

1. Péndulo simple**2. Caída libre****3. Resistividad de un material**

- Conceptos físicos simples
- Método para realización de experimentos
- Manejo de instrumentos básicos
- Obtención y sistematización de datos
- Identificación y evaluación de incertezas

- una tarde cada práctica con una guía paso a paso.
- Comunicación de resultados.

Para **péndulo simple y caída libre** se requiere solo presentación **oral**: hacer las figuras, la evaluación de incertezas y discutirlos con un docente asignado.

Para **Resistividad** se entregará **un informe**, muy breve, NO más de 4 páginas, a lo sumo una semana después de haber finalizado las tres prácticas iniciales.

1. Péndulo simple

Medición del período (T) de un péndulo simple utilizando diferentes métodos.
Comparar los resultados y analizar incertezas.

La ecuación diferencial del movimiento:

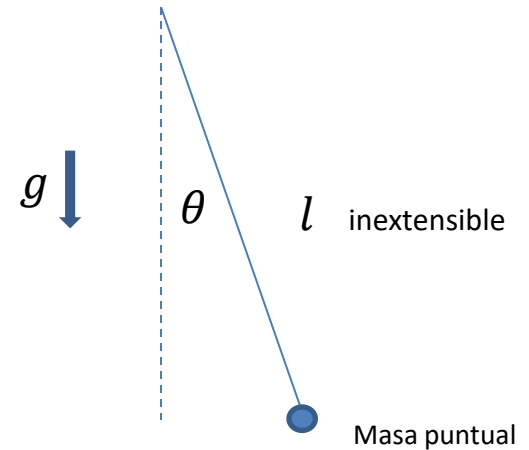
$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

Si $\sin \theta \approx \theta$

Tenemos un oscilador armónico $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\theta_{max}^2}{16} + \frac{11 \theta_{max}^4}{3072} + \dots \right)$$

Si $\theta \approx 10^\circ$ error relativo $\delta T/T = 0.2\%$



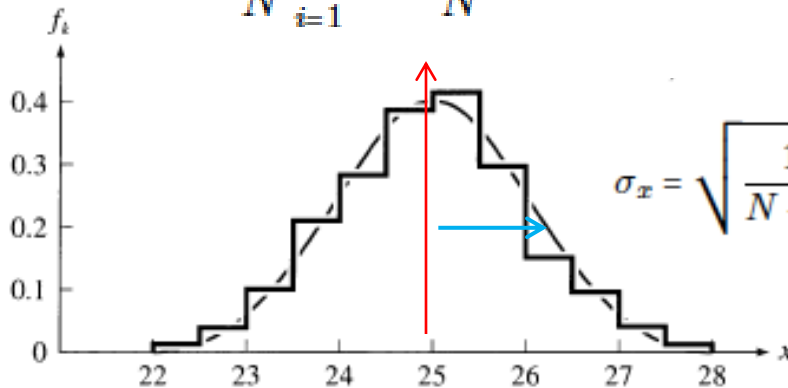
Estimación: $T = 2\sqrt{\frac{l}{g}}$

1. Péndulo simple

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{1}{N} (x_1 + \dots + x_N) \quad \text{: promedio}$$

$$x = \bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}}$$

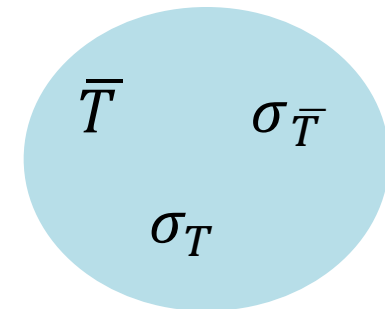
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}$$



$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (d_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{: desviación estándar}$$

Guia paso a paso **100** mediciones de T
 promediar **2** → **50** valores de T
 promediar **3** → **~33** valores de T

33 mediciones de 3T



Calcular con los datos del experimento

2. Caída libre

La ecuación de movimiento:

