Massa, volume e densità

Come si misura la materia

La grandezza che viene principalmente utilizzata per caratterizzare un corpo nelle sue dimensioni quantitative è la massa.

Anche se nel linguaggio comune si usa il termine «pesare», in realtà le misurazioni che si compiono con una bilancia forniscono il valore della massa dei corpi.

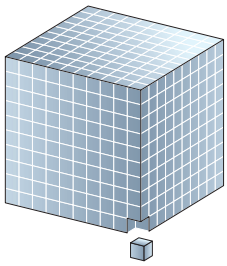
Possiamo quindi definire la **massa** (***m***) come la proprietà della materia che si misura con la bilancia. Nel Sistema Internazionale l'unità di misura della massa è il kilogrammo (kg).

Un altro modo che viene utilizzato comunemente per esprimere la quantità di materia che costituisce un corpo è quello di fare riferimento al suo volume (figura 1).

Il **volume** (*V*) è quella proprietà che misura la porzione di spazio occupato da un corpo.

Nel Sistema Internazionale l'unità di misura del volume (grandezza derivata) è il metro cubo (m^3). Poiché si tratta di una unità di misura piuttosto grande, se ne utilizzano più spesso i sottomultipli, il decimetro cubo e il centimetro cubo. Un'altra unità di misura del volume è il litro (figura 2).

◀ **Figura 1** La quantità del contenuto di questa confezione di maionese viene espressa utilizzando sia la *massa* sia il *volume*.



1 dm^3 = 1000 cm^3

1 L = 1000 mL

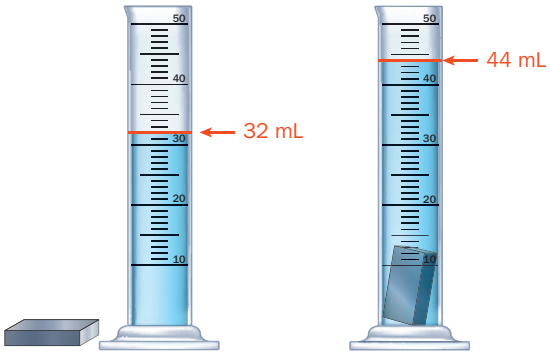
1 L corrisponde a 1 dm^3
1 dm^3 corrisponde a 1000 mL
1 L corrisponde a 1000 cm^3
1 L corrisponde a 1000 cm^3

◀ **Figura 2** Un'altra unità di misura del volume, molto utilizzata soprattutto per i materiali liquidi, è il *litro*, che corrisponde al decimetro cubo. Nella figura sono riportate alcune unità di misura del volume con le relative corrispondenze.

A seconda delle caratteristiche del corpo il volume può essere determinato con strumenti e modalità differenti. In laboratorio per misurare volumi di corpi liquidi si usano per esempio cilindri e matracci; l'acqua potabile e il gas metano vengono misurati molto più rapidamente con strumenti chiamati contatori (figura 3).

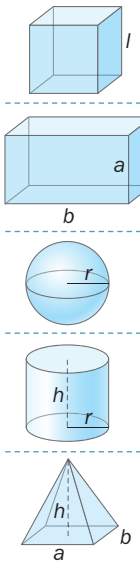
matraccio cilindro contatore del gas

◀ **Figura 3** Il *matraccio* è uno strumento tarato, cioè misura un unico valore di volume. Il *cilindro* è uno strumento graduato, cioè può misurare più valori di volume in base alla scala. Il *contatore del gas* misura il volume in modo continuo, come il contatore dell'acqua e quello della pompa di benzina.



◀ **Figura 4** Un solido immerso in un liquido, se non si scioglie, sposta un volume di liquido uguale al proprio *volume*. Il valore è lo stesso anche se si usano liquidi diversi. Il volume del solido dunque è 12 mL (o cm^3).

Tabella 1 Formule per calcolare il *volume* di alcuni solidi regolari.



