

L'incertezza di una misura

- Quando si misura una grandezza fisica si commettono degli errori che possono essere **casuali** e/o **sistematici**.

1. Gli errori casuali non sono prevedibili e hanno l'effetto di aumentare o diminuire di poco e in maniera causale il valore della misura.
2. Gli errori sistematici possono dipendere sia dal mal funzionamento dello strumento utilizzato sia dall'operatore. A differenza degli errori casuali gli errori sistematici si ripetono sempre identici quindi tendono sempre ad aumentare (o a diminuire) il valore della misura.

- Al risultato di una misura è sempre associato un errore (incertezza).

1. Quando la misura è effettuata una sola volta si assume come risultato della misura il valore trovato (V_1) e come errore la sensibilità dello strumento.

$$V = V_m \pm E_a(V) = V_1 \pm \text{sensibilità}$$

2. Spesso si preferisce ripetere la stessa misura più volte ($V_1, V_2, V_3, V_4, \dots$). In questo caso si assume come valore della misura la media aritmetica (V_m) dei valori trovati e come errore la semidispersione dei valori ottenuti.

$$V = V_m \pm E_a(V) = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n} \pm \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2}$$

In entrambi i casi l'errore associato alla misura è detto errore assoluto (E_a)

- Per conoscere il grado di precisione di una misura è necessario introdurre l'errore relativo e l'errore percentuale.

1. L'errore relativo è dato dal rapporto fra l'errore assoluto e il valore medio ed è un numero adimensionale (privo di unità di misura)

$$Er(V) = \frac{E_a(V)}{V_m}$$

2. L'errore percentuale è ottenuto moltiplicando per 100 l'errore relativo

$$E\%(V) = Er(V) \cdot 100$$

Esercizi

Esercizio 1. Uno studente misura una sola volta il lato di un quaderno. Nell'operazione l'alunno utilizza una riga avente sensibilità pari a 1 mm e il valore trovato 230 mm.

Il risultato della misura e gli errori relativo e percentuale sono:

$$l = (230 \pm 1) \text{ mm} \qquad \text{Er} (l) = \frac{1}{230} = 0,004 \qquad \text{E\%} (l) = 0,004 \cdot 100 = 0,4\%$$

Esercizio 2. Durante un esperimento un alunno misura una sola volta il tempo impiegato da un pendolo per compiere 10 oscillazioni complete. Il cronometro utilizzato dallo studente ha sensibilità pari a 0,1 s e una volta premuto il tasto di stop lo strumento mostra un valore pari a 10,2 s.

Il risultato della misura e gli errori relativo e percentuale sono:

$$t = (10,2 \pm 0,1) \text{ s} \qquad \text{Er} (t) = \frac{0,1}{10,2} = 0,010 \qquad \text{E\%} (t) = 0,010 \cdot 100 = 1\%$$

Esercizio 3. La misura ripetuta del lato di un libro ha dato i seguenti risultati: $l_1 = 21,4 \text{ cm}$; $l_2 = 21,6 \text{ cm}$; $l_3 = 21,5 \text{ cm}$; $l_4 = 21,7 \text{ cm}$; $l_5 = 21,3 \text{ cm}$.

Il risultato della misura e gli errori relativo e percentuale sono:

$$l = (21,5 \pm 0,2) \text{ cm} \qquad \text{Er} (l) = \frac{0,2}{21,5} = 0,009 \qquad \text{E\%} (l) = 0,009 \cdot 100 = 0,9\%$$

perchè

$$l_m = \frac{21,4 + 21,6 + 21,5 + 21,7 + 21,3}{5} = 21,5 \text{ cm} \qquad \text{e} \qquad \text{Ea} (l) = \frac{21,7 - 21,3}{2} = 0,2 \text{ cm}$$

Esercizio 4. La misura ripetuta della massa di un libro ha dato i seguenti risultati: $m_1 = 1,14 \text{ kg}$; $m_2 = 1,16 \text{ kg}$; $m_3 = 1,18 \text{ kg}$; $m_4 = 1,12 \text{ kg}$. Il risultato della misura e gli errori relativo e percentuale sono:

$$m = (1,15 \pm 0,03) \text{ kg} \qquad \text{Er} (m) = \frac{0,03}{1,15} = 0,026 \qquad \text{E\%} (m) = 0,026 \cdot 100 = 2,6\%$$

perchè

$$m_m = \frac{1,14 + 1,16 + 1,17 + 1,13}{4} = 1,15 \text{ Kg} \qquad \text{e} \qquad \text{Ea} (m) = \frac{1,18 - 1,12}{2} = 0,03 \text{ Kg}$$