. Una partícula realiza movimiento armónico simple a lo largo del eje  $x$  de acuerdo con la ecuación

$$x = 0.6 \cos (\pi t/2)$$

donde la distancia se mide en metros y el tiempo en segundos.

- Calcule la posición  $x$  de la partícula en  $t = 0$ ,  $t = 0.50$  s y  $t = 1.00$  s.
  - Calcule la velocidad instantánea de la partícula en estos tiempos.
  - Calcule la aceleración instantánea de la partícula en estos tiempos.
3. Una partícula se mueve de ida y vuelta a lo largo del eje  $x$  entre los puntos  $x = 0.20$  m y  $x = -0.20$  m. El periodo del movimiento es 1.2 s y es armónico simple. En el tiempo  $t = 0$ , la partícula está en  $x = 0.20$  m y su velocidad es cero.
- ¿Cuál es la frecuencia del movimiento? ¿Cuál es la frecuencia angular?
  - ¿Cuál es la amplitud del movimiento?
  - ¿En qué tiempo la partícula alcanzará el punto  $x = 0$ ?  
¿qué tiempo alcanzará el punto  $x = -0.10$  m?
  - ¿Cuál es la rapidez de la partícula cuando está en  $x = 0$ ; ¿Cuál es la rapidez de la partícula cuando alcanza el punto  $x = -0.10$  m?
4. Un punto dado en una cuerda de guitarra ejecuta movimiento armónico simple con una frecuencia de 440 Hz y una amplitud de 1.2 mm. ¿Cuál es la rapidez máxima de este movimiento? ¿Cuál es la aceleración máxima?
5. Un pistón en una bomba de agua impulsada por un molino c viento está en movimiento armónico simple. El movimiento tiene una amplitud de 50 cm y la masa del pistón es de 6.0 kí Encuentre la fuerza neta máxima sobre el pistón cuando osciLA 80 veces por minuto. Encuentre la velocidad máxima.

## El oscilador armónico simple



1. Un hombre de 70 kg de masa rebota arriba y abajo en un pogo saltarín (véase la figura 1). El encuentra que, si se mantiene rígido y permite que el pogo saltarín rebote (después de iniciar el movimiento), el periodo del movimiento arriba y abajo es de 0.70 s. ¿Cuál es la constante de resorte en el pogo saltarín? Suponga que el fondo del pogo saltarín permanece en contacto con el suelo e ignore la masa del juguete.
2. Un oscilador armónico simple consiste de una masa que se desliza sobre una superficie sin fricción bajo la influencia de una fuerza ejercida por un resorte conectado a la masa. La frecuencia de este oscilador armónico es de 8.0 Hz. Si conecta un segundo resorte idéntico a la masa, paralelo al primer resorte, ¿cuál será la frecuencia de oscilación nueva?
3. El cuerpo de un automóvil de 1100 kg de masa está sostenido por cuatro resortes verticales unidos a los ejes de las ruedas. Con la finalidad de probar la suspensión, un hombre empuja hacia abajo sobre el cuerpo del automóvil y luego súbitamente lo libera. El cuerpo se mueve arriba y abajo con un periodo de 0.75 s. ¿Cuál es la constante de resorte de cada uno de los resortes? Suponga que todos los resortes son idénticos y que la fuerza de compresión sobre cada resorte es la misma; suponga también que los amortiguadores del automóvil están completamente gastados, de modo que no afectan la frecuencia de oscilación.

## Energía cinética y energía potencial

1. Suponga que una partícula de 0.24 kg de masa, sobre la que actúa un resorte, experimenta movimiento armónico simple con los parámetros dados en el problema 3.
  - a) ¿Cuál es la energía total de este movimiento?
  - b) ¿En qué tiempo la energía cinética es cero? ¿En qué tiempo la energía potencial es cero?
  - c) ¿En qué tiempo la energía cinética es igual a la energía potencial?
2. Una masa de 8.0 kg se une a un resorte y oscila con una amplitud de 0.25 m y una frecuencia de 0.60 Hz. ¿Cuál es la energía del movimiento?
3. Un oscilador armónico simple consiste de una masa de 2.0 kg que se desliza de ida y vuelta a lo largo de una pista horizontal sin fricción mientras lo empuja y jala un resorte con  $k = 8.0 \cdot 10^2$  N/m. Suponga que, cuando la masa está en el punto de equilibrio, tiene una rapidez instantánea de 3.0 m/s. ¿Cuál es la energía de este oscilador armónico? ¿Cuál es la amplitud de oscilación?

