

# Movimiento de proyectiles



El objetivo de este experimento es comprender las leyes generales del movimiento de los proyectiles.

Física

Mecánica

Dinámica y movimiento



Nivel de dificultad

fácil



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

45+ minutos



Tiempo de ejecución

45+ minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6388075669ba84000355734f>

PHYWE



# Información para el profesor

## Aplicación

PHYWE

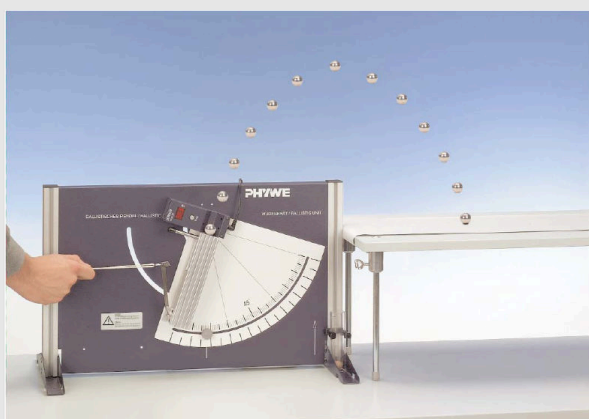


Fig. 1: Montaje experimental para medir el alcance máximo de un proyectil con equipo adicional para medir la velocidad inicial.

La comprensión del movimiento general de los proyectiles es muy importante para campos como la balística.

Además, esta comprensión proporciona una primera visión de las leyes de la gravedad.

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

PHYWE



### Conocimiento previo

No es necesario tener conocimientos previos.



### Principio

Una bola de acero es disparada por un muelle a diferentes velocidades y con diferentes ángulos respecto a la horizontal. Se determinan las relaciones entre el alcance, la altura de proyección, el ángulo de inclinación y la velocidad de disparo.

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

PHYWE



### Objetivo

El objetivo de este experimento es comprender las leyes generales del movimiento de los proyectiles.



### Tareas

1. Determinar el alcance en función del ángulo de inclinación.
2. Determinar la altura máxima de proyección en función del ángulo de inclinación.
3. Determinar el alcance (máximo) en función de la velocidad inicial.

## Principio (1/2)

PHYWE

Si un cuerpo de masa  $m$  se mueve en un campo gravitatorio constante (fuerza gravitatoria  $m\vec{g}$ ), el movimiento se sitúa en un plano (ver la Fig. 2).

Si el sistema de coordenadas se sitúa en este plano (plano  $x$ - $y$ , Fig. 2) y la ecuación del movimiento:

$$m \frac{d^2}{dt^2} \vec{r}(t) = m \vec{g}$$

donde  $\vec{r} = (x, y)$ ;  $\vec{g} = (0, -g)$

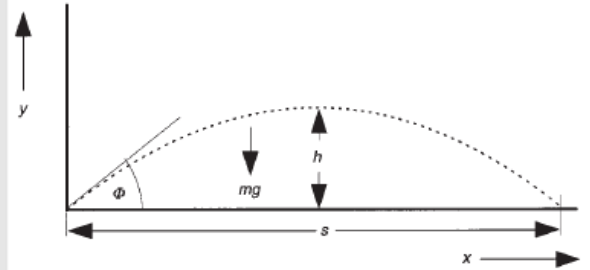


Fig. 2: Movimiento de un punto de masa bajo el efecto de la fuerza gravitatoria.

