



MASSA

La massa è la quantità di materia contenuta in un corpo. È una quantità sempre positiva ed è stata introdotta per la prima volta dal fisico inglese Isaac Newton nel 18° secolo. La massa è una proprietà intrinseca dei corpi, non dipende cioè dalle particolari condizioni in cui i corpi si possono trovare. Per esempio una mela ha la stessa massa sia che si trovi su un albero sia che si trovi nel frigo di casa, su Marte o sulla Luna. Nel Sistema Internazionale la massa è misurata in chilogrammi; la copia numero 62 del campione di chilogrammo (cilindro di platino iridio di diametro e altezza 39 mm) è conservata a Torino all'istituto di metrologia Gustavo Colonnetti.

Lo strumento che permette di misurare la massa è la bilancia a bracci uguali (***1a=costruzione di una bilancia a bracci uguali, 1b=costruzione di una bilancia-cannuccia***), che è costituita da un'asta rigida che può oscillare attorno al suo punto centrale; agli estremi dell'asta sono appesi 2 piattelli: quando sui piattelli non c'è nulla il sistema è in equilibrio. Questo strumento può misurare la massa di un oggetto per confronto con una o più masse campione. Se si mette un corpo su uno dei due piattelli per ripristinare l'equilibrio bisogna mettere un corpo anche sull'altro. Si dice allora che i due corpi hanno la stessa massa quando l'equilibrio del sistema è ristabilito.

La massa obbedisce alla legge di conservazione: le masse dei corpi si conservano, cioè rimangono costanti, qualsiasi siano le trasformazioni a cui i corpi vengono sottoposti (***2=additività di massa e volume***).

1a. Costruzione di una bilancia a bracci uguali

Materiale

- un vasetto di vetro
- una molletta da bucato
- nastro adesivo
- un ferro da calza (o da uncinetto)
- un bullone
- una decina di graffette
- un righello

Procedimento

- individua il punto medio del ferro da calza (o da uncinetto) e metti qualche giro di nastro adesivo
- infila il ferro da calza (o da uncinetto) nella molla della molletta in modo che la parte con il nastro adesivo si incastri
- individua un diametro della imboccatura del vasetto, in corrispondenza del bordo metti due graffette (fissandole col nastro adesivo) ed infilaci il ferro (in modo che si sovrapponga al diametro)
- la molletta da bucato tende a portare verso il basso la sua parte più “pesante” (quella che “stringe”)
- individua ed evidenzia il punto medio del righello e appoggialo sopra la parte più leggera della molletta da bucato (le “code”)
- se i bracci della bilancia non sono proprio uguali è necessario fissare sul righello delle masse aggiuntive (pezzetti di nastro adesivo) per equilibrare la bilancia.
- una volta equilibrata la bilancia, possiamo iniziare ad usarla, mettendo le graffette come i nostri pesi.

1b. Costruzione di una bilancia - cannuccia

Materiale

- cannuccia da bibita
- spillo
- cartoncino o compensato
- carta millimetrata
- fermacampioni metallico
- vite

