



L'ENERGIA E LE ALTRE GRANDEZZE FISICHE

Photodynamic/Shutterstock

7. LE DEFINIZIONI OPERATIVE

Nella vita quotidiana, siamo abituati a descrivere gli oggetti in modo discorsivo; in questo tipo di descrizioni, spesso, possiamo esprimere lo stesso concetto anche utilizzando parole diverse e farci capire ugualmente (“La terza via a destra dopo l’edicola”, “La terza traversa sulla destra dopo il negozio di giornali”).

Parlando di scienza, questo non è più possibile: bisogna prestare moltissima attenzione ai termini che si scelgono, e in ogni caso in questo ambito le semplici affermazioni verbali lasciano sempre un certo margine di incertezza.

Per questa ragione in fisica le grandezze si introducono mediante *definizioni operative*. Una **definizione operativa** di una grandezza è formata da due parti:

- la scelta dello **strumento** di misura che serve per misurare tale grandezza;
- il **protocollo**, cioè la descrizione del procedimento mediante il quale la misura deve essere effettuata.

Per esempio, nella definizione della grandezza fisica «energia» abbiamo indicato

- come **strumento** il contatore dell’azienda elettrica e
- come **protocollo** il fatto di effettuare due letture consecutive sul display dello strumento e poi sottrarre il primo valore letto dal secondo.

13. LA DENSITÀ

Le grandezze unitarie

La densità è una grandezza unitaria, perché dice quanti kg di massa sono contenuti nell’unità di volume (1 m^3): 920 kg/m^3 significa 920 kg di massa in 1 m^3 .

Molte sono le grandezze unitarie che incontriamo nella vita quotidiana. Per esempio, il prezzo della frutta dice quanti euro costa un'unità di massa (1 kg) di frutta: 2 €/kg, cioè due euro al kilogrammo.

Tutte le grandezze definite mediante un rapporto tra due altre grandezze sono grandezze unitarie. Lo è anche la velocità, che dice quanti chilometri sono percorsi nell'unità di tempo (1 h): 100 km/h, cioè 100 chilometri all'ora.

14. LE DIMENSIONI FISICHE DELLE GRANDEZZE

In fisica è spesso utile sapere qual è la relazione tra una certa grandezza fisica e le grandezze fondamentali attraverso cui essa è definita.

Le **dimensioni fisiche** di una grandezza indicano in quale modo essa è ottenuta a partire dalle grandezze fondamentali.

Il caso più semplice è quello di grandezze come la distanza D tra due punti, l'altezza h di un palo, lo spessore s di un mobile: tutte queste quantità, benché differenti tra loro dal punto di vista pratico, sono esempi diversi dell'applicazione della stessa grandezza fisica fondamentale: la lunghezza. Ciò si esprime attraverso la notazione:

$$[D] = [h] = [s] = [l],$$

che, a parole, si legge: «la distanza, l'altezza e lo spessore hanno le dimensioni fisiche di una lunghezza».

La scrittura [...] (tra parentesi quadre) significa «dimensioni fisiche di...» e quindi la dimensione fisica della lunghezza si indica con il simbolo [l].

Le dimensioni fisiche delle grandezze fondamentali che già conosciamo sono:

- [t] dimensione fisica di una durata (o del tempo);
- [l] dimensione fisica della lunghezza;
- [m] dimensione fisica della massa.

Un numero puro (come il numero 14, oppure π) non ha dimensioni fisiche, perché non è una grandezza ma un fattore moltiplicativo. I numeri puri non danno contributo nei *calcoli dimensionali*, come quelli che eseguiremo tra poco.

Per trovare le dimensioni fisiche dell'area si può utilizzare una qualunque delle formule attraverso cui la calcoliamo. Per esempio, nel caso del triangolo abbiamo

$$A = \frac{1}{2}bh,$$

allora le dimensioni fisiche dell'area sono:

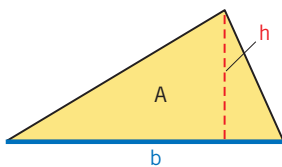
$$[A] = \left[\frac{1}{2}bh \right] = \left[\frac{1}{2} \right] \cdot [b] \cdot [h] = [b] \cdot [h] = [l] \cdot [l] = [l^2].$$

L'area ha le dimensioni fisiche di una lunghezza al quadrato, visto che sia la base del triangolo che la sua altezza sono delle lunghezze e il fattore $\frac{1}{2}$ non ha dimensioni fisiche.

