



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO

Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnologías

Ingeniería Electrónica

Asignatura: FÍSICA 1

Apunte: Práctico N° 5
Movimiento Armónico Simple
(MAS). Forzado y Amortiguado.

Año: 2020



Problema N°1: Un péndulo de longitud 2 m que describe un movimiento armónico simple tiene su máximo desplazamiento horizontal a 0,2 m en $t = 0$ s.

- Hallar su T , f y ω .
- Hallar los instantes en que las posiciones respecto del punto de equilibrio son por primera vez 0,1 m, 0 m, -0,1 m y -0,2 m, respectivamente.
- Hallar la velocidad en dichos instantes.
- En el instante $t = 1$ s ¿Cuál es su velocidad, aceleración y desplazamiento?

Problema N° 2: Un resorte se estira 10 cm cuando una masa de 1,5 kg cuelga de él. Ahora, suponga que una masa de 4 kg cuelga del resorte y entra en un M.A.S. con una amplitud de 12 cm. Calcular:

- La constante k de fuerza del resorte.
- La fuerza que actúa sobre el cuerpo que oscila.
- El período de oscilación.
- La velocidad máxima y la máxima aceleración del cuerpo que oscila.
- La velocidad y aceleración cuando el desplazamiento es de 9 cm
- En el instante $t = 1$ s ¿Cuál es su velocidad, aceleración y desplazamiento?

Problema N°3: La frecuencia de vibración de un sistema masa-resorte horizontal sin fricción es de 5 Hz cuando se le cuelga una masa de 4 gramos. Calcular la constante del resorte. Si tiene una velocidad máxima de 3 m/s. ¿Cuál es la amplitud del movimiento?

Problema N°4: Si una partícula realiza un MAS y su posición se puede describir con la expresión:

$x(t) = A \cos(\omega t + \Phi)$, como se observa en el gráfico de la figura 1 de posición x en el tiempo. Determine:

- los valores Amplitud A
- velocidad angular ω
- desfasaje Φ
- la posición de la partícula en $t = 0,85$ s.

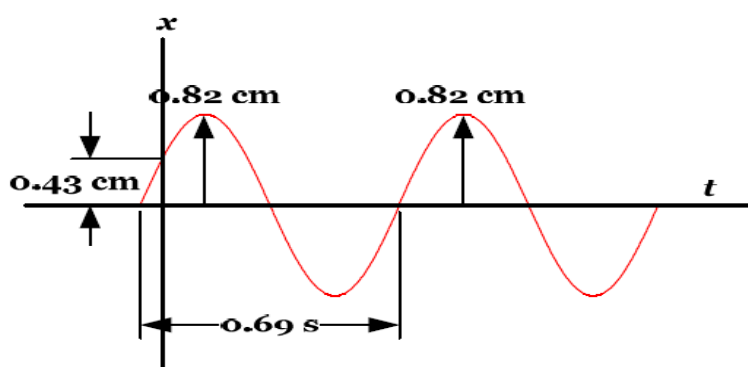


Figura 1

Problema N°5: Observe el gráfico de la figura 2 que describe la posición de una partícula en el tiempo

a) ¿En cuál de los siguientes tiempos el objeto tiene la aceleración más negativa a_x ?

- $t = T/4$
- $t = T/2$; iii) $t = 3T/4$; iv) $t = T$

b) ¿En cuál de los tiempos siguientes la energía potencial del objeto es la mayor?

- $t = T/8$; ii) $t = T/4$; iii) $t = 3T/8$ iv) $t = T/2$

c) ¿En cuál de los tiempos siguientes la energía cinética del objeto es la mayor?

- $t = T/4$ ii) $t = T/2$ iii) $t = 3T/4$ iv) $t = T$

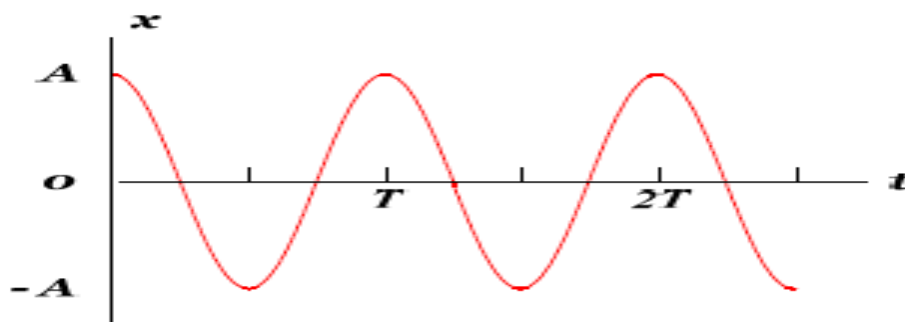


Figura 2



Problema N°6: El gráfico de la figura 3 corresponde a la posición en el tiempo $x(t)$ para un objeto en movimiento armónico simple:

a) ¿Cuál de los gráficos de la figura 4 muestra correctamente la **velocidad versus tiempo** para este objeto?

b) ¿Cuál de los gráficos muestra correctamente la **aceleración versus tiempo** para ese objeto?

