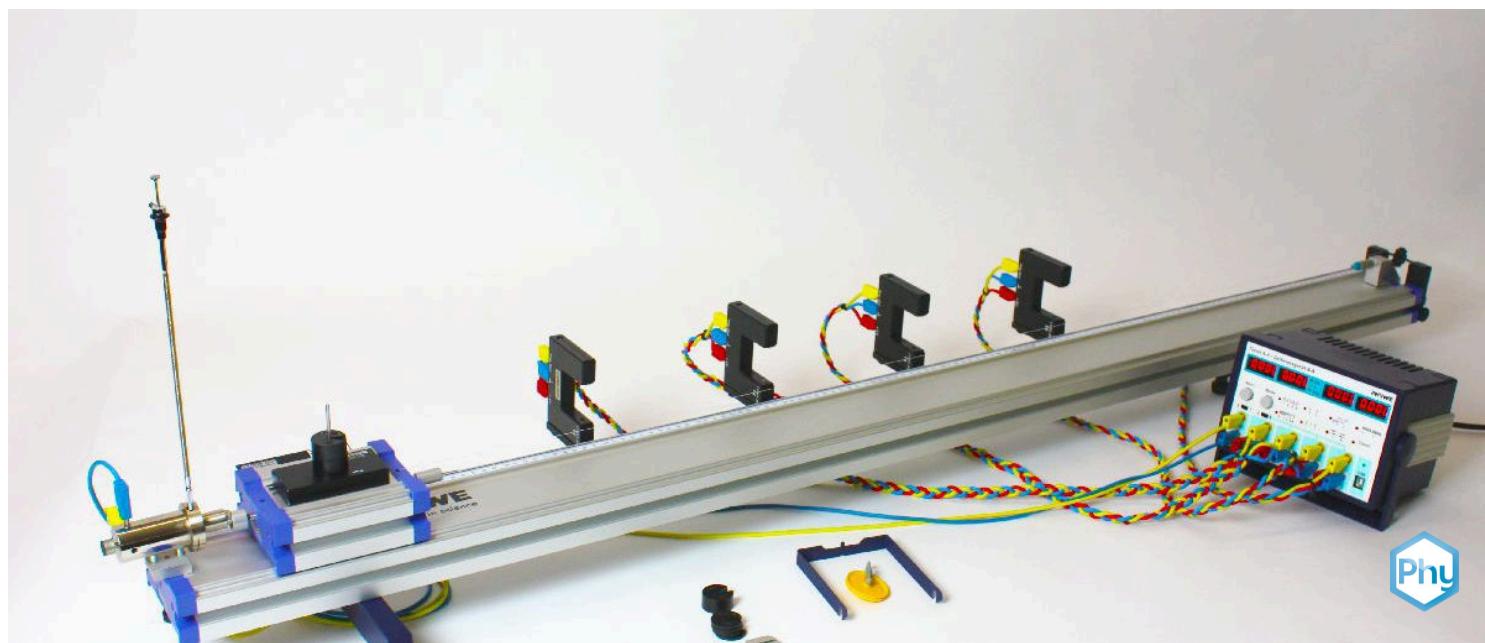


# Movimiento uniformemente decelerado con pista de demostración y contador 4-4



Física

Mecánica

Dinámica y movimiento



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

1



Tiempo de preparación

20 minutos



Tiempo de ejecución

10 minutos

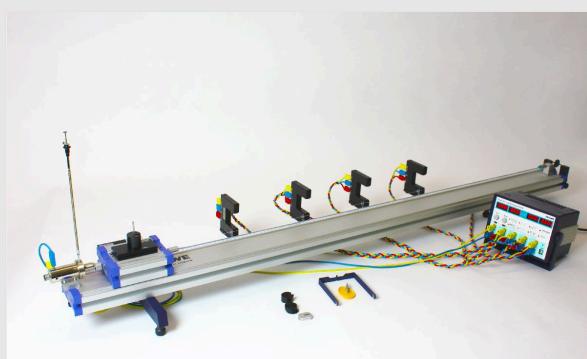
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/63247b0b1b817300037a3d55>

**PHYWE**

# Información para el profesor

## Aplicación

**PHYWE**

Montaje del experimento

Un cuerpo experimenta una aceleración constante paralela al plano en un plano inclinado debido a la componente de la gravedad que actúa sobre él.