Troviamo per esempio le dimensioni fisiche della velocità, utilizzando la formula vista in precedenza:

$$[v] = \left[\frac{D}{t} \right] = \frac{[D]}{[t]} = \frac{[l]}{[t]} = [l \cdot t^{-1}].$$

La velocità ha le dimensioni fisiche di una distanza divisa per un tempo (o di una distanza per un tempo elevato alla meno uno).



Le formule fisiche devono essere dimensionalmente corrette, cioè si possono sottrarre o sommare solo quantità con le stesse dimensioni fisiche, e in un'uguaglianza che rappresenta una relazione fisica i due membri devono avere le stesse dimensioni fisiche.

Alla fine di un esercizio, e a maggior ragione di un esercizio complesso, è molto utile controllare le dimensioni fisiche o (in modo equivalente) le unità di misura del risultato ottenuto. Per esempio, se il problema chiede di determinare una lunghezza e il risultato finale non è esprimibile in metri, siamo sicuri che nel procedimento seguito abbiamo commesso un errore.

Dimensioni fisiche e unità di misura

Dalle dimensioni fisiche di una grandezza derivata si può ricavare l'unità di misura.

L'unità di misura di una grandezza derivata si ottiene dalle unità di misura delle grandezze fondamentali da cui è tratta a partire dalla relazione che fornisce le dimensioni fisiche della grandezza stessa.

Per esempio, le dimensioni fisiche della velocità v sono $[v] = [l]/[t]$. Ciò significa che le unità di misura della velocità sono date dall'unità di misura della distanza divisa per quella dell'intervallo di tempo.

Così, nel Sistema Internazionale (in cui la distanza si misura in metri e la durata in secondi) l'unità di misura della velocità è m/s (metro al secondo). Però, nella vita quotidiana si misura spesso la distanza in chilometri e la durata in ore: ecco quindi che un'altra unità di misura possibile per la velocità è il chilometro all'ora (km/h).

ESERCIZI

3. LA FISICA

DOMANDE SUI CONCETTI

- 6** Entra in cucina e guardati intorno.
- ▶ Individua un esempio di fenomeno o di applicazione tecnologica per ognuno degli ambiti seguenti della fisica: meccanica, acustica, ottica, termologia, elettromagnetismo.
- 7** La legge di Archimede permette di spiegare perché una nave sta a galla in mare.
- ▶ A quale ambito della fisica appartiene questa legge?
- 8** In un cantiere navale si sta testando l'utilizzo di una lega di metallo leggero nella costruzione di scafi per barche a vela. Identifica l'ambito della fisica coinvolto in ciascuno dei seguenti test di funzionalità sulla lega metallica:
- ▶ effetti di una collisione;
 - ▶ effetti di caldo e freddo estremi;
 - ▶ interazione della lega metallica con una bussola.

4. LE GRANDEZZE FISICHE

DOMANDE SUI CONCETTI

- 13** Puoi descrivere un pallone da basket attraverso alcune sue caratteristiche: il colore, il peso, il diametro, la forma.
- ▶ Quali di queste sono grandezze fisiche?
- 14** Sei nella tua aula, insieme ai tuoi compagni e al professore di fisica. L'aula contiene: i banchi, la cattedra, la LIM, un computer, un certo numero di persone, gli zaini, i radiatori ecc. Inoltre l'aula è formata da muri, pavimento, soffitto, finestre ecc.
- ▶ Fai un elenco dettagliato e stabilisci quali sono le grandezze misurabili e quali quelle non misurabili.

Suggerimento: l'altezza dell'aula è misurabile, così come la lunghezza dei capelli delle tue compagne. La bellezza del paesaggio dalle finestre dell'aula non è misurabile...

- 15** Nel centro urbano di New York, se chiedi dove si trova un luogo che vuoi raggiungere, è normale che un passante ti risponda, per esempio, "Si trova a due isolati (*blocks*) da qui.": una distanza viene comuni-

cata in unità di "isolati" invece che in unità di metri o chilometri. Allo stesso modo, molte ricette usano come unità di misura "i cucchiaini di" (farina, zucchero ecc.) invece che i grammi.

- ▶ Fai un elenco delle unità di misura che non appartengono al Sistema Internazionale e che vengono usate intorno a te per comunicare distanza, massa, tempo ecc.

- 16** Quali fra le seguenti qualità di una mela sono misurabili?
- Volume, colore, lucentezza, massa, durezza, profumo, sapore.*
- 17** I punteggi assegnati ai partecipanti a una gara di ginnastica artistica esprimono delle grandezze fisiche?

