

# Experimento 3: Tiro parabólico

## Introducción teórica

### Movimiento en dos dimensiones (tiro parabólico)

es un ejemplo de composición de movimientos en dos dimensiones: un movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U.), es decir, con velocidad constante en el eje horizontal  $x$  y un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.), con aceleración constante en el eje vertical  $y$ .

Consiste en lanzar un cuerpo con una velocidad que forma un ángulo  $\theta$  con la horizontal.

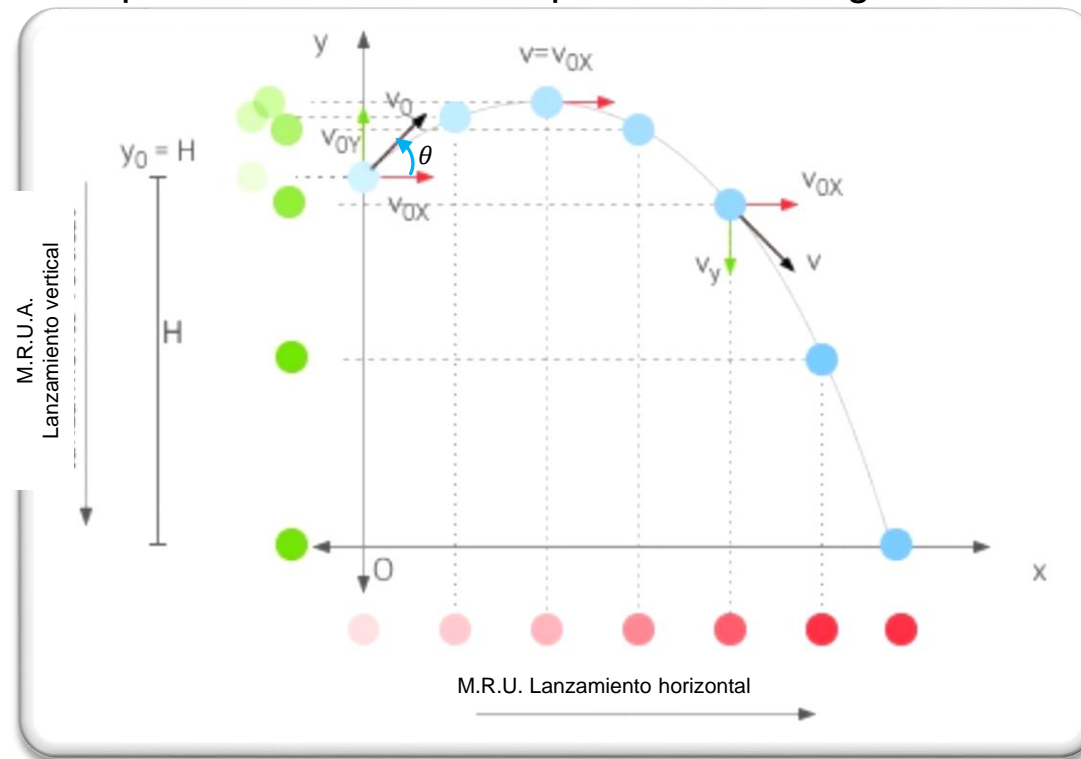


Figura 1

# Experimento 3: Tiro parabólico

## Introducción teórica

Comparación entre movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

### Movimiento rectilíneo uniforme

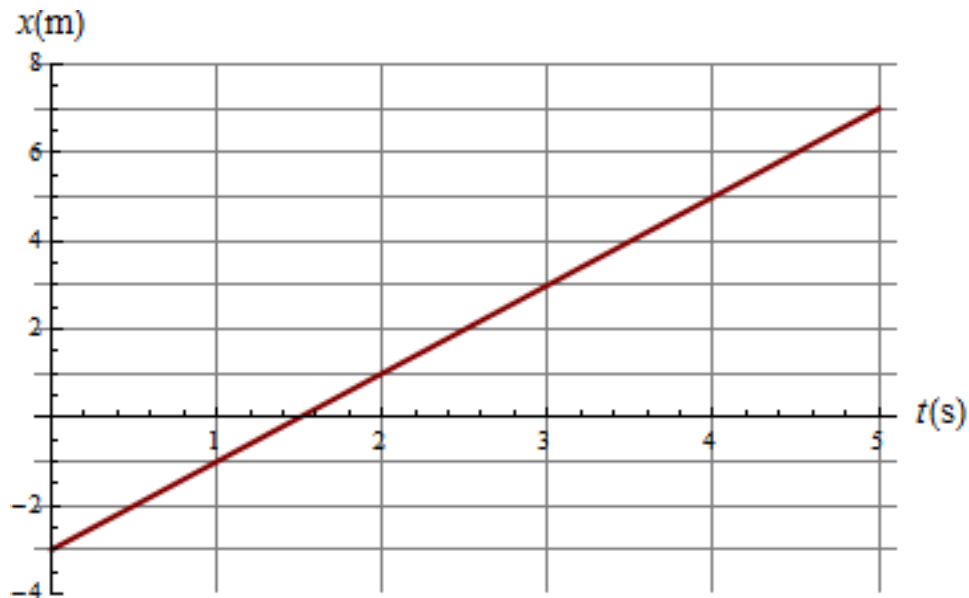


Figura 2

$$v_x = v_0 \cos \theta \quad (1)$$

$$x = (v_0 \cos \theta) t \quad (2)$$

### Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

