|  |  |
| --- | --- |
| Título del guion | El movimiento armónico simple |
| Código del guion | CN\_11\_01\_CO |
| Descripción | Los péndulos, los resortes o las olas del mar son sistemas que al moverse vuelven a su posición inicial. Este tipo de movimiento, particular por sus características constantes, está presente en muchos otros fenómenos de la naturaleza y es utilizado para la transferencia de energía. |

[SECCIÓN 1] **El movimiento armónico simple**

El movimiento armónico simple (MAS) es el movimiento periódico y oscilatorio que ocurre sobre una línea recta, a lado y lado de un punto de equilibrio.

Este movimiento de vaivén se puede proyectar en una trayectoria rectilínea. En esta trayectoria, la fuerza y la aceleración van siempre dirigidas hacia el punto de equilibrio, que es el punto medio de la trayectoria. Entre más lejos se encuentre de su punto de equilibrio la partícula que oscila, la aceleración y la fuerza serán mayores.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG01 |
| **Descripción** | Movimiento armónico simple |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Abstract flat design vector sound waves collection. Equalizer technology blue vibration set. Minimalistic / fluorescent / shine style, sound waves for your application, presentation, flyer, sound  404077738 |
| **Pie de imagen** | Las oscilaciones de mayor amplitud tienen mayor energía que las oscilaciones de pequeña amplitud. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Para estudiar el MAS recordaremos algunas definiciones estudiadas anteriormente como frecuencia y periodo.  El **periodo** (**T**)es eltiempo que tarda una partícula con movimiento periódico en realizar un ciclo completo. El periodo de rotación de la Tierra es de **24 horas**, el periodo de traslación de la Tierra alrededor del Sol es de **un año**.  La **frecuencia** (**f**)corresponde alnúmero de veces que se repite un movimiento periódico en la unidad de tiempo, por ejemplo, la frecuencia de la manecilla del reloj que marca las horas es de dos vueltas/día, la frecuencia de oscilación de la nota musical **La** es de 440 vibraciones/segundo o 400 Hertz = 400 Hz (Hz se lee Hertz y es la unidad de frecuencia) |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **El cálculo del periodo y la frecuencia en el MAS** |
| **Contenido** | Una cuerda vibrante realiza 1200 oscilaciones en 2 minutos. Determinar la frecuencia y el periodo de dicho movimiento.  n = número de oscilaciones = 1200  t = tiempo = 2 minutos (120 segundos)  C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (12).png  CN\_11\_01\_FORMULA01  f=\frac{n}{t}  C:\Users\user\Downloads\CodeCogsEqn (11).png  CN\_11\_01\_formula02  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula03  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula04    C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula05  El periodo es inversamente proporcional a la frecuencia. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza (recurso de exposición)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC10 |
| **Título** | El movimiento armónico simple y el movimiento circular |
| **Descripción** | Interactivo que permite realizar una comparación entre el movimiento armónico simple y el movimiento circular |

[SECCIÓN 2] **1.1 La cinemática del movimiento armónico simple**

El estudio del MAS requiere identificar las variables que lo caracterizan. Imagina la trayectoria del extremo de una lámina infinitamente larga, que es llevado desde su posición de equilibrio hasta una distancia cercana a esta. El extremo de la lámina trata de retornar nuevamente a su posición inicial, por la acción de una fuerza denominada **fuerza recuperadora.** Esta fuerza no solamente **restituye** el extremo de la lámina a su posición inicial, sino que además lo lleva al otro lado de esta posición hasta un punto simétrico.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG02 |
| **Descripción** | La cinemática del movimiento armónico simple |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Imagen para ser creada |
| **Pie de imagen** | El punto O es el punto de equilibrio. Cuando desplazamos el borde de la lámina hasta el punto A y lo dejamos libre, la lámina intenta retornar a O pero, por efectos de la inercia, continúa hasta el punto B, ubicado a la misma distancia que está A de O, por lo que tratará de devolverse y así sucesivamente. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

La distancia que separa el extremo de la lámina de su punto de equilibrio en cualquier momento se llama **elongación** (). La máxima elongación se denomina **amplitud** (). En una oscilación completa, el extremo de la lámina recorre dos veces la trayectoria de ida y vuelta, esto significa que el extremo recorre cuatro veces la amplitud.