Si esto contrarresta la velocidad inicial del cuerpo, ralentiza su movimiento y acaba invirtiendo su dirección.

Aquí, las leyes del movimiento para un movimiento uniformemente desacelerado deben confirmarse mediante mediciones del tiempo de recorrido de un carro en la vía de rodillos inclinada.

## Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



### Conocimiento previo

Los estudiantes deben estar familiarizados con el concepto básico y la terminología de las ecuaciones clásicas del movimiento.



### Principio

Si un objeto se desplaza por un plano inclinado, experimenta una aceleración constante debida al campo gravitatorio de la Tierra.

Si la dirección de la acción es opuesta a la dirección del movimiento, el objeto se ralentiza como resultado.

## Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



### Objetivo

Si un cuerpo es acelerado uniformemente en la dirección opuesta a la de su movimiento, su movimiento se desacelera.



### Tareas

1. Determinación de la dependencia del tiempo de la trayectoria a partir de varios tiempos de medición tras diferentes distancias recorridas.
2. Determinación de la dependencia velocidad-tiempo a partir de la medición del tiempo de sombreado de las barreras de luz en diferentes posiciones.
3. Determinación de la aceleración de desaceleración a partir del ángulo de inclinación de la trayectoria.

## Instrucciones de seguridad

PHYWE



Las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias se aplican a este experimento.

## Principio

PHYWE

La distancia recorrida sigue un curso parabólico según la ley distancia-tiempo y la velocidad es lineal según la ley velocidad-tiempo:

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t, v(t) = a \cdot t + v_0$$

Hay que tener en cuenta que  $a$  y  $v(0)$  tienen signos diferentes.

En función del ángulo de inclinación de la vía, la fuerza de gravedad que actúa sobre el carro da lugar a un movimiento uniformemente acelerado y proporcional a la aceleración debida a la gravedad:

$$a = g \cdot \sin(\alpha)$$

## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Riel de aluminio, l=1.5 m	11305-00	1
2	Carro con cojinete de baja fricción de zafiro	11306-00	1
3	PANTALLA PARA CARRITO DE MEDICION	11308-00	1
4	AGUJA CON ENCHUFE	11202-06	1
5	TUBITO CON ENCHUFE	11202-05	1
6	Plastilina, 10 barras	03935-03	1
7	SOPORTE FINAL P. 11305-00	11305-12	1
8	Pesa para carro de baja fricción 400 g	11306-10	1
9	Peso con ranura, 50 g, platado	02206-03	2
10	Peso con ranura, 10 g, plateado	02205-03	4
11	Barrera fotoeléctrica compacta	11207-20	4
12	SOPORTE PARA BARRERA FOTOELECTRICA	11307-00	4
13	ARRANCADOR P.11305-00	11309-00	1
14	IMAN DE RETENCION CON ENCHUFE	11202-14	1
15	Bloques para soporte	02070-00	1
16	PHYWE CRONOMETRO 4-4	13604-99	1
17	Cable de conexión, 32 A, 1000 mm, rojo	07363-01	4
18	CABLE DE CONEX., 32 A, 1000 mm, AMARILLO	07363-02	5
19	Cable de conexión, 32 A, 1000mm, AZUL	07363-04	5
20	Cinta métrica, l = 2 m	09936-00	1
21	BALANZA PORTATIL, OHAUS CR2200	48914-00	1