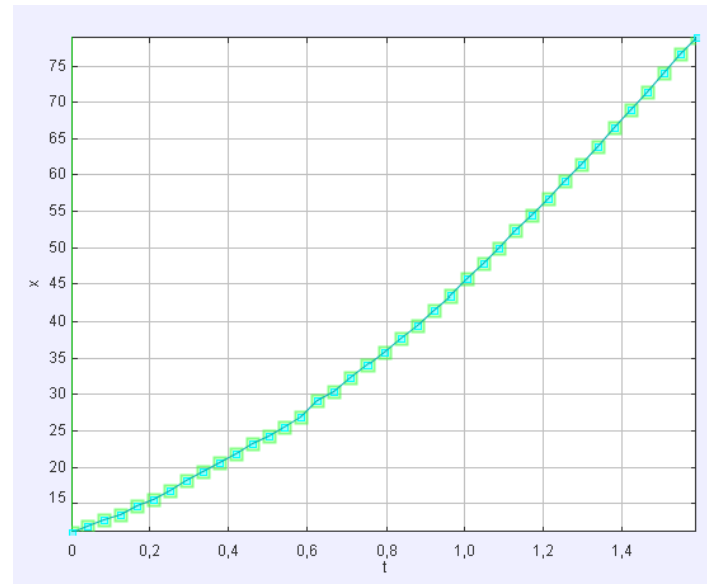


Figura 3

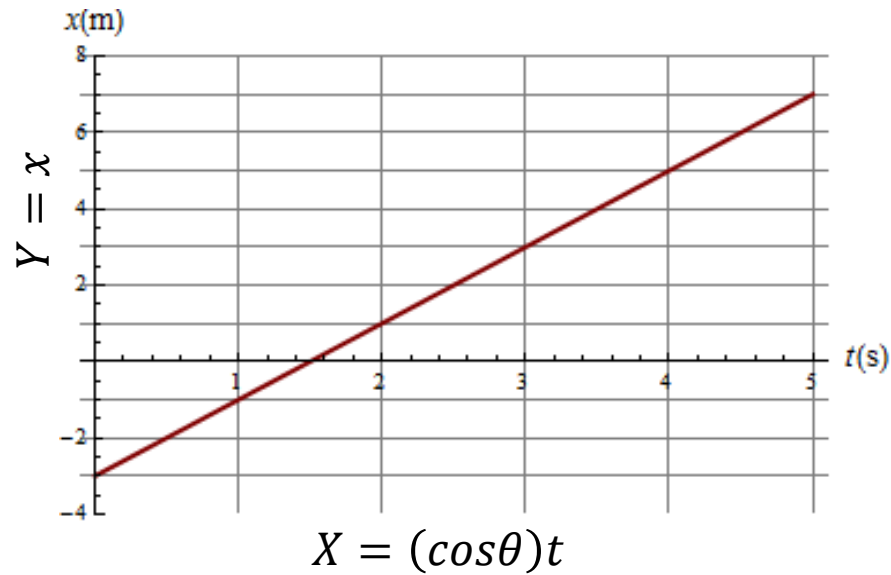
$$v_y = v_0 \sen \theta - gt \quad (3)$$

$$y = (v_0 \sen \theta) t - \frac{1}{2} gt^2 \quad (4)$$

# Experimento 3: Tiro parabólico

## Introducción teórica experimental

### Movimiento rectilíneo uniforme



Recordando las ecuaciones para movimiento rectilíneo uniforme  $x = (v_0 \cos\theta)t$

Haciendo un cambio de variable en donde

$$x = Y \quad \text{y} \quad (\cos\theta)t = X$$

Con  $x$  el alcance máximo del proyectil y  $t$  el tiempo de vuelo

Reescribimos la ecuación (2)

$$Y = v_0 X \quad (3)$$

(2) es una ecuación lineal, por lo tanto, haciendo una analogía con la ecuación de la recta

$$Y = A X + B$$

↓ ↓ ↓

$$x = v_0 (t \cos\theta)$$

Entonces, con  $A$  la pendiente de la recta, escribimos que  $A = v_0$  al graficar  $X$  vs  $Y$  obtenemos la velocidad inicial con la que se lanzó el proyectil.