Procedimento

- Introduci la vite in una estremità della cannuccia; le dimensioni devono essere tali che la vite sforzi leggermente e fuoriesca o penetri maggiormente nella cannuccia a seconda se viene fatta ruotare in senso orario o antiorario.
- Taglia a metà il fermacampioni in modo che risulti una specie di cucchiaio. Introduci il manico nell'altra estremità della cannuccia; questa risulterà quindi munita da un lato di una vite regolabile e dall'altro di un cucchiaio che servirà da piatto della bilancia.
- A circa 2 cm dalla vite, fora la cannuccia introducendo lo spillo che costituirà il giogo della bilancia: si tratta di una bilancia a bracci disuguali che funzionerà come una leva di 1° genere con il fulcro corrispondente allo spillo.
- Con il cartoncino o il compensato costruisci un sostegno a U sul quale appoggiare le due estremità dello spillo col minore attrito possibile. Può servire da sostegno anche una vecchia chiocciolina usata per il nastro adesivo opportunamente tagliata, oppure un grosso tappo di sughero o di polistirolo in cui è stata praticata una scanalatura. La bilancia è pronta: la cannuccia assume la posizione inclinata che può essere variata allungando o accorciando il braccio minore, cioè regolando opportunamente la vite.
- Ritaglia la carta millimetrata in modo da avere 100 quadretti e misurane la massa con una bilancia di precisione. Dividendo per 100 ottieni la massa di un solo quadretto di carta, che certamente è molto piccola.
- Ritaglia alcuni pezzetti di carta da 1 quadretto: ciascuno di essi rappresenta la tua unità di misura.
- Sistema delicatamente (anche mediante una pinzetta) una unità sul piattello della bilancia-cannuccia; essa si abbasserà sensibilmente (grazie alla notevole differenza tra i due bracci la bilancia è infatti molto sensibile).
- Sistema verticalmente a fianco della cannuccia un foglio di carta bianca (per esempio foderando con carta un parallelepipedo di legno); segna la tacca 0 in corrispondenza del piattello e successivamente una seconda tacca (tacca 1) in corrispondenza della posizione del piattello contenente un quadretto di carta, poi una terza tacca (tacca 2) in corrispondenza del piattello con 2 pezzi di carta e così via... hai ottenuto una scala graduata, cioè hai tarato una bilancia; ora prova ad utilizzarla pesando ad esempio un capello o un cristallo di sale. Qual è la sensibilità della bilancia?

2. Additività di massa e volume

Materiale

- 2 cilindri graduati (50 e 100 cm³)
- Acqua
- Sabbia asciutta
- Sale da cucina
- Bilancia

Procedimento

Verificare se mescolando due sostanze il volume della miscela è uguale alla somma dei volumi dei singoli componenti.

- Versa adagio la sabbia nel cilindro più grande fino a raggiungere quasi 40 cm³. Dà qualche colpetto in modo che la sabbia si assesti bene e raggiunga un livello uniforme. Se necessario aggiungi poco alla volta altra sabbia, fino ad ottenere un volume di 40 cm³.
- Misura la massa del cilindro contenente la sabbia mediante la bilancia.
- Versa nel cilindro più piccolo 40 cm³ di acqua e misurane la massa mediante la bilancia.
- Versa ora adagio l'acqua sulla sabbia nel cilindro grande e leggi il nuovo livello della miscela acqua - sabbia nel cilindro grande.

Verificare se mescolando due sostanze la massa della miscela è uguale alla somma delle masse dei singoli componenti.

- Metti sul piatto della bilancia i due cilindri (quello con la miscela acqua + sabbia e quello vuoto in cui avevi misurato l'acqua) e misura la massa complessiva.

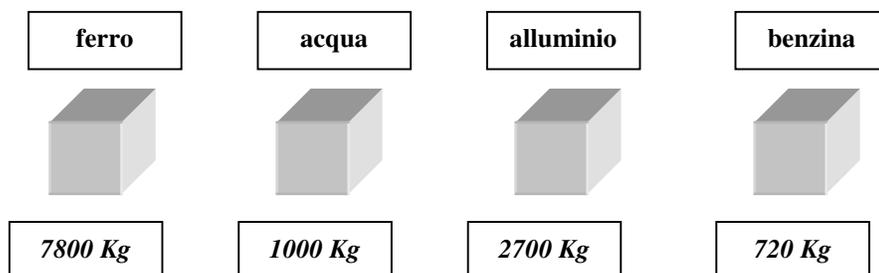
Ripeti le misure di massa e volume utilizzando 20 cm³ di sale al posto della sabbia e agita a lungo affinché il sale si sciolga bene prima di confrontare i volumi e le masse.

Verifica degli scopi

- A causa dell'aria contenuta tra i granelli di sabbia il volume della miscela acqua + sabbia è inferiore a 80 cm³. Il volume infatti non gode della proprietà additiva. Nel caso della miscela sale + acqua la diminuzione di volume è minima ed è visibile solo se il cilindro utilizzato è sufficientemente sensibile. Anche in questo caso il volume del liquido diminuisce perché durante la soluzione del sale le molecole dell'acqua si avvicinano maggiormente a quelle del sale occupando complessivamente un volume minore.
- La massa gode della proprietà additiva, ossia le masse dei singoli componenti si addizionano.

