

# Conservación del momento en colisiones inelásticas con riel de demostración y timer 4-4



Física → Mecánica → Conservación e impulso de la energía



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:

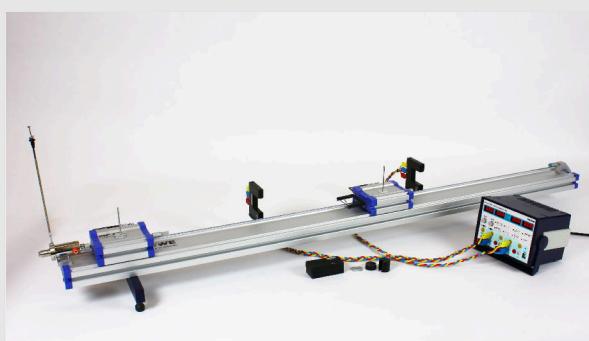


<http://localhost:1337/c/6328ba84ca531b0003bab36d>

**PHYWE**

# Información para el profesor

## Aplicación

**PHYWE**

Montaje del experimento

Si dos cuerpos chocan inelásticamente entre sí en un sistema cerrado, el momento  $p$  se mantiene en el conjunto del sistema. Ambos cuerpos continúan moviéndose juntos con un impulso que corresponde a la suma de los impulsos individuales antes de la colisión.

Por otro lado, la energía cinética de todo el sistema disminuye porque la energía cinética se convierte en energía de deformación para el impacto inelástico.

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

PHYWE



**Conocimiento  
previo**

El concepto básico de una colisión inelástica y la mecánica clásica ya deberían haberse tratado en clase.



**Principio**

Si dos carros chocan inelásticamente, se mueven juntos en una dirección con la misma velocidad. El momento del movimiento corresponde a la suma de los momentos individuales antes de la colisión:

$$p_1 + p_2 = p'$$

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

PHYWE



**Objetivo**

La energía cinética disminuye tras el impacto inelástico debido a la deformación de la plastilina entre los dos carros.

Sin embargo, teniendo en cuenta la energía de deformación, la energía del sistema global sigue siendo  $\Delta E$ :

$$E_{kin} = E'_{kin} + \Delta E .$$



**Tareas**

1. Determinación de los impulsos antes y después del impacto inelástico de dos carros en movimiento con direcciones opuestas.
2. Determinación de las energías cinéticas antes y después del impacto inelástico de dos carros en movimiento con direcciones opuestas.

## 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	2
3	PANTALLA PARA CARRITO DE MEDICION	11308-00	2
4	AGUJA CON ENCHUFE	11202-06	2
5	TUBITO CON ENCHUFE	11202-05	2
6	Plastilina, 10 barras	03935-03	1
7	Pesa para carro de baja fricción 400 g	11306-10	2
8	Peso con ranura, 10 g, plateado	02205-03	4
9	Peso con ranura, 50 g, platado	02206-03	3
10	SOPORTE FINAL P. 11305-00	11305-12	1
11	ARRANCADOR P.11305-00	11309-00	1
12	IMAN DE RETENCION CON ENCHUFE	11202-14	1
13	Barrera fotoeléctrica compacta	11207-20	2
14	SOPORTE PARA BARRERA FOTOELECTRICA	11307-00	2
15	PHYWE CRONOMETRO 4-4	13604-99	1
16	Cable de conexión, 32 A, 1000 mm, rojo	07363-01	2
17	CABLE DE CONEX., 32 A, 1000 mm, AMARILLO	07363-02	2
18	Cable de conexión, 32 A, 1000mm, AZUL	07363-04	2
19	BALANZA PORTATIL, OHAUS CR2200	48914-00	1

**PHYWE**

## Montaje y ejecución

### Montaje (1/4)

**PHYWE**

Dispositivo de lanzamiento para el choque

- 1.** El carril debe estar alineado horizontalmente con la mayor precisión posible mediante los tres tornillos de ajuste de las patas.
- 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 estar montado de forma que el carro reciba un impulso de fuerza del ariete.

## Montaje (2/4)

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.** Las dos barreras luminosas bifurcadas se montan con los soportes de las barreras luminosas en la calzada y se colocan aproximadamente en las marcas de 40 cm y 100 cm. La barrera de luz que está más cerca del dispositivo de inicio se llama barrera de luz 1, la otra barrera de luz 2.

