

ACTIVIDAD DE PLANIFICACIÓN DOCENTE

1. TÍTULO DE LA ACTIVIDAD DOCENTE

Movimiento Armónico Simple

2. CONTEXTO DE LA ACTIVIDAD DOCENTE

La actividad docente que se plantea va dirigida a alumnos de 2º de bachillerato pertenece al bloque de vibraciones y ondas.

El movimiento armónico simple ya es introducido en 1º de bachiller y previamente en 4º de la ESO se inicia el concepto de onda, los tipos de ondas y los parámetros de una onda que serán necesarios para la realización de esta actividad.

Por lo tanto, previamente a la realización de la actividad se tendrá que hacer un repaso para recordar conocimientos previos y posteriormente con la actividad se ampliarán conocimientos tratando de deducir la ecuación de una onda armónica simple

3. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

- Encontrar el movimiento armónico simple
- Tomar medidas experimentales y llevar a cabo una correcta interpretación de las mismas.
- Entender la ecuación de un movimiento armónico simple.
- Calcular la velocidad y la aceleración de la onda resultante.
- Analizar y determinar los distintos fenómenos físicos que se ven reflejados en el movimiento armónico simple en el sistema oscilatorio de una vela

4. HERRAMIENTAS DOCENTES UTILIZADAS

Para el repaso de conocimientos previos y para explicar los nuevos, será necesario un proyector para exponer un power point y una pizarra para escribir las cosas mas importantes.

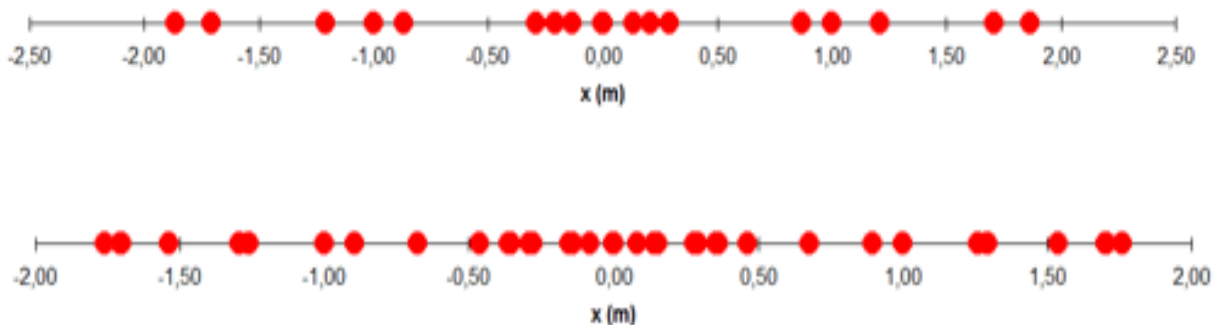
5. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DOCENTE

- Actividad de introducción: hacer preguntas para conocer lo que saben sobre las ondas y movimientos armónicos simples sino son capaces de responder a las preguntas, se realizará una pequeña explicación para que lo recuerden
- Introducción de los conceptos nuevos:

MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

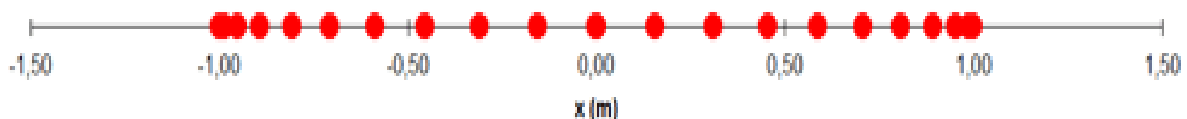
Se dice que una partícula oscila cuando tiene un movimiento de vaivén respecto de su posición de equilibrio, de forma tal que el movimiento se repite en cada oscilación.

