

ZANICHELLI

James E. Brady
Neil D. Jespersen
Alison Hyslop
Maria Cristina Pignocchino

Chimica.blu

seconda edizione

ZANICHELLI

Capitolo 2

Le grandezze fisiche e le misure

ZANICHELLI

Sommario

1. I sistemi e le misure
2. Massa, volume e densità
3. Forza, peso, pressione ed energia
4. Temperatura e calore
5. L'incertezza delle misure
6. Le cifre significative

I sistemi e le misure

Per **sistema** si intende ogni porzione di spazio fisico, in cui possono essere presenti più corpi materiali, che è posta sotto osservazione dello scienziato.

Tutto quello che è al di fuori del sistema si definisce **ambiente**, mentre il sistema più l'ambiente costituiscono l'**Universo**.



I sistemi e le misure

Un sistema può essere:

- **aperto**, se scambia materia ed energia con l'ambiente;
- **chiuso**, se scambia solo energia con l'ambiente;
- **isolato**, se non scambia ne materia ne energia con l'ambiente.



sistema aperto



sistema chiuso



sistema isolato

I sistemi e le misure

Studiare un sistema significa descrivere le sue proprietà.

Le proprietà di un sistema possono essere:

- **qualitative** → possono essere definite senza avvalersi di misure;
- **quantitative** → richiedono delle misure.

Le proprietà misurabili si dicono **grandezze**.

I sistemi e le misure

Misurare significa confrontare il valore di una grandezza ottenuto sperimentalmente con un'**unità di misura**.

La misura richiede due fasi:

1. scegliere un campione di riferimento riconosciuto come unità di misura;
2. stabilire la procedura per effettuare la misura. Questa può basarsi sull'uso di strumenti (**misura diretta**) oppure su calcoli matematici che mettono in correlazione grandezze diverse (**misura indiretta**).

I sistemi e le misure

Per facilitare la comunicazione gli scienziati hanno adottato il **Sistema Internazionale (SI)** di unità di misura.

Il SI definisce le unità di misura standard di sette **grandezze fondamentali** indipendenti l'una dall'altra.

Grandezza fisica	Simbolo della grandezza fisica	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura
Lunghezza	l	metro	m
Massa	m	kilogrammo	kg
Tempo	t	secondo	s
Corrente elettrica	I	ampere	A
Temperatura	T	kelvin	K
Quantità di sostanza	n	mole	mol
Intensità luminosa	i_v	candela	cd

I sistemi e le misure

Dalle grandezze fondamentali si ricavano tutte le altre, dette **grandezze derivate**.

Le loro unità di misura si ottengono per mezzo di relazioni matematiche tra le unità di misura fondamentali.

Grandezza fisica	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura	Definizione dell'unità di misura SI
Area	metro quadrato	m ²	
Volume	metro cubo	m ³	
Densità	kilogrammo al metro cubo	kg/m ³	
Forza	newton	N	$N = \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
Pressione	pascal	Pa	$\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$
Energia, lavoro, calore	joule	J	$J = \text{N} \cdot \text{m}$
Velocità	metri al secondo	m/s	

I sistemi e le misure

Spesso si ricorre a multipli e sottomultipli dell'unità di misura.

I fattori numerici che consentono di modificare l'unità di misura sono detti **moltiplicatori decimali** e si indicano con un *prefisso* e un *simbolo*.

Sottomultiplo	Prefisso	Simbolo	Multiplo	Prefisso	Simbolo
10^{-1}	deci-	d-	10	deca-	da-
10^{-2}	centi-	c-	10^2	etto-	h-
10^{-3}	milli-	m-	10^3	kilo-	k-
10^{-6}	micro-	μ -	10^6	mega-	M-
10^{-9}	nano-	n-	10^9	giga-	G-
10^{-12}	pico-	p-	10^{12}	tera-	T-

I sistemi e le misure

Un dato numerico si dice espresso in **notazione scientifica** quando è scritto come prodotto tra un numero decimale (compreso tra 1 e 10) e una potenza di 10.

