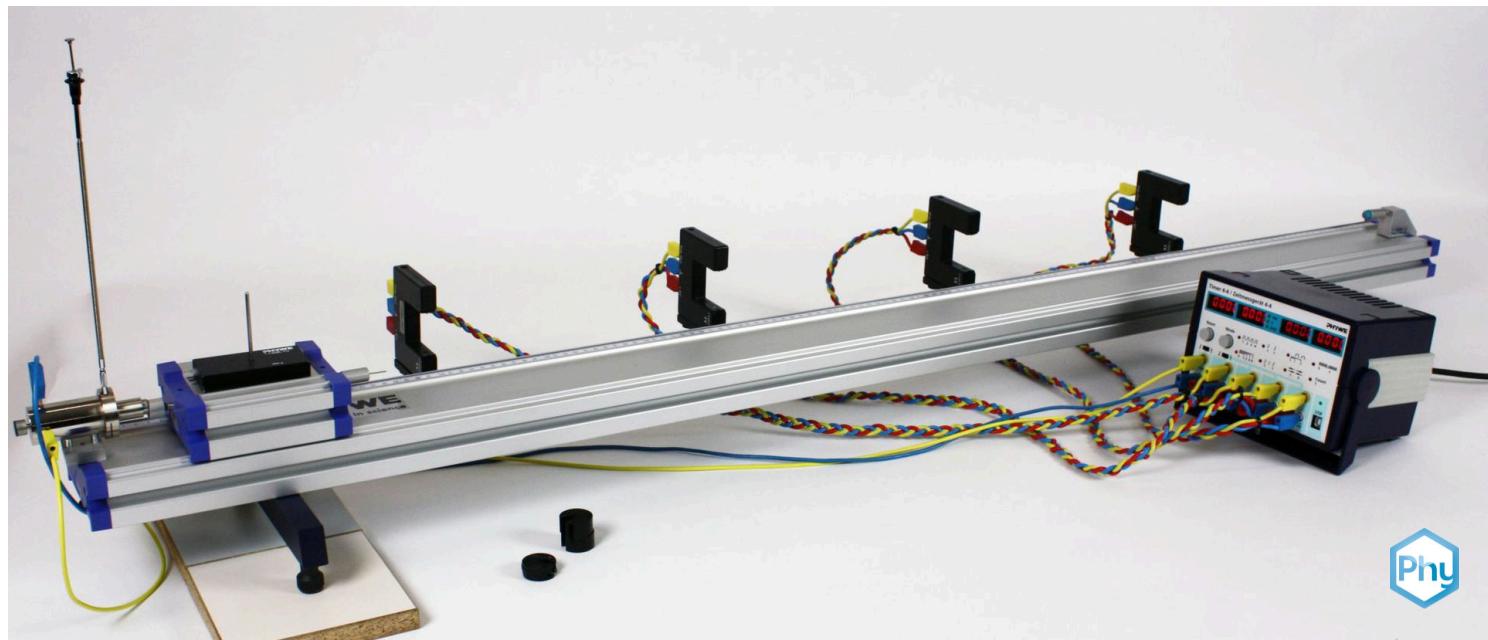


# Movimiento uniformemente acelerado con masa de aceleración y riel de demostración con timer 4-4



Física

Mecánica

Dinámica y movimiento



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

20 minutos



Tiempo de ejecución

10 minutos

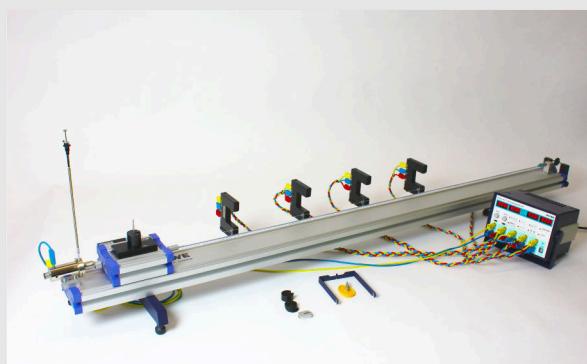
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/632468531b817300037a3ce4>

**PHYWE**

## Información para el profesor

### Aplicación

**PHYWE**

Montaje del experimento

Si una fuerza constante actúa sobre un cuerpo, éste experimenta una aceleración constante. Aquí se va a demostrar en la pista de rodillos, midiendo el tiempo de recorrido de un carro uniformemente acelerado, que su velocidad aumenta linealmente con el tiempo y que la dependencia de la distancia con el tiempo puede describirse mediante una parábola.

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

PHYWE



### Conocimiento

previo



### Principio

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

Si una fuerza constante actúa sobre un objeto, su velocidad **v** cambia por la aceleración constante **a** y se produce un movimiento uniformemente acelerado.