# Experimento 3: Tiro parabólico

## Introducción teórica experimental

### Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

Recordando las ecuaciones para movimiento rectilíneo uniformemente acelerado  $y = (v_0 \text{sen}\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$

Ahora bien, suponiendo nuestro cero del eje coordenadas justo de donde es lanzado el proyectil  $y = 0$ , por lo tanto (4) se reescribiría de la siguiente manera

$$0 = (v_0 \text{sen}\theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (5)$$

Dividiendo (5) entre  $t$  obtenemos lo siguiente

$$t = \frac{2v_0}{g} \text{sen}\theta \quad (6)$$

Haciendo el cambio de variable  $t = Y$  y  $\text{sen}\theta = X$ , reescribimos (6) y encontramos una ecuación lineal

$$Y = \frac{2v_0}{g} X \quad (7)$$

# Experimento 3: Tiro parabólico

## Introducción teórica experimental

### Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

(7) es una ecuación lineal, por lo tanto, haciendo una analogía con la ecuación de la recta

$$Y = A X + B$$
$$t = \frac{2v_0}{g} (\text{sen } \theta)$$

con  $A$  la pendiente de la recta

$$A = \frac{2v_0}{g} \text{ de donde despejamos a } g$$

$$g = \frac{2v_0}{A}$$

## Experimento 3: Tiro parabólico

**Objetivo:** Estudiar experimentalmente el movimiento de una partícula con trayectoria parabólica: obtener de manera experimental el alcance máximo de un proyectil, la velocidad inicial de disparo de este y a partir de la velocidad de disparo, obtener la magnitud de la aceleración de la gravedad d manera experimental.

### Material:

- Cubo plastico (verde)
- Lanzador de carro de juguete
- Celular
- transportador (app celular)
- flexómetro

### Desarrollo experimental:

Se disparo el cubo de plastico, con un lanzador de carritos de juguete para garantizar las mismas Condiciones en cada video

El cubo de lego se disparo con ángulos de  $10.1^\circ$ ,  $20.3^\circ$ ,  $30.2^\circ$ ,  $40.1^\circ$ ,  $45.3^\circ$ ,  $50.2^\circ$ ,  $60.2^\circ$  y  $70.1^\circ$  (estos ángulos se midieron mediante una aplicación en el celular con una incertidumbre de  $\delta = \pm 0.1^\circ$ )

Se tomo un video de la trayectoria del cubo de plástico para cada ángulo.

## Experimento 3: Tiro parabólico

- 1.-Este experimento consiste en que ustedes obtengan de los videos el alcance máximo  $x$  del cubo de plástico, así como el tiempo de vuelo  $t$ , es decir, obtener el tiempo desde que sale disparado el cubo hasta el punto en el que se impacta con la mesa.
- 2.-Se recomienda que el alcance máximo se obtenga con la herramienta de medida que proporciona Tracker (Dar clic en “**Trayectoria**” después “**nuevo**” posteriormente “**herramienta de medida**” y al final “**cinta métrica**”).
- 3.-Cada que se analice un video deben de orientar su sistema coordenado justo como se observa en la siguiente figura



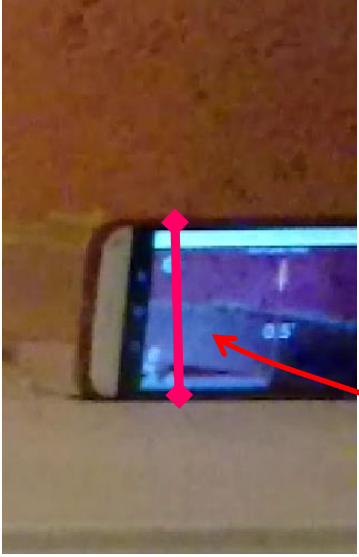
## Experimento 3: Tiro parabólico

- 4.-Una vez que tiene el alcance máximo y el tiempo de vuelo de cada video se obtiene la velocidad con que fue lanzado el cubo de plástico (como se indica en la diapositiva 3).
- 5.-Posteriormente se obtiene la magnitud de la aceleración de la gravedad, como se indica en las diapositivas 4 y 5 y se compara con la reportada en la literatura.



## Consideraciones:

Como barra de calibración en Tracker se debe colocar el ancho del celular (mediante y que a través de una app se midió el ángulo).



*Barra de calibración*  
 $(7.8 \pm 0.1)cm$

NOTA: En los videos, el cubo que se lanzo se ve muy tenue, pongan cuidado al momento de obtener el alcance máximo.