## Montaje (3/4)

PHYWE



Conexión de las barreras de luz

**5.** La barrera de luz 1 se conecta a las tomas del campo "1", la barrera de luz 2 a las tomas del campo "3" del aparato de medición del tiempo. 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.

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

## Montaje (4/4)

PHYWE

### 7. Los dos carros de medición se colocan en la calzada.

- El carro izquierdo, que está más cerca del dispositivo de lanzamiento (en adelante denominado carro 1 con velocidad  $v_1$ ) se monta con el imán de sujeción con clavija en el sentido del dispositivo de arranque y con la placa con clavija en el sentido de la marcha.
- En los laterales del carro derecho (carro 2 con  $v_2$ ), se introduce un tubo lleno de plastilina en la dirección del carro 1 y se introduce la aguja con el tapón mirando hacia el soporte del extremo.
- En ambos carros, las tapas de los carros de medición ( $b = 100$  mm) se encajan en el lado en el que se van a situar las barreras luminosas en horquilla.

## Ejecución (1/4)

PHYWE

### 1. Para realizar todas las mediciones, el aparato de medición del tiempo debe estar en el modo de funcionamiento 6 "Choque" (). Sólo las entradas de control 1 y 3 están activas.

Medir hasta dos tiempos de sombreado en cada barrera lumínosa.

Los tiempos de interrupción en la barrera de luz 1 se emiten en las dos primeras pantallas, los tiempos de la barrera de luz 2 en las dos pantallas posteriores.

La primera interrupción de una barrera de luz se emite en la pantalla izquierda, la segunda en la pantalla derecha.

### 2. Al principio de la medición, determinar siempre las masas de los carros mediante la balanza.

Para correcciones pequeñas (especialmente cuando se desean masas de igual tamaño), las pesas de 1 g con ranura son adecuadas.

## Ejecución (2/4)

PHYWE

3. Antes de iniciar cada prueba de impacto, pulsar el botón "Reset" para restablecer las pantallas.
4. Los carros de medición se colocan en lados opuestos fuera de las barreras de luz. El carro 1 se acelera con el dispositivo de arranque, el carro 2 se empuja ligeramente a mano. Tras el impacto inelástico, ambos carros se alejan juntos en una dirección. Para que no se detengan dentro de las barreras de luz debido a un impulso total demasiado bajo, hay que procurar que uno de los carros reciba un impulso inicial significativamente mayor. Dado que es esencial que el impacto se produzca dentro de las barreras de luz, es posible que los carros deban ponerse en marcha con un ligero retraso.
5. Para distinguir los diferentes datos de medición de los carros, los tiempos de sombreado antes del impacto se designarán como  $t_1$  y  $t_2$  y después del impacto como  $t_1'$  y  $t_2'$  respectivamente.

Se utilizará la misma nomenclatura para las velocidades e impulsos calculados a partir de ellas.

## Ejecución (3/4)

PHYWE

5. Tras el impacto, la barrera de luz se interrumpe en el sentido de la marcha de ambos carros.  
Esto sólo registra el tiempo de sombreado de la abertura del carro delantero, ya que el tiempo de un carro antes del impacto ya ha sido medido.  
Sin embargo, como ambos carros se mueven a la misma velocidad, este tiempo de sombreado es válido para ambos carros.
6. Las velocidades  $v_i = b/t_i$  deben determinarse siempre a partir de todos los tiempos de sombreado  $t_i$  con la longitud de apertura  $b = 100 \text{ mm.}$   
Como las velocidades son cantidades vectoriales, hay que prestar atención a los signos de las cantidades. Todas las velocidades opuestas a  $v_1$  tienen un signo opuesto a  $v_1$ .

## Ejecución (4/4)

PHYWE

- 7.** Para poder distinguir los diferentes datos de medición de los carros, los tiempos de sombreado antes del impacto con  $t_1$  y  $t_2$  o después del impacto con  $t'$ .

Se utilizará la misma nomenclatura para las velocidades e impulsos calculados a partir de ellas.

- 8.** Los tiempos de medición deben registrarse y promediarse para un máximo de cinco repeticiones.