Para determinar las expresiones matemáticas que describen el MAS es conveniente reconocerlo como la proyección de un movimiento circular sobre una línea recta, donde la máxima elongación del MAS corresponde al radio del movimiento circular (MCU).

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG03 |
| **Descripción** | Imagen de un movimiento circular proyectado sobre una línea recta |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Realizar este dibujo. |
| **Pie de imagen** | Los puntos a, b, c, d, e y f del movimiento circular uniforme (MCU) se proyectan sobre la horizontal en los puntos a’, b’, c’ y d’, trayectoria en la cual se presenta el movimiento armónico simple (MAS) |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | En el MCU tenemos las siguientes relaciones:   * Velocidad angular ω es:   CN\_11\_01\_formula06  que tiene unidades de radianes sobre segundo (rad/s)   * La velocidad tangencial es: * C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png   CN\_11\_01\_formula07   * La aceleración es:   C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula08 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC20 |
| **Título** | Las características del movimiento periódico |
| **Descripción** | Actividad que permite relacionar la definición con los conceptos de las variables de movimiento periódico |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC30 |
| **Título** | Problemas sobre frecuencia y periodo |
| **Descripción** | Actividad para resolver problemas sobre frecuencia y periodo |

**[SECCIÓN 3] 1.1.1 La posición**

La **posición** es un punto en el espacio que permite indicar dónde está un objeto en relación con un punto de referencia denominado **origen**. En el caso del MAS, el origen o punto de referencia es el **punto de equilibrio**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG03 |
| **Descripción** | Imagen de un movimiento circular proyectado sobre una línea recta |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | El movimiento que describe el punto rojo sobre la circunferencia es un MCU, pero su proyección sobre el eje horizontal es un MAS. La máxima amplitud del MAS es igual al radio de la trayectoria circular del punto rojo con MCU. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

Para deducir la expresión de la posición o elongación en un MAS observa el triángulo de la figura, donde ***x*** es la elongación. Por tanto:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula09

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula10

Si la velocidad angular es

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula11

entonces,

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula12

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula13

Como , la expresión para la posición queda:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula14

**[SECCIÓN 3] 1.1.2 La velocidad**

La velocidad en el MAS es la proyección de la velocidad tangencial del MCU sobre la línea en la que se proyecta el MAS.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG03 |
| **Descripción** | Proyección de la velocidad sobre el eje x |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulayPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | El vector ***v*** es la velocidad tangencial del MCU. Este vector se puede descomponer en dos componentes rectangulares: ***vx*** y ***vy***. El componente horizontal ***vy*** es el vector velocidad del MAS. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

La expresión matemática de la proyección de la velocidad se deduce con ayuda de la gráfica, donde ***vy*** es la proyección de la velocidad tangencial en el MCU, y corresponde a la velocidad del MAS. De esta manera:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula15

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula16

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula17

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_formula18

En el MAS, la partícula que se mueve aumenta su velocidad a medida que se acerca al punto de equilibrio, y la disminuye a medida que se aleja de él.

**[SECCIÓN 3] 1.1.3 La aceleración**

La aceleración en el MAS se toma también como la proyección de la aceleración centrípeta del MCU sobre el eje horizontal, donde está ubicado en MAS.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG03 |
| **Descripción** | Proyección de la aceleración sobre el eje x |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | El vector ***ac*** es la aceleración centrípeta del MCU. Este vector se puede descomponer en dos componentes rectangulares: ***ax*** y ***ay***. El componente horizontal ***ax*** es el vector aceleración del MAS y siempre va dirigido hacia el punto de equilibrio. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

Según lo que se observa en la gráfica, se pueden deducir las siguientes ecuaciones:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORUMULA19

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA20

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA21

CN\_11\_01\_formula21

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA22

Donde: *ax* es la aceleración de la partícula en el MAS, y como *ax = a*

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA23

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA24

A partir de esta última expresión, y conociendo que:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA25

tenemos que:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA26

Despejando T, se obtiene:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA27

