

2da Ley de Newton con Demo-Track y CobraSMARTsense



Física

Mecánica

Dinámica y movimiento



Nivel de dificultad

-



Tamaño del grupo

-



Tiempo de preparación

-



Tiempo de ejecución

-

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/68a5bf71105f460002eef43f>

PHYWE



Información general

Aplicación (1/2)

PHYWE

La segunda ley de Newton es fundamental en todos los campos de la física. Por eso, entenderla bien es muy importante para estudiar cualquier área.



Fig.1: Montaje experimental

Aplicación (2/2)

PHYWE

La Figura 2 muestra el montaje experimental completo con el software de evaluación measureLAB.



Fig.2: Montaje experimental

Otra información (1/2)

PHYWE

Conocimientos

Previos



Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de Teoría.

Principio



Las leyes distancia-tiempo y velocidad-tiempo, así como la relación entre masa, aceleración y fuerza, se determinan con ayuda de la pista de demostración para el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

Otra información (2/2)

PHYWE

Objetivos



El objetivo de este experimento es demostrar la segunda ley de Newton.

Tareas



Se busca determinar:

1. La distancia recorrida en función del tiempo
2. La velocidad en función del tiempo
3. La aceleración en función de la masa acelerada
4. La aceleración en función de la fuerza aplicada

Teoría (1/2)

PHYWE

La ecuación de movimiento de Newton para un punto de masa m al que se aplica una fuerza viene dada por lo siguiente:

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F},$$

$$\text{donde } \vec{a} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

es la aceleración. La velocidad v obtenida por la aplicación de una fuerza constante se da en función del tiempo t mediante la expresión

$$\vec{v}(t) = \frac{\vec{F}}{m} t$$

para $\vec{v}(0) = 0$

Suponiendo que

$$\vec{v}(0) = 0; \vec{r}(0) = 0$$

la posición del punto de masa bajo la acción de $\vec{F}$ es:

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \frac{\vec{F}}{m} \cdot t^2 \quad (0)$$

En este caso, el movimiento es unidimensional y la fuerza es generada por un peso de m_1 es

$$|\vec{F}| = m_1 \cdot |\vec{g}| = m_1 \cdot g$$

donde g es la aceleración de la gravedad.

Teoría (2/2)

PHYWE

Si la masa total del carro es m_1 la ecuación de movimiento viene dada por

$$(m_2 + m_1) \cdot |\vec{a}| = m_1 \cdot g \quad (1)$$

La velocidad es

$$|\vec{v}(t)| = v = \frac{m_1 \cdot g}{m_1 + m_2} \cdot t \quad (2)$$

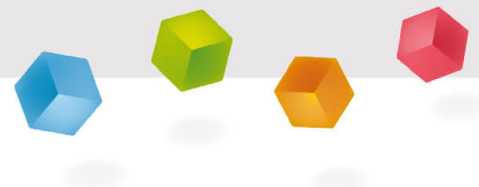
y la posición es

$$|\vec{r}(t)| = s(t) = \frac{1}{2} \frac{m_1 \cdot g}{m_1 + m_2} \cdot t^2 \quad (3)$$

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Cargador USB para Cobra SMARTsense y Cobra 4	07938-99	1
2	Cobra SMARTsense Dual Photogate - Doble barrera fotoeléctrico 0 ... s (Bluetooth + USB)	12945-00	1
3	PESA DE RANURA 1 G	03916-00	20
4	Peso con ranura, 10 g, plateado	02205-03	4
5	Peso con ranura, 10 g, plateado	02205-03	4
6	Peso con ranura, 50 g, platado	02206-03	2
7	Peso con ranura, 50 g, platado	02206-03	2
8	TUBITO CON ENCHUFE	11202-05	1
9	Plastilina, 10 barras	03935-03	1
10	HILO DE SEDA, L 200 M	02412-00	1
11	Soporte para pesas con ranura, 10 g	02204-01	1
12	AGUJA CON ENCHUFE	11202-06	1
13	IMAN DE RETENCION CON ENCHUFE	11202-14	1
14	Riel de aluminio, l=1.5 m	11305-00	1
15	Carro de medición, con cojinetes de zafiro	11306-00	1
16	Soporte para polea	11305-11	1
17	POLEA, DIAM. 40 mm, CON GANCHO DE CARGA	03970-00	1
18	ARRANCADOR P.11305-00	11309-00	1
19	SOPORTE FINAL P. 11305-00	11305-12	1
20	BALANZA PORTÁTIL OHAUS CX2200	48921-00	1
21	Cable de conexión, 32 A, 1000 mm, rojo	07363-01	1
22	Cable de conexión, 32 A, 1000mm, AZUL	07363-04	1
23	measureLAB, Software para mediciones y evaluaciones	14580-61	1
24	SOPORTE PARA BARRERA LUMINOSA	11305-14	1
25	Polea para pista de demostración	11305-10	1