DENSITÀ

Nella figura sono rappresentati 4 oggetti di uguale volume (1 m^3) ma di sostanze differenti (**3=misure di volume**). Se si confrontano le loro masse, si trovano valori molto diversi. Per esempio in 1 m^3 di ferro c'è più massa che in 1 m^3 di alluminio; ciò significa che la materia è più concentrata in certe sostanze che in altre. Per questo motivo è necessario introdurre una grandezza fisica che tenga conto del volume che occupa la massa di una certa sostanza: la densità.



La densità di una sostanza è il rapporto tra la massa ed il volume che essa occupa.

$$\text{densità} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

(4=densità di solidi; 5=densità di liquidi; 6=densità di gas; 7=densimetro a; 8=densimetro b; 9=liquidi che stratificano)

3 Misure di volume

Materiale

- Cilindro graduato
- Acqua
- Spago
- Parallelepipedo metallico
- Calibro o righello
- Bacinella
- Tubo di plastica
- Sostegno con pinza
- Carta parafilm

Procedimento

Determinare il volume di un solido compatto

- Introduci acqua nel cilindro graduato e leggi il valore.
- Lega lo spago al parallelepipedo metallico, allo scopo di poterlo introdurre lentamente nel cilindro graduato senza romperlo.
- Immergi il parallelepipedo nell'acqua e leggi il nuovo volume indicato dal livello dell'acqua nel cilindro graduato.
- Calcola il volume del parallelepipedo come differenza tra i due valori.
- Misura col calibro o con un righello gli spigoli del parallelepipedo e calcola il volume del solido col metodo diretto che utilizza le formule della geometria.
- Confronta i risultati ottenuti.

Determinare il volume di un gas: il gasometro.

- Versa acqua nella bacinella fino a circa 6 cm di altezza.
- Riempi fino all'orlo il cilindro graduato. Copri la superficie dell'acqua della bacinella con un foglio di carta parafilm e rovescia rapidamente il cilindro nella bacinella, mantenendo l'imboccatura sotto il livello del liquido: il cilindro graduato deve rimanere pieno di acqua e non vi deve entrare aria.
- Aggancia il cilindro al sostegno, poi sollevalo di circa 1 cm in modo da potere introdurre un tubo di plastica. (Prendi nota del valore corrispondente al livello cui giunge l'acqua).
- Inspira, poi appoggia l'estremità libera del tubo alle tue labbra e soffia nel tubo. L'aria espirata risale nel cilindro e fa abbassare il livello dell'acqua.
- Calcola il volume di aria fuoriuscita dai tuoi polmoni.

Verifica degli scopi

- Si constata la possibilità di utilizzare due metodi diversi per determinare il volume di un solido compatto.
- E' possibile calcolare il volume di aria uscita dai polmoni.

4 Densità di solidi

Materiale

- Cilindro graduato
- Acqua
- Spago
- Oggetti vari
- Bilancia

Procedimento

Riconoscere il materiale di cui è costituito un oggetto mediante la misura indiretta della sua densità.

- Misura la massa del solido in esame mediante la bilancia, esprimendola in unità del sistema internazionale (kg).
- Metti acqua nel cilindro graduato fino a circa 50 cm³ e leggi il volume.
- Lega quindi allo spago l'oggetto di cui vuoi determinare la densità e, tenendolo per lo spago, immergilo nel cilindro. Misura il volume per spostamento di acqua ed esprimilo in unità del sistema internazionale (m³).
- Calcola la densità dell'oggetto in esame, come rapporto tra masse e volume.
- Ripeti la prova con oggetti di forma diversa ma costituiti dello stesso materiale e confronta i risultati ottenuti.
- Ripeti la prova con oggetti di materiale diverso e confronta i risultati ottenuti con quelli tabulati. Di che materiale si tratta?

