

1. LA MATERIA E GLI STATI FISICI

Come mai un oggetto di ferro esposto all'aria e all'umidità arrugginisce? Come mai il sale si scioglie nell'acqua e non si vede più? Come mai l'acqua delle pozzanghere con il passare del tempo sparisce? Come mai la carne esposta all'aria imputridisce? È per rispondere a interrogativi di questo tipo che gli esseri umani hanno inventato concetti, modelli, leggi e teorie che costituiscono quel settore del sapere scientifico che prende il nome di **chimica**. *La chimica dunque si interessa delle trasformazioni della materia.*

Cosa intendiamo per materia? In modo molto sbrigativo potremmo affermare che la materia è tutto ciò che ci circonda, ma questa definizione è molto generica perché non dice nulla a proposito della materia, delle sue caratteristiche, delle sue proprietà. Per precisare cosa è la materia occorre individuare alcune proprietà essenziali che costituiscono il *concetto di materia*. Facciamo un esempio. Esistono molti tipi di sedie, diverse per foggia, dimensioni, colori e costruite con materiali differenti, ma tutte rientrano nella categoria "sedia".



Come mai? Questo avviene perché ognuna di esse possiede una serie di attributi essenziali che costituiscono il concetto di sedia. Questi attributi sono i seguenti: - una seduta orizzontale su cui ci si siede; - uno schienale su cui appoggiare il dorso; - un sostegno (gambe o altro) per sostenere la seduta. Questi sono gli attributi essenziali che *tutti insieme contemporaneamente* costituiscono il concetto di sedia. Se manca un attributo, si ha un oggetto che può svolgere la stessa funzione della sedia (serve per sedersi), ma non è una sedia. Per esempio, il sedile delle auto, poggiando sul fondo dell'abitacolo non necessita di gambe per sostenere la seduta; uno sgabello manca dello schienale, mentre una poltrona ha i braccioli ed è più grande.

Quali sono dunque gli attributi essenziali del concetto di materia?

IL CONCETTO DI MATERIA

In primo luogo, la materia si presenta a noi in porzioni: il ferro è una porzione di materia, l'acqua è una porzione di materia e l'aria è una porzione di materia. Per i chimici, una porzione di materia è un **corpo**.

Un corpo è una porzione di materia di natura chimica definita

Cosa significa «di natura chimica definita»? Significa che si sa di cosa il corpo è costituito. Per esempio sono corpi il marmo (costituito di calcite e dolomite), il ferro, il rame, l'acqua, l'aria (costituita di svariati gas fra i quali prevalgono l'azoto, l'ossigeno, il diossido di carbonio, ecc.)

- *I corpi possono presentarsi in diversi **stati fisici**.* Gli stati fisici fondamentali sono tre: lo stato solido, lo stato liquido e lo stato gassoso. Per esempio, il ferro è un corpo solido, l'acqua è un corpo liquido e l'aria è un corpo gassoso.

- *In opportune condizioni, un corpo può passare da uno stato fisico all'altro:* per esempio, un corpo solido può diventare liquido (a temperatura elevata il ferro fonde e diventa liquido), un corpo liquido può diventare gassoso (per esempio, l'acqua diventa vapore acqueo), ecc.

- *Tutte queste trasformazioni sono invertibili:* si può sempre ritrovare un corpo nello stato fisico iniziale, modificando opportunamente le condizioni. Per esempio, riscaldando il ferro questo passa allo stato liquido, ma raffreddandosi ritorna allo stato solido; l'acqua raffreddata a temperatura inferiore a 0°C passa allo stato solido diventando ghiaccio, ma a temperatura superiore a 0 °C il ghiaccio fonde e l'acqua ritorna allo stato liquido.