**PHYWE**

## Montaje y ejecución

### Montaje (1/6)

**PHYWE**

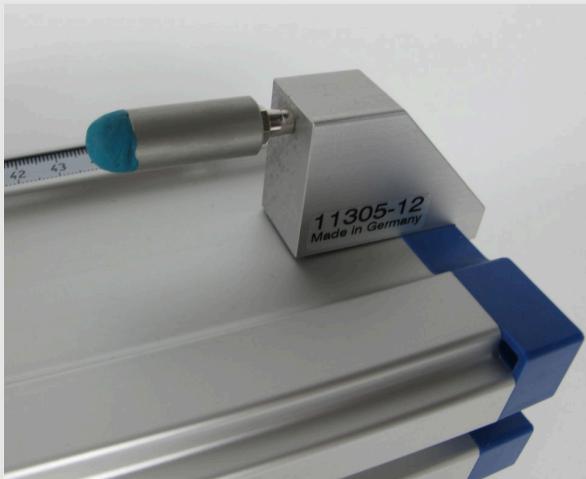
Dispositivo de lanzamiento del choque

1. Para compensar los pequeños efectos de la fricción, el carro debe ajustarse con una ligera inclinación mediante los tornillos de ajuste de las patas, de modo que el carro de medición no empiece a rodar hacia la derecha.

A continuación, colocar un objeto (opcionalmente, bloques, libros, pilas de papel, etc.) bajo el soporte de dos patas del riel para elevarlo unos 1-5 cm.

## Montaje (2/6)

PHYWE



Soporte de extremo con plastilina

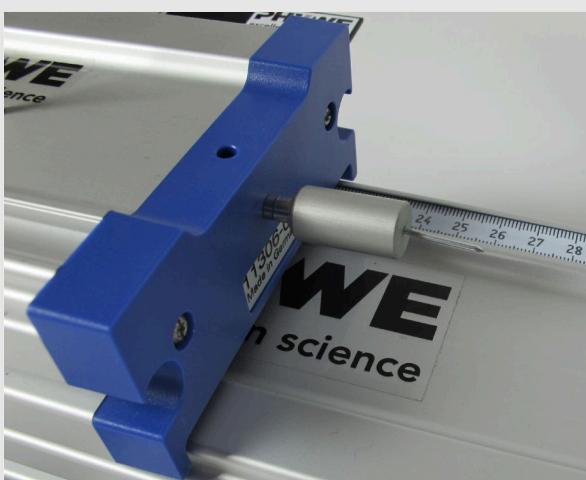
2. Se instalará un dispositivo de lanzamiento en el extremo inferior izquierdo de la pista.

Tener en cuenta que para arrancar el carro sin un impulso inicial, el dispositivo de arranque debe montarse de manera que el sello se aleje del carro de medición cuando se dispare.

3. Un tubo lleno de plastilina se introduce en el soporte del extremo derecho de la vía para frenar el carro sin que se produzca un impacto fuerte.

## Montaje (3/6)

PHYWE



La parte delantera de la carro de medición

4. El carro de medición está equipado con el imán de sujeción con tapón, una aguja con tapón y la tapa para el carro de medición ( $b = 100 \text{ mm}$ ).

5. La masa del carro debe ajustarse mediante los pesos para que llegue como máximo al soporte final con una velocidad residual mínima.

## Montaje (4/6)

PHYWE



Montaje de las barreras luminosas

- 6.** Las cuatro barreras luminosas bifurcadas se montan en la calzada con los soportes de las barreras luminosas. Colocar las barreras ópticas en forma de horquilla de manera que la sección de medición quede dividida en segmentos de tamaño aproximadamente igual.

## Montaje (5/6)

PHYWE



Conexión al dispositivo de cronometraje

- 7.** Las cuatro barreras luminosas bifurcadas se conectan en secuencia de izquierda a derecha a las tomas de los campos "1" a "4" del dispositivo de cronometraje, como se muestra en la ilustración.

Las tomas amarillas de las barreras luminosas se conectan a las tomas amarillas del aparato de medición, las tomas rojas a las tomas rojas y las tomas azules de las barreras luminosas a las tomas blancas del aparato de medición del tiempo.

