

Esercitazione di Meccanica I

Misura della densità

Scopo dell'esperienza:

- misura della densità di un certo materiale in modi diversi.
- verifica che campioni di dimensioni diverse sono fatti (o meno) dello stesso materiale.
- identificazione del materiale.

Grandezze fisiche in gioco e propagazione degli errori:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

poiché in generale

$$y = cx_1^a x_2^b \dots x_n^z$$
$$\frac{\Delta y}{y} = \sqrt{\left(a \frac{\Delta x_1}{x_1}\right)^2 + \left(b \frac{\Delta x_2}{x_2}\right)^2 + \dots + \left(z \frac{\Delta x_n}{x_n}\right)^2}$$

allora abbiamo

- per il cilindro:

$$\rho = \frac{m}{\pi D^2 h / 4}$$
$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2}$$
$$\Delta \rho = \frac{\Delta \rho}{\rho} \rho$$

per il parallelepipedo:

$$\rho = \frac{m}{abc}$$
$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2}$$
$$\Delta \rho = \frac{\Delta \rho}{\rho} \rho$$

Apparato sperimentale:

- Due tipi di bilancia elettronica di precisione, dotate di sensibilità diverse (l'incertezza di sensibilità e' rappresentata da meta' della variazione minima che il display puo' indicare);
- Calibro ventesimale;
- Calibro Palmer;
- Provetta graduata. (per questi ultimi tre strumenti l' incertezza di sensibilità e' rappresentata da meta' della distanza tra due tacche).



Campione:

4 gruppi diversi di campioni

- A: ~ 30 campioni cilindrici di dimensioni variabili di un materiale incognito;
- B: 3 campioni (parallelepipedi) di dimensioni simili dello stesso materiale del gruppo A;
- C: 5 campioni (parallelepipedi) di dimensioni variabili di materiale legnoso;
- D: 5 campioni cilindrici di dimensioni simili di un materiale incognito.

Operazioni:

1. numerare tutti i campioni e raggrupparli a seconda delle dimensioni e della forma
2. preparare una tabella con tante righe quanti sono i campioni e tante colonne quante sono le grandezze e le incertezze misurate con strumenti diversi. Per le misure di lunghezza usare il calibro Palmer, ove possibile, altrimenti usare il calibro ventesimale. Per le misure di massa, usare una delle bilance disponibili. Rimandare la misura con la provetta alla fine.
3. dividersi i compiti: una(due) persona(e) fa(nno) le misure di massa, le altre due fanno quelle di lunghezza
4. se gli strumenti non sono tarati (pesando massa nulla o misurando lunghezza nulla non si ottiene zero) correggere e assegnare una nuova incertezza che tenga conto di questo fatto.
5. scegliere un campione a caso per ciascuno dei quattro gruppi (A, B, C, D). Per ciascuno dei quattro campioni misurare piu' volte lunghezze e massa per stimare, se possibile, anche le

- incertezze casuali ed estrarre la migliore stima della grandezza misurata. Misurarne la densità e l'errore sulla densità
6. misurare lunghezze, massa e quindi la densità per tutti i campioni a disposizione. Estrarre la media e la deviazione standard delle misure di densità per ciascun gruppo (A, B, C, D). Fare l'istogramma della densità per il gruppo A.
 7. ricavare la migliore stima della densità con la sua incertezza per ciascuno dei quattro gruppi (usare l'errore sulla media). Esprimere il risultato nel sistema internazionale e in quello cgs
 - fare considerazioni sull'incertezza ottenuta con questo secondo metodo rispetto al primo ottenuto precedentemente (utilizzando il singolo campione)
 - fare considerazioni confrontando l'incertezza ottenuta per ciascuno dei quattro campioni.
 - fare considerazioni sulla compatibilità o non-compatibilità del materiale del gruppo A e B
 8. determinare quale è il materiale di cui sono fatti i cilindri usando la tabella allegata
 9. riempire la provetta d'acqua (oltre la metà). Usare i 3 campioni del gruppo B e dividere quelli del gruppo A in 6 gruppetti separati da 5 pezzi (totale di 9 campioni).
 10. pesare le masse in modo integrale: campione 1, campioni 1+2, ... campioni 1+...+9. Segnarsi l'ordine esatto.
 11. inserire le masse una dopo l'altra (con lo stesso ordine dell'operazione precedente). Misurare il volume indicato dalla provetta con l'incertezza. Il tutto va riportato in una nuova tabella.
 12. fare un grafico che riporti la massa in funzione del volume misurato (con incertezze)
 13. estrarre la retta migliore che passa per i punti e fare una stima dell'incertezza (tutto fatto graficamente senza computer)
 14. estrarre la misura della densità
 - confrontarla con i metodi precedenti.

Materiale	Densità relativa = $d/d(\text{acqua})$ $d(\text{acqua})=1 \text{ g/cm}^3$
Acciaio	7,8-7,9
Alluminio	2,70
Ambra	1,0
Argento	10,5
Bronzo	8,9
Ferro	7,87
Ghisa	7,3
Marmo	2,7
Nylon	1,14
Oro	19,3
Ottone	8,5
Piombo	11,3
Plexiglas, Perspex	1,2
Platino	21,5
Rame	8,96
Tungsteno	19,1
Vetro comune	2,5-2,6

legno 0.3-0.9