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

PHYWE



### Objetivo

Si un cuerpo se acelera uniformemente, la distancia recorrida aumenta cuadráticamente con el tiempo según la ley distancia-tiempo. La velocidad es lineal según la ley velocidad-tiempo:

$$s(t) = 0,5 \cdot a \cdot t^2, v(t) = a \cdot t$$



### 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.

# Instrucciones de seguridad

PHYWE



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

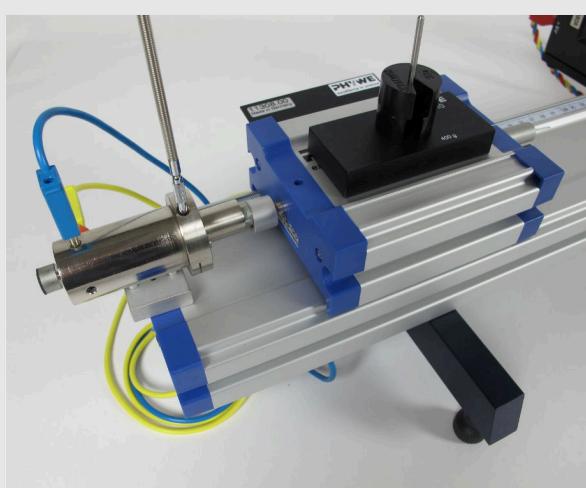
## Material

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	Barrera fotoeléctrica compacta	11207-20	4
8	SOPORTE PARA BARRERA FOTOELECTRICA	11307-00	4
9	Pesa para carro de baja fricción 400 g	11306-10	1
10	Peso con ranura, 10 g, plateado	02205-03	4
11	Peso con ranura, 50 g, platado	02206-03	3
12	PESA DE RANURA 1 G	03916-00	20
13	PLATILLO DE PESAS 1 g	02407-00	1
14	HILO DE SEDA, L 200 M	02412-00	1
15	Soporte para polea	11305-11	1
16	SOPORTE FINAL P. 11305-00	11305-12	1
17	Polea para pista de demostración	11305-10	1
18	ARRANCADOR P.11305-00	11309-00	1
19	IMAN DE RETENCION CON ENCHUFE	11202-14	1
20	PHYWE CRONOMETRO 4-4	13604-99	1
21	Cable de conexión, 32 A, 1000 mm, rojo	07363-01	4
22	CABLE DE CONEX., 32 A, 1000 mm, AMARILLO	07363-02	5
23	Cable de conexión, 32 A, 1000mm, AZUL	07363-04	5

**PHYWE**

# Montaje y ejecución

## Montaje (1/6)

**PHYWE**

Dispositivo de lanzamiento sin choque

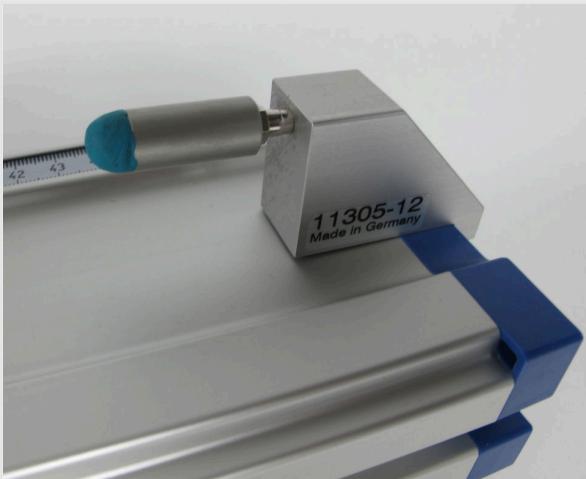
**1.** Para compensar los pequeños efectos de la fricción, el carro debe ajustarse con una ligera inclinación mediante los tornillos de ajuste de las patas, de modo que el carro de medición no empiece a rodar hacia la derecha.

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

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

## Montaje (2/6)

PHYWE



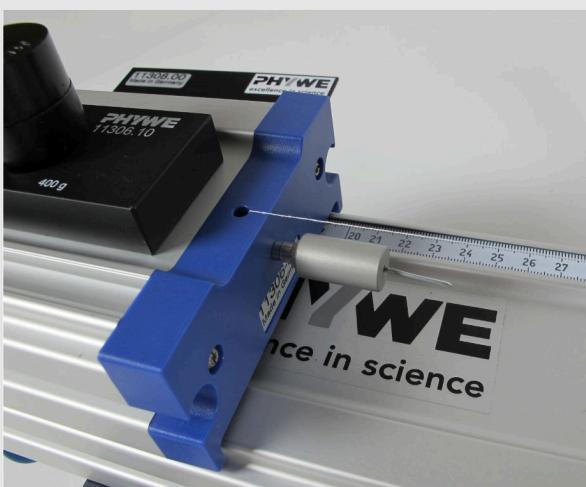
Soporte de extremo con plastilina

**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.

**4.** La polea de desviación se fija en el extremo derecho de la pista con el soporte de la polea de desviación y se inserta la rueda incremental.