PHYWE



Montaje y ejecución

Montaje (1/8)

PHYWE

Como se muestra en las figuras 1 y 2:

- Coloca la pista sobre una superficie nivelada. Si es necesario, utiliza los tres tornillos de ajuste para alinearla horizontalmente.
- Atornilla el dispositivo de arranque en el extremo de la pista de modo que, al accionarse el émbolo, este se retraiga hacia el dispositivo de arranque sin producir ningún impacto.
- Conecta el conector superior del dispositivo de arranque a la entrada "Masa" y el conector con funda roja a la entrada "Inicio" de la Unidad Sensor del Contador-Temporizador.
- Atornilla el soporte del extremo en el otro lado de la pista e inserta el tubo lleno de plastilina.
- Usa el soporte de la polea de desviación para fijar la barrera de luz al soporte del extremo de la pista (véase el siguiente capítulo).

Montaje (2/8)

PHYWE

- Monta la rueda incremental en la barrera de luz.
- Coloca el carro con la varilla atornillada para sostener los pesos sobre la pista. Conecta el imán de sujeción en el lado del carro que mira hacia el dispositivo de arranque.
- Usa la aguja con tapón para fijar el extremo del hilo al carro en la dirección del movimiento del carro, de la siguiente manera: introduce el hilo en el orificio superior del carro y la aguja con tapón por el orificio lateral, de modo que el hilo quede firmemente sujeto.
- Lleva el carro a la posición de arranque de manera que tanto el dispositivo de arranque como el imán de sujeción hagan contacto.
- Guía el hilo en la dirección del movimiento y sobre la rueda incremental. Corta el hilo de modo que tenga la longitud suficiente para atarlo al soporte de pesas y permitir que cuelgue libremente.
- Ata el extremo libre del hilo al soporte de pesas, como se muestra en la Figura 3.

Montaje (3/8)

PHYWE

Fija el extremo del hilo junto con la polea y el soporte de pesas.

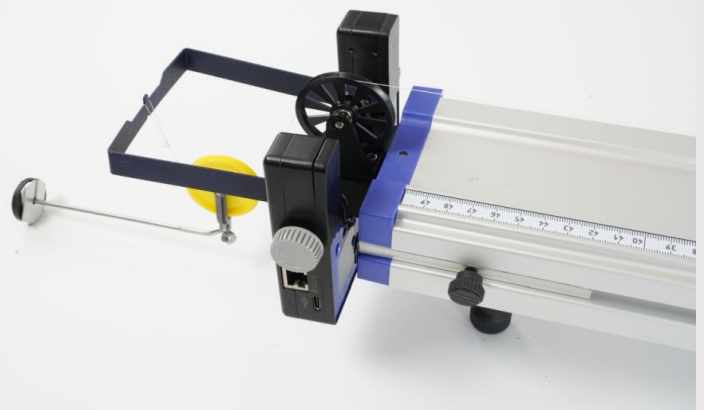


Fig. 3: polea con el soporte de pesas.

Montaje (4/8)

PHYWE

Para el montaje se necesitan diferentes herramientas, como llaves Allen (2 y 2,5), alicates de punta fina y una llave de boca fija.



Fig. 4: Vista general de las piezas del soporte de la barrera de luz.