## Montaje (6/6)

PHYWE



Comprobar los ajustes

**8.** El dispositivo de arranque debe conectarse a las dos tomas de conexión "Start" del dispositivo de cronometraje.

Asegurarse de que la polaridad es correcta.

La toma roja del dispositivo de arranque se conecta a la toma amarilla del dispositivo de cronometraje.

**9.** Los dos interruptores deslizantes del temporizador se colocan en la posición derecha "flanco descendente" ( ↴ ) para seleccionar el flanco de disparo.

## Ejecución (1/4)

PHYWE

**1.** Las distancias  $s_1 \dots s_4$  de las barreras luminosas a la posición inicial del carro se miden.

Hay que tener en cuenta que las barreras de luz sólo se interrumpen por el borde delantero del panel montado en el carro.

Para determinar con exactitud las distancias, se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Colocar el carro en la posición inicial y ajustar el valor ( $x_0$ ) en la cinta métrica del extremo derecho del carro.
- Mover el carro hasta una posición en la que el extremo derecho de la apertura interrumpa justo el haz de luz de la barrera luminosa en horquilla i y el valor ( $x_i$ ) en la cinta métrica en el extremo derecho del carro.
- $s_i = x_i - x_0$  es la distancia que el carro ha recorrido desde el inicio hasta la barrera luminosa correspondiente.

## Ejecución (2/4)

PHYWE



Interrupción de la barrera de luz

- 2.** El carro de medición recibe una velocidad inicial por el impacto de la fuerza del lanzador  $v(0)$  y experimenta una aceleración constante opuesta a su velocidad debido a la componente de la gravedad que actúa sobre él.

## Ejecución (3/4)

PHYWE

- 3.** Estos son los tiempos  $t_1 \dots t_4$  que se utilizan para cubrir las distancias  $s_1 \dots s_4$  desde la posición inicial hasta la respectiva barrera luminosa se determinan en el modo 2 ( ). Posteriormente, se realiza una medición en el modo 1 ( ) para determinar las velocidades correspondientes. Al realizar esta medición, los tiempos de sombra  $\Delta t_1 \dots \Delta t_4$  de las cuatro barreras luminosas bifurcadas; a partir de ellas se calcula posteriormente la velocidad media durante el paso correspondiente a través de la longitud de apertura (100 mm).

- 4.** Los tiempos de medición se registran para un máximo de cinco repeticiones. Antes de cada ejecución, pulsar el botón "Reset" para restablecer las pantallas.

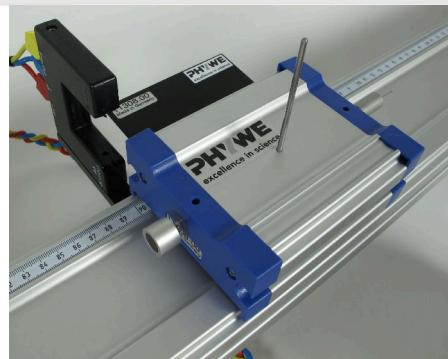
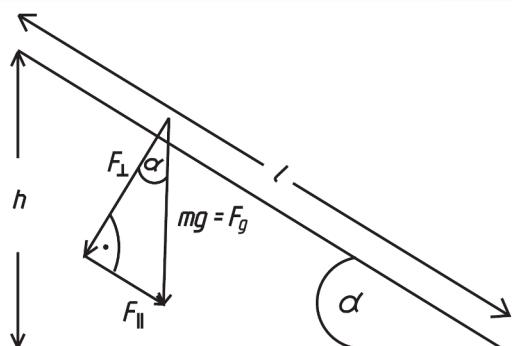
- 5.** Para obtener un mayor número de puntos de medición, es posible volver a colocar las barreras de luz y realizar otra serie de mediciones como se ha descrito anteriormente.

- 6.** Utilizar una balanza para determinar la masa del carro.

