

Laboratorio 1 - misura densità Cilindri

Come fare i calcoli della densità di alcuni cilindri, con la relativa incertezza, partendo dalle misure dirette delle grandezze fisiche fatte in laboratorio (m , L , Φ).

Metodo semplice

Si parte dalle tre misure fatte, con le relative incertezze di misura (se per ogni grandezza si fossero fatte più misure vedi dopo). Quindi:

- La massa del cilindro: $m \pm \Delta m$ g [grammi]
- La lunghezza del cilindro: $L \pm \Delta L$ mm [millimetri]
- Il diametro della sezione: $\Phi \pm \Delta \Phi$ mm [millimetri]

♣ Esempio numerico (i numeri delle grandezze sono inventati, ma le incertezze sono quelle dei VOSTRI STRUMENTI):

- $m \pm \Delta m = 31,345 \pm 0,0005$ g
- $L \pm \Delta L = 61.55 \pm 0.05$ mm
- $\Phi \pm \Delta \Phi = 21.340 \pm 0.005$ mm

♣ Le formule utili:

- La densità d è la massa diviso il volume: $d=m/V$
- Il volume del cilindro è l'area della base (S) per la lunghezza (L): $V=S \cdot L$
- La base è approssimata ad un cerchio, l'area è $S=\pi \cdot R^2$, ma, dato che la misura fatta è quella del diametro, la formula che si utilizzerà sarà $S = \pi \cdot \Phi^2 / 4$

♣ Andrà calcolata la densità d e la sua incertezza Δd .

$$S = \pi \cdot \Phi^2 / 4 = 3.141593 \cdot 4.55396 / 4 = 3.57667 \text{ cm}^2$$

$$V = S L = 22.0144 \text{ cm}^3 ; \quad d = 31,345 / 22,0144 = 1,42384 \text{ g/cm}^3$$

Come calcolare Δd ?

La strada più semplice è quella di calcolare per ogni grandezza G la sua incertezza relativa $(\Delta G/G) \cdot n$, dove n è l'esponente con cui la grandezza è presente nella formula (per Φ è 2, perché è al quadrato):

Esempio:

$$m \pm \Delta m = 31,345 \pm 0,0005 \text{ g} : \frac{\Delta m}{m} = \frac{0,0005}{31,345} = 1,60 \cdot 10^{-5}$$

$$L \pm \Delta L = 61.55 \pm 0.05 \text{ mm} : \frac{\Delta L}{L} = \frac{0,05}{61,55} = 8.12 \cdot 10^{-4}$$

$$\Phi \pm \Delta \Phi = 21.340 \pm 0.005 \text{ mm} : \frac{\Delta \phi}{\phi} \cdot 2 = \frac{0,005}{21,340} \cdot 2 = 2.34 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 4.69 \cdot 10^{-4}$$

Fra questi tre valori si sceglie il maggiore ($8.12 \cdot 10^{-4}$), questo sarà il valore dell'incertezza relativa della densità che si voleva calcolare.

$$: \frac{\Delta d}{d} = \max\left(\frac{\Delta m}{m}, \frac{\Delta L}{L}, \frac{\Delta \phi}{\phi}\right) = 8.12 \cdot 10^{-4} \text{ quindi } \Delta d = 8.12 \cdot 10^{-4} \cdot 1,423841 = 1,156 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$$

L'incertezza si prende sempre con due cifre significative, quindi diventa: $1,2 \cdot 10^{-3} = 0,0012 \text{ g/cm}^3$

Il valore della grandezza (la densità) va approssimato così: l'ultima cifra della grandezza (quella più a destra) deve corrispondere (in posizione) all'ultima cifra dell'incertezza.

Il valore finale si scrive quindi $d = 1,4238 \pm 0,0012 \text{ g/cm}^3$,



Per fare i calcoli, specie se vanno ripetuti più volte, si può utilizzare il foglio elettronico Excel. Un foglio elettronico non è solo una tabella dove scrivere per benino tutti i numeri in colonna, ma permette di inserire dei valori in alcune celle e poi di fare una serie di calcoli, operazioni matematiche, logiche, statistiche, relazionali o altro... mettendo il risultato in altre celle.

La maggior parte delle "celle" quindi ha al suo interno una serie di istruzioni che indicano il calcolo da fare che porterà al valore che trovate scritto. Potete controllare cliccando su ogni cella. Apparirà la "formula" utilizzata per fornire il valore relativo.

Se aprite il foglio "Densità" vedete l'esempio per il calcolo della densità dei cilindri.

I numeri sono di fantasia, ma le incertezze sono uguali o molto simili a quelle degli strumenti che avete utilizzato voi (bilancia elettronica al mg, calibro, Palmer).

Se avete fatto più misure della stessa grandezza si possono avere due possibilità:

- 1) Le misure vengono più o meno uguali "entro l'incertezza: come valore della grandezza si prende la media aritmetica, come incertezza quella di lettura.
Esempio: misure (2,34 – 2,36 – 2,32 – 2,33), incertezza: 0,05
- 2) Le misure sono abbastanza differenti: come valore si prende sempre la media aritmetica, come incertezza va fatto un calcolo apposito. Lo trovate nel foglio Excel "più misure".