



## Teoría de Errores

**ERROR** → Diferencia entre el valor obtenido y el valor real de la magnitud medida

- EL resultado de una medida es de poco valor sin conocer su INCERTIDUMBRE
- La INCERTIDUMBRE es en sí objeto de estudio
- El diseño de un experimento incluye el estudio del error que se cometerá

**Errores Sistemáticos** → {  
• Teóricos  
• Instrumentales  
• Personales

**Errores Accidentales** → {  
Causas aleatorias o irregulares

### INCERTIDUMBRE

Parámetro asociado al resultado de una medida que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente se pueden asignar a la magnitud medida

### SENSIBILIDAD

Intervalo más pequeño de la magnitud medible con un instrumento



## Cuantificación de Errores

**Error Absoluto ( $\Delta x$ )**

En una primera aproximación se identifica con el error instrumental

**Error Relativo ( $\epsilon_r$ )**

Diferencia entre el valor real y el obtenido en una medida

Sensibilidad del aparato

$$\epsilon_r = \frac{\Delta x}{x^*} = \frac{\Delta x}{x}$$

Se expresa en %

$$x^* = x \pm \Delta x$$

### Expresión de las medidas

Cifras significativas

Error absoluto

Expresión incorrecta	Expresión correcta
(5.328 ± 0.118) m	(5.33 ± 0.12) m
(8.4 ± 0.076) g	(8.40 ± 0.08) g
(6320 ± 257) s	(6300 ± 300) s
(32.3541 ± 0.17) V	(32.4 ± 0.2) V
(203.48 ± 0.4) mA	(203.5 ± 0.4) mA



## Medida directa de un magnitud

Errores Sistemáticos

Error del cero

- Ajuste del cero
- Corrección de medidas

Error de sensibilidad del aparato

- Inicialmente se realizan tres medidas de la magnitud física.
- Se calcula la **Dispersión** (diferencia entre valores extremos).
- Se compara la dispersión con el error instrumental (**Error absoluto**).

 $D = 0$      $D \leq \Delta x$ 

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

 $\Delta x \rightarrow$  Error instrumental

$$\varepsilon_D = \frac{100 D}{\bar{x}}$$

$$\bar{x} \pm \Delta x$$

 $D > \Delta x$ 

$\varepsilon_D$	Medidas a realizar
$\varepsilon_D < 2 \%$	3
$2 \% < \varepsilon_D < 8 \%$	6
$8 \% < \varepsilon_D < 15 \%$	15
$\varepsilon_D > 15 \%$	50

Aplicar **factor de cobertura**

## Medida indirecta de un magnitud

$$y = f(x) \rightarrow \Delta y = \left| \frac{dy}{dx} \right| \Delta x$$

$$R = f(x, y, z, \dots) \rightarrow \Delta R = \left| \frac{\partial R}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial R}{\partial y} \right| \Delta y + \left| \frac{\partial R}{\partial z} \right| \Delta z + \dots$$

Ejemplo  $\rightarrow$ 

$$R = m x^a y^b \rightarrow \Delta R = \left| \frac{\partial R}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial R}{\partial y} \right| \Delta y \rightarrow$$

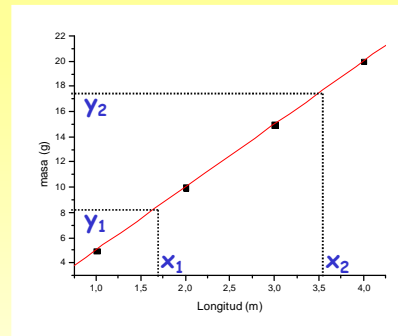
$$\Delta R = |m x^{a-1} y^b| \Delta x + |m x^a y^{b-1}| \Delta y$$

## Representación de datos experimentales

## Elaboración de tablas

Masa (g)	Longitud muelle (m)
$5.01 \pm 0.01$	$0.010 \pm 0.001$
$10.02 \pm 0.01$	$0.015 \pm 0.001$
$15.00 \pm 0.01$	$0.019 \pm 0.001$
$19.99 \pm 0.01$	$0.023 \pm 0.01$

## Representación gráfica



## Medida de la pendiente de una recta aplanada

- Dependencia lineal entre ambas magnitudes
- Coeficiente de proporcionalidad (pendiente de la recta)
- Se toman parejas de puntos de la recta bien definida (distintos de los experimentales)
- Se tratan gráficamente ordenadas y abscisas