Montaje (5/8)

PHYWE

Primero fija los perfiles de guía laterales y luego monta y aprieta la rueda incremental.

Para el montaje, necesitas las siguientes herramientas: llaves Allen (2,0–2,5 mm), alicates de punta fina y una llave de 8 mm.



Fig. 5: Soporte de barrera de luz con perfiles guía y rueda incremental.

Montaje (6/8)

PHYWE

Ten en cuenta que los tornillos de los perfiles guía ya deben estar apretados antes de insertar los perfiles en la ranura de la pista de demostración. En la Fig. 6 puedes ver la orientación correcta de los perfiles guía.

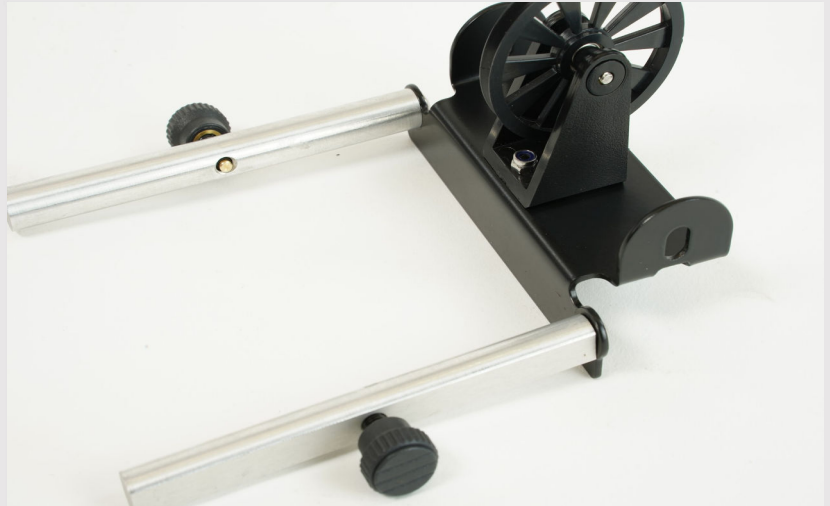


Fig. 6: Soporte de la barrera de luz con la rueda incremental.

Montaje (7/8)

PHYWE

Como se muestra en la Fig. 7, fija la barrera de luz con el soporte y usa los tornillos estriados grises junto con las tuercas.

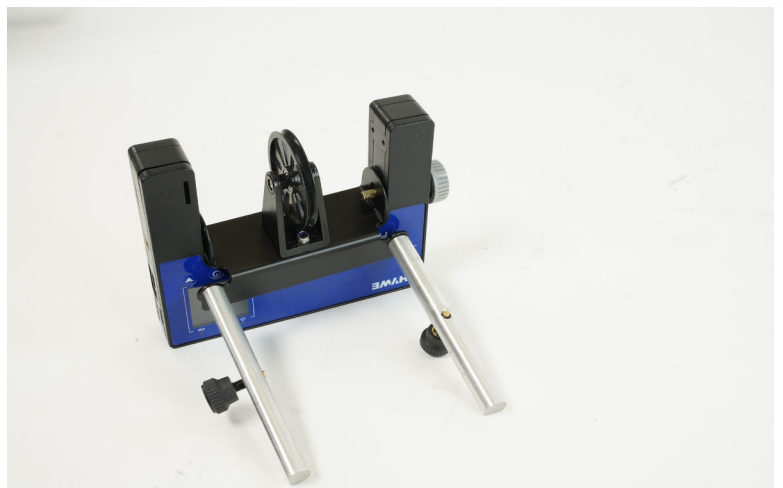


Fig. 7: Tornillos estriados grises para sujetar el soporte de la barrera de luz.

Montaje (8/8)

PHYWE

Ten en cuenta que los tornillos de los perfiles guía ya deben estar apretados antes de colocar los perfiles en la ranura de la pista de demostración.