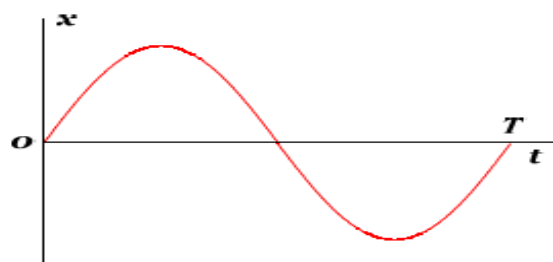


Figura 3

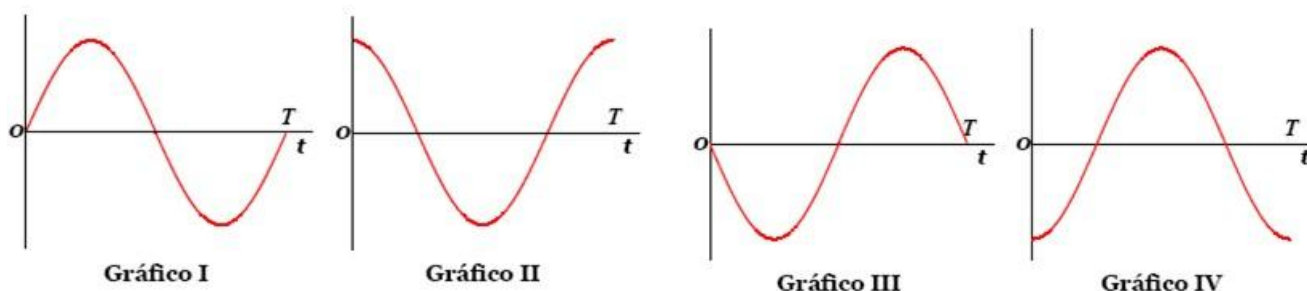


Figura 4

Problema N°7: Una partícula de masa de 10 kg realiza un M.A.S. Si su frecuencia es de 0.5 Hz y su amplitud es de 2×10^{-1} m, calcular: a) su periodo, b) su velocidad angular, c) su velocidad máxima, d) su aceleración máxima, e) la fuerza máxima efectuada.

Problema N°8: Para el problema anterior, exprese las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración en el tiempo.

Problema N°9: (Continuación problema 7 y 8)

Se sabe que en $t = 0$ s la partícula está en el origen y moviéndose hacia la derecha, calcular:

- Su posición, su velocidad y su aceleración en el instante $t = 0,7$ s
- Determinar la energía cinética K y la energía potencial elástica U_s .

Problema N°10: Un proyectil ($m = 0.010$ kg) se dispara con una velocidad v y se incrusta en un bloque ($M = 0.900$ kg) que se encuentra sobre una superficie lisa conectado a un resorte ($k = 10000$ N/m), como se muestra en la figura 5. Producto de la colisión, el resorte se comprime una distancia de 0.9460 cm. Encuentre:

- La velocidad v del proyectil.
- El periodo de oscilación del sistema.
- La velocidad del bloque cuando el resorte este comprimido **la mitad** de su compresión máxima.
- La posición del bloque en función del tiempo

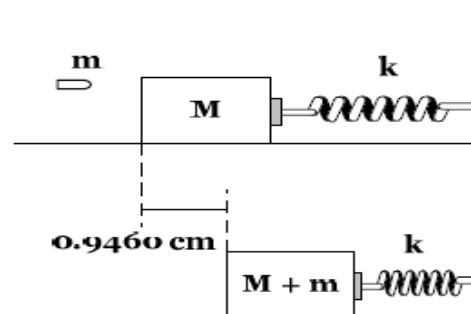


Figura 5

Problema N°11: Una bala de 0,2 N de peso choca y se incrusta con una velocidad desconocida en un péndulo de longitud 2 metros de 200 N de peso, que se halla en reposo antes del choque. Se determinar que la altura alcanzada después de impacto por péndulo-bala es de 30 cm.

