

# Desafío: Energía Cinética Rotacional de una Esfera sobre Rieles Acanalados

## Objetivos

- Comprender cómo se reparte la energía mecánica entre traslación y rotación en una esfera que rueda sin deslizar.
- Analizar cómo la geometría del sistema (separación entre rieles) afecta la velocidad de la esfera.
- Verificar experimentalmente el modelo físico propuesto mediante el uso de gráficas y regresión lineal.

## Contexto

El estudio del movimiento rodante es clave en diseño de rodamientos, vehículos autónomos y sistemas de transporte industrial. Esta práctica te permitirá modelar un sistema real, predecir su comportamiento y validar tus hipótesis a través de la experimentación, como lo hacen ingenieros y científicos de datos.

## Materiales

- Esfera metálica (radio  $R$ )
- Riel acanalado de ancho variable (0 a 10 mm)
- Calibrador digital
- Regla milimetrada
- Transportador
- Soporte ajustable

## Preparación previa

- Conservación de la energía mecánica.
- Energía cinética rotacional.
- Movimiento rodante sin deslizamiento.
- Movimiento parabólico y ecuaciones de caída libre.

## Modelo teórico explicado

Cuando una esfera rueda sin deslizar, posee energía cinética traslacional ( $\frac{1}{2}mv^2$ ) y rotacional ( $\frac{1}{2}I\omega^2$ ). Para una esfera homogénea,  $I = \frac{2}{5}mR^2$ .

Usando conservación de la energía:

$$mgH = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

Si  $\omega = \frac{v}{r}$ , y sustituyendo  $I$ , se obtiene:

$$v^2 = \frac{2gH}{1 + \frac{2R^2}{5r^2}}$$

El radio efectivo de giro  $r$  depende de la separación entre los rieles  $W$ :

$$r = \sqrt{R^2 - \left(\frac{W}{2}\right)^2} = R\sqrt{1 - \frac{W^2}{4R^2}}$$

Sustituyendo se llega a:

$$v = \sqrt{\frac{10}{7}gH} \cdot \sqrt{\frac{1 - \frac{W^2}{4R^2}}{1 - \frac{5W^2}{28R^2}}}$$

Para linealizar:

$$Y = v^2 \left(1 - \frac{5}{28} \frac{W^2}{R^2}\right), \quad X = 1 - \frac{1}{4} \frac{W^2}{R^2} \Rightarrow Y = pX, \quad p = \frac{10}{7}gH$$

## Montaje Experimental

- Incline el riel a un ángulo fijo  $\theta$ . Ver figura 1

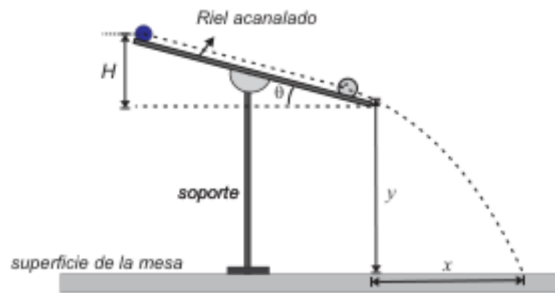


Figura 1: Vista frontal de la esfera en contacto con el riel acanalado.

- Asegure que la distancia de separación  $W$  entre los rieles se puede ajustar con precisión.
- Libere la esfera desde una altura fija  $H$ , asegurándose de que ruede sin deslizar.

## Procedimiento experimental

1. Para cada valor de  $W$ , suelta la esfera desde la misma altura.
2. Mide  $x$  y  $y$  desde el extremo del riel hasta el punto de impacto.
3. Calcula la velocidad:

$$v = \sqrt{\frac{gx^2}{2 \cos^2 \theta (y - x \tan \theta)}}$$

4. Completa la siguiente tabla:

$W$ (mm)	$x$ (m)	$y$ (m)	$v$ (m/s)
0			
1			
2			
...			
10			

5. Calcula  $X$  y  $Y$  para cada punto y grafica  $Y$  vs  $X$ .
6. Calcula la pendiente y compárala con  $p = \frac{10}{7}gH$ .

## Preguntas orientadoras

- ¿Qué ocurre con la velocidad al aumentar  $W$ ?
- ¿Cómo se modifican las energías rotacional y traslacional con  $W$ ?
- ¿Cómo cambia la fricción de contacto con los rieles al variar  $W$ ?
- ¿Por qué se anula la velocidad cuando  $W \rightarrow 2R$ ?

## Rúbrica de Informe (2.5 puntos)

Criterio	Puntaje
Explicación clara del modelo y ecuaciones	0.5
Análisis de datos y gráficas (linealización correcta)	1.0
Discusión crítica de resultados	1.0
Presentación y redacción adecuada	0.5
<b>Total</b>	<b>2.5</b>

## Rúbrica de Sustentación Oral (2.5 puntos)

Criterio	Puntaje
Dominio del tema y explicación del modelo	1.0
Uso adecuado de gráficas y resultados	0.75
Claridad y participación activa del grupo	0.75
<b>Total</b>	<b>2.5</b>

**Nota final:** Suma de informe (2.5) + sustentación (2.5) = 5.0 puntos