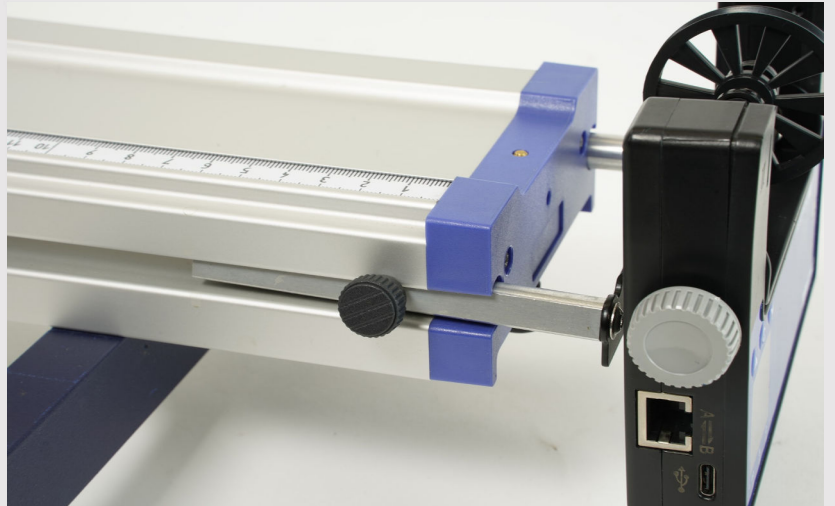


Fig.8: Pista de demostración con la barrera de luz y el soporte.

Ejecución (1/3)

PHYWE

- Enciende el PC e inicia Windows.
- Instala la versión más reciente del software measureLAB.
- Inicia el paquete de software measureLAB en el PC.
- Enciende la barrera de luz doble.
- Usa la balanza compacta para medir la masa del carro m_2 incluyendo la varilla acoplada para sujetar pesos adicionales, el imán de sujeción y la aguja con tapón.
- Carga el experimento en measureLAB (Experimento > Abrir experimento). El software se iniciará con los diagramas correspondientes y todas las configuraciones previas necesarias para registrar los valores medidos se cargarán automáticamente.
- Presiona el émbolo metálico del dispositivo de arranque de manera que quede alineado con la abertura cilíndrica hacia la cual será retraído. Esta posición garantiza que el carro se libere sin impacto inicial.

Ejecución (2/3)

PHYWE

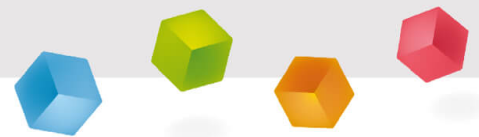
- Inicia el registro de los valores medidos en measureLAB. 
- Acciona el dispositivo de arranque para liberar el carro y dejar que ruede por la pista.
- Detén la medición con la caja correspondiente antes de  la masa tractora m_1 llegue al suelo. Transfiere los datos medidos a measureLAB.
- Puedes repetir la medición para comprobar la reproducibilidad de los resultados individuales y reducir la desviación del resultado final respecto al valor de referencia teórico. Luego, determina el valor medio a partir de las mediciones obtenidas.
- En la parte A, la masa tractora $m_1 = 10$ g debe mantenerse constante, y se deben colocar 9 pesas ranuradas de 1 g cada una. La primera medición debe hacerse sin masa adicional m_2 . En las mediciones siguientes, aumenta la masa del carro en intervalos de 5 g hasta llegar a 50 g realizando una medición en cada incremento. Registra el valor medio de la aceleración obtenida, junto con los valores correspondientes a la masa del carro y la masa adicional.

Ejecución (3/3)

PHYWE

- En la Parte B, la masa total debe permanecer constante. Para empezar, se utilizará una masa tractora de 5 g, ten en cuenta que el propio soporte para pesas pesa 1 g; por lo que solo deben colgarse 4 pesas ranuradas de 1 g. Además, debes añadir al carro una pesa de 5 g. Ahora puede iniciarse la primera medición. A continuación, realiza las mediciones paso a paso transfiriendo una pesa ranurada de 1 g de m_1 a m_2 en cada paso.
- Antes de cada nueva serie de mediciones, es decir, en cada variación de masa, usa la balanza para determinar la masa del carro con pesos adicionales ($m_2 + m_z$), así como la masa tractora m_1 .
- Para determinar la aceleración en función de la masa, aumenta progresivamente la masa del carro en incrementos de 20 g y mide la velocidad instantánea en una posición predeterminada.
- Para determinar la aceleración en función de la fuerza, la masa total permanece constante: transfiere sucesivamente 2 g del carro al soporte para pesas y mide la velocidad instantánea en una posición fija. La masa acelerada no debe superar los 20 g. Antes de comenzar las mediciones, es aconsejable comprobar la puesta a punto de la pista.

