

Laboratorio di Fisica 1

R1: Misura indiretta della densità di solidi

Riccardo Bergamaschi, Elia Graiani, Simone Moglia

27/09/2023

Sommario

Il gruppo di lavoro ha misurato la densità di solidi ignoti per individuarne la natura.

1 Materiali utilizzati e strumenti di misura

Abbiamo misurato la densità di quattro campioni solidi: un parallelepipedo, una sfera e due cilindri. Di seguito gli strumenti di misura utilizzati:

Nome	Soglia	Portata	Sensibilità
Micrometro ad asta filettata	0.01 mm	25.00 mm	0.01 mm
Calibro ventesimale	0.05 mm	150.00 mm	0.05 mm
Bilancia di precisione	0.01 g	2000.00 g	0.01 g
Metro a nastro*	0.1 cm	300 cm	0.1 cm
Cilindro graduato*	1 mL	???	1 mL

*questi strumenti di misura, seppur disponibili, non sono stati utilizzati a causa della loro elevata sensibilità.

2 Descrizione dell'esperimento e del procedimento di misura

1. Misuriamo per ogni campione la sua massa m con la bilancia di precisione.
2. Misuriamo tre volte per ogni campione le distanze necessarie al calcolo del suo volume, tenendo come valore migliore quello più vicino alla media delle misure e come incertezza la sensibilità degli strumenti utilizzati. Quando possibile, utilizziamo il micrometro; altrimenti, il calibro ventesimale.
3. Per ogni campione, ne calcoliamo il volume V (e la sua incertezza):

- Parallelepipedo:

$$V_{\text{best}} = x_{\text{best}} y_{\text{best}} z_{\text{best}} \quad \frac{\delta V}{V_{\text{best}}} = \frac{\delta x}{x_{\text{best}}} + \frac{\delta y}{y_{\text{best}}} + \frac{\delta z}{z_{\text{best}}}$$

- Cilindri:

$$V_{\text{best}} = \pi \left(\frac{d_{\text{best}}}{2} \right)^2 h_{\text{best}} \quad \frac{\delta V}{V_{\text{best}}} = 2 \cdot \frac{\delta d}{d_{\text{best}}} + \frac{\delta h}{h_{\text{best}}}$$

- Sfera:

$$V_{\text{best}} = \frac{4\pi}{3} \left(\frac{d_{\text{best}}}{2} \right)^3 \quad \frac{\delta V}{V_{\text{best}}} = 3 \cdot \frac{\delta d}{d_{\text{best}}}$$

4. Sempre tenendo conto delle incertezze, troviamo la densità ρ (e il relativo errore) del campione:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \frac{\delta \rho}{\rho_{\text{best}}} = \frac{\delta m}{m_{\text{best}}} + \frac{\delta V}{V_{\text{best}}}$$

5. Infine, cerchiamo di capire di che materiale siano composti i vari campioni, confrontando i valori di ρ misurati con quelli indicati in letteratura ($\rho_{\text{lett.}}$).
6. Per valutare numericamente la consistenza dei risultati ottenuti con i valori indicati in letteratura, abbiamo calcolato il seguente valore (numero puro):

$$\varepsilon = \frac{|\rho_{\text{best}} - (\rho_{\text{lett.}})_{\text{best}}|}{\delta \rho + \delta \rho_{\text{lett.}}}$$

Allora ρ è consistente con $\rho_{\text{lett.}}$ se e solo se $\varepsilon \leq 1$.

Di seguito sono riportate tutte le misure effettuate direttamente, così come quelle calcolate come descritto.

<i>Parallelepipedo</i>	<i>x</i> (mm)	<i>y</i> (mm)	<i>z</i> (mm)
Misura 1	39.90 ± 0.05	64.60 ± 0.05	5.01 ± 0.01
Misura 2	39.90 ± 0.05	64.40 ± 0.05	4.99 ± 0.01
Misura 3	39.90 ± 0.05	64.40 ± 0.05	4.98 ± 0.01
Misura tenuta	39.90 ± 0.05	64.40 ± 0.05	4.99 ± 0.01

<i>Cilindro 1</i>	<i>h</i> (mm)	<i>d</i> (mm)
Misura 1	24.83 ± 0.01	27.95 ± 0.05
Misura 2	24.82 ± 0.01	28.05 ± 0.05
Misura 3	24.83 ± 0.01	28.00 ± 0.05
Misura tenuta	24.83 ± 0.01	28.00 ± 0.05

<i>Sfera</i>	<i>d</i> (mm)
Misura 1	20.63 ± 0.01
Misura 2	20.63 ± 0.01
Misura 3	20.64 ± 0.01
Misura tenuta	20.63 ± 0.01

<i>Cilindro 2</i>	<i>h</i> (mm)	<i>d</i> (mm)
Misura 1	77.75 ± 0.05	6.97 ± 0.01
Misura 2	77.80 ± 0.05	6.97 ± 0.01
Misura 3	77.80 ± 0.05	6.98 ± 0.01
Misura tenuta	77.80 ± 0.05	6.97 ± 0.01

<i>Campione</i>	<i>m</i> (g)	<i>V</i> (cm ³)	<i>ρ</i> (g/cm ³)
Parallelepipedo	107.40 ± 0.01	12.87 ± 0.05	8.34 ± 0.03
Cilindro 1	41.21 ± 0.01	15.29 ± 0.06	2.695 ± 0.011
Sfera	35.81 ± 0.01	4.597 ± 0.007	7.789 ± 0.014
Cilindro 2	8.00 ± 0.01	2.97 ± 0.01	2.695 ± 0.013

<i>Campione</i>	<i>ρ</i> (g/cm ³)	Materiale	<i>ρ</i> _{lett.} (g/cm ³)	<i>ε</i>
Parallelepipedo	8.34 ± 0.03	Ottone giallo (<i>high brass</i>)	8.47 ± 0.01	2.5
Cilindro 1	2.695 ± 0.011	Lega di Al laminato 3003	2.73 ± 0.01	1.7
Sfera	7.789 ± 0.014	Acciaio	7.8 ± 0.1	0.1
Cilindro 2	2.695 ± 0.013	Lega di Al laminato 3003	2.73 ± 0.01	1.5

L'inconsistenza non trascurabile tra ρ (le nostre misure) e $\rho_{\text{lett.}}$ (i rispettivi valori riportati in letteratura) è dovuta principalmente al fatto che si tratta di leghe; probabilmente, i nostri campioni presentavano concentrazioni diverse dei vari elementi.