- *In tutte queste trasformazioni, la materia non sparisce.* Essa cambia il proprio stato fisico, ossia si modifica dal punto di vista qualitativo, ma si conserva dal punto di vista quantitativo. Nei passaggi di stato, la quantità di materia si conserva. Per esempio, se 100 grammi di acqua posti in un contenitore vengono raffreddati in un congelatore, si formano 100 grammi di ghiaccio i quali, a temperatura ambiente, si ritrasformano in 100 grammi di acqua. Scaldando in modo opportuno, si ottengono 100 g di vapore d'acqua (aeriforme), che raffreddandosi ridiventano 100 g di acqua liquida.

Quindi il concetto di materia è dato dall'articolazione di quattro idee fondamentali:

- ❖ L'idea di **stato fisico**
- ❖ L'idea di **trasformazione**
- ❖ L'idea di **invertibilità**
- ❖ L'idea di **permanenza** o **conservazione**

GLI STATI FISICI DELLA MATERIA

Che cosa caratterizza un corpo solido? Che cosa caratterizza un corpo liquido? Che cosa caratterizza un corpo gassoso? In altre parole, in base a che cosa si assegna un corpo alla categoria dei corpi solidi, oppure alla categoria dei corpi liquidi, oppure ancora alla categoria dei corpi gassosi? Esistono numerosissimi corpi solidi i quali differiscono per colore, odore, sapore, ecc. ma che possiedono alcune proprietà comuni che permettono di affermare che si tratta di corpi solidi. Queste proprietà sono legate alla **forma** e al **volume** dei corpi.

- **Per forma di un corpo si intende il suo aspetto esteriore, risultante dall'insieme di superfici che ne delimitano l'estensione nello spazio**
- **Per volume di un corpo si intende la quantità di spazio che il corpo occupa.**

I corpi solidi hanno una forma ben definita e occupano una quantità di spazio ben definita, ossia hanno un volume ben definito. Possiamo appoggiare un pezzo di ferro su un tavolo, metterlo in una scatola di cartone o infilarlo in una busta di plastica: la forma e il volume del pezzo di ferro non cambiano. Quindi il ferro è un corpo solido.

Non si può dire la stessa cosa per i corpi liquidi. Immaginiamo di disporre di un decimetro cubo di acqua contenuto in una normale bottiglia cilindrica. Se si travasa l'acqua dalla bottiglia a una caraffa e poi dalla caraffa a un portafiori a forma di cubo, il volume dell'acqua non cambia. Quindi i corpi liquidi occupano una quantità di spazio ben definita, ossia hanno un volume ben definito. Però non si può dire altrettanto della forma: in ogni trasferimento, l'acqua assume la forma di quella parte del recipiente che occupa. Quindi i corpi liquidi non hanno una forma propria ben definita, ma si adattano alla forma del recipiente che li contiene. La superficie libera di un corpo liquido è sempre orizzontale (Figura 1)

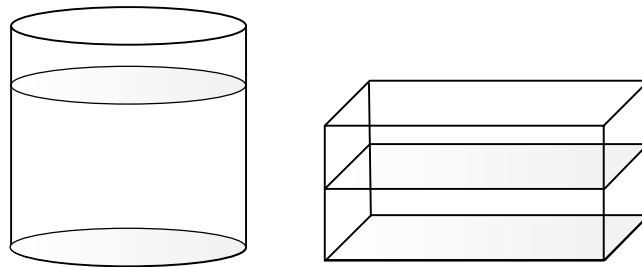


Figura 1 - Un corpo liquido assume la forma di quella parte del recipiente che occupa, ossia si adatta alla forma del recipiente; un corpo liquido non ha forma propria.

I corpi gassosi, come l'aria, non dispongono né di una forma ben definita né di un volume ben definito. Infatti, quando un corpo gassoso viene immesso in un recipiente a tenuta, occupa tutto lo spazio disponibile e quindi assume la forma del recipiente che lo contiene.