5. IL SISTEMA INTERNAZIONALE DI UNITÀ

DOMANDE SUI CONCETTI

- 24** Il quintale fa parte del Sistema Internazionale?
- 25** Tutte le grandezze fondamentali sono definite a partire da un campione di riferimento.
- ▶ Fra quelle che conosci, quale ammette ancora un campione di riferimento concreto?

ESERCIZI NUMERICI

- 29** Scrivi i nomi dei prefissi e la potenza di 10 corrispondente.

NOME	PREFISSO	POTENZA
M	<i>mega</i>	10^6
c		
μ		
m		
h		

9. LA LUNGHEZZA

DOMANDE SUI CONCETTI

- 51** Quando si passa da metri a millimetri il valore della lunghezza misurata aumenta?

- 52** Il metro è stato definito come lunghezza di una barra campione, come distanza percorsa dalla luce in un determinato tempo e come frazione assegnata di un meridiano terrestre.
- ▶ In che ordine temporale sono state introdotte queste tre definizioni?

10. LA MASSA

DOMANDE SUI CONCETTI

- 63** La massa di una zanzara vale 0,010 g.
- ▶ Esprimila in mg e in kg, utilizzando se necessario la notazione scientifica.
- 64** La massa di un protone è $1,67 \times 10^{-12}$ pg.
- ▶ Esprimila in grammi, milligrammi e kilogrammi.
- 65** La massa di una tonnellata equivale a 1 Mg?

ESERCIZI NUMERICI

- 69** Misuri la massa di un libro ponendolo su uno dei due piatti di una bilancia. Ottieni l'equilibrio disponendo sull'altro piatto tre masse da 5 hg, sette masse da 1 g, quattro masse da 1 dg e dodici masse da 1 cg.
- ▶ Esprimi la massa del libro in grammi.

[1507,52 g]

70 FACCIAMO DUE CONTI La Terra e il Sole

- ★★★ Il Sole e la Terra hanno massa rispettivamente $1,989 \times 10^{30}$ kg e $5,976 \times 10^{24}$ kg.
- ▶ Se esistesse una bilancia a bracci uguali di dimensioni cosmiche, quante copie del pianeta Terra occorrerebbero per equilibrare il Sole?

[$3,328 \times 10^5$]

- 71** Su uno dei due piatti di una bilancia è posto un sacco di patate, equilibrato da quattro pacchi di zucchero da 1 kg, un panetto di burro da 250 g, cinque pacchi di pasta da 5 hg e sette uova da 650 dg.
- ▶ Esprimi in kilogrammi la massa del sacco.

[7,205 kg]

11. L'AREA

ESERCIZI NUMERICI

- 81** Un pavimento rettangolare ha la base di 4 m e l'altezza di 3 m. Sul tuo quaderno, usa una scala in cui il lato di un quadretto vale 20 cm.

- ▶ Disegna il pavimento nella scala scelta.
- ▶ Costruisci una griglia che evidenzi i metri quadrati che coprono il pavimento.
- ▶ Conta quanti metri quadrati sono contenuti nel pavimento e confronta il risultato con quello che ottieni moltiplicando la misura della base per quella dell'altezza.

- 82** Un appezzamento di terreno rettangolare ha la base lunga 80 m e l'altezza pari a 60 m.

- ▶ Disegna una mappa del terreno usando una scala in cui 5 m nella realtà corrispondono a 1 cm nel disegno.
- ▶ Quanto vale (in metri) il perimetro del terreno nella realtà, e quanto è lungo (in centimetri e in metri) il perimetro del rettangolo che hai disegnato?
- ▶ Di quante volte il perimetro reale è più grande di quello della mappa?

[280 m; 56 cm; 0,56 m; 500 volte]

- 83** Esegui le seguenti equivalenze:

- ★★★
- $15 \text{ m/s} = \text{_____ km/h} = \text{_____ m/h}$
 $= \text{_____ cm/s};$
 - $150 \text{ km/h} = \text{_____ m/s} = \text{_____ nm/ps}$
 $= \text{_____ mm/min}.$

- 84** Considera di nuovo il disegno dell'esercizio 82.

- ★★★
- ▶ Quanto vale (in metri quadrati) l'area del terreno nella realtà, e quanto risulta (in centimetri quadrati e in metri quadrati) l'area del rettangolo che hai disegnato?
 - ▶ Di quante volte l'area reale è più grande di quella della mappa?
 - ▶ Che relazione c'è tra questo risultato e la risposta all'ultima domanda dell'esercizio 82?