Verifica degli scopi

La densità è una caratteristica intrinseca dei materiali.

| Solidi | Densità (Kg/m ³) |
|-----------|---------------------------------|
| Oro | 19300 |
| Piombo | 11400 |
| Argento | 10500 |
| Rame | 8900 |
| Ferro | 7800 |
| Alluminio | 2700 |

5 Densità di liquidi

Materiale

- Cilindro graduato
- Liquido incognito
- Bilancia

Procedimento

Riconoscere un liquido incognito mediante la misura indiretta della sua densità.

- Misura la massa del cilindro graduato mediante la bilancia, esprimendola in unità del sistema internazionale (kg).
- Versa nel cilindro graduato il liquido incognito e leggi il volume.
- Misura mediante la bilancia la massa del cilindro pieno di liquido, esprimendola in unità del sistema internazionale (kg).
- Calcola per differenza la massa del liquido. Se la bilancia legge la tara, puoi leggere direttamente sul display la massa del liquido.
- Calcola la densità del liquido in esame, come rapporto tra la massa ed il volume. Di che sostanza si tratta?
- Ripeti la prova con liquidi diversi.

Verifica degli scopi

La densità è una caratteristica intrinseca dei materiali.

| Liquido | Densità (Kg/m ³) |
|---------------|---------------------------------|
| Acqua | 1000 |
| Benzina | 720 |
| Olio di oliva | 920 |
| Petrolio | 790 |
| Glicerina | 1260 |
| Mercurio | 13600 |

6 Densità di gas

Materiale

- Cilindro graduato
- Sostegno con pinza per tenere sollevato il cilindro
- Bilancia
- Bacinella
- Tubo di gomma
- Beuta
- Tappo forato che si adatti alla beuta
- Tubicino di vetro che colleghi la beuta al tubo di gomma
- Acqua distillata
- Pastiglia di Alka Selzer
- Foglio di parafilm

Procedimento

Misurare la densità dell'anidride carbonica, ottenuta dalla reazione di una compressa effervescente di Alka Selzer in acqua (questa reazione sprigiona una grande quantità di anidride carbonica).

- Riempi di acqua il cilindro graduato e la bacinella fino ad almeno 6 cm di altezza e capovolgi in essa il cilindro, facendo attenzione che questo rimanga pieno di acqua e non si formino delle bolle d'aria (mediante il foglio di parafilm).
- Prepara il tubo di scarico del gas inserendo una estremità del tubicino di vetro nel tappo di gomma e l'altra estremità nel tubo di plastica.
- Solleva il cilindro di qualche centimetro, facendo attenzione che l'imboccatura rimanga sotto il livello dell'acqua e quindi non entri aria, e fissalo alla pinza del sostegno.
- Inserisci il tubo spingendone l'estremità libera più in alto possibile; lascia tutto pronto per potere tappare la beuta al momento opportuno.
- Metti sul piatto della bilancia la beuta contenente acqua e la compressa di Alka Selzer, e determina la massa complessiva.
- Asciuga l'imboccatura della beuta e appoggia sopra la pastiglia di Alka Selzer. Chiudi la beuta con il tappo di gomma. Raddrizza la beuta e lascia sciogliere la pastiglia per 10 minuti.
- Quando la reazione è terminata il volume di gas che si è spostato nel cilindro graduato è costante: misuralo.
- Togli il tappo dalla beuta, mettila sulla bilancia e determina la massa di ciò che è rimasto. Per differenza ottieni la massa del gas (anidride carbonica).
- Calcola la densità dell'anidride carbonica come rapporto tra la massa ed il volume.

Verifica degli scopi

La densità dell'anidride carbonica è 2 Kg/m^3 (alla temperatura di 0°C ed alla pressione atmosferica normale).

7 Densimetro a

Materiale

- Provetta
- Pallini di piombo molto piccoli (pallini da taratura)
- Cotone idrofilo
- Barattolo di vetro di almeno 20 cm
- Acqua
- Alcol
- Sale
- Liquido incognito

Procedimento

Riconoscere un liquido incognito mediante la misura indiretta della sua densità.