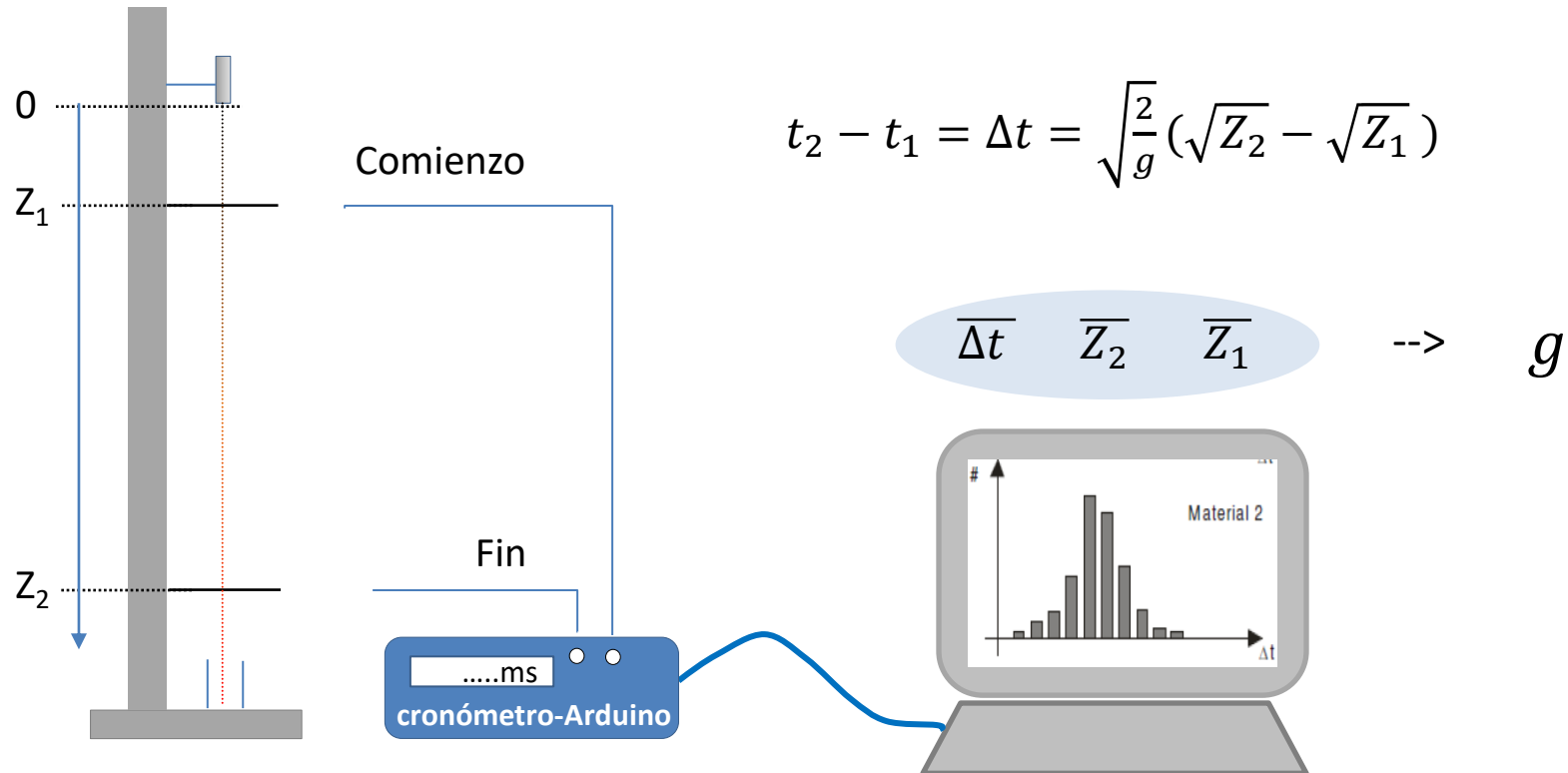
masa puntual, gravedad uniforme, sin rozamiento

$$F = mg = m \frac{dv}{dt}$$

$$Z(t) = Z_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$Z_0 = 0; \quad v_0 = 0 \quad Z_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 \quad ; \quad Z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2$$

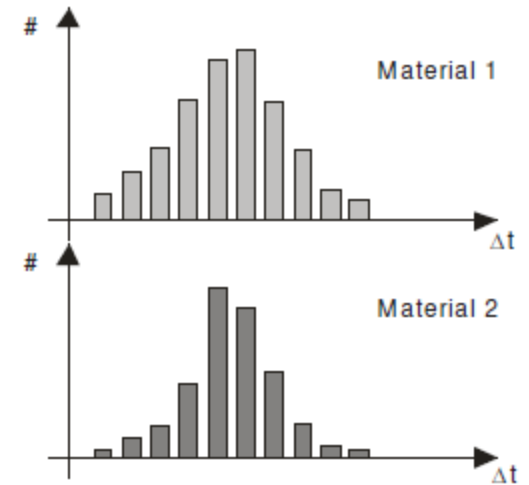
$$t_2 - t_1 = \Delta t = \sqrt{\frac{2}{g}} (\sqrt{Z_2} - \sqrt{Z_1})$$



2. Caída libre

Análisis del supuesto de masa puntual y sin roce a través de la forma de los histogramas y los valores de $\overline{\Delta t}$

Errores sistemáticos



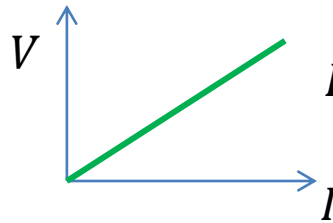
3. Resistividad de un material

Determinación de la resistividad del material de un alambre.
Análisis de la influencia del método de medición.

