Formulario sugli Errori di Misura e Incertezze

Scrivere una misura correttamente

Una misura si esprime nella forma:

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

dove:

- $\bar{x}$ è il **valore atteso** o miglior stima del valore vero;
- Δx è l'**errore assoluto** o incertezza associata alla misura.

Esempio: $L = 25.3 \pm 0.2$ cm indica che la lunghezza è stimata essere 25.3 cm, con un'incertezza di 0.2 cm.

Definizioni

- **Misura**: processo per ottenere un valore numerico associato a una grandezza fisica.
- **Errore**: differenza tra valore misurato e valore vero.
- **Incertezza**: intervallo entro cui si stima si trovi il valore vero.

Tipi di Errori

- **Errore Sistematico**: errore costante, dovuto a strumenti difettosi o condizioni non corrette.
- **Errore Casuale**: varia imprevedibilmente tra misure ripetute.

Stima delle Incertezze

- **Errore assoluto**: Δx = incertezza della misura.
- **Errore relativo**: $\varepsilon = \dfrac{\Delta x}{x}$
- **Errore percentuale**: $\varepsilon\% = \dfrac{\Delta x}{x} \cdot 100$
- **Semidispersione**: $s = \dfrac{\max(x_i) - \min(x_i)}{2}$
- **Sensibilità**: la minima variazione di grandezza che uno strumento riesce a rilevare.

Media e Deviazione Standard

- **Media**: $\bar{x} = \dfrac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$
- **Deviazione standard (campione)**:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$$

- **Errore sulla media (errore standard)**:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Propagazione degli Errori

- **Somma/Differenza**: $z = x \pm y$

$$\Delta z = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

- **Prodotto/Quoziente**: $z = x \cdot y$ o $z = \dfrac{x}{y}$

$$\frac{\Delta z}{z} = \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{y}\right)^2}$$

- **Potenza**: $z = x^n$

$$\frac{\Delta z}{z} = |n| \frac{\Delta x}{x}$$

Notazione scientifica

- La **notazione scientifica** è un modo compatto per scrivere numeri molto grandi o molto piccoli.
- Una misura si scrive nella forma:

$$x = a \cdot 10^n \quad \text{con} \quad 1 \leq |a| < 10$$

- Serve a rendere più chiaro il numero di cifre significative e a facilitare i calcoli.

Esempi:

- $12500 = 1.25 \cdot 10^4$
- $0.000057 = 5.7 \cdot 10^{-5}$
- Una misura come $x = (4.7 \pm 0.2) \cdot 10^{-3}$ mostra che l'incertezza si applica solo alla parte 4.7.

Significatività delle Cifre

- Le cifre significative sono quelle che portano informazione reale sul valore misurato.
- L'incertezza va espressa con una sola cifra significativa.
- Il valore della misura va arrotondato alla stessa cifra decimale dell'incertezza.

Compatibilità tra Misure

- Due misure $x \pm \Delta x$ e $y \pm \Delta y$ sono **compatibili** se la differenza tra i loro valori rientra nell'incertezza combinata:

$$|x - y| \leq k \cdot \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

- Di solito si usa $k = 2$ per un livello di confidenza al 95%
- In parole semplici: due misure sono compatibili se i loro intervalli di incertezza si sovrappongono o quasi.