## Montaje (3/6)

PHYWE



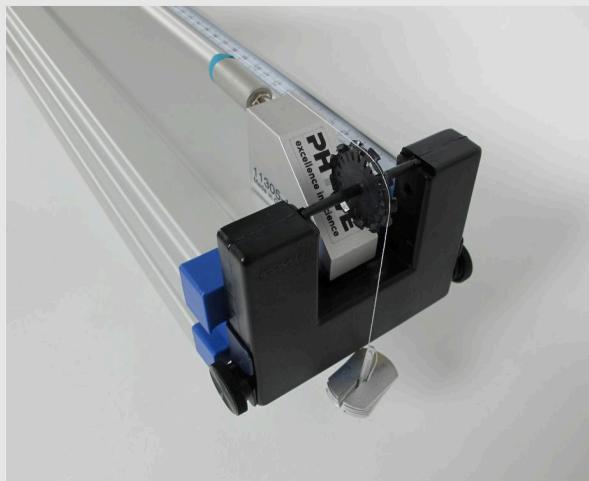
Fijación del hilo al carro

**5.** El carro de medición está equipado con el imán de sujeción con tapón, así como con la cubierta para el carro de medición ( $b = 100$  mm).

**6.** El principio del hilo se introduce desde arriba en el orificio vertical de la tapa del carro y se fija introduciendo la aguja con el tapón desde delante.

## Montaje (4/6)

PHYWE



Colocación del plato de pesas

**7.** El hilo se coloca sobre la rueda incremental de la polea y se anuda en el extremo al plato de pesas de forma que cuelgue libremente justo debajo de la rueda, como se muestra en la ilustración. El plato de pesas y las pesas con ranuras de 5-20 (1g cada una) que hay en él sirven como fuerza de aceleración constante. Asegurarse de que el hilo corre paralelo a la carretera.

**8.** La masa del carro puede variarse mediante las pesas pintadas de negro.

## Montaje (5/6)

PHYWE

**9.** Los cuatro sensores fotoeléctricos en forma de horquilla se montan en la calzada con los soportes de los sensores fotoeléctricos y se distribuyen uniformemente en la sección de medición.

Asegurarse de que todas las barreras ligeras puedan ser atravesadas por la parte trasera del salpicadero al hacer rodar el carro antes de que el plato de pesas toque el suelo.

**10.** Las barreras luminosas en forma de horquilla se conectan a los enchufes de los campos "1" a "4" del dispositivo de cronometraje de izquierda a derecha en secuencia.

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



Conexión de las barreras de luz y del dispositivo de arranque

**11.** 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.

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

## Ejecución (1/3)

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 (2/3)

PHYWE



Interrupción de la barrera de luz

- 2.** El carro de medición es liberado por el arrancador y experimenta una aceleración constante hasta que el plato de pesas toca el suelo. A continuación, sigue rodando a una velocidad constante.

## Ejecución (3/3)

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 reiniciar las pantallas.

**5.** A continuación, se vuelven a colocar las barreras de luz y se realiza otra serie de mediciones como se ha descrito anteriormente.

## Resultados (1/5)

PHYWE

### Observación

Para aumentar las distancias  $s_i$  muestra que los tiempos de sombreado  $\Delta t_i$  se hacen cada vez más pequeños debido a la aceleración del carro y la velocidad del carro aumenta continuamente hasta que el plato de pesas toca el suelo.

## Resultados (2/5)

PHYWE

### Valores medidos

$s$ in m	$t_m$ in s	$\Delta t_m$ in s	$v$ in m/s	$a = v/t_m$ in m/s <sup>2</sup>	$(t_m)^2$ in s <sup>2</sup>	$a=2s/(t_m)^2$ in m/s <sup>2</sup>
0,23	2,833	0,559	0,179	0,063	8,026	0,057
0,43	3,861	0,424	0,236	0,061	14,907	0,058
0,63	4,665	0,356	0,281	0,06	21,762	0,058
0,83	5,353	0,316	0,316	0,059	28,655	0,058
0,13	2,156	0,71	0,141	0,065	4,648	0,056
0,33	3,442	0,474	0,211	0,061	11,847	0,056
0,53	4,336	0,382	0,262	0,06	18,801	0,056
0,73	5,094	0,332	0,301	0,059	25,949	0,056