## Principio (2/2)

PHYWE

se resuelve, entonces, con las condiciones iniciales

$$\vec{r}(0) = 0 \text{ y } \vec{v}(0) = (v_0 \cos \phi, v_0 \sin \phi)$$

obtenemos las coordenadas en función del tiempo  $t$ :

$$x(t) = v_0 \cdot \cos \phi \cdot t \quad y(t) = v_0 \cdot \sin \phi \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

A partir de ahí, se obtiene la altura máxima de proyección  $h$  en función del ángulo de proyección  $\phi$ :

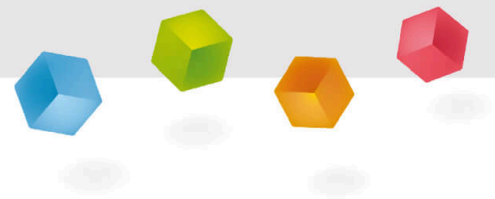
$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \phi$$

y el alcance máximo es  $s = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\phi)$

## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Unidad balística	11229-10	1
2	Bola de acero, d = 19 mm	02502-01	2
3	Regla graduada en forma de varilla, l=750 mm	02200-00	1
4	Pie cónico expert	02004-00	1
5	Accesorio para medición de velocidad	11229-30	1
6	Fuente de alimentación 5 VDC/4 A, según EN61558-2-16	12651-99	1
7	CINTA REGISTRADORA, A 210MM	11221-01	1
8	Plataforma de soporte en 2 niveles	02076-03	1

PHYWE



# Montaje y ejecución

## Montaje y ejecución (1/2)

PHYWE

Se ajusta la unidad balística. Se ajusta la escala a 90° y se dispara una bola hacia arriba (ajuste 3) y se atrapa con la mano. Se giran los tornillos de ajuste de la base de apoyo hasta obtener una proyección vertical.

Las velocidades iniciales de la bola correspondientes a las tres etapas de tensión del muelle de disparo pueden determinarse utilizando el accesorio de medición de velocidad, o a partir de la altura máxima para una proyección vertical de la expresión  $v_0 = \sqrt{2gh}$ . Las velocidades iniciales pueden variar mucho de una unidad a otra. El soporte de la plataforma de 2 niveles (02076-01) se utiliza para determinar el alcance.

Para marcar los puntos de impacto, la tira de registro se fija al banco con cinta adhesiva. Lo mejor es medir los rangos largos antes que los cortos (¡puntos de impacto secundarios!) y marcar los puntos de impacto primarios con un rotulador.

## Montaje y ejecución (2/2)

PHYWE

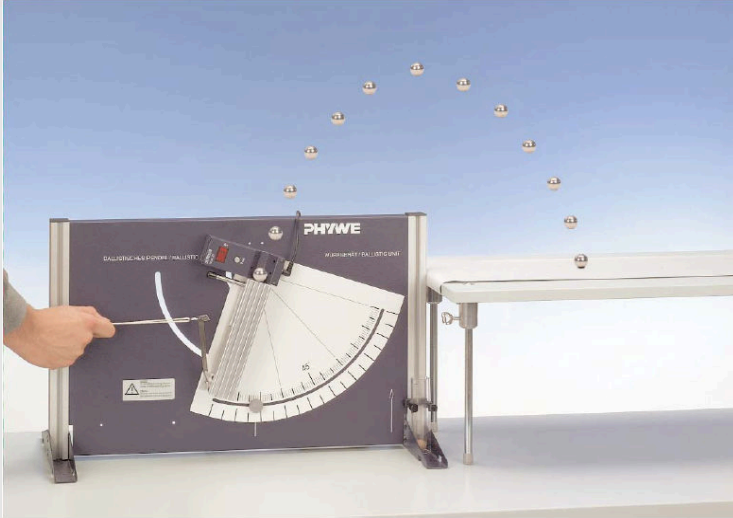
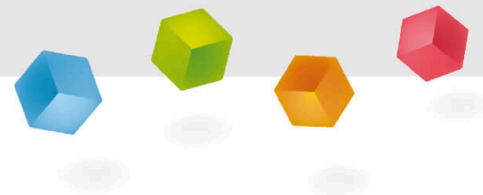


Fig. 3: Montaje experimental

La distancia de la unidad balística se comprueba frecuentemente con la escala de metros durante la prueba. Se puede colocar una caja vacía detrás del banco para recoger las bolas.