- Calcular la velocidad de la bala antes del impacto.
- Graficar la Energía Mecánica, Cinética y Potencial en un periodo Completo.



Problema N°12: Un péndulo simple que tiene una masa de 0.25 kg y una longitud 1 m, se desvía un ángulo de 15° y se suelta. Calcular:

- la velocidad máxima,
- la aceleración angular máxima,
- la máxima fuerza de restitución.

Problema N°13: Una masa $M = 5$ kg descansa sobre una superficie lisa horizontal unida a dos resortes de constantes $k_1 = 1000$ N/m y $k_2 = 2000$ N/m, que inicialmente no tienen deformación alguna. (ver figura 6) Si desde la posición de equilibrio se perturba 5 cm hacia la derecha y se suelta, determine si se genera un Movimiento Armónico Simple, determine el periodo de oscilación y la ecuación de movimiento.

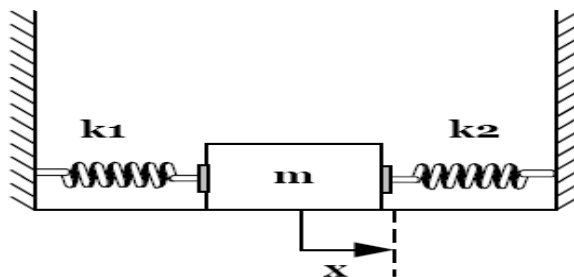


Figura 6

Problema N°14: Un sistema masa-resorte oscila de tal forma que su posición está dada por $x = 0.25 \cos(2\pi t)$, donde x está en m y t en s. Calcular:

- la velocidad y aceleración de la masa cuando $x = -0.1$ m,
- la velocidad y aceleración máximas.

Problema N°15: La posición de una partícula se conoce por la expresión:

$$x(t) = (4.00 \text{ m}) \cos(3.14t + \pi),$$

donde x está en metros y t en segundos. Determine:

- la frecuencia y periodo del movimiento,
- la amplitud del movimiento,
- la constante de fase y
- la posición de la partícula en $t = 0.250$ s.

Problema N°16: Una partícula en un resorte se mueve en movimiento armónico simple a lo largo del eje x entre los puntos de retorno en $x_1 = 100$ cm y $x_2 = 140$ cm.

- ¿En cuál de las siguientes posiciones la partícula tiene velocidad máxima?:
a) 100 cm, b) 110 cm, c) 120 cm, d) alguna otra posición, e) el mismo valor mayor se presenta en múltiples puntos.
- ¿En cuál posición tiene aceleración máxima? Escoja de las mismas posibilidades del ítem i.
- ¿En cuál posición se ejerce la mayor fuerza neta sobre la partícula?
- ¿En cuál posición la partícula tiene la mayor magnitud de cantidad de movimiento?
- ¿En cuál posición la partícula tiene mayor energía cinética?
- ¿En cuál posición el sistema partícula-resorte tiene la mayor energía total?

Problema N°17: La posición angular β de un péndulo se representa mediante la ecuación

$\beta(t) = (0.032 \text{ radianes}) \cdot \cos(\omega t)$, donde β está en radianes y $\omega = 4.43$ rad/s. Determine el periodo y la longitud del péndulo.

Problema N°18: Un péndulo simple tiene un periodo de 2.5 s.

- ¿Cuál es su periodo, si su longitud se hace cuatro veces más grande?: a) 0.625 s, b) 1.25 s, c) 2.5 s, d) 3.54 s, e) 5 s, f) 10 s.



ii) ¿Cuál es su periodo si, en lugar de cambiar su longitud, la masa de la plomada suspendida se hace cuatro veces más grande? Elija entre las mismas posibilidades.

Problema N°19: Un cohete acelera hacia arriba a 4.00 m/s^2 desde la plataforma de lanzamiento en la Tierra. En su interior, una esfera pequeña de 1.50 kg cuelga del techo mediante un alambre ligero de 1.10 m . Si la esfera se desplaza 8.50° de la vertical y se suelta, encuentre la amplitud y el periodo de las oscilaciones resultantes de este péndulo.

Problema N°20: La plomada de cierto péndulo es una esfera llena con agua. ¿Qué ocurriría a la frecuencia de vibración de este péndulo si hubiera un orificio en la esfera que permitiera al agua salir lentamente?