[4800 m²; 192 cm²; 0,0192 m²; 250 000 volte]

12. IL VOLUME

DOMANDE SUI CONCETTI

- 88** Il volume è una grandezza derivata?
- 89** Un decimetro cubo corrisponde a un decilitro?
- 90** "Il volume si misura in metri cubi, multipli del metro."
- ▶ La frase precedente contiene un errore: quale?

ESERCIZI NUMERICI

94 ★★★ La cilindrata di un motore, cioè il volume complessivo dei suoi cilindri, è espressa in cc (1 cc = 1 cm³). Un'auto a quattro cilindri ha una cilindrata di 1200 cc.

- ▶ Esprimi il volume di ciascun cilindro in litri.

[0,3 L]

95 ★★★ In laboratorio devi prelevare da un rubinetto 1,41 L di acqua. Hai a disposizione un cilindro da mezzo litro, un piccolo becher da 12 cL e un cucchiaino da 5 cL.

- ▶ Quante volte utilizzi il cilindro, il becher e il cucchiaino per ottenere il volume che devi prelevare?

96 ★★★ In un cilindro graduato sono contenuti 30 mL di acqua. Un secondo cilindro contiene della sabbia fino al livello di 50 cm³. La sabbia viene versata nell'acqua e si ottiene un volume complessivo di 65 cm³.

- ▶ Quanto vale il volume effettivo della sabbia, cioè senza considerare l'aria tra i granelli?
- ▶ Quanto vale il volume dell'aria tra i granelli?

[35 cm³; 15 cm³]

97 ★★★ Un grande vaso da giardino, a forma di parallelepipedo, ha le dimensioni di 1,5 m, 30 cm e 24 cm. Viene riempito di ghiaia e poi vi si versano 26 L di acqua, che arriva fino all'orlo del vaso.

- ▶ Calcola il volume della ghiaia.
- ▶ Qual è il volume dell'aria intrappolata tra i sassolini di ghiaia prima di versare l'acqua?

[82 dm³; 26 dm³]

98 ★★★ Il gallone è una unità di misura di volume che equivale a 4,62 L. Un grosso tino contiene 4,00 hL di vino e un silos 2510 galloni di grano.

- ▶ Esprimi in m³ il volume del silos.
- ▶ Esprimi in galloni il volume del tino.

[11,6 m³; 86,6 galloni]

13. LA DENSITÀ

ESERCIZI NUMERICI

112 ★★★ La densità di popolazione in Toscana è 153 abitanti/km². In Toscana risiedono circa 3 519 000 abitanti.

- ▶ Qual è la superficie della Toscana?

[2,30 × 10⁴ km²]

113 ★★★ La soluzione A è ottenuta sciogliendo 54 g di sale in 240 mL di acqua; la soluzione B è ottenuta sciogliendo 20 g di sale in 50 mL di acqua.

- ▶ In quale delle due soluzioni è contenuta la maggiore massa di sale?



114 ★★★ La legge stabilisce che la concentrazione di monossido di carbonio (CO) nell'aria non deve superare il limite di 10 mg/m³, altrimenti viene bloccata la circolazione dei veicoli a motore. In 5,6 m³ di aria si rilevano 45 mg di CO.

- ▶ È il caso di bloccare la circolazione dei veicoli?

120 ★★★ In una bottiglia sono contenuti 450 mL di acqua ($d = 1012 \text{ kg/m}^3$). Si versano 145 g di olio ($d = 920 \text{ kg/m}^3$) nella bottiglia: l'olio non si mescola con l'acqua e forma uno strato sopra di essa.

- ▶ Calcola il volume raggiunto dai due liquidi sovrapposti.
- ▶ Calcola la loro massa complessiva.

[608 mL; 600 g]

121 ★★★ In una siringa, che ha un tappo al posto dell'ago, sono contenuti 7,8 cm³ di aria quando lo stantuffo è completamente estratto; la densità dell'aria nella siringa risulta 1,4 kg/m³.

- ▶ Calcola la massa di aria nella siringa.
- ▶ Se comprimi lo stantuffo senza far uscire o entrare aria, riducendo il volume a 3,9 cm³, quanto vale la densità dell'aria in questa nuova situazione?

[0,011 g; 2,8 kg/m³]

122 ★★★ Una bombola è riempita con 6,3 g di gas metano alla densità di 0,82 kg/m³.

- ▶ Calcola il volume della bombola.
- ▶ Se successivamente vengono aggiunti altri 9,0 g di metano, calcola la densità finale del gas.