Los movimientos oscilatorios pueden ser más o menos complejos (ver figuras)



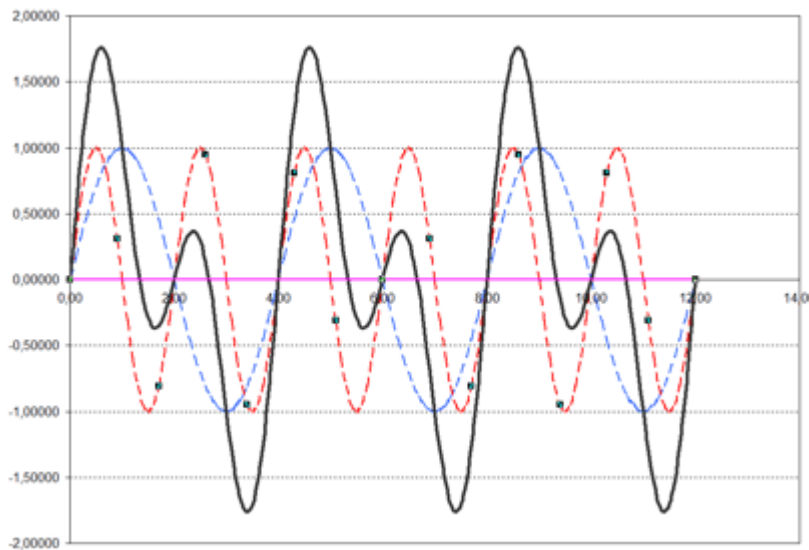
Movimientos oscilatorios. La partícula oscila a izquierda y derecha de $x=0$ (posición de equilibrio) repitiéndose el movimiento en cada oscilación.

De todos los movimientos oscilatorios el más sencillo, y el más importante, es el **movimiento armónico simple (MAS)**.



Movimiento armónico simple de $T = 4$ s y $A = 1,00$ m

Muchos fenómenos naturales pueden considerarse armónicos simples y, además, cualquier movimiento oscilatorio más complejo se puede resolver como una suma de varios MAS (aplicando un método matemático llamado *método de Fourier*).

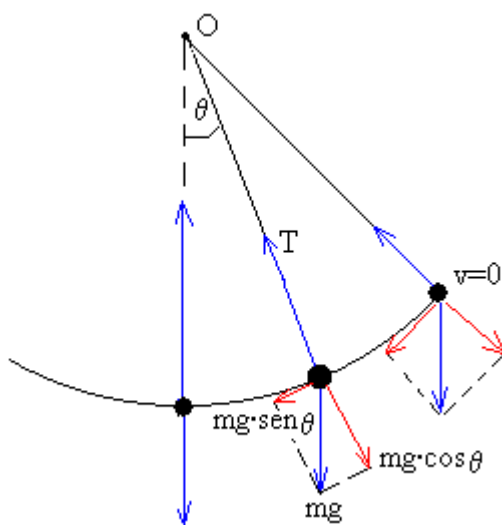


A la izquierda se puede ver la gráfica x/t para un movimiento oscilatorio (en línea continua) obtenido como suma de dos MAS (que aparecen con línea discontinua).

PÉNDULO SIMPLE

Un péndulo simple se define como una partícula de masa m suspendida del punto O por un hilo inextensible de longitud l y de masa despreciable.

Si la partícula se desplaza a una posición θ_0 (ángulo que hace el hilo con la vertical) y luego se suelta, el péndulo comienza a oscilar.



El péndulo describe una trayectoria circular, un arco de una circunferencia de radio l . Estudiaremos su movimiento en la dirección tangencial y en la dirección normal.

Las fuerzas que actúan sobre la partícula de masa m son dos

- el peso mg
- La tensión T del hilo

Descomponemos el peso en la acción simultánea de dos componentes, $mg \cdot \sin \theta$ en la dirección tangencial y $mg \cdot \cos \theta$ en la dirección radial.

- Ecuación del movimiento en la dirección radial

La aceleración de la partícula es $a_n=v^2/l$ dirigida radialmente hacia el centro de su trayectoria circular.

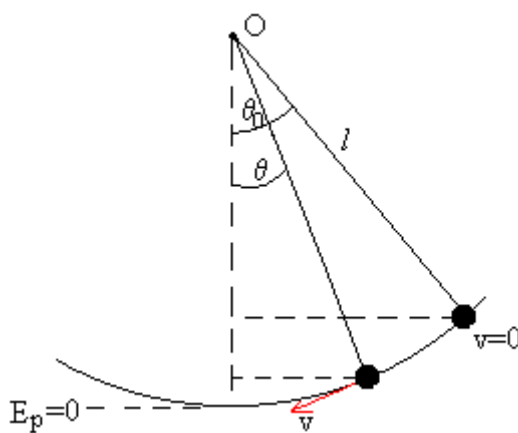
La segunda ley de Newton se escribe $ma_n=T-mg\cdot\cos\theta$

Conocido el valor de la velocidad v en la posición angular θ podemos determinar la tensión T del hilo.