Esiste infine una terza proprietà che consente di differenziare i corpi solidi, liquidi e gassosi. Si tratta della **compressibilità** (o comprimibilità), ossia della proprietà che hanno i corpi di diminuire di volume quando sono sottoposti a pressioni esterne. I corpi solidi e i corpi liquidi non sono compressibili, ossia mantengono inalterato il loro volume. Sottoponendo un corpo solido a una certa pressione, il suo volume resta inalterato, mentre potrebbe cambiare la sua forma: questo fenomeno prende il nome di *deformazione*. Non possedendo i liquidi e i gas una forma propria ben definita, si parla di deformazione solo per i corpi solidi. Ad esempio, ponendo un pezzo di ferro sotto una pressa, e quindi sottoponendolo a una pressione elevata, esso si deforma, ossia assume una forma diversa, senza però modificare il proprio volume. Questo significa che il suo volume, ossia la quantità di spazio che esso occupa, è sempre lo stesso prima e dopo la deformazione.

A dire il vero, i corpi liquidi sono un po' più compressibili dei corpi solidi, ma questa differenza è percepibile solo se si opera a pressioni elevate, per cui si può affermare che praticamente i corpi liquidi sono incompressibili. Per contro, i corpi gassosi sono altamente compressibili; anche se sottoposti a pressioni moderate, si riduce notevolmente la quantità di spazio che occupano, ossia il loro volume. (Figura 2)

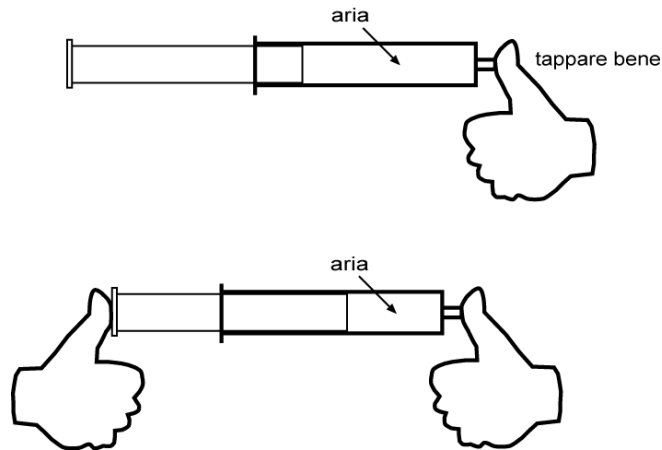


Figura 2 - Bloccando il foro di uscita di una siringa contenente aria, si può premere lo stantuffo fino a un certo punto: i corpi gassosi sono comprimibili

Riassumendo, possiamo dire che abbiamo costruito i concetti di corpo solido, corpo liquido e corpo gassoso individuando alcuni attributi essenziali che li caratterizzano.

I corpi solidi possiedono i seguenti attributi essenziali:

- Hanno una forma propria ben definita.
- Occupano una quantità di spazio ben definita, ossia hanno un volume proprio, ben definito.
- Non sono comprimibili.

I corpi liquidi possiedono i seguenti attributi essenziali:

- Non hanno una forma propria ben definita, ma si adattano a quella del recipiente che li contiene.
- Occupano una quantità di spazio ben definita, ossia hanno un volume proprio, ben definito.
- Non sono comprimibili.

I corpi gassosi possiedono i seguenti attributi essenziali:

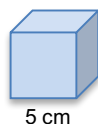
- Non hanno una forma propria ben definita, ma assumono quella del recipiente che li contiene.
- Non occupano una quantità di spazio ben definita ma occupano tutto lo spazio a disposizione; non hanno quindi un volume ben definito.
- Sono comprimibili.