Problema N°21: El movimiento del pistón de un motor de automóvil es aproximadamente armónico simple. Figura 7

- Si la carrera del pistón (el doble de la amplitud) es de 0.100 m y el motor trabaja a 3500 rev/min , ¿qué aceleración tiene el pistón en el extremo de su carrera?
- Si el pistón tiene una masa de 0.450 kg , ¿qué fuerza neta debe ejercerse sobre él en ese punto?
- ¿Qué rapidez y energía cinética tiene el pistón en el punto medio de su carrera?
- ¿Qué potencia media se requiere para acelerar el pistón desde el reposo, hasta la rapidez determinada en el inciso c)?
- Repita los incisos b), c) y d) con el motor trabajando a 7000 rev/min .

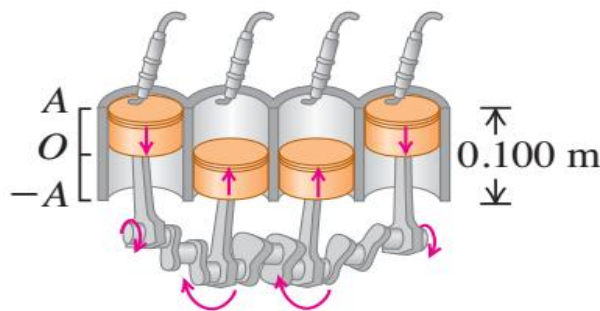


Figura 7

Problema N°22: Un objeto de 7.00 kg cuelga del extremo inferior de un resorte vertical amarrado a una viga. El objeto se pone a oscilar verticalmente con un periodo de 2.60 s . Encuentre la constante de fuerza del resorte.

Problema N°23: Sobre una pista de aire horizontal sin fricción, un deslizador oscila en el extremo de un resorte ideal, cuya constante de fuerza es 2.50 N/cm . En la figura 8 la gráfica muestra la aceleración del deslizador en función del tiempo. Calcule: a) la masa del deslizador; b) el desplazamiento máximo del deslizador desde el punto de equilibrio; c) la fuerza máxima que el resorte ejerce sobre el deslizador.

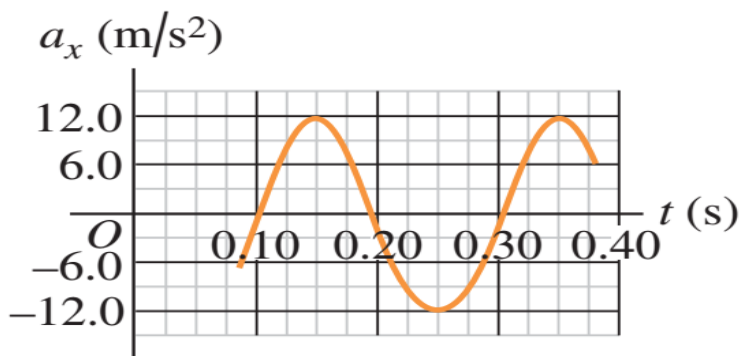


Figura 8

Problema N°24: Una partícula que se mueve a lo largo del eje x en movimiento armónico simple parte de su posición de equilibrio, el origen, en $t = 0$ y se mueve a la derecha. La amplitud de su movimiento es de 2.00 cm y la frecuencia de 1.50 Hz .

- Demuestre que la posición de la partícula se conoce por:

$$x = (2.00 \text{ cm}) \sin(3\pi t)$$



Determine: b) la velocidad máxima y el tiempo más temprano ($t = 0$) en el que la partícula tiene esta velocidad, c) la aceleración máxima y el tiempo más temprano ($t = 0$) en el que la partícula tiene esta aceleración, y d) la distancia total recorrida entre $t = 0$ y $t = 1.00$ s.

Problema N°25: Clasifique los periodos de los siguientes sistemas oscilatorios, de mayor a menor. Si algunos periodos son iguales, muestre su igualdad en su clasificación. Cada sistema difiere sólo en una forma del sistema:

a) que es un deslizador de 0.1 kg sobre una superficie horizontal sin fricción que oscila con 0.1 m de amplitud sobre un resorte con constante de fuerza de 10 N/m.

En la situación b), la amplitud es de 0.2 m.

En la situación c), la masa es de 0.2 kg.

En la situación d), el resorte tiene constante de rigidez de 20 N/m.

La situación e) es como la situación a), excepto por estar en un campo gravitacional de 4.9 m/s^2 en lugar de 9.8 m/s^2 .