[7,7 L; 1,99 kg/m³]

14. LE DIMENSIONI FISICHE DELLE GRANDEZZE

DOMANDE SUI CONCETTI

126 Due grandezze fisiche A e B hanno dimensioni diverse.

- ▶ La grandezza A - B ha senso dal punto di vista fisico? Perché?
- ▶ E la grandezza $\frac{A}{B}$? Fai un esempio di grandezza fisica dotata di senso ottenuta come rapporto di due grandezze fisiche.

ESERCIZI NUMERICI

127 La celebre formula di Einstein che esprime l'equivalenza massa-energia è $E = mc^2$, dove c indica la velocità della luce nel vuoto.

★★★

- ▶ Determina le dimensioni fisiche dell'energia a partire da questa formula.

[m · l² · t⁻²]

128 La definizione della densità d è data dalla formula ($d = m/V$).

★★★

- ▶ Trova le dimensioni fisiche della densità.
- ▶ Dalle dimensioni fisiche, ricava l'unità di misura della densità.

[m · l⁻³]

129 Considera quattro grandezze fisiche: una massa m , un tempo t , una velocità v , una densità d .

★★★

- ▶ Costruisci una formula combinando queste grandezze in modo da ottenere una quantità adimensionale.

[m / d · v³ · t³]

130 Le dimensioni fisiche del volume di una sfera sono date da [l³].

★★★

- ▶ Da questa informazioni puoi ricavare la formula corretta che esprime il volume della sfera? Perché?

131 Durante una verifica di fisica, per risolvere un problema uno studente usa la formula $s = at^2$, dove s è la distanza percorsa da un'auto che accelera, a l'accelerazione dell'auto, che nel Sistema Internazionale si misura in m/s², e t il tempo trascorso. Lo studente non è sicuro che la formula sia corretta.

★★★

- ▶ Determina se la relazione può essere valida controllando le dimensioni fisiche delle grandezze coinvolte.
- ▶ Puoi stabilire con certezza che la formula è corretta? Perché?

PROBLEMI GENERALI

8 La lega è un'antica unità di lunghezza, ora del tutto in disuso, pari a 5555 m. Due città distano 100 km l'una dall'altra.

★★★

- ▶ Qual è la distanza espressa in leghe tra le due città?
- ▶ Un cavallo percorre 1 lega in 30 minuti. Quanto

tempo impiega per coprire la distanza tra le due città?

[18,0 leghe; 9 h]

9 Una pompa di bicicletta è formata essenzialmente da un cilindro di diametro 2,0 cm e lungo 30 cm. Un ciclista gonfia una ruota pompando a un ritmo di 25 volte al minuto.

★★★

- ▶ Qual è il volume di aria pompato ogni volta?
- ▶ Qual è il volume di aria pompato al secondo?
- ▶ Il volume di aria pompato ogni secondo è una grandezza unitaria?
- ▶ Supponiamo che l'aria pompata nella ruota sia compressa alla metà del suo volume di partenza. Qual è il rapporto tra la densità dell'aria nella pompa prima della compressione e quella nella ruota?

[9,4 × 10⁻⁵ m³; 2,35 × 10⁻³ m³; 3,9 × 10⁻⁵ m³/s; 0,5]

10 Il raggio del pianeta Giove è 7,14 × 10⁷ m e la sua massa vale 1,900 × 10²⁷ kg.

★★★

- ▶ Calcola l'area della superficie di Giove, considerandolo di forma sferica.
- ▶ Calcola la densità di Giove, considerandolo di forma sferica.

[6,40 × 10¹⁶ m²; 1,25 × 10³ kg/m³]

16 Nel sito internet di presentazione della nuova FIAT Panda turbo a benzina leggi un consumo urbano di 4,8 L/100 km. Sullo stesso sito, la nuova FIAT Panda ad alimentazione bifuel (metano-benzina), presenta consumi urbani pari a 7,6 m³/100 km per il gas metano e 7,7 L/100 km per la benzina.

★★★

- ▶ Quanti km percorrono le due auto per unità di combustibile?
- ▶ L'energia fornita da un litro di benzina è 10 kWh/L. Ogni giorno, per andare al lavoro, percorri in totale 50 km in parte dentro la città e in parte in zona extraurbana e stai pensando di acquistare una nuova auto. I consumi misti (cioè su percorsi urbani ed extraurbani) sono di 4,1 L/100 km per la Panda turbo e di 6,0 L/100 km per quella bifuel alimentata a benzina. Quanti litri ti servono per andare al lavoro ogni giorno?
- ▶ Quanta energia consumeresti in un giornata di lavoro con ognuno dei due modelli?
- ▶ La benzina costa 1,753 €/L. Quanto spenderesti ogni giorno con ciascuno dei due modelli di Fiat Panda se viaggiassi sempre a benzina?