Stato fisico	Corpo (esempio)	Forma	Volume	Compressibilità
Solido	<i>ferro</i>	propria, ben definita	proprio, ben definito	non comprimibile
Liquido	<i>acqua</i>	variabile, si adatta a quella del recipiente	ben definito	non comprimibile
Gassoso	<i>aria</i>	variabile, assume quella del recipiente	variabile, occupa tutto lo spazio a disposizione	comprimibile

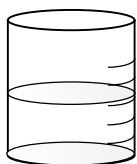
Forma e volume dei corpi solidi

Quando gli oggetti solidi possiedono una forma *regolare*, come quella del cubo, del parallelepipedo, della sfera, è sufficiente misurare lati, raggio o diametro (cioè eseguire misure di lunghezza) e poi utilizzare le formule della geometria per *calcolare* il loro volume. Ad esempio, per conoscere il volume di un blocco di ferro che ha la forma di un cubo, si *misura* uno dei suoi lati e si eleva al cubo il valore trovato.

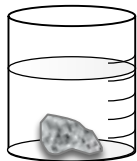
$$V = 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} = 125 \text{ cm}^3$$



Spesso tuttavia gli oggetti solidi non hanno una forma riconducibile a quelle della geometria. Come possiamo conoscere il volume di un oggetto solido di forma *irregolare* come un sasso, o una collana? In questo caso non è possibile una semplice misura di lunghezza e l'applicazione di formule geometriche, bensì occorre *determinare sperimentalmente il volume*. Una semplice procedura di laboratorio utilizza il *metodo dello spostamento* del volume di un liquido:



1. si versa un liquido, ad esempio acqua, in un *recipiente graduato* in modo da conoscere il volume del liquido, ad esempio: $V_{\text{acqua}} = 15 \text{ cm}^3$;



2. si immerge l'oggetto solido nel liquido e si valuta di quanto si alza il livello del liquido leggendo sulla scala graduata il nuovo volume, ad esempio: $V_{\text{acqua+solido}} = 25 \text{ cm}^3$;

3. si calcola il volume di spostamento sottraendo il primo valore al secondo:

$V_{\text{solido}} = V_{\text{acqua+solido}} - V_{\text{acqua}} = 25 \text{ cm}^3 - 15 \text{ cm}^3 = 10 \text{ cm}^3$; infatti il volume di acqua "spostato", generalmente, corrisponde al volume dell'oggetto solido che vi è stato immerso.

I CORPI SOLIDI PARTICOLARI

Finora abbiamo parlato dei corpi solidi come se avessero tutti l'aspetto del ferro o del ghiaccio, che si presentano in blocchi o in pezzi più o meno grandi, ossia che si presentano in *forma compatta*. Però esistono corpi solidi che non si presentano compatti ma sotto forma di polvere, di grani, di fibre o di spugne: si parla allora di corpi pulverulenti, granulari, fibrosi e spugnosi. Questi corpi hanno alcune proprietà che non sono quelle tipiche dei corpi solidi compatti. Per esempio, un corpo solido compatto non prende la forma del recipiente nel quale viene collocato; al contrario, un corpo pulverulento come la farina e un corpo granulare come il riso quando vengono immessi in un recipiente sembrano adattarsi alla forma del recipiente, come farebbe un liquido. Però vi è una differenza rispetto ai corpi liquidi: la loro superficie libera non è orizzontale. (Figura 3)

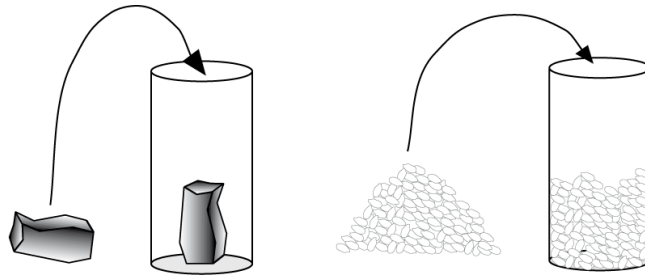


Figura 3 – Un corpo solido compatto possiede forma propria, mentre un solido non compatto, nel suo insieme, si adatta alla forma del recipiente.