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m} = 1 \times 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ m} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$$

La potenza di 10 più vicina al valore numerico di una qualunque misura ne definisce l'**ordine di grandezza**.

I sistemi e le misure

Le grandezze che descrivono le proprietà fisiche della materia si possono classificare come:

- **grandezze estensive** → dipendono dalle dimensioni del campione;
- **grandezze intensive** → non dipendono dalle dimensioni del campione.

	Grandezze intensive	Grandezze estensive
Esempi	Temperatura	Massa
	Densità	Volume
		Lunghezza

Massa, volume e densità

La **massa** (m) esprime l'inerzia di un corpo, cioè la misura della resistenza che il corpo oppone a una forza che modifica il suo stato di quiete o di moto.

La massa è una proprietà estensiva.

La sua unità di misura nel SI è il **kilogrammo (kg)** e si misura con la bilancia.

La massa di un sistema chiuso dipende solo dalla **quantità di materia** che contiene e non varia se cambiano le condizioni dell'ambiente.



Massa, volume e densità

Il **volume** (V) è lo spazio occupato da un corpo.

Il volume è una proprietà estensiva.

La sua unità di misura nel SI è il **metro cubo** (m^3), e si misura con metodi geometrici o per mezzo di un recipiente graduato nel quale è già contenuto un volume noto di liquido.

Nella vita quotidiana si usa anche il litro (L).

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

Per passare da m^3 a dm^3 si moltiplica per 10^3 :

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$$



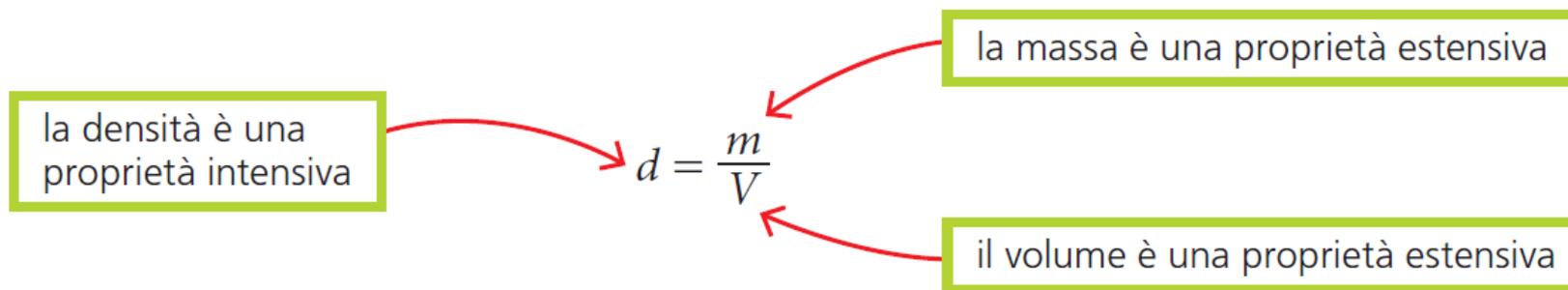
Massa, volume e densità

La **densità** (d) è il rapporto tra la massa e il volume di un corpo.

La densità è una proprietà intensiva.

La sua unità di misura nel SI è il **kilogrammo al metro cubo** (kg/m^3) e si misura determinando separatamente massa e volume, per poi calcolarne il rapporto.

Nel caso dei gas la densità dipende anche dalla pressione.



Massa, volume e densità

In genere la densità diminuisce nel passaggio dallo stato solido a quello liquido oppure da liquido ad aeriforme.

La densità, inoltre, diminuisce quando un materiale, senza cambiare stato fisico, viene riscaldato: l'aumento di temperatura comporta infatti un aumento del suo volume.

↑ temperatura → ↑ volume → ↓ densità



L'acqua rappresenta un'eccezione: la densità del ghiaccio è inferiore rispetto a quella dell'acqua allo stato liquido.

LA CHIMICA CON METODO

▶ **Come si usano i prefissi del SI?**

Sappiamo che un virus è lungo 20 nm e che gli oggetti più piccoli di $2 \cdot 10^{-7}$ m non sono visibili al microscopio ottico. Possiamo osservare i virus al microscopio ottico?