PHYWE



Evaluación

Resultados (1/7)

PHYWE

Los datos de medición típicos se muestran en un diagrama v-t (o s-t) (Fig. 9). Además de los puntos de interés medidos (que corresponden al tramo ascendente de la curva v(t)), también se registra la fase de colisión del carro con el tope. Estos últimos puntos medidos deben borrarse antes de continuar con el análisis. En el margen izquierdo de la imagen, a velocidades bajas, los valores de velocidad no se registran correctamente debido a la lenta rotación de la rueda de la barrera de luz, lo que da lugar a un comportamiento casi constante de la velocidad. La Fig. 10 muestra la curva velocidad-tiempo, que forma una línea recta y responde a la relación $v = a \cdot t$. Se ha ajustado una línea de regresión a los puntos medidos; su pendiente m proporciona la aceleración a, en este caso es 0,229 m/s².

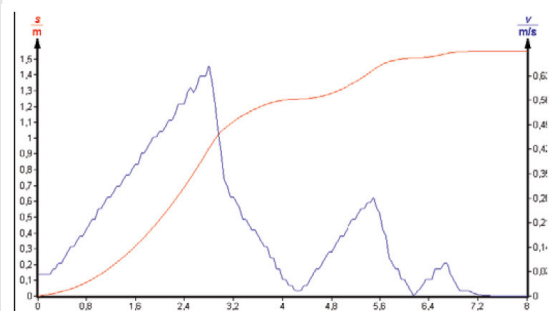


Fig. 9: Ejemplo de datos de medición antes de eliminar los puntos innecesarios.

Resultados (2/7)

PHYWE

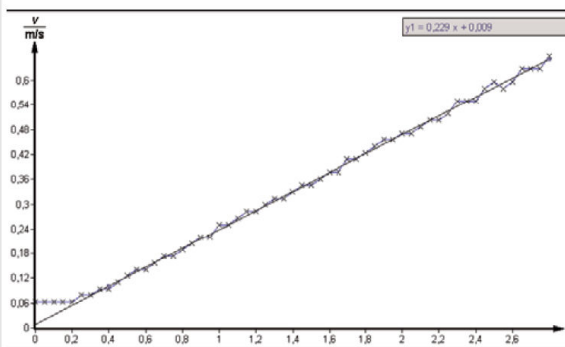


Fig. 10: Ejemplo de la ley velocidad-tiempo con la curva de regresión lineal correspondiente.

La evolución temporal de la aceleración $a(t)$ se muestra en el diagrama (Fig. 10). Inicialmente, la aceleración aumenta. Esto se debe al principio de medición de la barrera de luz. Las interrupciones del haz de luz producidas por la rueda con radios se cuentan en intervalos de tiempo iguales, en este caso de 50 ms. A velocidades muy bajas, incluso con movimiento acelerado, sólo se produce una interrupción por intervalo de tiempo; es decir, la velocidad se registra como un valor constante. A continuación, se registran puntos de medición que corresponden a una aceleración constante. Finalmente, la aceleración vuelve a disminuir, lo cual ocurre cuando el carro alcanza el final de la pista o la parada. Si se selecciona el icono "Medir", se puede colocar un cursor horizontal. Este pasa aproximadamente por el centro de los puntos que representan la aceleración constante.