Un corpo spugnoso (per esempio, una spugna naturale o sintetica) sembrerebbe facilmente comprimibile, ossia sembrerebbe comportarsi come un corpo gassoso. Come superare queste contraddizioni?

Nel caso dei corpi pulverulenti o granulari occorre tenere presente che essi sono costituiti di granelli più o meno piccoli. Per decidere del loro stato fisico, non si deve considerare il mucchietto di farina o il mucchietto di riso ma il singolo granello di farina e il singolo chicco di riso. Immaginiamo di avere sotto i nostri occhi una successione di mucchi costituiti di mattoni, libri, bocce, palle da golf, biglie di vetro, chicchi di caffè, riso, zucchero e farina. Per decidere se questi oggetti appartengono allo stato solido cosa prendiamo in considerazione? L'intero mucchio o un singolo mattone, una singola boccia, una singola palla da golf e così via? Evidentemente prendiamo in considerazione il singolo pezzo e verificiamo se possiede gli attributi essenziali di un corpo solido: ha una forma ben definita, occupa un volume ben definito e non è compressibile. Lo stesso procedimento deve essere usato per il caffè, il riso, lo zucchero e la farina: si deve prendere in considerazione il singolo chicco di caffè e di riso, il singolo pezzettino di zucchero e di farina e verificare se ognuno di essi possiede gli attributi essenziali di un corpo solido. Risulta così che ogni chicco di caffè e di riso, ogni pezzettino di zucchero o di farina ha una forma ben definita, occupa un volume ben definito e non è compressibile. Di conseguenza, caffè, riso, zucchero e farina sono costituiti di chicchi (caffè e riso) o di pezzettini minuscoli (zucchero e farina) ognuno dei quali possiede gli attributi essenziali dei corpi solidi: si parla allora di corpi solidi granulari e di corpi solidi pulverulenti.

Considerazioni analoghe valgono per le fibre (lana, cotone, lino, ecc.) e le spugne. Il fatto che essi sembrano comprimibili è dovuto alla presenza dell'aria fra le fibre della lana e del cotone e negli interstizi delle spugne. Quando si sottopongono questi corpi a pressioni esterne, si comprime e si fa uscire l'aria che è presente nel corpo, che di fatto viene solo deformato. In conclusione si può quindi affermare che i corpi solidi si dividono in due grandi categorie: i corpi solidi compatti e i corpi solidi non compatti. Questi ultimi, a loro volta, si distinguono in pulverulenti, granulari, fibrosi e spugnosi.

I corpi solidi possono essere: compatti, granulari, pulverulenti, fibrosi, spugnosi.

I CORPI LIQUIDI PARTICOLARI

Vi sono corpi liquidi come il bitume, il miele, la melassa (un sottoprodotto della produzione dello zucchero), ecc. i quali apparentemente presentano caratteristiche proprie dei corpi solidi: si possono tenere in mano; quando vengono versati si spandono poco, a differenza dell'acqua; quando vengono posti su un piano inclinato sembra che presentino una certa "resistenza allo

scorrimento”: in altre parole, non sembrano comportarsi come il liquido più comune, l’acqua. Tali liquidi vengono detti **viscosi** e sono caratterizzati da un valore elevato di **viscosità**, che è la **grandezza che misura la resistenza allo scorrimento di un liquido**. Quanto più elevata è la viscosità, tanto maggiore è la resistenza allo scorrimento e tanto minore è la velocità di scorrimento del liquido.

La viscosità è una proprietà dei liquidi che indica la loro resistenza (capacità di opporsi) allo scorrimento; maggiore è la resistenza opposta da un liquido allo scorrimento, maggiore è la sua viscosità.

La viscosità di un liquido viene determinata sperimentalmente con uno strumento chiamato **viscosimetro**. Mediante questo strumento, si misura il tempo impiegato da un determinato volume di liquido (ad esempio 200 cm³), alla temperatura di 20 °C, a fuoriuscire da un serbatoio attraverso un tubo calibrato, ossia di diametro determinato.

