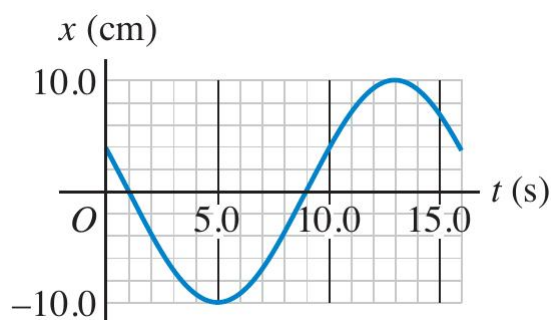


## Práctica N° 4: movimiento oscilatorio

## Parte I: cinemática

- ① La coordenada de un objeto viene dada por  $x(t) = 0.057\text{m} \cos(3.9\text{seg}^{-1} t)$ .
- ¿Cuánto vale la amplitud  $A$ , la frecuencia angular  $\omega$ , la frecuencia  $f$ , el período  $T$  y la fase  $\varphi$ ? Grafique la posición en función del tiempo.
  - Escriba las expresiones para la velocidad y la aceleración del cuerpo en función del tiempo y gráfíquelas.
  - Determine la posición, velocidad y aceleración en  $t = 0.25\text{seg}$ .
  - ¿Cómo puede describirse este movimiento usando la función *seno*? Indique cuánto vale la fase en este caso.
- ② En un movimiento armónico simple, ¿en qué posiciones de la trayectoria es máxima la velocidad? ¿y en qué posiciones es máxima la aceleración?
- ③ En la figura se muestra el desplazamiento de un objeto oscilante en función del tiempo. Calcule: (a) la frecuencia; (b) la amplitud; (c) el período; (d) la frecuencia angular de este movimiento.

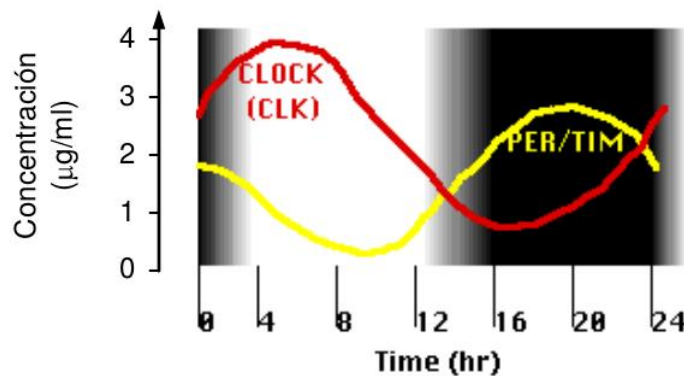


- ④ Una partícula sigue un movimiento armónico simple que alcanza su desplazamiento máximo de 0.2m en  $t = 0\text{seg}$ . La frecuencia de oscilación es de 8Hz.
- De una expresión posible para la posición en función del tiempo.
  - Halle los instantes en que las elongaciones son por primera vez 0.1m; 0m; -0.1m; -0.2m. Halle la velocidad y la aceleración en dichos instantes.
- ⑤ Un objeto oscila con frecuencia de 10Hz y tiene una velocidad máxima de 3m/s. ¿Cuál es la amplitud del movimiento? Sabiendo que en  $t = 0$  el objeto se encuentra en la máxima amplitud, escriba en función del tiempo su posición y velocidad.

- ⑥ En biología encontramos fenómenos oscilatorios en muchas situaciones diferentes (ritmos circadianos, actividad cardíaca, crecimiento estacional, actividad neuronal rítmica, etc). En gran parte de los casos, la variable que sigue un comportamiento oscilatorio no es la posición de un objeto sino de algún otro tipo (concentración de proteínas, flujo, tamaño, voltaje, etc). Asimismo, difícilmente las variables sigan funciones sinusoidales puras.

El siguiente gráfico muestra la fluctuación en las concentraciones de las proteínas PER/TIMCLOCK en el transcurso de un día en células de la mosca *Drosophila melanogaster*. Estas proteínas controlan el ritmo circadiano de la mosca. Hay una tercera oscilación en la figura: la luminosidad (en tonos de gris). i) ¿Cuál es el período de cada oscilación? ii) ¿Cuál es la amplitud de las oscilaciones de concentración? iii) ¿Cuál es la diferencia de fase entre las dos curvas?

Expresar las diferencias en horas, en radianes y en grados, considerando que el período corresponde a  $2\pi$ .