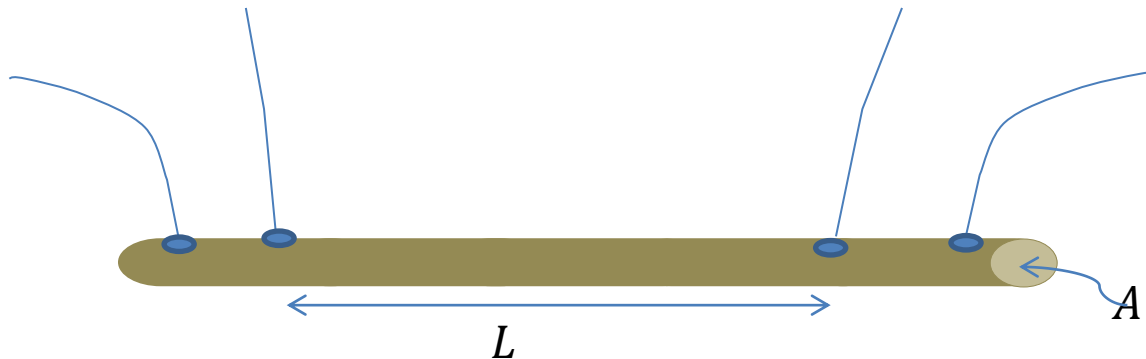
$$\rho = R \frac{A}{L}$$

En un material metálico como el del alambre que se plantea medir vale la ley de Ohm.

$$V = R I$$



R constante a temperatura constante



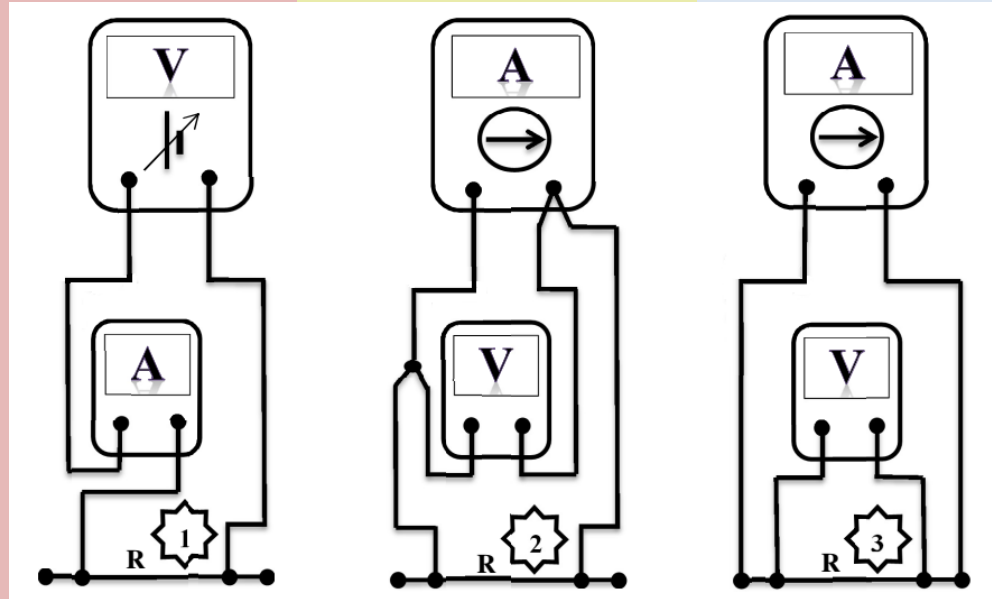
Alambre provisto con cuatro terminales

3. Resistividad de un material

- Se miden pares V e I aumentando y disminuyendo la alimentación en los circuitos 1, 2, 3.
- Método de mínimos cuadrados para calcular resistencia total.

A considerar:

- Errores sistemáticos?
- Rango de I y V a usar para las curvas?
- V vs. I o I vs. V de acuerdo a cual de estas magnitudes tenga más incerteza.
- Circuitos 1 y 2 hay elementos que se suman a la resistencia total como R_{cables} o $R_{\text{amperímetro}}$.
- Circuito 3 (denominado método de 4 puntas) : R_{total} corresponde a R



$$V = (R + R_{\text{cables}} + R_{\text{amperímetro}}) I$$

$$V = (R + R_{\text{cables}}) I$$

$$V = R I$$