$V = l \cdot l \cdot l = l^3$

$V = a \cdot b \cdot c$

$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

$V = \pi \cdot r^2 h$

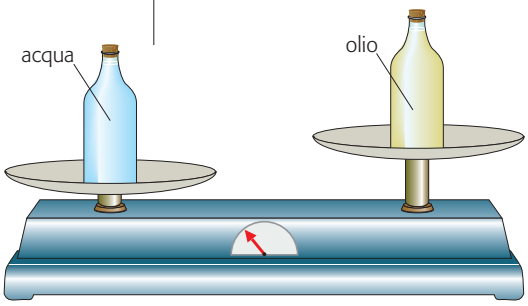
$V = \frac{a \cdot b}{3} \cdot h$

La determinazione del volume di un corpo solido si può effettuare con una *misurazione diretta* che si basa sullo spostamento di un liquido. Infatti sappiamo che immergendo un corpo solido in un liquido il livello di questo si innalza, e forse è noto anche che il volume del liquido «spostato» è uguale proprio al volume del solido (figura 4).

La determinazione del volume di corpi solidi che hanno forma geometrica regolare può essere ottenuta attraverso calcoli; nella tabella 1 sono riportate le forme geometriche dei solidi regolari più comuni e le relative formule per determinarne il volume. In tutti questi esempi occorre eseguire una o più misure lineari e poi effettuare il calcolo e quindi il volume ottenuto è il risultato di una *misura indiretta*.

È importante infine ribadire che massa e volume sono grandezze che non devono essere confuse, dato che esse descrivono due caratteristiche diverse di un corpo. Inoltre, va sottolineato che la massa è una proprietà che resta sempre costante mentre il volume varia al variare di altre grandezze, per esempio della temperatura.

Densità di un corpo

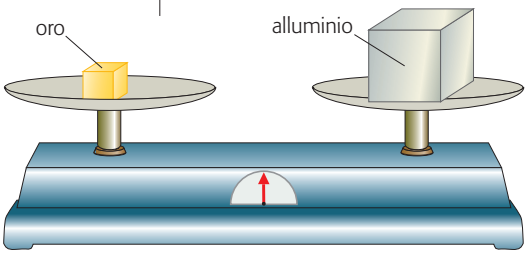


La figura a lato mostra che a parità di volume, l'acqua ha una massa maggiore dell'olio. Evidentemente questi due materiali possiedono una proprietà che li differenzia. Questa proprietà esprime la massa dell'unità di volume di un materiale e per questo nel Sistema Internazionale viene definita massa volumica; di solito essa viene indicata con il termine più comune di densità.

La densità del materiale di cui è costituito un corpo si ottiene dividendo la massa del corpo per il suo volume:

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

densità (kg/m^3) — massa (kg) — volume (m^3)



Il simbolo dell'unità di misura della densità nel Sistema Internazionale è kg/m^3. Più frequentemente però si usano altre due unità di misura, fra loro equivalenti, i cui simboli sono kg/dm^3 e g/cm^3.

Nella figura a lato i cubetti sulla bilancia hanno la stessa massa. Il cubetto di oro però ha un volume decisamente più piccolo di quello del cubetto di alluminio: da ciò si deduce che la densità dell'alluminio è minore di quella dell'oro.

Supponiamo ora di dover calcolare la densità del ferro e dell'alluminio disponendo dei seguenti dati:

- un grosso chiodo di ferro ha massa $m = 8{,}65$ g e volume $V = 1{,}1\ cm^3$
- un cilindro di alluminio ha massa $m = 3{,}51$ g e volume $V = 1{,}3\ cm^3$

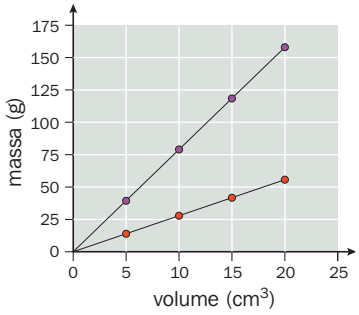
I valori di densità che si ricavano sono i seguenti:

- densità del ferro $d = 8{,}65\ g / 1{,}1\ cm^3 = 7{,}9\ g/cm^3$
- densità dell'alluminio $d = 3{,}51\ g / 1{,}3\ cm^3 = 2{,}7\ g/cm^3$

Possiamo concludere che l'alluminio è un metallo che ha densità minore di quella del ferro. Pertanto l'espressione «l'alluminio è più leggero del ferro» non esprime un confronto tra le masse dei corpi ma tra le densità dei materiali che li costituiscono.

Se si eseguono misure di massa e di volume di diversi oggetti di ferro e di alluminio e si riportano i dati in un grafico cartesiano si ottengono due segmenti: quello con la pendenza maggiore corrisponde al materiale con la densità maggiore, il ferro (figura 5).

Nella tabella 2 sono riportati i valori delle densità di alcuni materiali; i dati si riferiscono alle condizioni di temperatura e di pressione indicate. Questa precisazione va fatta perché la temperatura influenza il volume di tutti i corpi, mentre la pressione influenza sensibilmente solo il volume dei gas.



▲ **Figura 5** Se confrontiamo un oggetto di ferro con uno di alluminio che abbia lo stesso volume (per esempio 10 cm^3) l'oggetto di ferro pesa circa 80 g mentre quello di alluminio pesa soltanto 27 g.

Tabella 2 Valori di densità di alcune sostanze e di altri materiali. Per i materiali allo stato aeriforme è necessario precisare, oltre alla temperatura, la pressione. I valori riportati si riferiscono alla pressione atmosferica normale, cioè al livello del mare. Mentre la densità di una sostanza è costante, la densità dei miscugli (per esempio il legno o il petrolio) può presentare valori diversi a causa di una diversa composizione del materiale.

Materiale	Densità (kg/dm^3)	Materiale	Densità (kg/dm^3)	Materiale	Densità (kg/dm^3)
Solidi (a 20 °C)		Liquidi (a 20 °C)		Aeriformi (a 0 °C)	
sughero	0,25	esano	0,66	idrogeno	0,000 090
legno di abete	0,58	benzina	0,72	elio	0,000 18
ghiaccio (a 0 °C)	0,917	alcol etilico	0,79	vapor d'acqua (a 100 °C)	0,000 60
legno di ebano	1,26	petrolio	0,79	metano	0,000 72
PVC	1,3	acetone	0,792	ammoniaca	0,000 77
avorio	1,9	alcol denaturato	0,85	gas naturale	0,000 83
vetro	2,5	benzene	0,876	neon	0,000 90
marmo	2,7	olio di oliva	0,92	acetilene	0,001 18
alluminio	2,70	olio combustibile	0,95	azoto	0,001 25
ghisa	7,3	acqua distillata	0,998	ossido di carbonio	0,001 25
ferro	7,86	acqua di mare	1,02	aria	0,001 29
bronzo	8,9	latte	1,03	ossigeno	0,001 43
argento	10,5	glicerina	1,26	anidride carbonica	0,001 98
piombo	11,35	cloroformio	1,49	ozono	0,002 22
oro	19,3	acido solforico	1,84	anidride solforosa	0,002 93
platino	21,5	mercurio	13,5	xeno	0,005 9

1 Nel linguaggio comune il verbo *pesare* significa:

A usare una bilancia per misurare il peso di un corpo
B usare un metro per determinare le dimensioni di un corpo
C usare una bilancia per misurare la massa di un corpo
D usare una bilancia per determinare il volume di un corpo
E usare un cilindro graduato per misurare il volume di un corpo