Resultados (3/7)

PHYWE

El valor medio de aceleración medido concuerda bien con el valor determinado mediante regresión en el diagrama (Fig. 11). A partir de ello, puede calcularse la aceleración de la gravedad. Se aplica la siguiente relación (véase la ecuación (1)).

$$(m_1 + m_2)a = m_2g \text{ y así } (m_1 + m_2)a/m_2 = g$$

Dado que m_1 (la masa del carro) y $a(t)$ (la aceleración de la masa acelerada) son conocidos (se puede comprobar su peso), se puede calcular la aceleración de la gravedad g cuando se ha medido a . En una medición típica, en la que $m_1 = 200.2 \text{ g}$ $m_2 = 5 \text{ g}$ y $a = 0.229 \text{ m/s}^2$ se obtiene que $g = 9.4 \text{ m/s}^2$.

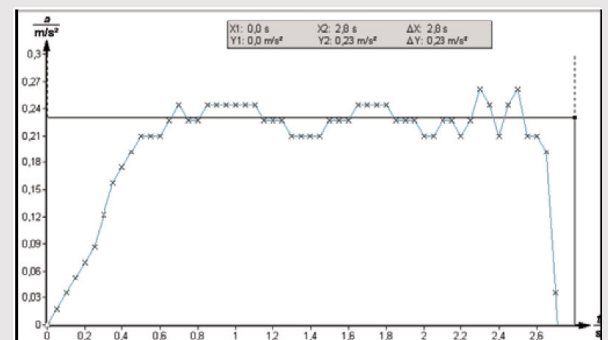


Fig. 11: ejemplo de la ley de aceleración-tiempo.

Resultados (4/7)

PHYWE

Según la ecuación (3), la curva de la ley trayectoria-tiempo sigue un comportamiento parabólico. Este hecho puede comprobarse de la siguiente manera: eleva al cuadrado el eje del tiempo para obtener una curva linealizada. Utilizando la herramienta Análisis / Modificación de canal, realiza la operación $f := t * t$

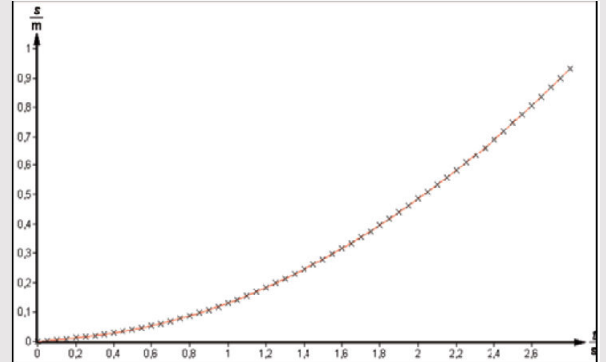


Fig. 12: Ejemplo de la ley de trayectoria-tiempo.

Resultados (5/7)

PHYWE

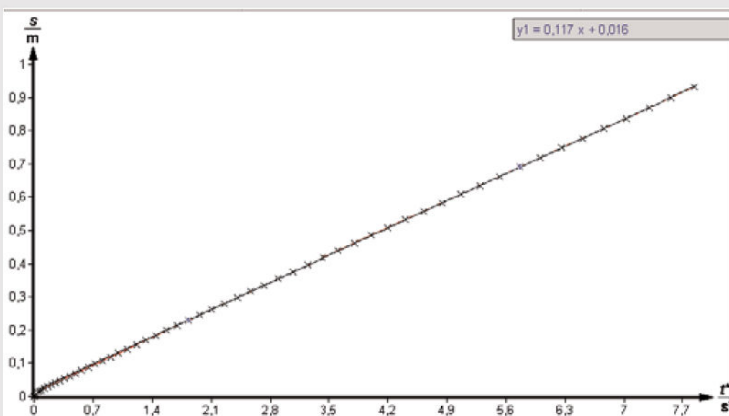


Fig. 13: Ley trayectoria-tiempo con el cuadrado del tiempo en el eje x.