La situación f) es como la situación a), excepto que el objeto rebota en movimiento armónico simple sobre el extremo inferior del resorte que cuelga verticalmente.

La situación g) es como la situación a), excepto que una pequeña fuerza resistiva hace subamortiguado al movimiento.

Problema N°26: Para un oscilador armónico simple, la posición se mide como el desplazamiento desde el equilibrio. a) ¿Las cantidades posición y velocidad pueden estar en la misma dirección? b) ¿La velocidad y la aceleración pueden estar en la misma dirección? c) ¿La posición y la aceleración pueden estar en la misma dirección?

Problema N°27: Un carro unido a un resorte con constante de 3.24 N/m vibra de tal modo que su posición se conoce por la función

$$x = (5.00 \text{ cm}) \cos(3.6 \text{ rad/s} \cdot t).$$

a) Durante el primer ciclo, para $0 < t < 1.75$ s, ¿a qué valor de t cambia más rápidamente la energía potencial del sistema en energía cinética?

b) ¿Cuál es la velocidad máxima de transformación de energía?

Problema N°28: Un objeto de masa 1 kg se mueve en movimiento armónico simple con 12.0 cm de amplitud en un resorte ligero. Su aceleración máxima es 108 cm/s^2 . Considere m como variable.

- Encuentre el periodo T del objeto
- Encuentre su frecuencia f .
- Halle la velocidad máxima $v_{\text{máx.}}$ del objeto.
- Localice la energía E de la vibración.
- Encuentre la constante de fuerza k del resorte.
- Describa el patrón de dependencia de cada una de las cantidades T , f , $v_{\text{máx.}}$, E y k en m . Periodo, frecuencia y velocidad máxima son todos independientes de la masa en esta situación. La energía y la constante de fuerza son directamente proporcionales a la masa.

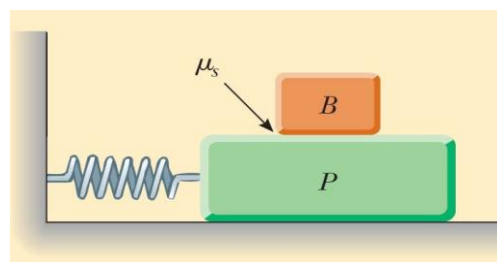


Figura 9

Problema N°29: Un gran bloque P realiza movimiento armónico simple horizontal mientras se desliza a través



de una superficie sin fricción con una frecuencia $f = 1.50$ Hz. El bloque B descansa sobre él, como se muestra en la figura 9, y el coeficiente de fricción estática entre los dos es $\mu_e = 0.600$. ¿Qué amplitud máxima de oscilación puede tener el sistema si el bloque B no se desliza?

Problema N°30: Dos resortes, ambos con longitud no estirada de 0.200 m, pero con diferentes constantes de fuerza k_1 y k_2 , están unidos a extremos opuestos de un bloque de masa m en una superficie plana sin fricción (ver figura 10). Ahora los extremos exteriores de los resortes se unen a dos agujas P_1 y P_2 que están a 0.100 m de las posiciones originales de los extremos de los resortes. Sea $k_1 = 2.00$ N/m, $k_2 = 6.00$ N/m y $m = 0.100$ kg. a) Calcule la longitud de cada resorte cuando el bloque está en su nueva posición de equilibrio, después de que los resortes se fijan a las agujas. b) Calcule el periodo de vibración del bloque, si se desplaza un poco de su nueva posición de equilibrio y se suelta.

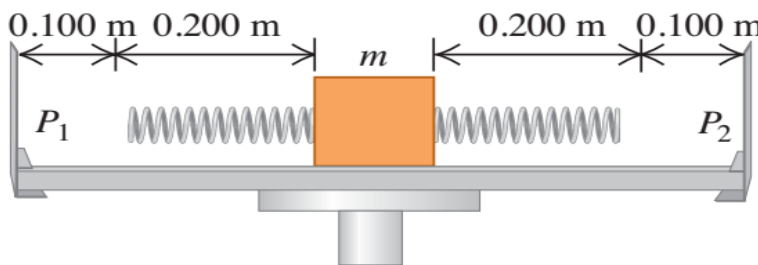


Figura 10

Oscilaciones Amortiguadas

Problema N°31: Una masa de 2.20 kg oscila sobre un resorte cuya constante de fuerza y periodo son de 250.0 N/m y 0.615 s, respectivamente. a) ¿Se trata de un sistema amortiguado o no? ¿Cómo lo sabe? Si es amortiguado, calcule la constante de amortiguamiento b. b) ¿El sistema es no amortiguado, subamortiguado, críticamente amortiguado o sobreamortiguado? ¿Cómo lo sabe?