▶ **Come si scrivono le misure in notazione scientifica?**

Scrivi in notazione scientifica le misure: 71 031 525 m e 0,00085 s.

▶ **Come si converte in centimetri cubi il volume espresso in litri?**

Esprimi in centimetri cubi i seguenti volumi: 10 L, 700 dL, 0,4 L.

▶ **Come si determina la massa dalla densità?**

Calcola la massa di un cubetto di ghiaccio del volume di $2,5 \text{ cm}^3$, sapendo che la sua densità a 0 °C è $0,92 \text{ g/cm}^3$.

▶ **Come si convertono le unità di misura della densità?**

Qual è la densità in g/cm^3 di un corpo che ha densità pari a 3 kg/m^3 ?

Forza, peso, pressione ed energia

La **forza** (F) necessaria per variare lo stato di quiete o di moto di un corpo è uguale al prodotto della *massa* del corpo stesso per l'*accelerazione* ottenuta.

$$F = m \times a$$

L'*accelerazione* è la variazione di velocità nell'unità di tempo.

L'unità di misura di tutte le forze è il **newton (N)**: 1 newton è la quantità di forza necessaria per accelerare un corpo di massa pari a 1 kg di 1 m al secondo per ogni secondo, cioè di 1 m al secondo quadrato.

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$$

Forza, peso, pressione ed energia

Il peso è un tipo particolare di forza.

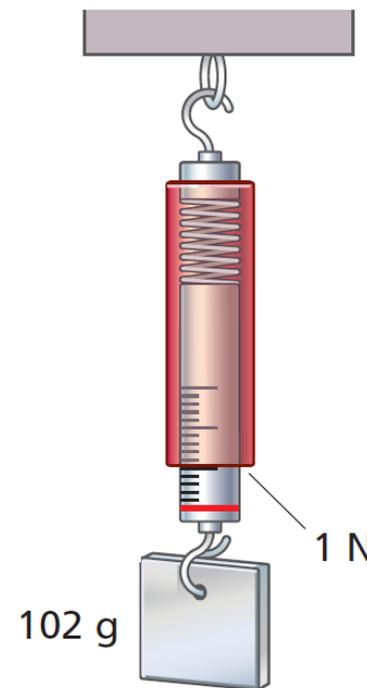
Il **peso** (P) misura la forza di gravità con cui la massa di un corpo è attratta dal corpo celeste su cui si trova.

Il valore del peso si può ricavare in due modi:

- il **metodo diretto**, con il *dinamometro*;
- il **metodo indiretto**, moltiplicando la massa del corpo (m) per l'*accelerazione di gravità* sul corpo celeste su cui si trova (g):

$$P = m \times g$$

In media, sulla Terra $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



Forza, peso, pressione ed energia

La **pressione** (p) misura il rapporto tra l'intensità di una forza perpendicolare a una superficie e l'area della superficie su cui essa agisce.

$$p = \frac{F}{S}$$

La sua unità di misura nel SI è il **pascal (Pa)**: un pascal è la pressione esercitata dalla forza di un newton su una superficie di un metro quadrato.

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$$

Nei gas la pressione non è costante e deve essere misurata con uno strumento detto *manometro*.



Forza, peso, pressione ed energia

Anche l'atmosfera esercita una pressione su tutto ciò che si trova sulla superficie terrestre.

La **pressione atmosferica**, che varia leggermente in base alle condizioni atmosferiche e all'altitudine, si misura con i *barometri*.

Per la sua importanza la pressione atmosferica è stata a lungo usata come unità di misura della pressione:

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Forza, peso, pressione ed energia

L'**energia** (E) è la capacità di un corpo di compiere un *lavoro* o trasferire *calore*.

Tutti i corpi possiedono energia e possono scambiarsela con l'ambiente, sottraendola o cedendola ad altri corpi.

L'unità di misura di energia, lavoro e calore è il **joule (J)**: un joule è il lavoro compiuto da una forza di 1 N che provoca uno spostamento di 1 m.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$$

Nella vita quotidiana si usa anche la **caloria (cal)**.