En el MAS, la partícula que se mueve aumenta su aceleración a medida que se acerca a la máxima elongación, y la disminuye a medida que se acerca al punto de equilibrio.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Ejemplo** |
| **Contenido** | Una partícula con movimiento circular uniforme sobre una circunferencia de 10 centímetros de diámetro realiza 240 revoluciones en medio minuto.  Calcular:   1. La amplitud, la frecuencia, el periodo y la velocidad angular del MAS que se proyecta. 2. El valor de la elongación, la velocidad y la aceleración del MAS cuando ha transcurrido un tiempo de 0,02 segundos.   Solución:   1. Como la trayectoria descrita por la partícula con MCU tiene un diámetro de 10 cm de longitud, la recta sobre la cual se proyecta tiene la misma longitud. Por tanto, la amplitud del MAS es de 5 cm.   Como el MCU realiza 240 vueltas (n) en medio minuto (t = 30 s), entonces la frecuencia (f) sería:  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula28  Siendo el periodo el inverso de la frecuencia, entonces:  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula29  La velocidad angular, que también se llama frecuencia angular, es:  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula30   1. Reemplazando los valores en las respectivas fórmulas obtenemos:  * Elongación:   C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula31  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula32  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula33   * Velocidad: * C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png   CN\_11\_01\_formula34  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula35  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula36   * Aceleración:   C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula37  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula38  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_formula39 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC40 |
| **Título** | Aplica la cinemática del movimiento armónico simple |
| **Descripción** | Actividad para relacionar los conceptos de la cinemática del MAS |

[SECCIÓN 2] **1.2 La dinámica del movimiento armónico simple**

Al retomar el movimiento del extremo de la lámina sometida al MAS, mencionado anteriormente, se observa que al llevarlo a un lado de su posición de equilibrio es necesario aplicar una fuerza que realiza un trabajo, dotando a dicho extremo de una cantidad de energía potencial y generando la aparición de la fuerza restauradora.

Si el extremo de la lámina se deja en libertad, la fuerza restauradora hace que este extremo inicie un movimiento hacia la posición de equilibrio, es decir que la energía potencial comienza a disminuir y a **transformarse** en energía cinética, en virtud de la **ley de la conservación de la energía**.

Al llegar al **punto de equilibrio**, toda la energía potencial se ha convertido en energía cinética, alcanzando la **máxima velocidad,** y sigue en busca de una posición simétrica al lado contrario del punto inicial, para volver a repetir el ciclo indefinidamente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG03 |
| **Descripción** | La conservación de la energía mecánica en el MAS |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Realizar este dibujo. Tener en cuenta que la partícula está sobre la trayectoria rectilínea roja, por lo tanto que no se vea. Cambiar las líneas punteadas por líneas rectas punteadas que indicarían el recorrido que hace la pelota verde. |
| **Pie de imagen** | En el movimiento armónico simple, la energía mecánica de la partícula en movimiento permanece constante y es igual a la suma de su energía potencial y su energía cinética. En los extremos, toda la energía mecánica es potencial. En el centro, toda se convierte en cinética, y en los otros puntos se distribuye en los dos tipos de energía, de tal manera que la suma siempre es igual. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

Un análisis similar sucede con la fuerza y la aceleración:

La fuerza es máxima en cada uno de los extremos de la trayectoria y disminuye a medida que la partícula con MAS se acerca al punto de equilibrio, y su dirección siempre va dirigida hacia el centro. En conclusión, en el MAS tanto la fuerza como la aceleración son directamente proporcionales a la elongación, y siempre van dirigidas hacia el punto de equilibrio.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG04 |
| **Descripción** | La fuerza y la aceleración en el MAS |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer este grafico |
| **Pie de imagen** | En el MAS, la fuerza y la aceleración son vectores que siempre están dirigidos hacia el punto de equilibrio; a medida que la partícula se acerca a él, la fuerza y la aceleración disminuyen hasta que llegan a ser cero en el punto de equilibrio, y luego comienzan a aumentar hasta que llegan a la máxima elongación en el punto 6. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC50 |
| **Título** | ¿Qué sabes sobre el movimiento armónico simple y el movimiento circular uniforme? |
| **Descripción** | Actividad que permite conocer lo que has aprendido sobre el tema del MAS y el MCU |