A continuación, se repite la medición tanto para diferentes masas de carros como para diferentes relaciones de masas.

## Resultados (1/6)

PHYWE

### Observación

Ambos carros chocan y se mueven juntos en la misma dirección a la misma velocidad.

## Resultados (2/6)

PHYWE

Ejemplo de medición del impacto inelástico

$m_1$ in kg	$m_2$ in kg	$t_1$ in s	$t_2$ in s	$t_2' = t_1'$ in s
0,4	0,4	0,162	0,591	0,447
0,8	0,4	0,237	0,664	0,461
0,4	0,55	0,162	0,593	0,598

## Resultados (3/6)

PHYWE

Ejemplo de medición del impacto inelástico

$v_1$ in m/s	$v_2$ in m/s	$v_2' = v_1'$ in m/s	$p_1$ in kg·m/s	$p_2$ in kg·m/s	$p = p_1 + p_2$ in kg·m/s	$p'$ in kg·m/s
0,617	-0,169	0,224	0,247	-0,068	0,179	0,179
0,422	-0,151	0,217	0,338	-0,06	0,277	0,26
0,617	-0,169	0,167	0,247	-0,093	0,154	0,159

## Resultados (4/6)

Ejemplo de medición del impacto inelástico

$E_1$ in $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$	$E_2$ in $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$	$E_{\text{kin}}$ in $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$	$E'_{\text{kin}}$ in $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$	$\Delta E$ in $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
0,076	0,006	0,082	0,02	0,062
0,071	0,005	0,076	0,028	0,048
0,076	0,008	0,084	0,013	0,071

## Resultados (5/6)

1. Para las mediciones individuales, los impulsos se calculan a partir de las masas de los carros y las velocidades.  $p_1$  y  $p_2$  antes del impacto y  $p' = (m_1 + m_2) \cdot v'$  calculado después del impacto.

Dado que los carros permanecen juntos después del impacto inelástico, pueden considerarse como un carro con una masa mayor. Una comparación de los impulsos totales (ver el ejemplo de medición) muestra que la ley de conservación del momento se aplica dentro del ámbito de la precisión de la medición:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'.$$

2. Las energías cinéticas son  $E_1$  y  $E_2$  de los dos carros antes del impacto, así como la energía  $E'_{\text{kin}}$  del movimiento de la articulación después del impacto. Una comparación de  $E_{\text{kin}} = E_1 + E_2$  con  $E'_{\text{kin}}$  muestra que la energía cinética se ha reducido considerablemente tras el impacto (ver también el ejemplo de medición). La ley de conservación de la energía no parece cumplirse:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \neq \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2.$$

## Resultados (6/6)

**3.** Sin embargo, en un sistema cerrado, la energía debe conservarse y no puede perderse.

Esto se debe a que se utiliza energía para deformar el caucho forjado durante el impacto.

Esta energía de deformación  $\Delta E$  conduce a una reducción de la energía cinética.

Por lo tanto, la ley de conservación de la energía es la siguiente:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v'^2 + \Delta E$$

La energía de deformación absorbida  $\Delta E$  corresponde, pues, a la diferencia entre la energía cinética inicial y la energía cinética restante después del impacto.

## Observaciones

**1.** Para acelerar el carro 1 con el dispositivo de arranque, empujar el ariete hasta que se bloquee en un pestillo. Como el dispositivo de arranque proporciona tres pasos de diferente tamaño, se debe tener cuidado de utilizar el mismo retén para cada intento, de modo que se transmita la misma fuerza cuando se libere el dispositivo de arranque.

**2.** Antes de cada medición debe comprobarse el correcto ajuste de ambos paneles en los carros, ya que pueden deslizarse debido a un frenado brusco.

**3.** La plastilina debe ser remodelada en el medio si es necesario para que el impacto del carro sea siempre amortiguado de la mejor manera posible.

**4.** Los carros no se mueven completamente sin fricción, sigue habiendo una fricción residual y el momento total disminuye ligeramente. Esto también provoca una pérdida de energía, por lo que la diferencia entre las energías cinéticas antes y después del impacto no se corresponde completamente con la energía de deformación  $\Delta E$  de la plastilina.