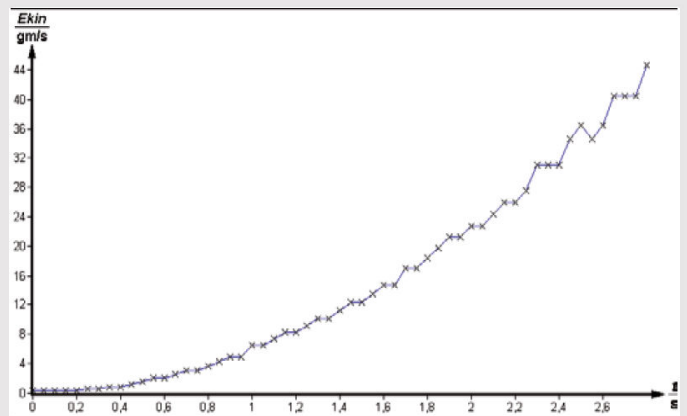


Fig. 14: Energía cinética.

Resultados (6/7)

PHYWE

La línea de regresión demuestra que el recorrido de la curva ahora es lineal y, por tanto, también la dependencia cuadrática original de la trayectoria con respecto al tiempo. De forma muy similar, también se pueden transformar matemáticamente otros canales medidos. Para verificar el balance energético, se deben calcular y representar la energía cinética y la energía potencial.

Energía cinética (Fig. 13): $E_{\text{kin}}(t) = 0.5 \cdot (m_1 + m_2)v^2$ donde $m_1 + m_2 = 205.2 \text{ g}$

Conversión mediante: Análisis / Modificación de canales / Funcionamiento

f:= 0,5 * 205,2 * x * x, donde $x = v(t)$.

Energía potencial (Fig. 14): $E_{\text{pot}}(t) = m_2 g(h - s(t))$ donde $h = 0,932 \text{ m}$.

Conversión mediante: Análisis / Modificación de canales / Funcionamiento

f:= 5 * 9,81 * (0,932 - x), donde $x = s(t)$.

La ley de conservación de la energía establece que la suma de la energía cinética y potencial en este sistema cerrado debe ser constante. Esta afirmación puede comprobarse fácilmente sumando la energía potencial y la cinética.

Resultados (7/7)

PHYWE

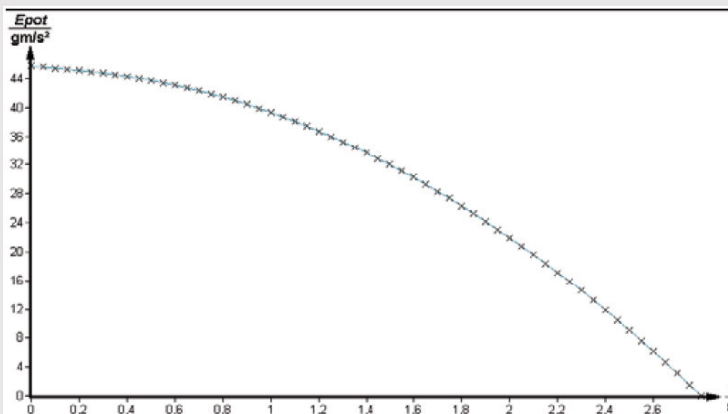


Fig. 15: Ejemplo de energía potencial.

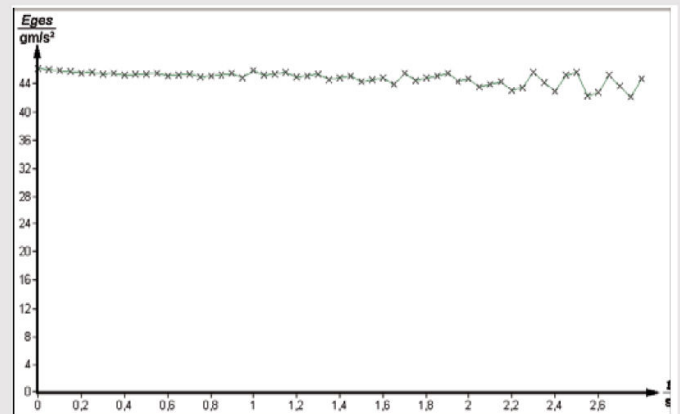


Fig. 16 Suma de las energías cinética y potencial respectivas.