Problema N°32: Un ratón de 0.300 kg, nada contento, se mueve en el extremo de un resorte con constante de fuerza $k=2.50$ N/m, sometido a la acción de una fuerza amortiguadora a) Si la constante $b=0.900$ kg/s, ¿qué frecuencia de oscilación tiene el ratón? b) ¿Con qué valor de b el amortiguamiento será crítico?

Problema N°33: Un huevo duro (cocido) de 50.0 g se mueve en el extremo de un resorte cuya constante de fuerza es $k= 25.0$ N/m. Su desplazamiento inicial es de 0.300 m. Una fuerza amortiguadora $F_x=b \cdot v_x$ actúa sobre el huevo, y la amplitud del movimiento disminuye a 0.100 m en 5.00 s. Calcule la constante de amortiguamiento b .

Problema N°34: Analizar la animación de Geogebra “amortiguado.ggb” y responder las preguntas:

- Haga que el deslizador de tiempo se anime. Pruebe modificar parámetros (A_0 , M , K , Reynolds) y observe lo que sucede.
- ¿Qué es el τ ? ¿Cuánto vale en la configuración dada?
- Determine que parámetros modifican el τ ? (A_0 , M , K , Reynolds)
- Configure el amortiguado para que la partícula deje de oscilar a los 10 segundos
- Configure para que ocurra un amortiguamiento crítico y luego cambie para que sea sobreamortiguamiento
- Configure Reynolds para que el movimiento sea armónico

Problema N°35: Un cuerpo realiza oscilaciones amortiguadas como se muestra en la figura 11

Obtenga del gráfico lo más aproximado posible:

- La amplitud inicial
- La posición en $t=1.8$ seg



- c) El tiempo de amortiguamiento τ
 d) La frecuencia angular de amortiguamiento

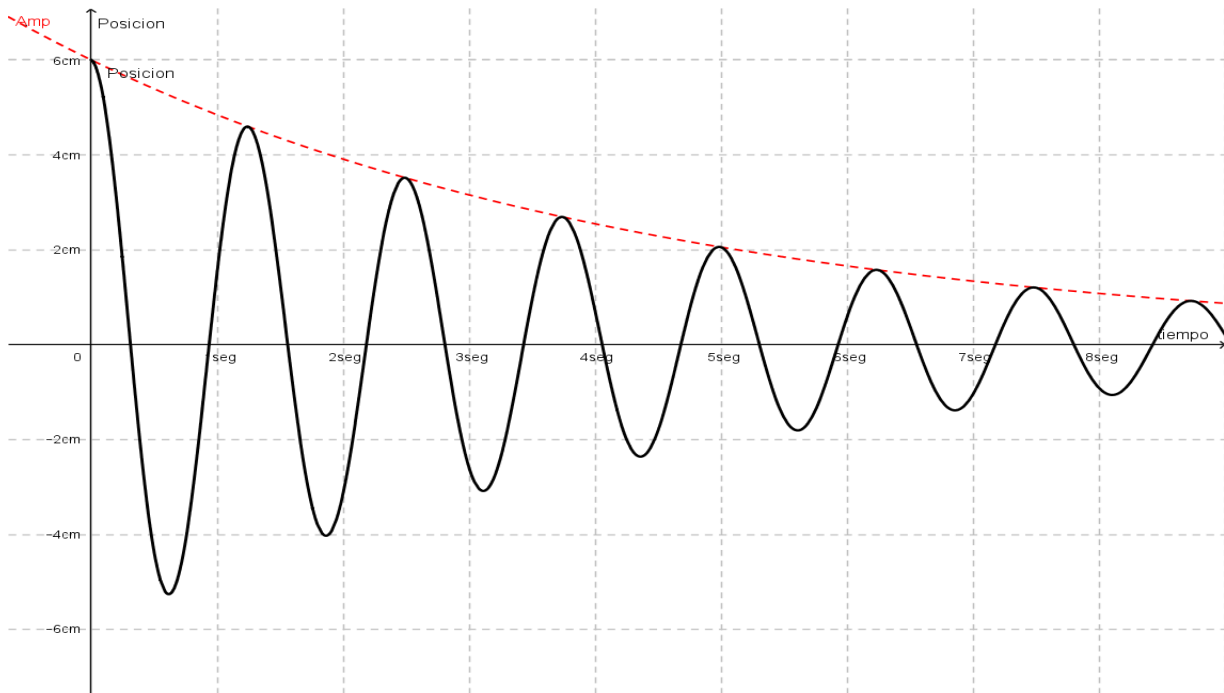


Figura 11

Fuerzas impulsoras – Resonancia

Problema N°36: Un bloque que pesa 40.0 N está suspendido de un resorte que tiene una constante de fuerza de 200 N/m. El sistema no está amortiguado y está sujeto a una fuerza impulsora armónica de 10.0 Hz de frecuencia, lo que resulta en una amplitud de movimiento forzado de 2.00 cm. Determine el valor máximo de la fuerza impulsora.

Problema N°37: Un péndulo con una longitud de 1 m se libera desde un ángulo inicial de 15.0°. Después de 1000 s, su amplitud se reduce por fricción a 5.50°. ¿Cuál es el valor de $b/2m$?

Problema N°38: Una masa de 2 kg sujeta a un resorte de constante 20 N/m, se impulsa por una fuerza externa de la forma:

$$F = 3N \cdot \cos(2\pi \cdot t),$$

donde F está en N y t en s. Calcular: a) el periodo del movimiento, b) la amplitud. Suponga que no hay amortiguamiento, es decir que $b = 0$.

Problema N°39: Un peso de 40 N se suspende de un resorte de constante 200 N/m. El sistema no está amortiguado y se impulsa por una fuerza armónica de frecuencia 10 Hz, dando por resultado un movimiento armónico de amplitud 2 cm. Calcular el valor máximo de la fuerza aplicada.

Problema N°40: Analice la animación “resonancia.ggb”

Varíe la frecuencia del forzado ωf y analice la amplitud del movimiento del cuerpo rojo.

- Encuentre la resonancia ¿cuál es la frecuencia de resonancia?
- Realice una descripción de la relación entre el gráfico de Amplitud en función de la frecuencia comparado con lo se observa en el grafico debajo de Amplitud en el tiempo.



Problemas Adicionales

Problema Adicional N°1: Un gato con masa de 4.00 kg que gusta de las emociones fuertes está unido mediante un arnés a un resorte ideal de masa despreciable y oscila verticalmente en MAS. La amplitud es de 0.050 m y, en el punto más alto del movimiento, el resorte tiene su longitud natural no estirada. Calcule la energía potencial elástica del resorte (suponga que es cero cuando el resorte no está estirado); la energía cinética del gato; la energía potencial gravitacional del sistema relativa al punto más bajo del movimiento; y la suma de estas tres energías cuando el gato está a) en su punto más alto, b) en su punto más bajo, y c) en su posición de equilibrio.

Problema Adicional N°2: Una esfera de 1.50 kg y otra de 2.00 kg se pegan entre sí colocando la más ligera debajo de la más pesada. La esfera superior se conecta a un resorte ideal vertical, cuya constante de fuerza es de 165 N/m, y el sistema vibra verticalmente con una amplitud de 15.0 cm. El pegamento que une las esferas es débil y antiguo, y de repente falla cuando las esferas están en la posición más baja de su movimiento. a) ¿Por qué es más probable que el pegamento falle en el *punto más bajo*, que en algún otro punto del movimiento? b) Calcule la amplitud y la frecuencia de las vibraciones después de que la esfera inferior se despegue.

Problema Adicional N°3: En una mesa horizontal sin fricción, una caja de 5.20 kg abierta de arriba se sujeta a un resorte ideal, cuya constante de fuerza es de 375 N/m. Dentro de la caja hay una piedra de 3.44 kg. El sistema oscila con una amplitud de 7.50 cm. Cuando la caja ha alcanzado su rapidez máxima, la piedra se sale repentinamente de la caja hacia arriba sin tocar ésta. Calcule a) el periodo y b) la amplitud del movimiento resultante de la caja. c) Sin realizar cálculos, ¿el nuevo periodo es mayor o menor que el periodo original? ¿Cómo lo sabe?

Problema Adicional N°4: Un bloque con masa $M=500\text{g}$, conectado a un resorte horizontal con constante de fuerza $k=1000\text{N/m}$, se mueve en movimiento armónico simple con amplitud $A=0,10\text{m}$. En el instante en que el bloque pasa por su posición de equilibrio, un trozo de masilla con masa $m=250\text{g}$ se deja caer verticalmente sobre el bloque desde una altura pequeña y se adhiere a él. Ver figura 12.