## El péndulo simple

1. El péndulo más largo que existe es el péndulo de Foucault, que mide 27 m, en Portland, Oregon. ¿Cuál es el periodo de este péndulo?
2. En una construcción, una cubeta llena de concreto cuelga de una grúa. Usted observa que la cubeta se balancea lentamente de ida y vuelta, 8.0 veces por minuto. ¿Cuál es la longitud del cable del que cuelga la cubeta?
3. La caja del elevador de un rascacielos cuelga de un cable de acero de 300 m de largo. La caja se guía dentro del tiro del elevador mediante rieles. Si remueve estos rieles y se deja que la caja se balancee de lado a lado (con amplitud pequeña), ¿cuál es su periodo de oscilación?

CAMPO:	DESARROLLO SOSTENIBLE CTDS	COMPETENCIA: IND. FISICA	CICLO IV GRADO 11 <sup>o</sup>
DOCENTE:	JESUS ALBERTO RIVERA	TALLER DE FISICA No 2: MAS	AÑO LECTIVO: 2018 - 2019
ESTUDIANTE:		FECHA:	PRIMER PERIODO

## FISICA GRADO 11: TALLER No 2 MOVIMIENTOS VIBRATORIOS

**DESEMPEÑO: Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones (con fuerzas restauradoras)**

RESUELVA CADA UNO DE LOS EJERCICIOS HACIENDO UN GRAFICO ALUSIVO AL ENUNCIADO, DONDE SEA NECESARIO.

Sea el movimiento  $X = 3 \cos 8\pi t$  (Las distancias en cm y los tiempos en segundos)

1. El período del movimiento es:

- A. 0,25 seg                      B. 0,5 seg  
C. 1 seg                          D. 2 seg  
E. 4 seg

2. La frecuencia del movimiento es:

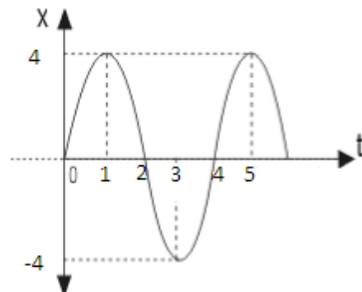
- A. 0,25  $\text{seg}^{-1}$                   B. 0,5  $\text{seg}^{-1}$   
C. 1  $\text{seg}^{-1}$                         D. 2  $\text{seg}^{-1}$   
E. 4  $\text{seg}^{-1}$

3. Sea el movimiento  $X = 3 \cos 2t$  (distancia en cm y tiempo en segundos). La amplitud, el período y la frecuencia del movimiento son respectivamente:

- A. 2, 3 y  $\pi$                       B. 3, 2 y  $\pi$   
C. 3,  $\pi$  y  $1/\pi$                   D.  $\pi$ ,  $1/\pi$  y 3

E.  $1/\pi$ ,  $\pi$  y 3

4. La gráfica representa el desplazamiento de un oscilador en función del tiempo. Encuentre la amplitud, el período, la frecuencia y la ecuación del movimiento:



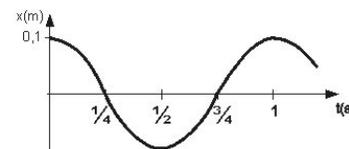
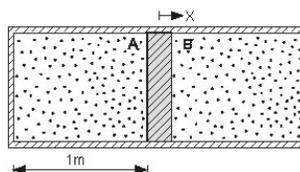
5. Un émbolo cuya sección transversal circular tiene  $1\text{m}^2$  de área, se encuentra dentro de un cilindro liso. A cada lado del émbolo se encuentra la misma cantidad de aire a una presión de 3,6 Pa. Si el émbolo se desplaza 0,1m hacia la derecha de la posición mostrada en la figura y se libera, oscilará como muestra la gráfica de X contra t. La temperatura del aire se mantiene constante.