La tensión T del hilo es máxima, cuando el péndulo pasa por la posición de equilibrio, $T=mg+mv^2/l$ es mínima, en los extremos de su trayectoria cuando la velocidad es cero, $T=mg\cos\theta_0$

- Principio de conservación de la energía

En la posición $\vartheta=\vartheta_0$ el péndulo solamente tiene energía potencial, que se transforma en energía cinética cuando el péndulo pasa por la posición de equilibrio.



Comparemos dos posiciones del péndulo:

En la posición extrema $\theta=\theta_0$, la energía es solamente potencial.

$$E=mg(l-l\cdot\cos\theta_0)$$

En la posición θ , la energía del péndulo es parte cinética y la otra parte potencial

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + mg(l-l\cos\theta)$$

La energía se conserva

$$v^2=2gl(\cos\theta-\cos\theta_0)$$

La tensión de la cuerda es

$$T=mg(3\cos\theta-2\cos\theta_0)$$

La tensión de la cuerda no es constante, sino que varía con la posición angular ϑ . Su valor máximo se alcanza cuando $\vartheta=0$, el péndulo pasa por la posición de equilibrio (la velocidad es máxima). Su valor mínimo, cuando $\vartheta=\vartheta_0$ (la velocidad es nula).

- Ecuación del movimiento en la dirección tangencial

La aceleración de la partícula es $a_t = dv/dt$.

La segunda ley de Newton se escribe

$$ma_t = -mg \cdot \sin \theta$$

La [relación](#) entre la aceleración tangencial a_t y la aceleración angular α es $a_t = \alpha \cdot l$. La ecuación del movimiento se escribe en forma de ecuación diferencial

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0 \quad (1)$$

✓ Medida de la aceleración de la gravedad

Cuando el ángulo θ es pequeño entonces, $\sin \theta \approx \theta$, el péndulo describe [oscilaciones armónicas](#) cuya ecuación es

$$\theta = \theta_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi) \text{ de frecuencia angular } \omega^2 = g/l, \text{ o de periodo } P = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

La [ley de la gravitación de Newton](#) describe la fuerza de atracción entre dos cuerpos de masas M y m respectivamente cuyos centros están separados una distancia r .

La intensidad del campo gravitatorio g , o la aceleración de la gravedad en un punto P situado a una distancia r del centro de un cuerpo celeste de masa M es la fuerza sobre la unidad de masa $g = F/m$ colocada en dicho punto.

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

su dirección es radial y dirigida hacia el centro del cuerpo celeste.

En la página dedicada al estudio del [Sistema Solar](#), proporcionamos los datos relativos a la masa (o densidad) y radio de los distintos cuerpos celestes.

MUELLE ELÁSTICO

Un muelle ejerce una fuerza F sobre una partícula de masa m que es proporcional al desplazamiento x y de sentido contrario a éste.

El desplazamiento x se mide desde la posición O de equilibrio en la que el muelle se encuentra sin deformar. Cuando el muelle está comprimido ($x < 0$) ejerce una fuerza sobre la partícula dirigida hacia la derecha. Cuando el muelle está estirado ($x > 0$) el muelle ejerce una fuerza hacia la izquierda.

Si estiramos o comprimimos el muelle de constante k solidario con una partícula de masa m y lo soltamos veremos que el muelle empieza a oscilar. A partir de la medida del periodo de dichas oscilaciones, determinamos la constante elástica del muelle.

Aplicamos la segunda ley de Newton al sistema formado por la partícula de masa m y el muelle de constante k .

$$ma = -kx$$

Expresado en forma de ecuación diferencial

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

Esta es la ecuación de un MAS de frecuencia angular

$\omega^2 = k/m$ y periodo

$$P = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

La posición x de la partícula viene dada en función del tiempo t por la ecuación

$$x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

donde A y φ se determinan a partir de las condiciones iniciales: posición inicial y velocidad inicial de la partícula.

