

Ventana de Introducción

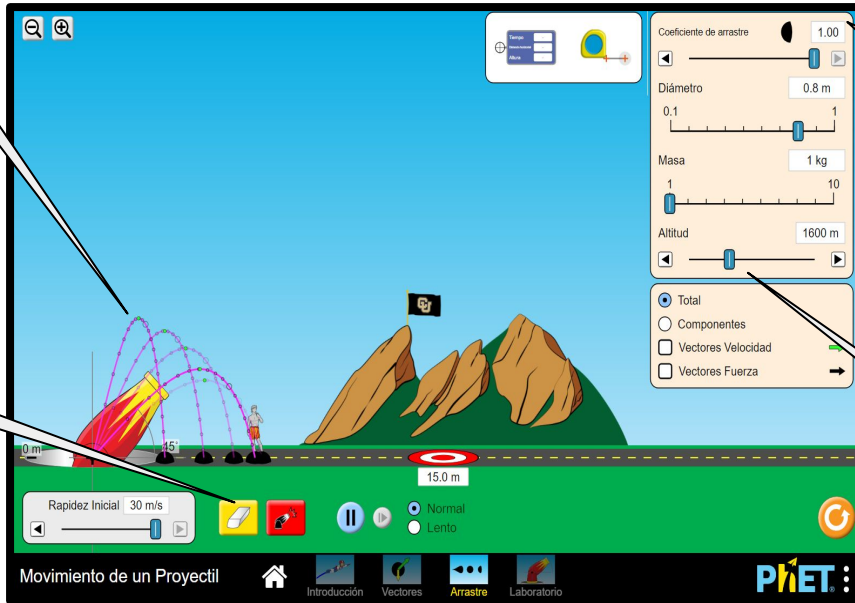
Investiga los factores que afectan la trayectoria de un proyectil, como el ángulo, la altura, la velocidad inicial y la resistencia del aire.

Ventana de Vectores

Ve el arrastre y las fuerzas gravitacionales en un diagrama de cuerpo libre, y explora cómo la resistencia del aire afecta la velocidad y la aceleración.

Ventana de Arrastre

Determina los factores que afectan el coeficiente de arrastre y observa la relación entre la fuerza y la velocidad.



COMPARA
hasta 5
trayectorias

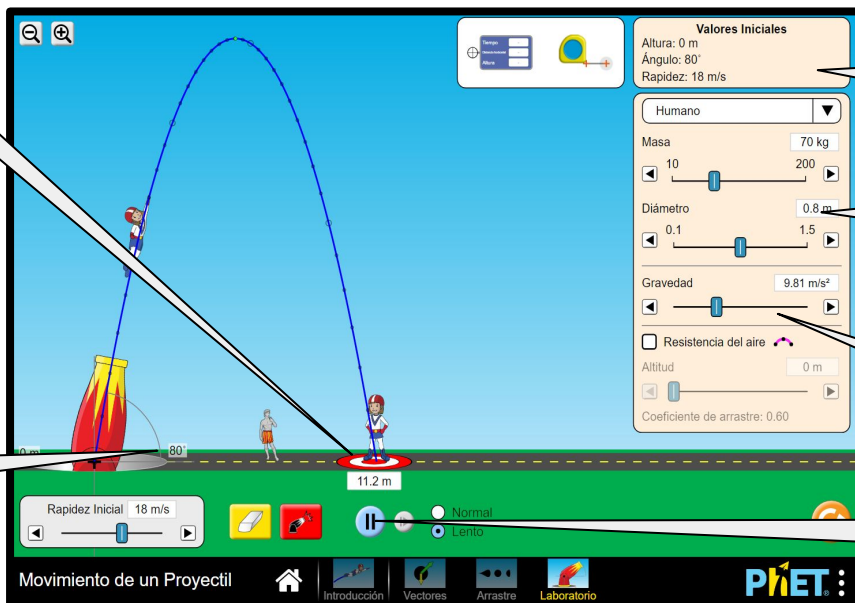
BORRA las
trayectorias

EXPLORA la
relación entre
el coeficiente
de arrastre y la
forma

AJUSTA la
altitud

Ventana de Laboratorio

Explora los efectos de ajustar los parámetros del proyectil e investiga la influencia de la gravedad.