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

Forza, peso, pressione ed energia

- **Energia cinetica (E_c)** → energia posseduta da un corpo in movimento.

$$E_c = \frac{1}{2} m \times v^2 \quad (v = \text{velocità}, m = \text{massa})$$

- **Energia potenziale (E_p)** → energia che un corpo possiede in virtù della sua posizione o della sua composizione (*energia potenziale chimica*).



Temperatura e calore

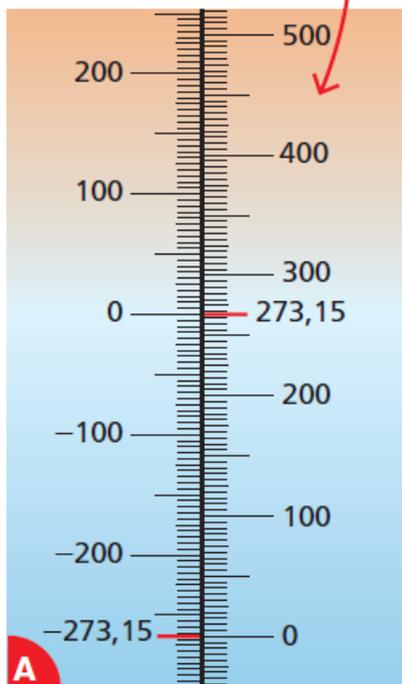
La **temperatura** è la grandezza che esprime, in termini quantitativi, lo *stato termico* di un corpo, cioè la sua capacità di scambiare calore con un altro corpo oppure con l'ambiente.

La sua unità di misura nel SI è il **kelvin (K)** e si misura con il **termometro**.



Temperatura e calore

Le scale Celsius e Kelvin sono spostate di 273,15 gradi l'una rispetto all'altra.



Le scale graduate più utilizzate in Italia:

- **scala Celsius** → 0 °C corrispondono alla temperatura di fusione del ghiaccio e 100 °C alla temperatura di ebollizione dell'acqua;
- **scala Kelvin** → 0 K corrispondono allo *zero assoluto*, temperatura al di sotto della quale è impossibile scendere, cioè a $-273,15$ °C.

$$T (\text{K}) = t (\text{°C}) + 273,15$$

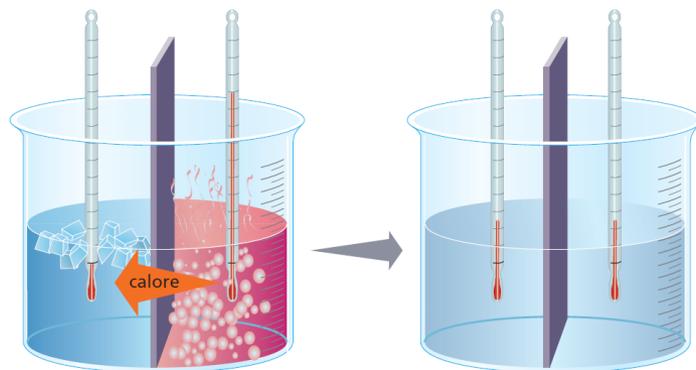
$$t (\text{°C}) = T (\text{K}) - 273,15$$

Temperatura e calore

Il **calore** è energia che si trasferisce da un sistema a temperatura più elevata a un sistema a temperatura inferiore.

La sua unità di misura nel SI è il **joule (J)** e si misura con il **calorimetro**.

Possiamo parlare di calore solo quando avviene un trasferimento di **energia termica** da un corpo a un altro.



Temperatura e calore

Il flusso di calore prosegue fino a quando si raggiunge l'**equilibrio termico**.

La stessa quantità di calore può provocare effetti differenti sulla temperatura dei corpi, in relazione alla quantità di materia e al tipo di sostanza che contengono.