[20,8 km/L; 13,2 km/m³; 13,0 km/L; 2,05 L; 3,0 L; 20,5 kWh/d; 30 kWh/d; 3,6 €; 5,3 €]

17 Il costo della benzina è di 1,48 euro al litro, mentre la sua densità è $0,72 \text{ kg/dm}^3$.

- ▶ Quanto vale il volume occupato da 1 kg di benzina?
- ▶ Se hai 10 euro, quanti kg di benzina puoi acquistare?

[1,39 L; 4,86 kg]

18 Sull'etichetta di una bottiglia di acqua minerale leggi il dato: residuo fisso 210 mg/L . Il residuo fisso è la massa di sali che rimane allo stato solido dopo l'evaporazione di un litro di acqua.

- ▶ Quale massa di sali è sciolta nell'acqua di un pentolino contenente 789 mL di acqua?
- ▶ Se si vuole fare in modo di non ingerire più di $0,30 \text{ g}$ di sale proveniente dall'acqua al giorno, quanti litri di quella particolare acqua minerale si possono bere al massimo?

[166 mg; 1,4 L]

19 Nel negozio *A* il latte viene venduto a 0,99 euro al litro, mentre nel negozio *B* viene venduto a 0,98 euro al chilogrammo. La densità del latte è di $1,03 \text{ kg/dm}^3$.

- ▶ Quale volume è occupato da 1 kg di latte?
- ▶ Qual è il prezzo di un litro di latte nel negozio *B*?
- ▶ In quale dei due negozi il latte è più conveniente?

[0,97 L; 1,01 euro/L; nel negozio *A*]

▶ Qual è la stima migliore della densità del materiale di cui è fatta la chiave?

- a. $0,13 \text{ g/cm}^3$.
- b. $0,25 \text{ g/cm}^3$.
- c. $2,7 \text{ g/cm}^3$.
- d. $8,0 \text{ g/cm}^3$.

(Tratto dai *Giochi di Anacleto*, anno 1996)

8 Qual è il valore approssimativo della massa di una normale matita di legno nuova?

- a. $5 \times 10^{-5} \text{ kg}$.
- b. $5 \times 10^{-3} \text{ kg}$.
- c. $5 \times 10^{-2} \text{ kg}$.
- d. $5 \times 10^{-1} \text{ kg}$.
- e. $5 \times 10^0 \text{ kg}$.

(Tratto dalle *Olimpiadi della Fisica*, anno 2013)

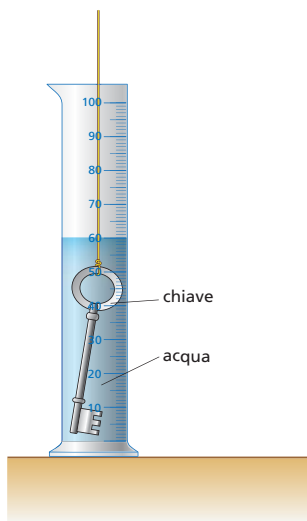
9 Qual è, tra le seguenti, quella che approssima meglio la capienza di un cucchiaino da minestra?

- a. $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.
- b. 120 mL .
- c. $12 \times 10^{-3} \text{ L}$.
- d. $1,2 \text{ cm}^3$.
- e. $0,12 \times 10^{-3} \text{ dm}^3$.

(Tratto dalle *Olimpiadi della Fisica*, anno 2012)

GIOCHI DI ANACLETO

7 Uno studente usa un cilindro graduato per misurare il volume di una chiave di cui si conosce la massa: 160 g . Di seguito è raffigurato il cilindro contenente la chiave in cui sono stati versati 40 cm^3 di acqua.



10 Nelle seguenti equazioni i simboli *a*, *b*, *c*, *d* rappresentano grandezze fisiche: *a* è misurato in m, *b* in s, *c* in m/s e *d* in m/s^2 . Una sola delle equazioni è dimensionalmente corretta, quale?

- a. $a = b^2 c / 2$.
- b. $b = a^2 / c$.
- c. $c^2 = da$.
- d. $a = dc$.

(Tratto dai *Giochi di Anacleto*, anno 2011)