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

## Representación de datos experimentales

## Funciones logarítmicas

$$\begin{aligned}
 y = ma^x &\rightarrow \log y = \log m + x \log a & \left\{ \begin{array}{l} \text{Papel semilogarítmico} \rightarrow \begin{cases} \bullet \text{Eje abscisas lineal} \\ \bullet \text{Eje ordenada logarítmico} \end{cases} \\ \log y \text{ vs } x &\rightarrow \text{RECTA} \end{array} \right. \\
 y = mx^a &\rightarrow \log y = \log m + a \log x & \left\{ \begin{array}{l} \text{Papel logarítmico} \rightarrow \begin{cases} \bullet \text{Eje abscisas logarítmico} \\ \bullet \text{Eje ordenada logarítmico} \end{cases} \\ \log y \text{ vs } \log x &\rightarrow \text{RECTA} \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

## Ajuste por mínimos cuadrados

Dependencia lineal  $\rightarrow$   $y = a + bx$   $\rightarrow$  Cálculo de la ordenada en el origen (a) y la pendiente de la recta (b)

## Interpretación de las experiencias

Conclusiones acerca de los resultados obtenidos en la experiencia

## Ejemplo

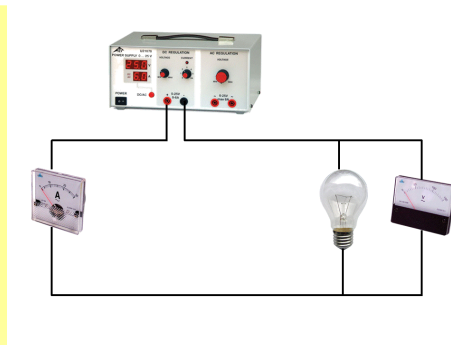
### Experiencia de laboratorio: Ley de Ohm

**1. Objetivo:** Estudiar mediante la ley de Ohm la relación entre la tensión y la corriente en dos tipos de resistencias

**2. Material:** Resistencias, lámpara incandescente, voltímetro, amperímetro, fuente de alimentación y cables.



### 3. Montaje experimental 1:



#### 3.1. Tabla de medidas y cálculo de la resistencia y de la potencia con sus errores

$$R = \frac{V}{I}$$

$$P = IV$$

$$R = R(I, V) \rightarrow \Delta R = \left| \frac{\partial R}{\partial I} \right| \Delta I + \left| \frac{\partial R}{\partial V} \right| \Delta V$$

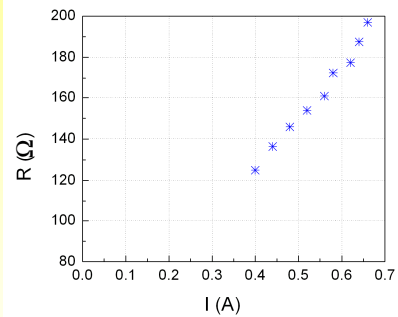
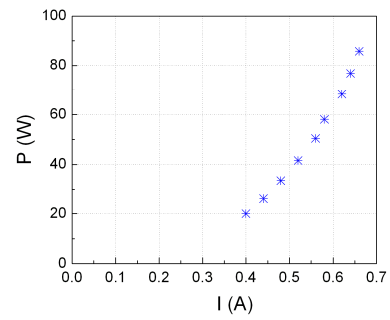
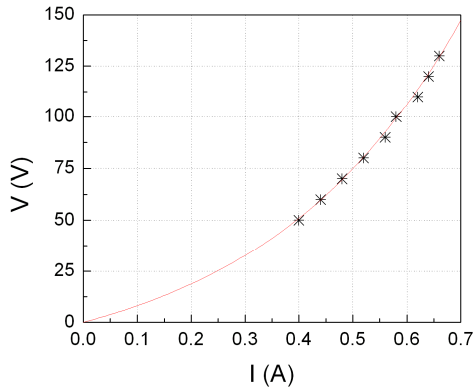
$$\Delta R = \frac{V}{I^2} \Delta I + \frac{1}{I} \Delta V$$

$$P = P(I, V) \rightarrow \Delta P = \left| \frac{\partial P}{\partial I} \right| \Delta I + \left| \frac{\partial P}{\partial V} \right| \Delta V$$