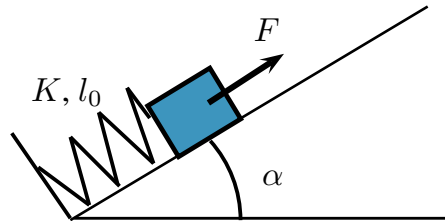
## Parte II: dinámica

- ⑦ Un cuerpo está apoyado sobre una mesa, unido a un resorte de constante  $k = 500\text{N/m}$  y largo natural  $10\text{cm}$  (el otro extremo del resorte está fijo a la pared). Si el cuerpo se desplaza una distancia  $2\text{cm}$  de su posición de equilibrio, comprimiendo al resorte, y se lo suelta, oscila con un período de  $0.63\text{seg}$ .
- Haga el diagrama de cuerpo libre para la situación inicial y escriba la ecuación del movimiento a partir de la segunda ley de Newton.
  - Determine el valor de la masa en función de los datos.
  - Escriba las ecuaciones de la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. Identifique la amplitud y velocidad máxima del movimiento y la posición de equilibrio del sistema.
  - Discuta cómo cambiarían los resultados anteriores si: (i) se duplica la masa; (ii) se duplica la constante elástica; (iii) se duplica la compresión inicial.
- ⑧ Un objeto oscila armónicamente con amplitud  $A$  en el extremo de un resorte. Si la amplitud se duplica, ¿qué sucede con la distancia total que el objeto recorre en

un período? ¿Qué sucede con el período? ¿Qué sucede con la velocidad máxima del objeto? Analice la relación entre estas respuestas.

- 9) Usando los órganos sensoriales de sus patas, las arañas detectan las vibraciones de sus telas cuando una presa queda atrapada.
- Si al quedar atrapado un insecto de 1gr la tela vibra a 15Hz, determine cuál es la constante elástica de la tela.
  - ¿Cuál sería la frecuencia cuando queda capturado un insecto de 4gr?
- 10) Cuando una persona de 80kg sube a su coche, los amortiguadores se comprimen 2cm. La masa total que soportan los amortiguadores es 900kg (incluidos auto y pasajero). Calcule la constante elástica de los amortiguadores y halle la frecuencia de oscilación.
- 11) Para estirar 5cm un resorte horizontal es necesario aplicarle una fuerza de 40N. Uno de los extremos de este resorte está fijo a una pared mientras que en el otro hay un cuerpo de 2kg. La masa del resorte es despreciable. Si se estira el resorte 10cm a partir de su posición de equilibrio y se lo suelta:
- ¿Cuál es la amplitud y la frecuencia del movimiento? ¿Cuánto tiempo tarda en hacer una oscilación completa?
  - Obtenga la expresión de posición en función del tiempo y gráfiquela señalando la posición de equilibrio.
  - Calcule la posición, la velocidad y la aceleración al cabo de 0.2seg. Describa cualitativamente las distintas etapas del movimiento oscilatorio que describe el cuerpo.
  - Indique en cuáles posiciones la fuerza que ejerce el resorte es máxima y en cuáles es mínima.
- 12) Una partícula de masa 800g está suspendida de un resorte de longitud natural 15cm y constante elástica  $K = 320\text{N/m}$ , que se encuentra colgado del techo.
- Halle la posición de equilibrio.
  - Si se desplaza al cuerpo 1.5cm hacia abajo a partir de la posición de equilibrio y se lo suelta, halle su posición en función del tiempo.
  - Calcule la velocidad máxima que adquiere el cuerpo y diga en qué posición ocurre.
- 13) En la base de un plano inclinado (con ángulo  $\alpha$  respecto a la horizontal) se encuentra fijo un resorte ideal ( $K, l_0$ ). Al extremo libre del resorte se sujeta un cuerpo de masa  $M$  sobre el cual se ejerce, además, una fuerza  $F$  paralela al plano.
- Realice el diagrama de cuerpo libre correspondiente y escriba las ecuaciones de movimiento.