2 In relazione alla grandezza *massa*, quale tra le affermazioni seguenti è *sbagliata*?

A La massa è una proprietà di tutti i corpi
B La massa esprime la parte di spazio occupato da un corpo
C L'unità di misura della massa nel Sistema Internazionale è il kilogrammo
D La massa è una grandezza fondamentale che si indica con il simbolo *m*
E La massa dei corpi si misura con la bilancia

3 In relazione al volume dei corpi indica per ogni affermazione se è vera o falsa.

a) Il volume dei corpi solidi con forma geometrica nota può essere determinato a partire da misure di lunghezza V F
b) Il volume dei corpi liquidi può essere determinato travasandoli in un contenitore opportunamente graduato V F
c) Il volume dei corpi solidi insolubili può essere determinato immergendoli in un liquido contenuto in un recipiente graduato V F
d) Il volume è una grandezza derivata e quindi si può ottenere esclusivamente attraverso opportuni calcoli V F
e) Il volume dei corpi gassosi può essere determinato con un contatore V F
f) Il volume è una proprietà caratteristica e immutabile di ciascun corpo V F

4 La densità è la grandezza che esprime:

A il volume di un corpo avente la massa di 1 kg
B il volume di un corpo avente la massa di 1 g
C il rapporto tra il volume e la massa di un corpo
D il prodotto tra la massa e il volume di un corpo
E la massa di un corpo avente il volume unitario

5 Gli enormi blocchi di ghiaccio chiamati iceberg galleggiano sull'acqua perché:

A un kilogrammo di iceberg pesa meno di un kilogrammo di acqua
B l'acqua del mare è una soluzione salina in cui il ghiaccio non si scioglie
C la temperatura degli iceberg è maggiore della temperatura dell'acqua
D gli iceberg hanno una densità minore dell'acqua marina
E un metro cubo di acqua marina pesa meno di un metro cubo di iceberg

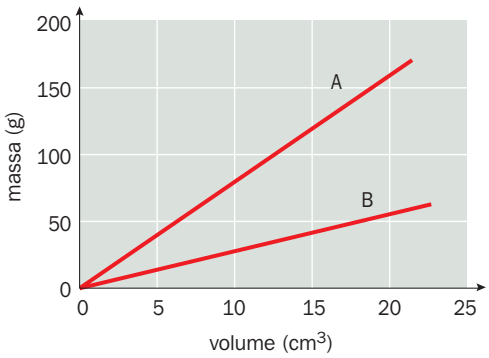
6 Un benzinaio vende olio per motore a 5 euro al litro. All'ipermercato lo stesso tipo di olio costa 5 euro al kilogrammo. Tenendo presente che quel tipo di olio ha densità 0,930 kg/L, dove conviene acquistarlo?

A Nell'ipermercato, perché 1 kg corrisponde a 1,08 L
B È indifferente, in ogni caso la quantità di olio è la stessa
C Dal benzinaio, perché 1 L corrisponde a 0,930 kg
D Dal benzinaio, perché 1 kg corrisponde a 0,930 L
E Nell'ipermercato, perché 1 L corrisponde a 1,08 kg

7 Un bullone di ottone ha massa $m = 8{,}65$ g e volume $V = 1{,}05\ cm^3$. Qual è la densità dell'ottone?

8 Un cubo ha lo spigolo lungo 5,32 cm e pesa 405 g.

a) Qual è la densità del cubo?
b) In base alla tabella 2 puoi individuare il materiale di cui è fatto il cubo? Motiva la tua risposta.

9 Un oggetto di piombo ($m = 65{,}32$ g) e un altro di ferro ($m = 55{,}30$ g) vengono immersi completamente in una vaschetta colma di olio. Tenendo presente che entrambi sono privi di cavità, quale dei due farà tracimare più liquido dalla vaschetta?

10 Considera le due rette nella figura, che rappresentano la densità di due metalli differenti. Come puoi stabilire, senza fare calcoli, qual è il metallo che ha densità maggiore?