$$\Delta P = V \Delta I + I \Delta V$$

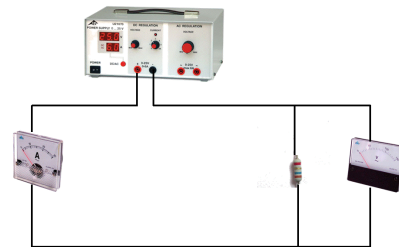
Medida	$V \pm \Delta V$ (V)	$I \pm \Delta I$ (A)	$R \pm \Delta R (\Omega)$	$P \pm \Delta P$ (W)
1	$50 \pm 5$	$0.40 \pm 0.02$	$125 \pm 19$	$20 \pm 3$
2	$60 \pm 5$	$0.44 \pm 0.02$	$136 \pm 18$	$26 \pm 3$
3	$70 \pm 5$	$0.48 \pm 0.02$	$146 \pm 17$	$34 \pm 4$
4	$80 \pm 5$	$0.52 \pm 0.02$	$154 \pm 16$	$42 \pm 4$
5	$90 \pm 5$	$0.56 \pm 0.02$	$161 \pm 15$	$50 \pm 5$
6	$100 \pm 5$	$0.58 \pm 0.02$	$172 \pm 15$	$58 \pm 5$
7	$110 \pm 5$	$0.62 \pm 0.02$	$177 \pm 14$	$68 \pm 5$
8	$120 \pm 5$	$0.64 \pm 0.02$	$188 \pm 14$	$77 \pm 6$
9	$130 \pm 5$	$0.66 \pm 0.02$	$197 \pm 14$	$86 \pm 6$

### 3.2. Representaciones gráficas



Comentar las gráficas teniendo en cuenta la ley de Ohm

### 4. Montaje experimental 2:



#### 4.1. Tabla de medidas y cálculo de la resistencia y de la potencia con sus errores

$$R = \frac{V}{I} \quad P = IV$$

$$R = R(I, V) \rightarrow \Delta R = \left| \frac{\partial R}{\partial I} \right| \Delta I + \left| \frac{\partial R}{\partial V} \right| \Delta V$$

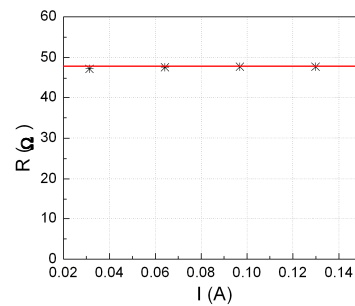
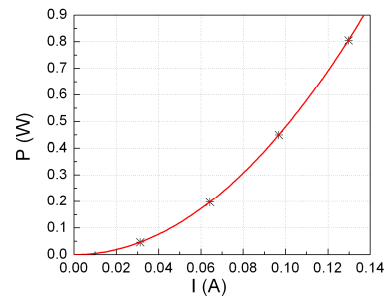
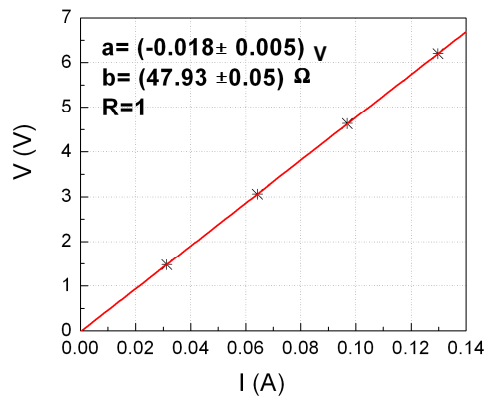
$$\Delta R = \frac{V}{I^2} \Delta I + \frac{1}{I} \Delta V$$

$$P = P(I, V) \rightarrow \Delta P = \left| \frac{\partial P}{\partial I} \right| \Delta I + \left| \frac{\partial P}{\partial V} \right| \Delta V$$

$$\Delta P = V \Delta I + I \Delta V$$

Medida	V ± ΔV (V)	I ± ΔI (A)	R ± ΔR (Ω)	P ± ΔP (W)
1	1.48 ± 0.01	(313 ± 1) 10 <sup>-4</sup>	47.3 ± 0.5	(46 ± 5) 10 <sup>-4</sup>
2	3.06 ± 0.01	(642 ± 1) 10 <sup>-4</sup>	47.7 ± 0.2	(196 ± 9) 10 <sup>-4</sup>
3	4.63 ± 0.01	(969 ± 1) 10 <sup>-4</sup>	47.8 ± 0.2	(449 ± 1) 10 <sup>-4</sup>
4	6.20 ± 0.01	(1298 ± 1) 10 <sup>-4</sup>	47.8 ± 0.1	(805 ± 2) 10 <sup>-4</sup>

#### 4.2. Representaciones gráficas



Comentar las gráficas teniendo en cuenta la ley de Ohm