## Resultados (3/5)

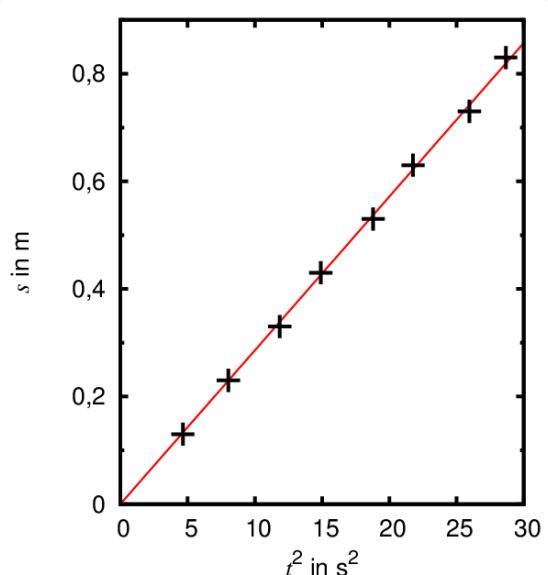
PHYWE

1. 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.
2. 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.
3. Para el movimiento uniformemente acelerado, la aceleración puede ser  $a$  con dos métodos diferentes. Ya sea a través de la ley del tiempo de la trayectoria  $s(t) = 0,5 \cdot a \cdot t^2$  a partir del tiempo de recorrido y de la posición respectiva de las barreras luminosas o mediante la ley de velocidad-tiempo  $v(t) = a(t) \cdot t$  a partir del tiempo de funcionamiento y la velocidad correspondiente.

## Resultados (4/5)

PHYWE

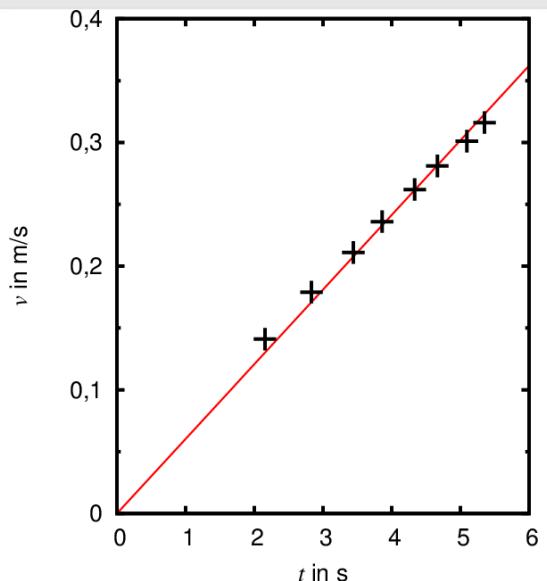
- Para verificar la ley de desplazamiento-tiempo, introducir los valores medidos en un sistema de coordenadas  $(s, t^2)$ . La aceleración  $a$  puede calcularse gráficamente a partir de la pendiente de la recta que pasa por el punto cero.  $(0, 5 \cdot a)$  así como por cálculo.



## Resultados (5/5)

PHYWE

- En un sistema de coordenadas ( $v$ ,  $t$ ), graficar las velocidades determinadas contra el tiempo medido. La ley velocidad-tiempo se obtiene gráficamente a partir de la pendiente de la recta que pasa por el punto cero o por cálculo.



## Observaciones (1/2)

PHYWE



Rollo suelto para extensión

1. Si la altura de la mesa no es suficiente para realizar un movimiento acelerado a lo largo de todo el recorrido, la distancia de aceleración puede duplicarse con la ayuda del soporte, que se incluye con el portarrollos de desviación, y un rodillo suelto. Para ello, el soporte se fija en el portapoleas.

El extremo del hilo ahora no está anudado al plato de pesos, sino a este soporte. El rodillo suelto, en cuyo gancho de carga se pueden colgar pesos adicionales, se coloca en el hilo entre la rueda incremental y el soporte, como se muestra en la ilustración.

A la hora de evaluar, hay que tener en cuenta, por un lado, que sólo la mitad del peso del rodillo y las pesas acelera el carro y, por otro, que el rodillo y las pesas sólo tienen la mitad de la velocidad del carro.

## Observaciones (2/2)

PHYWE

2. Esta prueba puede realizarse con diferentes masas de carro y de aceleración.
3. Para reducir la distancia entre el regulador de peso y la rueda incremental, se puede acortar la longitud del hilo girando la aguja con el tapón varias veces en el carro, enrollando así el hilo.
4. Las Velocidades  $v_i$  calculadas a partir de  $\Delta t_i$  no son estrictamente hablando, velocidades instantáneas, ya que el carro sigue siendo acelerado al pasar por la barrera de luz.

Las velocidades se derivan así de una pendiente secante, pero no de una pendiente tangente de la gráfica de  $s(t)$  fuera. Con  $\Delta s = 0,1\text{m}$ , cabe esperar un error sistemático de aproximadamente el 2 %.