[SECCIÓN 2] **1.3 Consolidación**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC60 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: El movimiento armónico simple |
| **Descripción** | Actividades sobre el movimiento armónico simple |

[SECCIÓN 2]2. **El sistema masa-resorte**

En la vida cotidiana encontramos gran cantidad de instrumentos y mecanismos que utilizan resortes para su funcionamiento, pero ¿qué es un **resorte**? Un resorte es un instrumento elástico capaz de almacenar y liberar energía mecánica de manera continua sin sufrir deformaciones, el cual cumple con la ley de la conservación de la energía.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG05 |
| **Descripción** | Sistema masa-resorte |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Motion of a mass on an ideal spring  (Periodic Motion)  [235189108](http://www.shutterstock.com/pic-235189108/stock-vector-motion-of-a-mass-on-an-ideal-spring-periodic-motion.html?src=RwyytyP0kLYEaq9ySciskQ-1-59) palabra a traducir, equilibrio |
| **Pie de imagen** | En un sistema masa-resorte, la deformación no debe exceder o superar la constante de elasticidad que es diferente para cada tipo de resorte. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

En un sistema, la capacidad de almacenar energía depende del material del cual esté construido, y de que la fuerza que se aplique –en este caso al resorte– se encuentre dentro de los rangos permitidos para cada material.

Una masa unida a un resorte en movimientos sobre una superficie muy lisa es un **sistema masa-resorte.**

[SECCIÓN 2] **2.1 La ley de Hooke**

Cuando a un sistema masa-resorte se le aplica una fuerza hacia uno de los lados, este sufre un alargamiento y el resorte tiende a recuperar su posición inicial por la acción de una fuerza elástica, conocida también como **fuerza recuperadora.**

Al intentar llevar la masa al punto de equilibrio se genera un movimiento que hace que el resorte se comprima hasta una posición simétrica respecto al punto de equilibrio, originando así un movimiento de vaivén o MAS

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG06 |
| **Descripción** | La ley de Hooke |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hooke's law. law of elasticity. for relatively small deformations of an object, the displacement or size of the deformation is directly proportional to the deforming force or load.  Quitar título  384455512 |
| **Pie de imagen** | La fuerza recuperadora en un resorte es proporcional a la distancia que separa la masa del punto de equilibrio. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior o lateral |

La **ley de Hooke** describe matemáticamente la fuerza recuperadora y se expresa

de la siguiente manera:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA40

Donde: ***k*** es la constante del resorte, que es específica para cada resorte, y se expresa en Newton/metro, y ***x*** es la distancia o elongación que separa la masa de la posiciónde equilibrio del sistema masa-resorte.

El signo negativo de la ecuación de la ley de Hooke significa que la fuerza siempre está en dirección opuesta a la elongación del MAS y por eso es recuperadora. En la ecuación se observa que entre mayor sea la elongación (***x***) la fuerza va a ser mayor, o, en otras palabras, la fuerza y la elongación son directamente proporcionales.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Cálculo de la constante para un resorte** |
| **Contenido** | Si a un resorte se le cuelga una masa de 300 g y este se deforma 10 cm, ¿cuál será el valor de la constante?  Solución:  La fuerza que deforma el resorte es igual al peso de la masa suspendida.  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA41  Utilizando la ley de Hooke, la fuerza  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA42  Entonces:  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA43  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA44  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA45  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA46 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC70 |
| **Título** | La ley de Hooke |
| **Descripción** | Interactivo que permite realizar mediciones en un sistema masa-resorte |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC80 |
| **Título** | Resuelve problemas con la ley de Hooke |
| **Descripción** | Actividad para resolver problemas sobre la ley de Hooke |

[SECCIÓN 2] **2.2 La energía en el sistema masa-resorte**

Recordemos que la **energía mecánica** de un sistema es la suma de la energía potencial y la energía cinética.

En el MAS, que describe el sistema masa-resorte, la energía mecánica se conserva, por tanto, la energía potencial se transforma en energía cinética y viceversa.

