Esperienza 4: la propagazione delle incertezze

Quando si esegue una misura con uno strumento tarato, e quindi si sta eseguendo una misura diretta, sì è visto che, nel caso in cui siano minimizzati gli errori casuali e si è cercato di controllare quelli sistematici, l'indeterminazione del risultato sperimentale coincide con la sensibilità dello strumento. Alla misura viene attribuita un'**incertezza di sensibilità**.

Se invece si stanno compiendo delle misure indirette, il risultato è ottenuto mediante una formula matematica che mette in relazione misure dirette di diverse grandezze fisiche. Ad ognuna di queste è associata un'incertezza che possiamo supporre essere quella strumentale. L'incertezza finale sulla misura indiretta, invece, deve tener conto che le diverse misure sono state compiute con precisioni differenti: si parla allora di **propagazione delle incertezze**.

Supponiamo allora di avere due grandezze misurate direttamente $(a \pm \Delta a)$ e $(b \pm \Delta b)$, dove a e b sono i valori della misura mentre Δa e Δb le relative incertezze. Queste due grandezze possono essere sommate o sottratte, moltiplicate o rapportate fra loro e sia c il risultato di quest'operazione: qual è allora la giusta incertezza da associare? Cioè quanto vale Δc?

GRANDEZZA		INCERTEZZA
somma di due grandezze	$c = a + b$	$\Delta c = \Delta a + \Delta b$
differenza tra due grandezze	$c = a - b$	$\Delta c = \Delta a + \Delta b$
prodotto di due grandezze	$c = a \cdot b$	$\Delta c = c \cdot \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}\right)$
rapporto tra due grandezze	$c = a/b$	$\Delta c = c \cdot \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}\right)$
prodotto per una costante k	$c = k \cdot a$	$\Delta c = \lvert k \rvert \cdot \Delta a$
radice quadrata di una grandezza	$c = \sqrt{a}$	$\Delta c = \frac{1}{2\sqrt{a}} \Delta a$