

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 costante elastica di una molla con due metodi distinti.

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:

<i>Nome</i>	<i>Soglia</i>	<i>Portata</i>	<i>Sensibilità</i>
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

2 Esperimento e procedimento di misura

Per ogni campione:

1. Abbiamo misurato la massa m con la bilancia di precisione.
2. Abbiamo misurato tre volte 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, abbiamo utilizzato il micrometro; altrimenti, il calibro ventesimale.
3. Abbiamo calcolato il volume V (e la sua incertezza) con la formula adeguata:

- 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 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, abbiamo cercato di capire di che materiale fosse composto il campione, confrontando il valore di ρ misurato con le misure indicate in letteratura ($\rho_{\text{lett.}}$). Per valutare numericamente la consistenza del risultato ottenuto con il valore atteso, 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 $\varepsilon \leq 1$.

3 Dati raccolti e conclusioni

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)	ρ (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>	ρ (g/cm ³)	Materiale	$\rho_{\text{lett.}}$ (g/cm ³)	ε
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 $\rho_{\text{lett.}}$ è dovuta principalmente al fatto che si tratta di leghe; probabilmente, i nostri campioni presentavano concentrazioni diverse dei vari elementi.