Nella tabella sono riportati i valori di viscosità di alcuni liquidi. L’unità di misura della viscosità è il Pascal per secondo (Pa·s).

LIQUIDO	VISCOSITÀ (Pa·s)
Bitume	100 000 000
Melassa	100
Miele	10
Glicerina	1
Olio d’oliva	0,1
Acqua	0,001

Nel linguaggio quotidiano si confonde sovente la viscosità con la densità, ma le due grandezze sono ben diverse. La viscosità è la resistenza allo scorrimento mentre la densità è la massa volumica, ossia la massa di 1 dm³ di un corpo. Si dice comunemente che l’olio d’oliva è più denso dell’acqua, ma questo è falso. Infatti la densità dell’olio d’oliva è 0,9 e quella dell’acqua è 1,0 e quindi l’acqua è più densa dell’olio d’oliva. Per contro, l’olio d’oliva è 100 volte più viscoso dell’acqua.

I corpi liquidi possono essere più o meno viscosi.

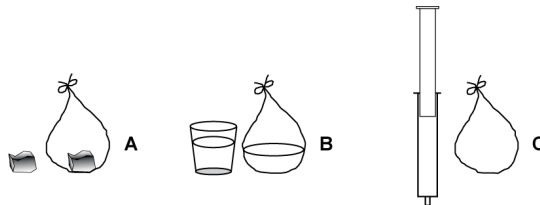
ESERCIZI E PROBLEMI

1 Progetta un esperimento per determinare il volume di un anello.

2a. Ti hanno detto che l'*allume* è un corpo solido. Senza averlo mai visto, puoi citare alcuni dei suoi attributi essenziali in quanto corpo solido? Giustifica la tua risposta.

2b. Ti hanno detto che l'*esano* è un corpo liquido. Senza averlo mai visto, puoi citare alcuni dei suoi attributi essenziali in quanto corpo liquido? Giustifica la tua risposta.

3. In tre palloncini vengono messi: un sasso (A), un po' d'acqua (B), un po' d'aria (C).



- Cosa puoi dire della *forma* del sasso, dell'acqua, dell'aria prima e dopo l'immissione nel palloncino?
- Cosa puoi dire del *volume* del sasso, dell'acqua, dell'aria prima e dopo l'immissione nel palloncino?

4. Per ciascuno dei corpi seguenti indica se si tratta di un

- solido compatto solido pulverulento solido granulare
 solido fibroso liquido viscoso liquido poco viscoso

e giustifica ogni volta la tua scelta.

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| a. Zucchero: | b. Borotalco: |
| c. Ammorbidente: | d. Sale fino da cucina: |
| e. Maglione di lana: | f. Foglio di alluminio: |
| g. Filo di rame: | h. Acetone: |

5a. Ti hanno detto che il *butanolo* è un corpo che possiede le seguenti proprietà: se lo schiacci, non si comprime; si adatta alla forma del contenitore nel quale viene messo; ha un volume ben definito. Secondo te, anche se non lo hai mai visto, il *butanolo* è un corpo solido o un corpo liquido? Giustifica la tua risposta.

5b. Ti hanno detto che il *caolino* è un corpo che possiede le seguenti proprietà: se lo schiacci, non si comprime; mantiene la propria forma se spostato da un contenitore all'altro; ha un volume ben definito. Secondo te, anche se non lo hai mai visto, il *caolino* è un corpo solido o un corpo liquido? Giustifica la tua risposta.