- Calcule la amplitud y el periodo ahora.
- Repita el inciso a) suponiendo que la masilla se deja caer sobre el bloque en un extremo de su trayectoria
- ¿Por qué se pierde energía en el inciso a) pero no en el b)?

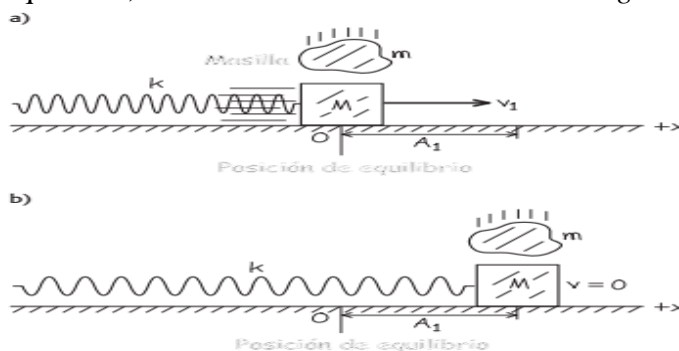


Figura 12

Problema Adicional N°5: Una masa de 10.0 kg viaja hacia la derecha con rapidez de 2.00 m/s sobre una superficie horizontal lisa y choca contra una segunda masa de 10.0 kg que inicialmente está en reposo pero unida a un resorte ligero con constante de fuerza de 80.0 N/m. a) Calcule la frecuencia, la amplitud y el periodo de las oscilaciones subsecuentes. b) ¿Cuánto tiempo tarda el sistema en regresar por primera vez a la posición inmediatamente después del choque?



Problema Adicional N°6: Una fuerza elástica de restitución con constante de fuerza de 10.0 N/m actúa sobre un objeto con masa de 0.200 kg. *a)* Grafique la energía potencial elástica E_p en función del desplazamiento x dentro de un intervalo de x desde -0.300 m hasta +0.300 m. En su gráfica use la escala 1 cm = 0.05 J verticalmente y 1 cm = 0.05 m horizontalmente. El objeto se pone a oscilar con una energía potencial inicial de 0.140 J y una energía cinética inicial de 0.060 J. Conteste las preguntas que siguen consultando la gráfica. *b)* ¿Qué amplitud tiene la oscilación? *c)* ¿Cuánto vale la energía potencial cuando el desplazamiento es de la mitad de la amplitud? *d)* ¿Con qué desplazamiento son iguales las energías cinética y potencial? *e)* ¿Cuánto vale el ángulo de fase ϕ si la velocidad inicial es positiva y el desplazamiento inicial es negativo?

Problema Adicional N°7: Una cubeta de 2.00 kg que contiene 10.0 kg de agua cuelga de un resorte ideal vertical, cuya constante de fuerza es de 125 N/m, y oscila verticalmente con una amplitud de 3.00 cm. De repente, la cubeta dimana una fuga en la base, goteando agua a una tasa constante de 2.00 g/s. Cuando la cubeta se vacía y queda a la mitad de su capacidad, calcule *a)* el periodo de oscilación y *b)* la tasa con la que el periodo cambia con respecto al tiempo. ¿El periodo se vuelve más largo o más corto? *c)* ¿Cuál es el sistema de oscilación más corto que este sistema puede tener?

Problema Adicional N°8: Un resorte con masa despreciable y constante de fuerza $k = 400$ N/m cuelga verticalmente, y una bandeja de 0.200 kg se suspende de su extremo inferior. Un carnicero deja caer un filete de 2.2 kg sobre la bandeja desde una altura de 0.40 m. El choque es totalmente inelástico y el sistema queda en MAS vertical. Calcule *a)* la rapidez de la bandeja y el filete justo después del choque; *b)* la amplitud del movimiento subsecuente; *c)* el periodo de ese movimiento.

Problema Adicional N°9: Una fuerza de 40.0 N estira un resorte vertical 0.250 m. *a)* ¿Qué masa debe colgarse del resorte para que el sistema oscile con un periodo de 1.00 s? *b)* Si la amplitud del movimiento es de 0.050 m y el periodo es el especificado en *a)*, ¿dónde está el objeto y en qué dirección se mueve 0.35 s después de haber pasado hacia abajo la posición de equilibrio? *c)* ¿Qué fuerza (magnitud y dirección) ejerce el resorte sobre el objeto cuando éste está 0.030 m bajo la posición de equilibrio al subir?.