## Ejecución (4/4)

PHYWE

7. Para la determinación del ángulo de inclinación  $\alpha$  de la pista, medir la distancia entre los soportes de la pista,  $l$  y la altura  $h$  del objeto colocado bajo la vía. Comparar con la figura de la izquierda. Asegurarse de que el carro pase completamente la barrera (imagen de la derecha).



## Resultados (1/8)

### Observación

Si se eligen distancias aproximadamente iguales entre las barreras luminosas, se puede observar que las diferencias en los tiempos de recorrido  $t_i$  y los tiempos de sombreado  $\Delta t_i$  del carro aumentan al aumentar la distancia debido a la aceleración en sentido contrario. Cuando el carro llega al vértice, invierte su dirección de movimiento y realiza un movimiento uniformemente acelerado de vuelta al punto de partida.

## Resultados (1/8)

PHYWE

### Observación

Si se eligen distancias aproximadamente iguales entre las barreras luminosas, se puede observar que las diferencias en los tiempos de recorrido  $t_i$  y los tiempos de sombreado  $\Delta t_i$  del carro aumentan al aumentar la distancia debido a la aceleración en sentido contrario. Cuando el carro llega al vértice, invierte su dirección de movimiento y realiza un movimiento uniformemente acelerado de vuelta al punto de partida.

## Resultados (2/8)

PHYWE

### Valores medidos

$s$ in m	$t_m$ in s	$\Delta t_m$ in s	$s / t_m$ in m/s	$v = b / \Delta t_m$ in m/s
0,128	0,2	0,18	0,64	0,56
0,428	0,764	0,214	0,56	0,47
0,728	1,455	0,277	0,5	0,36
1,028	2,456	0,551	0,42	0,18
0,228	0,373	0,189	0,61	0,53
0,53	0,97	0,23	0,55	0,43
0,83	1,718	0,32	0,48	0,31
1,078	2,527	0,818	0,43	0,12

## Resultados (3/8)

PHYWE

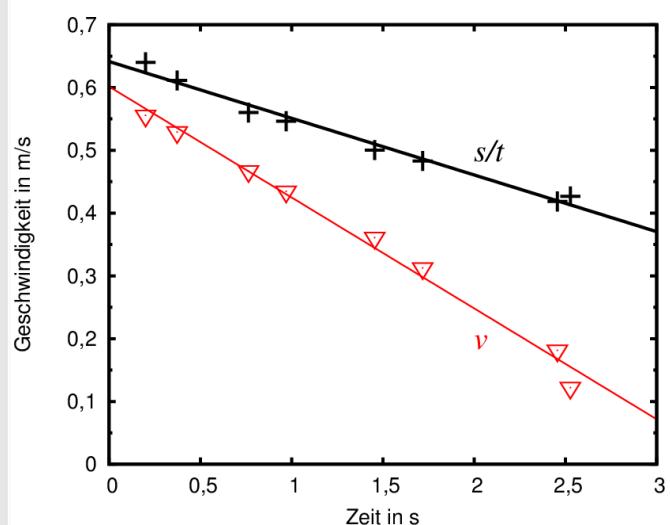
### a) Las leyes de desplazamiento-tiempo y velocidad-tiempo

- De las cinco mediciones, cada una de  $t_1 \dots t_8$  y  $\Delta t_1 \dots \Delta t_8$  son los valores medios  $t_{1m} \dots t_{8m}$  y  $\Delta t_{1m} \dots \Delta t_{8m}$  por determinar.
- Las velocidades se calculan a partir de los tiempos de sombreado.  $v_i(t_{im}) = b / \Delta t_{im}$  con la longitud de apertura  $b = 0,1$  m.
- Además de las formulaciones anteriores de las leyes de desplazamiento y velocidad-tiempo, hay que tener en cuenta ahora que el coche ya tiene una velocidad inicial  $v(0)$  en el momento inicial  $t = 0$ .