El período del movimiento del émbolo vale:

- A. 0,1 s                              B. 1 s  
C.  $1/2$  s                            D.  $1/4$  s

6. En el instante  $t = 3/4$  s sucede que:

- A. la rapidez del émbolo vale cero  
B. la fuerza neta sobre el émbolo vale cero  
C. la presión del aire en la cámara A es mayor que la del B

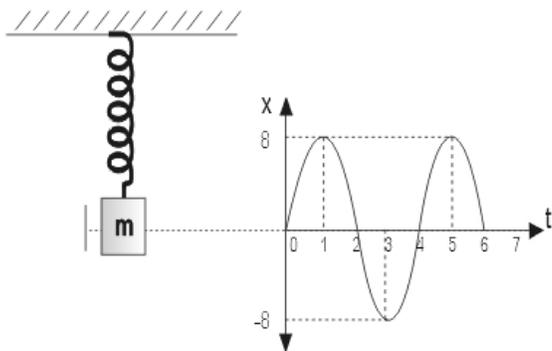


D. la aceleración del émbolo es máxima

7. Para disminuir el período de un sistema que consta de un objeto que oscila atado a un resorte horizontal se debe:

- A. Cambiar el resorte por uno de mayor constante elástica  
B. Disminuir la masa del objeto  
C. Aumentar la amplitud del movimiento  
D. Disminuir la amplitud del movimiento

8. Un bloque sujeto a un resorte oscila verticalmente respecto a su posición de equilibrio indicada en la figura.



De la gráfica que ilustra la posición del bloque contra el tiempo se concluye correctamente que la rapidez del bloque es:

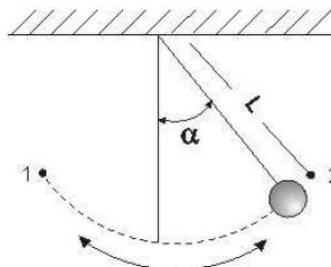
- A. cero en el instante 3 y máxima en los instantes 1 y 5
- B. cero en los instantes 1 y 5 y máxima en los instantes 2 y 4
- C. máxima en los instantes 1, 3 y 5
- D. igual a cero en los instantes 1 y 2

(Preguntas 9-11) Sea un péndulo simple de longitud  $L$  y de período  $T$  en un lugar donde la aceleración de la gravedad es  $g$ .

9. Si en el mismo lugar otro péndulo tiene un período  $2T$  es porque su longitud es:
- A.  $L/4$       B.  $L/2$       C.  $L$
  - D.  $2L$       .. E.  $4L$
10. Si en el mismo lugar otro péndulo tiene una longitud  $4L$  su período es:
- A.  $T/4$       B.  $T/2$       C.  $T$
  - D.  $2T$       .. E.  $4T$
11. Si en otro lugar otro péndulo de igual longitud tiene un período  $2T$  la aceleración de la gravedad es:
- A.  $g/4$       B.  $g/2$       C.  $g$

- D.  $2g$       E.  $4g$

13. El péndulo esquematizado en la figura oscila entre los puntos 1 y 2. El tiempo que tarda en ir del punto 1 al punto 2 es 1 segundo.



La frecuencia  $f$  de oscilación del péndulo vale

- A. 0,5 Hz      B. 2 Hz      C. 1 Hz
- D. 1,5 Hz

14. En el péndulo anterior, la cuerda de longitud  $L$ , se cambia por otra de longitud  $4L$ . Comparada con la frecuencia de oscilación  $f$ , la nueva frecuencia es

- A.  $2f$       B.  $f/4$       C. igual a  $f$       D.  $f/2$

15. Sobre la superficie terrestre el período de oscilación de un péndulo es  $T$ . Se lleva ese péndulo a un planeta en donde su período de oscilación es igual a  $2T$ . La aceleración gravitacional en la superficie de ese planeta es igual a ( $g$  terrestre =  $10 \text{ m/s}^2$ )

- A.  $20.0 \text{ m/s}^2$       B.  $10.0 \text{ m/s}^2$       C.  $5.0 \text{ m/s}^2$       D.  $2.5 \text{ m/s}^2$