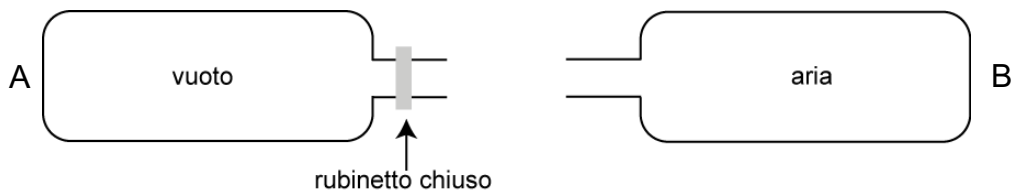
6. Spiega cosa si intende per *volume* e per *forma* di un corpo.

7. Fai un esempio, anche grafico, di due corpi aventi:

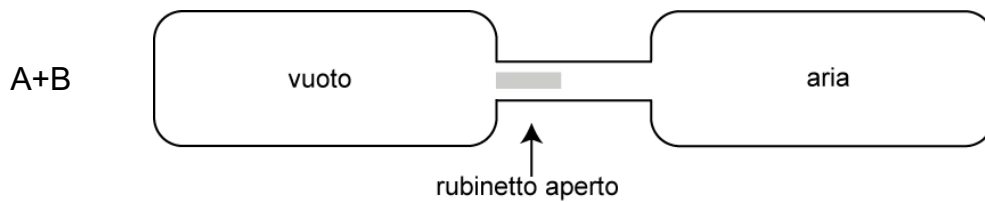
- a. forma uguale ma volume diverso; b. forma diversa e volume diverso.

Giustifica la tua scelta:

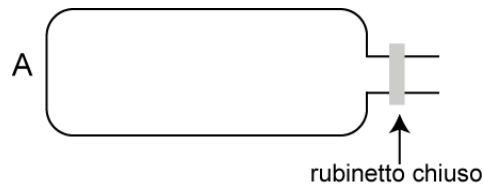
8. Disponi di due contenitori: A e B.



- Nel contenitore A viene fatto il vuoto e viene chiuso il rubinetto. Viene posto su una bilancia e se ne misura la massa. Il contenitore B viene lasciato aperto.
- I due contenitori vengono collegati e il rubinetto viene aperto.



- Il rubinetto viene nuovamente chiuso e il contenitore A viene staccato dal contenitore B.
- Il contenitore A viene nuovamente posto sulla bilancia.

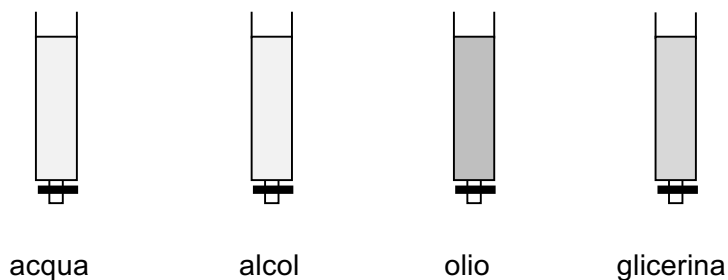


Secondo te, dopo avere eseguito questa operazione, la bilancia indica:

- la stessa massa di prima
- una massa superiore a prima
- una massa inferiore a prima
- non so rispondere

Giustifica la tua scelta:

9. Quattro burette contengono quattro liquidi diversi: acqua, alcol, olio, glicerina. I rubinetti vengono aperti uno per volta e viene cronometrato il tempo necessario allo svuotamento di uguali volumi di liquido.



Secondo te:

- i tempi di svuotamento delle burette sono uguali
- il tempo di svuotamento delle burette dipende dal liquido contenuto
- non so rispondere

Giustifica la tua scelta:

10. Prendi in considerazione il contenuto dei due recipienti nelle fotografie che seguono

Recipiente n. 1



Recipiente n. 2



a. Nelle due frasi che seguono, elimina la parola in corsivo che secondo te è sbagliata:

- Il corpo contenuto nel recipiente n. 1 è allo stato *solido / liquido*
- Il corpo contenuto nel recipiente n.2 è allo stato *solido / liquido*

b. Precisa in base a quale indizio sei in grado di giustificare la tua scelta.