

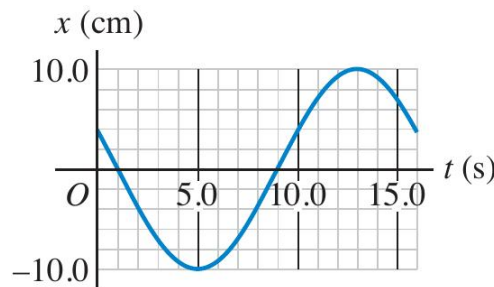
Guía 4: movimiento oscilatorio

Parte I: cinemática

- ① La posición de un objeto viene dada por $x(t) = 0.057 \text{ m} \cdot \cos(3.9 \text{ s}^{-1} t)$.
 - (a) ¿Cuánto valen la amplitud A , la frecuencia angular ω , la frecuencia f , el período T y la fase φ ? Grafique la posición en función del tiempo.
 - (b) Escriba las expresiones para la velocidad y la aceleración del cuerpo en función del tiempo y gráfíquelas.
 - (c) Determine la posición, velocidad y aceleración en $t = 0.25 \text{ s}$.
 - (d) ¿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.



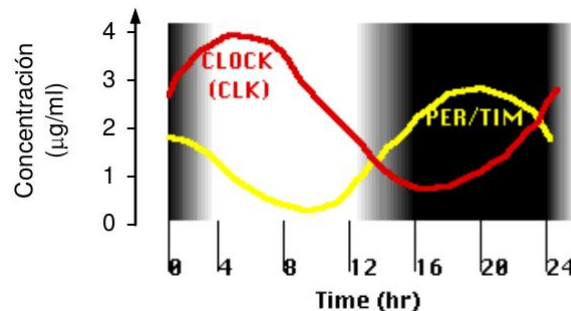
- ④ Una partícula sigue un movimiento armónico simple que alcanza su desplazamiento máximo de 0.2 m en $t = 0 \text{ s}$. La frecuencia de oscilación es de 8 Hz .
 - (a) De una expresión posible para la posición en función del tiempo.
 - (b) Halle los instantes en que las elongaciones son por primera vez 0.1 m ; 0 m ; -0.1 m ; -0.2 m . Halle la velocidad y la aceleración en dichos instantes.

- ⑤ Un objeto oscila con frecuencia de 10 Hz y tiene una velocidad máxima de 3 m/s . ¿Cuál es la amplitud del movimiento? Sabiendo que en $t = 0 \text{ s}$ 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. En el siguiente gráfico se puede observar la fluctuación en las concentraciones de las proteínas PER/TIM y CLOCK 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 2π .



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 cm (el otro extremo del resorte está fijo a la pared). Si el cuerpo se desplaza una distancia 2 cm de su posición de equilibrio, comprimiendo al resorte, y se lo suelta, oscila con un período de 0.63 s .
- Haga el diagrama de cuerpo libre y halle 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.
- 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 periodo? ¿Qué sucede con el período? ¿Qué sucede con la rapidez 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 1 gramo la tela vibra a 15 Hz , determine cuál es la constante elástica de la tela.
 - ¿Cuál sería la frecuencia cuando queda capturado un insecto de 4 gramos ?
- 10) Cuando una persona de 80 kg sube a su coche, los amortiguadores se comprimen 2 cm . La masa total que soportan los amortiguadores es 900 kg (incluidos auto y pasajero). Calcule la constante elástica de los amortiguadores y halle la frecuencia de oscilación.
- 11) Para estirar 5 cm un resorte horizontal es necesario aplicarle una fuerza de 40 N . Uno de los extremos de este resorte está fijo a una pared mientras que en el otro hay un cuerpo de 2 kg . La masa del resorte es despreciable. Si se estira el resorte 10 cm a partir de su posición de equilibrio y se lo suelta:

- (a) ¿Cuál es la amplitud y la frecuencia del movimiento? ¿Cuánto tiempo tarda en hacer una oscilación completa?
- (b) Obtenga la expresión de posición en función del tiempo y gráfiquela señalando la posición de equilibrio.
- (c) 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.
- (d) Indique en cuáles posiciones la fuerza que ejerce el resorte es máxima y en cuáles es mínima.

