

Da consegnare entro lunedì 26 Aprile 2004

①

1. Stime e propagazione delle incertezze di misura

- ① Uno studente misura g , l'accelerazione di gravità, misurando il tempo t impiegato da una pietra per cadere da un'altezza h . Se le due misure di t ed h forniscono:

$$t = 1.6 \pm 0.1 \text{ s}$$

$$h = 14.1 \pm 0.1 \text{ m}$$

(dove gli errori sono errori massimi assoluti)

determinare:

- gli errori relativi e percentuali (massimi) nelle misure di t ed h
- gli errori: massimo assoluto, relativo e percentuale nella misura indiretta di $g = 2h/t^2$
- il risultato delle misure è compatibile con il valore noto di g ?
- Quale delle due misure dev'essere migliorata per ottenere una determinazione più precisa di g ? Di quanto bisogna migliorarle perché le due incertezze abbiano peso paragonabile?

- ② Supponiamo di aver misurato un angolo θ .

$$\theta = 20 \pm 3^\circ$$

e di aver bisogno, per certi nostri calcoli, di determinare $\cos \theta$ con il suo errore.

$$\cos \theta = ? \pm ?$$

- ③ Supponiamo di ripetere la misura di g usando un pendolo semplice, per il quale il periodo è $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, dove l è la lunghezza del pendolo. Supponiamo che i risultati delle misure di l e T siano rispettivamente:

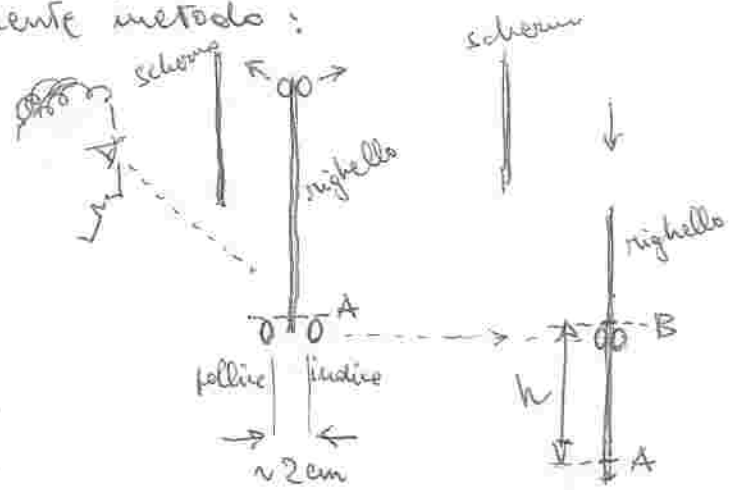
$$l = 92.95 \pm 0.1 \text{ cm}$$

$$T = 1.936 \pm 0.004 \text{ s}$$

- determinare gli errori relativi e percentuali su l e T ;
- supponendo che le incertezze su l e T siano indipendenti e casuali, determinare l'incertezza nella misura indiretta di g ;
- L'errore nella misura di T è molto piccolo (4/1000 di secondo!): indicare un metodo sperimentale che permetta di ottenere queste incertezze con uno "strumento" (osservatore + cronometro) la cui accuratezza nella determinazione di un intervallo di tempo qualsiasi sia limitata a circa 0.1 s e giustificare quantitativamente il metodo proposto.

4) Eseguite una misura indiretta e ripetuta del vostro "tempo di reazione t " con il seguente metodo:

- 1) chiedete ad un collega di tenere sospeso verticalmente un righello graduato in millimetri, interponendo fra voi e l'estremità superiore del righello uno schermo (foglio di carta, p.es.), in modo da nascondere i movimenti della mano che trattiene il righello;



- 2) accostate indice e pollice della mano destra all'estremità inferiore del righello, in modo da lasciare uno spazio di circa 2 cm tra le due dita.
- 3) il vostro assistente lasci cadere il righello senza avvertirvi; cercate di fermarlo il più rapidamente possibile, stringendo pollice e indice; usando la scala graduata in mm, misurate lo spostamento verticale h del righello tra la posizione iniziale e quella finale del righello stesso.
- 4) ripetete la misura almeno 10 volte (meglio 20)
- 5) riportate i risultati h_i in una tabella ed un istogramma.
- 6) valutate per la serie di misure di h :
 - a) il valor medio \bar{h}
 - b) la deviazione standard o errore quadratico medio σ_h
 - c) l'errore quadratico medio delle medie $\sigma_{\bar{h}}$

- 7) Sapendo che il moto del righello è uniformemente accelerato ($h = \frac{1}{2} g t^2$), determinate il vostro "tempo di reazione", propagando l'incertezza da h a $t = t(h)$.

$$t = \bar{t} \pm \sigma_{\bar{t}} = ?$$

Discutere il significato probabilistico dell'intervallo di confidenza $[\bar{t} - \sigma_{\bar{t}}, \bar{t} + \sigma_{\bar{t}}]$.

- 8) Con che accuratezza deve essere nota g per non influenzare significativamente il risultato delle misure?