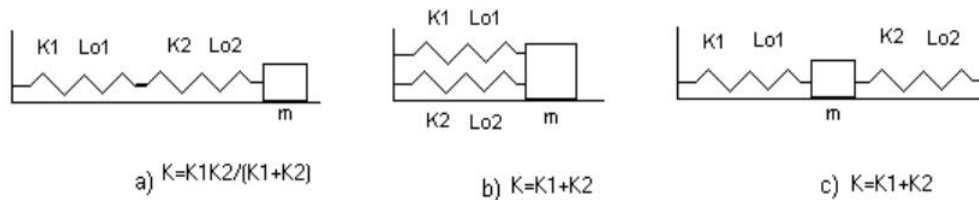
- (b) Halle la posición de equilibrio para el cuerpo y la frecuencia de oscilación. Muestre que si  $\alpha = 0^\circ$  y  $F = 0\text{N}$ , la posición de equilibrio coincide con la longitud natural del resorte ( $l_0$ ).
- (c) En el caso en que  $\alpha = 90^\circ$ , calcule cuánto debería valer  $F$  para que la posición de equilibrio coincida con  $l_0$ . Discutá qué magnitudes del movimiento oscilatorio se verán afectadas si se cambia el valor de la fuerza  $F$  y cuáles si se cambia el valor de la constante elástica  $K$ .



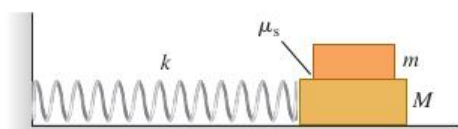
- 14) Una manzana pesa  $1\text{N}$ . Si se la cuelga del extremo de un resorte largo con constante elástica  $K = 1.5\text{N/m}$  y masa despreciable, rebota oscilando verticalmente. Si detenemos el rebote y dejamos que la manzana oscile de lado a lado con un ángulo pequeño, la frecuencia de este péndulo simple es la mitad de la del rebote (puesto que el ángulo es pequeño, las oscilaciones de lado a lado no alteran apreciablemente la longitud del resorte.) ¿Qué longitud tiene el resorte no estirado (sin la manzana)?
- 15) La aceleración de la gravedad varía ligeramente sobre la superficie de la Tierra. Si un péndulo tiene un período de  $T = 3\text{s}$  en un lugar en donde  $g = 9.803\text{m/s}^2$  y un período de  $T = 3.0024\text{s}$  en otro lugar. ¿Cuál es el valor de  $g$  en este último lugar?
- 16) Después de posarse en un planeta desconocido, una exploradora espacial construye un péndulo simple con longitud de  $50\text{cm}$  y determina que efectúa 100 oscilaciones completas en 136 segundos. ¿Cuánto vale  $g$  en ese planeta?

### Optativos

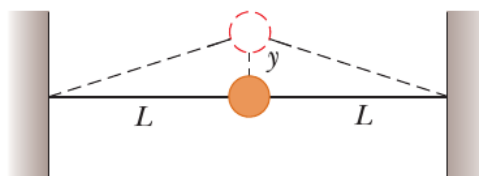
- 17) Escriba la ecuación diferencial para pequeñas oscilaciones de un péndulo. Demuestre que su período de oscilación es independiente de la masa del péndulo y vale  $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ , donde  $L$  es el largo del péndulo y  $g$  la aceleración de la gravedad.
- 18) Un cuerpo de masa  $m$  está unido a resortes de constante  $k_1$  y  $k_2$  como se indica en cada uno de los siguientes casos. Demuestre que las mismas situaciones se pueden representar por un único resorte de constante elástica  $K$  como se muestra para cada caso en la siguiente figura.



- 19) Un bloque de masa  $M$  descansa en una superficie sin fricción y está conectado a un resorte horizontal con constante de fuerza  $k$ . El otro extremo del resorte está fijo a una pared. Un segundo bloque de masa  $m$  está sobre el primero. El coeficiente de rozamiento estático entre los bloques es  $\mu_e$ . Determine la amplitud de oscilación máxima para que el bloque superior no resbale.



Ejercicio 19



Ejercicio 20

- 20) Una bolita de masa  $m$  se conecta a dos bandas elásticas de longitud  $L$ , cada una bajo tensión  $T$ , como se muestra en la figura. La bolita se desplaza una pequeña distancia  $y$  perpendicular a la longitud de las bandas elásticas. Asumiendo que para pequeños apartamientos vale  $\sin(\theta) \approx \tan(\theta) = y/L$  y que la tensión ejercida por las bandas es constante, demuestre que:

- (a) el módulo de la fuerza restauradora es  $\frac{2T}{L} y$
- (b) el sistema muestra movimiento armónico simple con una frecuencia angular  $\omega = \sqrt{\frac{2T}{mL}}$  (sugerencia: escriba la ecuación de movimiento para  $y$ ).

Aclaración: el ángulo  $\theta$  es el que se forma entre la horizontal y las bandas elásticas.