12 Una partícula de masa 800 g está suspendida de un resorte de longitud natural 15 cm y constante elástica $k = 320 \text{ N/m}$, que se encuentra colgado del techo.

- (a) Halle la posición de equilibrio.
- (b) Si se desplaza al cuerpo 1.5 cm hacia abajo a partir de la posición de equilibrio y se lo suelta, halle su posición en función del tiempo.
- (c) Calcule la velocidad máxima que adquiere el cuerpo y diga en qué posición ocurre.

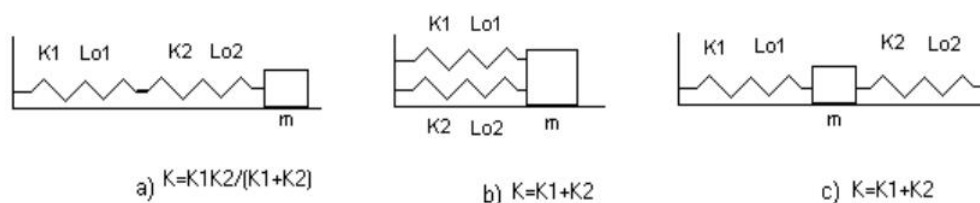
13 Escriba la ecuación diferencial para pequeñas oscilaciones de un péndulo. Demuestre que su período de oscilación es independiente de la masa del péndulo y vale $T = 2\pi\sqrt{L/g}$, donde L es el largo del péndulo y g la aceleración de la gravedad.

14 Una manzana pesa 1 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?

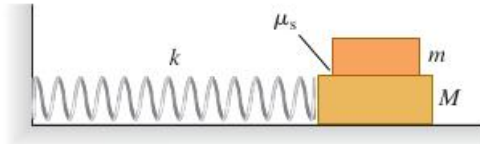
Después de posarse en un planeta desconocido, una exploradora espacial construye un péndulo simple con longitud de 50cm y determina que efectúa 100 oscilaciones completas en 136 segundos. ¿Cuánto vale g en ese planeta?

16 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.



Optativos

- 17) 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 fricción estática entre los bloques es μ_e . Determine la amplitud de oscilación máxima para que el bloque superior no resbale.



- 18) En la Microscopía de fuerza atómica, una punta de prueba se utiliza para explorar superficies con resolución nanométrica. En una de las aplicaciones de esta técnica, a la superficie se unen previamente copias de alguna biomolécula de la cual se quiera investigar el detalle de sus propiedades físicas como ser resistencia a la tensión, elasticidad y estructura. Se busca en cada experimento pegar con la punta de prueba un extremo de una biomolécula única (el otro permanece adherido a la superficie). Al retraer la punta hacia arriba, la biomolécula comienza a estirarse y ejerce una fuerza hacia abajo sobre la punta (Fig 1a). La punta de prueba se comporta como un resorte del cual el experimentador conoce la constante elástica (K_1) y puede medir en cada instante su elongación (L_1) y la de la biomolécula (L_2) (Fig 1b).

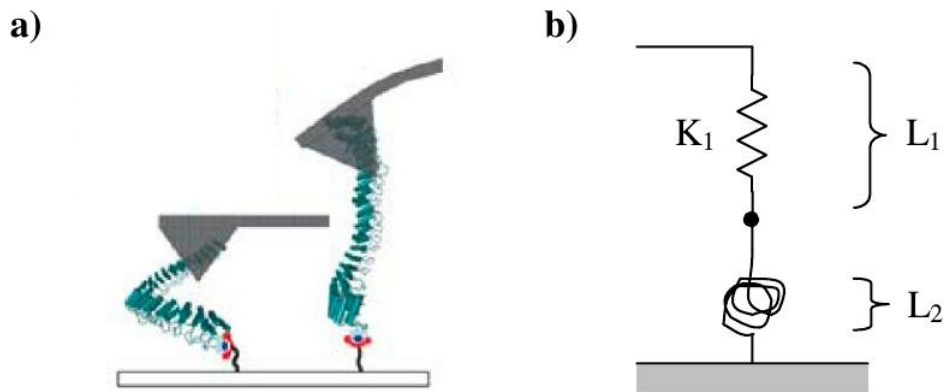


Figura 1. **a)** La caricatura muestra cuando la punta de prueba toca una molécula de proteína (izq) y la estira (der). La punta se deforma elásticamente por la fuerza realizada por la molécula al estirarse. **b)** En el modelo, el resorte representa a la punta de prueba y el ovillo a la biomolécula de interés. L_1 y L_2 son nulos cuando la punta de prueba o la proteína, respectivamente, tienen su longitud natural.