- Introduci nella provetta alcuni pallini da taratura (circa 1 cm sul fondo).
- Ricopri con cotone idrofilo.
- Riempi di acqua il barattolo ed immergi la provetta tenendola verticalmente. Se va a fondo ripeti l'operazione mettendo una minore quantità di pallini. Se emerge troppo violentemente aggiungi qualche pallino facendolo scivolare sul fondo. Per piccole modifiche aggiungi un po' di cotone idrofilo nella provetta.
- Segna con un pennarello indelebile il livello di immersione nell'acqua indicandolo con 1.
- Immergi la provetta nell'alcol e osserva il comportamento della provetta: segna con un pennarello indelebile il livello di immersione nell'alcol indicandolo con 2.
- Immergi in una soluzione di acqua e sale (piuttosto concentrata) e osserva il comportamento della provetta: segna con un pennarello indelebile il livello di immersione nell'acqua e sale indicandolo con 3.
- Per tarare definitivamente il densimetro puoi introdurre e fissare all'interno della provetta una strisciolina di carta millimetrata sulla quale è segnato il livello per densità note.
- Ora determina la densità approssimata per eccesso o per difetto di un liquido incognito.

Verifica degli scopi

Dopo aver costruito il densimetro si deve riuscire a stimare la densità di un liquido incognito.

8 Densimetro b

Materiale

- 2 bicchieri
- 1 contagocce
- Acqua
- Alcol
- Olio di vaselina
- Boccetta di vetro
- Cilindro graduato

Procedimento

Costruire un rudimentale densimetro mediante una goccia di olio.

- Prepara un po' di olio di vaselina colorato, mescolando all'olio qualche goccia di colorante, e prelevandolo con un contagocce lasciane cadere una goccia in un bicchiere di acqua. La goccia galleggia, poiché la sua densità è minore di quella dell'acqua.
- Versa ora una goccia di olio di vaselina in un bicchiere contenente alcol. La goccia di olio affonda, poiché la sua densità è maggiore di quella dell'alcol.
- Nel bicchiere che contiene l'alcol con la goccia di olio di vaselina, aggiungi lentamente un po' di acqua e con la bacchetta agita delicatamente in modo che l'acqua si mescoli con l'alcol. Aggiungendo acqua la densità dell'alcol è aumentata e la goccia d'olio sale.
- Fa in modo che la goccia si fermi a metà altezza della soluzione. La goccia di olio funziona da densimetro: mediante l'aggiunta di alcol o acqua puoi muovere la sfera a piacere. Che cosa devi aggiungere per farla scendere? Che cosa devi aggiungere per farla salire?

Verifica degli scopi

Dopo aver osservato il comportamento della goccia di vaselina nell'acqua e nell'alcol si deve concludere che l'olio ha densità compresa tra 800 kg/m^3 (densità dell'alcol) e 1000 kg/m^3 (densità dell'acqua).
La goccia d'olio sale poiché la sua densità è minore di quella della miscela alcol-acqua.

9 Liquidi che stratificano

Materiale

- Bilancia
- 3 cilindri graduati
- 1 provetta
- Olio
- Acqua
- Alcol denaturato
- Sciroppo di menta

Procedimento

Verificare se esiste una correlazione tra la densità di alcuni liquidi e la loro disposizione in una provetta.

- Misura la massa di un cilindro graduato prima vuoto, poi con circa 50 cm³ di acqua colorata con lo sciroppo di menta e leggine accuratamente il volume. Ricava per differenza la massa della soluzione acquosa e determinane la densità.
- Determina nello stesso modo la densità dell'olio.
- Determina nello stesso modo la densità dell'alcol.
- Versa nella provetta un po' di acqua colorata, poi aggiungi adagio un po' di olio, facendolo colare lungo le pareti e senza agitare, ed infine aggiungi l'alcol (le quantità devono essere circa uguali). Lascia riposare. In che modo si separano i 3 liquidi? C'è qualche correlazione tra la densità dei liquidi e la loro disposizione nella provetta?