ARRASTRA el
objetivo al
punto de
aterrizaje del
proyectil

AJUSTA el
ángulo del
cañón en pasos
de 1°

REVISA los
valores iniciales

AJUSTA la
masa y el
diámetro

INVESTIGA la
gravedad

PAUSA y
observa paso a
paso el
movimiento

Simplificaciones del modelo

- El cañón tiene una cruz para marcar la ubicación inicial del proyectil.
- Los cambios en la resistencia del aire, la altitud y la gravedad se aplican inmediatamente y afectarán a todos los proyectiles en pleno vuelo.

- Los vectores se dibujan desde el centro de la imagen, que puede desviarse ligeramente del centro de masa. Para una mejor visibilidad, los vectores no se escalan con el nivel de acercamiento.
- La fuerza de arrastre se modela como arrastre cuadrático ($F_{drag} \propto v^2$) que es válido en el límite del número de Reynolds apropiado para objetos macroscópicos como pelotas de béisbol. El arrastre lineal (Ley de Stoke) solo es válido en el más bajo límite del número de Reynolds (como gotas microscópicas en el aire).
- El coeficiente de arrastre depende del número de Reynolds, que hemos asumido como una constante.
- El coeficiente de arrastre también depende de la geometría del objeto, por lo que los proyectiles de referencia (por ejemplo, pelota de béisbol, automóvil) no tienen un coeficiente de arrastre ajustable.
- El área de la sección transversal de los proyectiles se aproxima a ser un círculo, y su área está determinada por el diámetro.
- Se asume que los elementos que permanecen tangentes a la trayectoria mientras están en movimiento (por ejemplo: pelota de fútbol, bala de cañón) tienen la aerodinámica adecuada o la distribución de peso que conduce a este comportamiento

Controles Complejos

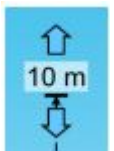
- Se pueden poner en cola hasta tres proyectiles si se disparan mientras están en pausa.
- El medidor de la trayectoria puede medir el tiempo, el rango y la altura del proyectil en cualquier punto a lo largo del camino. Los puntos negros se dibujan en intervalos de 0,1 s, y el punto verde representa el vértice.
- El proyectil "Personalizado" en la ventana de Laboratorio permite a los usuarios ingresar valores precisos para la masa, el diámetro, la gravedad, la altitud y el coeficiente de arrastre. El rango aceptable para estos valores se mostrará en la parte superior del teclado que aparece.



Personalizar		1 a 5000 kg	
Masa	100 kg	7	8 9
Diámetro	1 m	4	5 6
Gravedad	9.81 m/s²	1	2 3
<input type="checkbox"/> Resistencia del aire	0 m	.	0 <
Altitud	0.47	Enter	

Información sobre el uso del estudiante

- Los estudiantes generalmente encuentran todas las opciones disponibles en la simulación sin preguntar: cómo ajustar el ángulo del cañón, moviendo el objetivo, cambiando los parámetros del proyectil y activando vectores.
- El cañón se asienta sobre un pedestal con una altura ajustable. Para señalar esta opción, el cañón en la ventana de Introducción comienza a los 10 m, y tiene flechas en la etiqueta de altura que desaparecerán una vez que se ajuste la altura del cañón.



Sugerencias de uso

Algunos ejercicios propuestos

- Elige una variable y diseña un experimento para determinar cómo afecta la trayectoria del proyectil.
- Predice cómo el cambio de los valores iniciales afectará la trayectoria del proyectil y explica tu razonamiento.

- Determina qué factores afectan el rango del proyectil cuando se activa la resistencia del aire, pero no tienen efecto cuando se desactiva.
- Describe cómo se comportan los vectores de velocidad y aceleración en el tiempo, y cómo se ven afectados por la resistencia del aire.
- Explica por qué los puntos negros en la trayectoria del proyectil están más cerca en la parte superior, pero más lejos cuando están cerca del suelo.
- Crea una situación en la que el proyectil alcanza la velocidad terminal.

Ve todas las actividades publicadas para la simulación **Movimiento de un Proyectil** [aquí](#) en la sección de **PARA PROFESORES**.

Para ver más consejos de cómo usar las simulaciones PhET con tus estudiantes, visita [Consejos de uso de PhET](#)