(a) ¿Cómo se calcula con este sistema la fuerza que ejerce la biomolécula en función de su estiramiento?

(b) En un trabajo publicado en la revista Nature en marzo de 2006, el grupo de Piotr Marszalek de la Universidad de Duke estudia las propiedades elásticas de una proteína con dominios estructurales de ankirina. Los investigadores descubrieron que la proteína misma se comporta en ciertas condiciones como un resorte de dimensiones nanométricas.

La figura 2 muestra mediciones de microscopía de fuerza atómica obtenidas para tres proteínas distintas. Se grafica la fuerza que ejerce la proteína en función de su estiramiento.

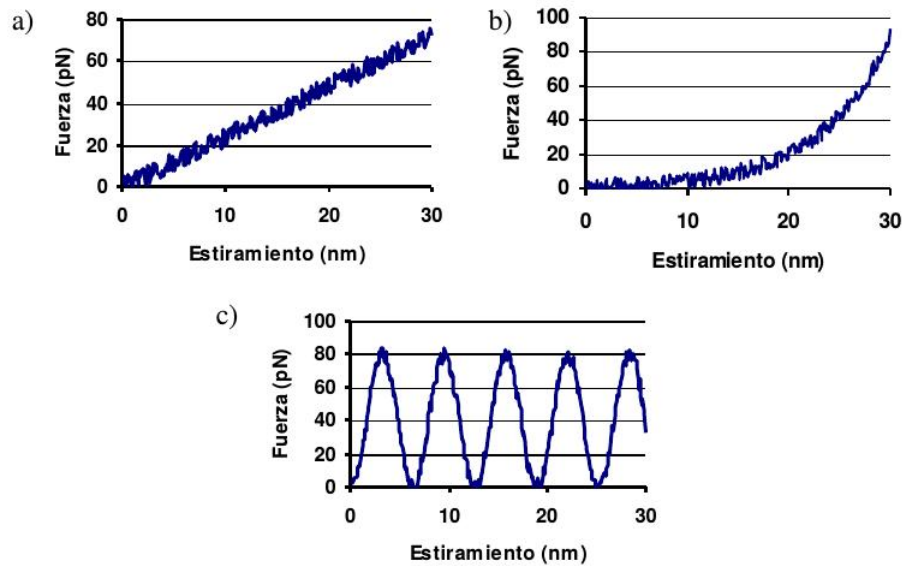


Figura 2.

(c) ¿Cuál de estos gráficos se correspondería con la proteína estudiada por Marszalek? Justifique. Averigüe aproximadamente su constante elástica.

(d) Si se construye una serie de proteínas con distinto número de repeticiones de ankirina y se mide su constante elástica se obtiene un gráfico como el de la figura 3.

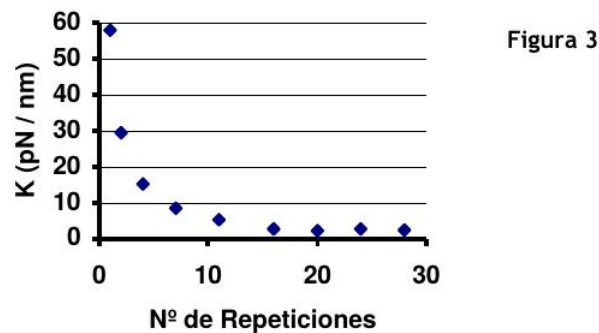


Figura 3

(e) ¿Cómo interpreta este resultado?

(f) ¿Más o menos cuántas repeticiones de ankirina tiene la proteína estudiada por Piotr?