Para medir la altura de proyección se sujeta la escala de metros en la base del barril y se mueve en paralelo al plano de proyección. La caja vacía se utiliza de nuevo para atrapar las bolas. Las alturas de proyección pueden determinarse bastante bien a ojo desde el punto de vista balístico.

PHYWE



## Resultados

## Resultados (1/3)

PHYWE

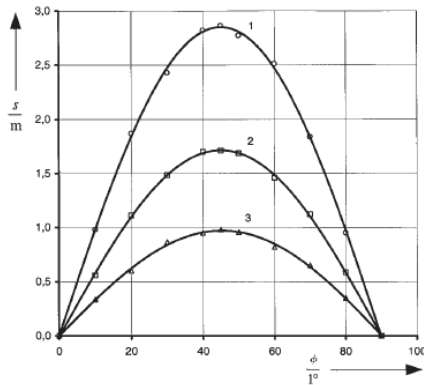


Fig. 3: Alcance máximo  $s$  en función del ángulo de inclinación  $\phi$  para diferentes velocidades iniciales  $v_0$  curva 1:  $v_0 = 5.3 \text{ m/s}$ ; curva 2:  $v_0 = 4.1 \text{ m/s}$ ; curva 3:  $v_0 = 3.1 \text{ m/s}$ .

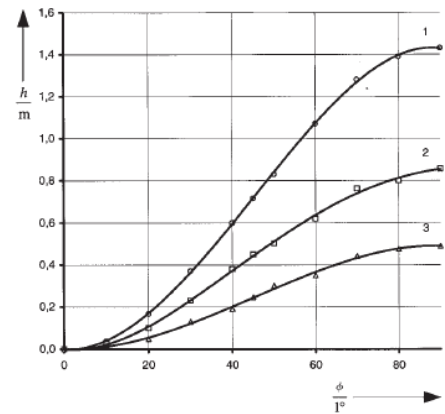


Fig. 4: Altura máxima de proyección  $h$  en función del ángulo de inclinación  $\phi$  para las velocidades iniciales como en la Fig. 1.

## Resultados (2/3)

PHYWE

El alcance máximo  $s$  se alcanza con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  para cada velocidad inicial. La Fig. 5 muestra el alcance  $s$  para un ángulo de  $45^\circ$  representado en función de diferentes velocidades iniciales  $v_0$ .

Al elegir una escala logarítmica, se puede aplicar una línea de regresión a los datos medidos y utilizarla para determinar el rango máximo para velocidades iniciales arbitrarias.

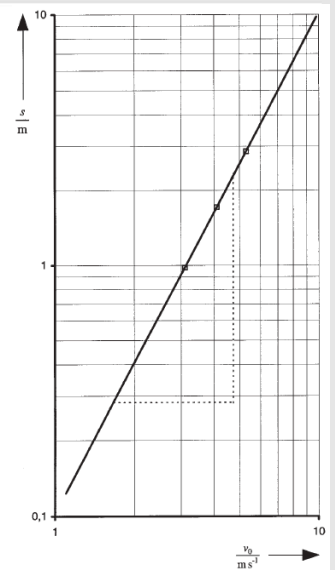


Fig. 5: Alcance máximo  $s$  en función de la velocidad inicial  $v_0$  con un ángulo de inclinación fijo  $\phi = 45^\circ$ .



## Resultados (3/3)

PHYWE

Para garantizar una determinación precisa de la velocidad inicial, debe tenerse en cuenta el tiempo que tarda la bola en recorrer la distancia de medición. En función del ángulo de inclinación, el balón ya sale de la barrera luminosa con una velocidad reducida. Si  $v_{exp}$  es la velocidad inicial determinada experimentalmente que obtenemos como velocidad inicial real

$$v_0 = \sqrt{v_{exp}^2 + gd \sin \phi}$$

donde d es la distancia entre el delantero y el centro entre las barreras luminosas.