La velocidad v de la partícula se obtiene derivando x respecto del tiempo

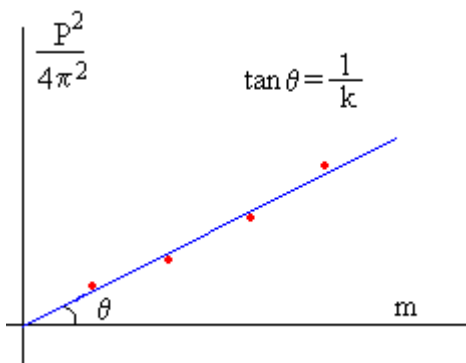
$$v = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$$

La aceleración a se obtiene derivando la velocidad v respecto del tiempo

$$a = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) = -\omega^2 \cdot x$$

Llegamos de este modo a la ecuación del movimiento de la partícula.

Medida de la constante del muelle



De la fórmula del periodo P obtenemos la siguiente relación lineal

$$\frac{P^2}{4\pi^2} = \left(\frac{1}{k} \right) m$$

En un sistema de ejes:

- ✓ $P^2/(4\pi^2)$ en el eje vertical,
- ✓ la masa m en el eje horizontal,

se calcula y traza la recta que mejor ajusta a los datos y cuya pendiente es la inversa de la constante k del muelle.

6. ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN Y AMPLIACIÓN

Para consolidar los conocimientos anteriores, se realizarán dos prácticas. La primera será con un péndulo y la segunda con un muelle. Tendrán que tomar las medidas necesarias para calcular el periodo, la velocidad y la aceleración en cada caso y posteriormente hacer un guión con los pasos que han seguido para realizarlo. Para ellos se les proporcionará: el muelle y el péndulo (habrá uno por cada 4 personas), un cronómetro por grupo y una regla o metro.

7. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DOCENTE Y PROPUESTA DE MEJORA

La evaluación se llevará a cabo por parte del profesor el que revisará los informes realizados por los alumnos sobre la práctica del péndulo y el muelle y determinará una nota en función del grado de conocimientos adquiridos por los alumnos.

Por último se les pasará una encuesta a los alumnos para que evalúen la actividad para tener en cuenta sus opiniones y poder mejorar la próxima vez que se realice la actividad.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALONSO ACOSTA (1986). Física 1. Bogotá-Colombia: Pearson educación.

BEER, F., JOHNSTON, E., CORNWELL, P. (2010). Mecánica vectorial para ingenieros Dinámica. (8va ed.). México: Editorial McGraw-Hill

DUEÑAS, J. (2002). Física. Lima: reveré.

Elba M. Sepulveda, Péndulo Simple, <
<https://sites.google.com/site/timesolar/proyectiles/pendulo-simple>> [Consulta: 1 de mayo del 2016]

Eduardo Martín Cuadrado, PÉNDULO SIMPLE: VELOCIDAD Y ACELERACIÓN, <
<http://practicaciencia.blogspot.com/2013/09/pendulo-simple.html>> [Consulta: 1 de mayo del 2016]

Frederick J. Bueche, (2001). Física General, México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

HIBBELER, R. (2004). Física para Ingenieros. México: Pearson educación.

MARION, JERRY B. (1996). Dinámica clásica de las partículas y sistemas. Barcelona: Ed. Reverté.

MARION, JERRY B. (1996). Física para ingenieros. Barcelona: Ed. Reverté.

ORTEGA, MANUEL R. (1989-2006). Lecciones de Física (4 volúmenes). Monytex.

ORTEGA, MANUEL R. (2006). Física moderna. Monytex. Resnick,

PAUL ALLEN TIPLER, GENE MOSCA (2005) Física para ciencia y tecnología. Barcelona: Revérte.

Raymond A. Serway, John W. Jewett. Jr, (2005). Física para Ciencias e Ingenierías Vol 1, México: Edamsa Impresiones, S.A.

ROEDER, J. G. (2002). Mecánica Elemental. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires Revérte.

ROBERT & HALLIDAY, DAVID (2004). Dinámica y Física moderna CECSA, México.