

# 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 Esperimento e 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:

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

- 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  $\rho$  (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  $\rho$  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  $\rho$  è consistente con  $\rho_{\text{lett.}}$  se e solo se  $\varepsilon \leq 1$ .

### 3 Dati raccolti e conclusioni

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

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

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

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

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

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

<i>Campione</i>	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Materiale	$\rho_{\text{lett.}}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\varepsilon$
Parallelepipedo	$8.34 \pm 0.03$	Ottone giallo ( <i>high brass</i> )	$8.47 \pm 0.01$	2.5
Cilindro 1	$2.695 \pm 0.011$	Lega di Al laminato 3003	$2.73 \pm 0.01$	1.7
Sfera	$7.789 \pm 0.014$	Acciaio	$7.8 \pm 0.1$	0.1
Cilindro 2	$2.695 \pm 0.013$	Lega di Al laminato 3003	$2.73 \pm 0.01$	1.5

L'inconsistenza non trascurabile tra  $\rho$  (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.