Cuando en un sistema actúa una fuerza recuperadora –como en el sistema masa-resorte– existe una energía potencial elástica que se almacena cuando el resorte se comprime o se elonga, y se define así:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA47

Entonces, la energía mecánica es:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA48

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA49

La ecuación nos muestra que cuando la elongación es cero la energía potencial será cero, esto ocurre en el punto de equilibrio, y a medida que aumenta la elongación la energía potencial también lo hará, hasta que sea máxima en los extremos del movimiento, así que toda la energía cinética se transforma en energía potencial en estos puntos.

En los puntos extremos del MAS toda la energía mecánica es energía potencial. Como la energía cinética en los extremos es cero, la ecuación queda así:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA50

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA51

La elongación en los extremos del MAS equivale a la **amplitud** o elongación máxima, por tanto, la energía potencial elástica quedará descrita de la siguiente manera:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA52

que es la energía total del sistema.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Ejercicio de aplicación** |
| **Contenido** | En un sistema masa-resorte, la masa es de 0,5 kg y la amplitud es de 4 m, ¿en qué punto ***x*** (elongación) la energía potencial es la tercera parte de la energía cinética?  Solución:  La condición que da el problemas es:  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA53  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA54  La energía mecánica es:  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA55  Entonces,  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA56    C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA57  La energía total del sistema es  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA58  Por tanto,  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA59  Despejando ***x***, para encontrar la elongación que se pide:  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA60  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA61  C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png  CN\_11\_01\_FORMULA62  Es decir, la energía potencial es la tercera parte de la energía cinética en la mitad de la máxima elongación. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC90 |
| **Título** | Aplica la energía del sistema masa-resorte |
| **Descripción** | Actividad que permite utilizar las ecuaciones de la energía para un sistema masa-resorte |

[SECCIÓN 2] **2.3 Consolidación**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC100 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: El sistema masa-resorte |
| **Descripción** | Actividades sobre el sistema masa-resorte |

[SECCIÓN 3] 3.**El péndulo simple**

El **movimiento pendular** es aquel que realiza una masa suspendida de un hilo y que oscila de uno a otro lado de su posición de equilibrio en virtud de la acción de la gravedad.

|  |
| --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Código** | CN\_11\_01\_IMG07 |
| **Descripción** | Péndulo simple |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Conservation of energy. Simple Pendulums. When pendulum moving towards the mean position the potential energy is converted to kinetic energy.  [384850897](http://www.shutterstock.com/pic-384850897/stock-vector-conservation-of-energy-simple-pendulums-when-pendulum-moving-towards-the-mean-position-the.html?src=E963GGVVZ67_NDThX0Wh3Q-1-31)  Borrar la primera explicación de la gráfica.  2. Escribir: Máximo valor de la energía cinética.  3. Escribir: Máximo valor de la energía potencial. No hay energía cinética en este punto. |
| **Pie de imagen** | Distribución de las energías cinética y potencial en el movimiento que se observa en un péndulo. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior o lateral |

Para analizar las características del péndulo simple se debe realizar un estudio de fuerza sobre la masa oscilante en uno de los extremos del movimiento pendular, como se ilustra en la siguiente gráfica.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | XX\_00\_00\_IMG00 |
| **Descripción** | Péndulo simple |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | L: longitud del péndulo.  : ángulo del movimiento pendular  *x*: elongación  T: tensión ejercida por la cuerda del péndulo.  P: peso de la masa:  : componente del peso que será la fuerza  recuperadora que genera el MAS.  : componente del peso que equilibra la tensión de la  cuerda. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Lateral |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC110 |
| **Título** | El péndulo simple |
| **Descripción** | Interactivo que permite conocer el péndulo y sus características dinámicas y cinemáticas |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC120 |
| **Título** | Realiza problemas de las fuerzas en un péndulo simple |
| **Descripción** | Actividad que permite resolver problemas de las fuerzas en un péndulo simple |

Para conocer la dinámica del **péndulo simple** es importante establecer las fuerzas que actúan sobre la masa y saber hacia dónde actúan. Las fuerzas que están presentes sobre la masa son el **peso** y la **tensión**.

El **peso** puede descomponerse en dos componentes rectangulares: uno equilibra la tensión, y el otro es el que genera el movimiento y hace el papel de fuerza recuperadora.

F1 = fuerza recuperadora.

F2 = equilibra la fuerza de tensión que hace el hilo.