## Resultados (4/8)

PHYWE

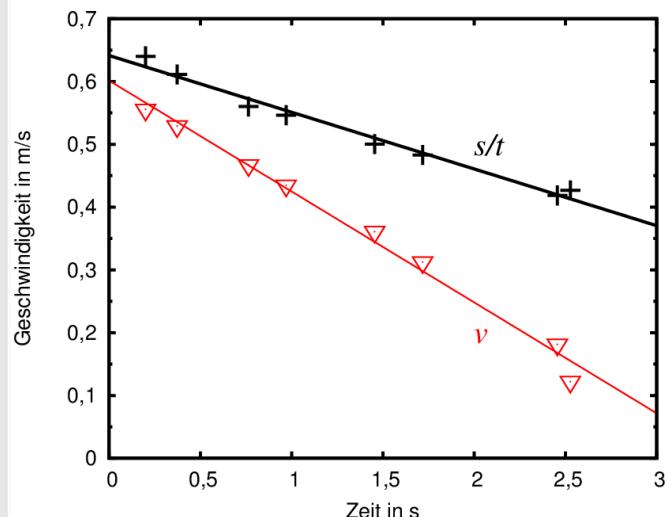
- En un sistema de coordenadas  $(v, t)$ , las velocidades instantáneas determinadas son  $v_i$  contra el tiempo  $t_{im}$  determinar la pendiente de la recta y su intercepción gráficamente o por regresión lineal (ver figura).
- Las velocidades medias se representan en un sistema de coordenadas  $(s/t, t)$ . Para ello, los valores medidos de la distancia por unidad de tiempo son  $s_i(t_{im})/t_{im}$  contra el tiempo  $t_{im}$  y la pendiente de la línea recta y su intercepción también se determinan gráficamente o por regresión lineal (ver la figura).



## Resultados (5/8)

PHYWE

- Para el ejemplo de medición
- $(v, t)$ -Diagramma:  $a = -0,180 \text{ m/s}$ ,  $v(0) = 0,61 \text{ m/s}$ ,
- $(s/t, t)$ -Diagramma:  $a = -0,178 \text{ m/s}$ ,  $v(0) = 0,64 \text{ m/s}$ .



## Resultados (6/8)

PHYWE

4. En el primer gráfico, la ley de velocidad-tiempo puede utilizarse para determinar

$$v(t) = a \cdot t + v(0)$$

identificar la pendiente de la línea recta como la aceleración  $a$ . El intercepto corresponde a la velocidad inicial  $v(0)$  del carro en el momento  $t = 0$ . Las direcciones opuestas de la velocidad inicial y la aceleración se expresan por sus diferentes signos, pueden entenderse como cantidades vectoriales.

Si en el momento  $t_S = -v(0)/a$  la velocidad  $v(t_S)$  es cero, toda la energía cinética debe haberse convertido en energía potencial.

## Resultados (7/8)



5. Del segundo gráfico se obtiene la relación lineal

$$\frac{s(t)}{t} = k_1 \cdot t + k_2$$

La comparación de los coeficientes obtenidos muestra:  $k_2 \approx v(0)$  y  $k_1 \approx a/2$ . Cuando se aplica, se obtiene la ley de desplazamiento-tiempo para un movimiento uniformemente desacelerado:

$$s(t) = \frac{1}{2}a \cdot t^2 + v(0) \cdot t$$

También en este caso, las direcciones opuestas de la velocidad y la aceleración iniciales tienen el efecto de signos invertidos. Con la negativa  $a$  es el gráfico  $s(t)$  una parábola abierta hacia abajo cuyo vértice está en  $t_s$  representa el punto de inversión del movimiento.

## Resultados (8/8)



6. La aceleración  $a$  que actúa sobre el carro también puede calcularse exclusivamente a partir del ángulo de inclinación  $\alpha$  de la vía, como se muestra en la figura de la diapositiva 18. de la trayectoria mediante la descomposición de la fuerza del peso  $F_g$  en los componentes  $F_{\parallel}$  y  $F_{\perp}$ :

$$a = g \cdot \sin(\alpha)$$