Por tanto, el componente del peso que hace de fuerza restauradora es:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA63

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA64

Partiendo de la segunda ley de Newton

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA65

Entonces:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA66

Al cancelar m a cada lado de la ecuación se obtiene:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA67

Cuando la masa está en cierta posición se puede observar un triángulo formado por la longitud de la cuerda del péndulo, la posición de equilibrio y la elongación; además, se observa un ángulo que es el formado por la separación de la masa oscilante y su posición de equilibrio. A partir de esto se puede determinar:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

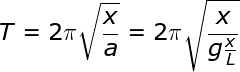
CN\_11\_01\_FORMULA68

Entonces, al combinar las dos últimas ecuaciones, se tiene que:

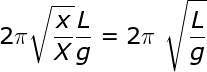
C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA69

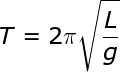
Al aproximar el recorrido de la masa oscilante como un movimiento armónico simple, y recordando la ecuación del periodo que se vio en el movimiento armónico simple en la sección 1.1.3., se tiene:



CN\_11\_01\_FORMULA70



CN\_11\_01\_FORMULA71

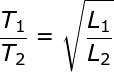


CN\_11\_01\_FORMULA72

A partir de esta expresión se pueden determinar las propiedades o **leyes del** **péndulo** que se mencionan a continuación:

1. El periodo del péndulo es **independiente** de la masa.
2. El periodo del péndulo es **directamente proporcional** a la raíz cuadrada de la longitud.

Cuando se comparan dos movimientos pendulares cuyos hilos tienen diferente   
longitud, se expresa de la siguiente manera:



CN\_11\_01\_FORMULA73

1. El periodo del péndulo es **inversamente proporcional** a la raíz cuadrada de la gravedad.

Cuando se compara el movimiento de un mismo péndulo en dos sitios diferentes de la Tierra, con diferente valor de gravedad, esta ley se expresa de la siguiente manera:

C:\Users\Adriana Rodriguez\Downloads\CodeCogsEqn.png

CN\_11\_01\_FORMULA74

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | El valor de la aceleración de la gravedad terrestre de 9,8 m/s2, es promedio que se ha obtenido de los valores de la gravedad medidos en diferentes lugares de la Tierra.  El valor de la gravedad en el Polo Norte es mayor y disminuye en forma gradual a medida que se acerca a la línea del Ecuador terrestre. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC130 |
| **Título** | Las características del péndulo |
| **Descripción** | Actividad para relacionar las partes del péndulo simple |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC140 |
| **Título** | ¿Qué tanto sabes sobre el sistema masa-resorte y el péndulo simple? |
| **Descripción** | Actividad que permite conocer lo que has aprendido sobre el sistema masa-resorte y el péndulo |

[SECCIÓN 2] **3.3 Consolidación**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC150 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: El péndulo simple |
| **Descripción** | Actividades sobre el péndulo simple |

[SECCIÓN 3] **3.3 Competencias**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC160 |
| **Título** | Competencias: comprobación de la ley de Hooke |
| **Descripción** | Actividad que permite comprobar la ley de Hooke |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC170 |
| **Título** | Competencias: estudio del péndulo simple |
| **Descripción** | Actividad que permite estudiar la frecuencia y el periodo en un péndulo simple |

[SECCIÓN 1]**Fin de unidad**

|  |  |
| --- | --- |
| **Mapa conceptual** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC180 |
| **Título** | Mapa conceptual |
| **Descripción** | Mapa conceptual del tema: El movimiento armónico simple |

|  |  |
| --- | --- |
| **Evaluación: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC190 |
| **Título** | Evaluación |
| **Descripción** | Evalúa tus conocimientos sobre el tema: El movimiento armónico simple |

**qsz**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Webs de referencia** | | |
| **Código** | CN\_11\_01\_REC200 | |
| **Web 01** | El movimiento armónico simple: sistema masa-resorte | http://unividafup.com/bidi/portfolio/simulador-movimiento-armonico-simple/ |
| **Web 02** | El péndulo simple | https://phet.colorado.edu/es/simulation/pendulum-lab |
| **Web 03** | El movimiento periódico | https://phet.colorado.edu/es/simulation/pendulum-lab |