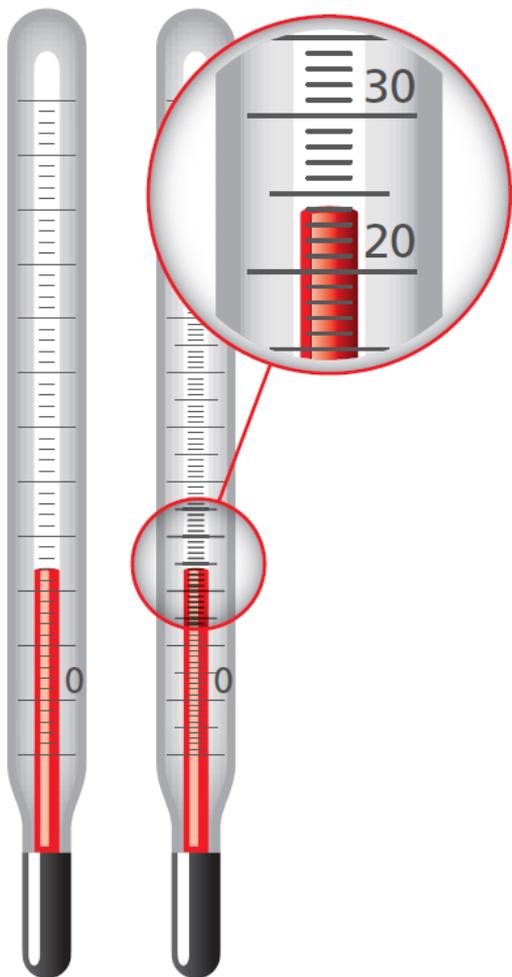
Temperatura e calore

Secondo la *teoria particellare*, ogni corpo è costituito da particelle in continuo movimento: **energia cinetica**.

Fornendo calore le particelle si muovono più rapidamente.

Il trasferimento di calore da un corpo all'altro, quindi, si può spiegare come trasferimento di energia cinetica dalle particelle del corpo più caldo a quelle del corpo più freddo.

L'incertezza delle misure



Una misura dipende dalle caratteristiche dello strumento:

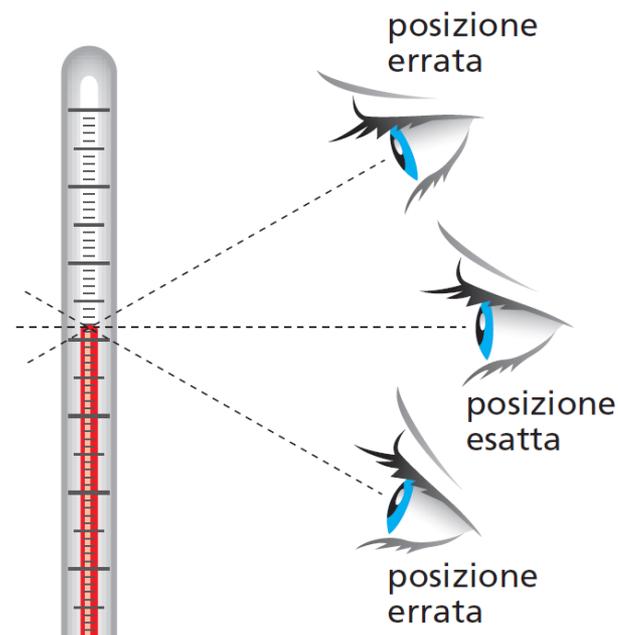
- **portata** → massimo intervallo di valori misurabile;
- **sensibilità** → più piccola variazione della grandezza misurabile.

L'incertezza delle misure

La differenza tra una misura e il valore «reale» della grandezza da misurare è detta **errore**.

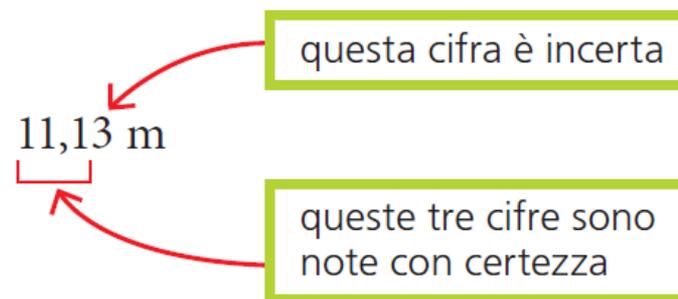
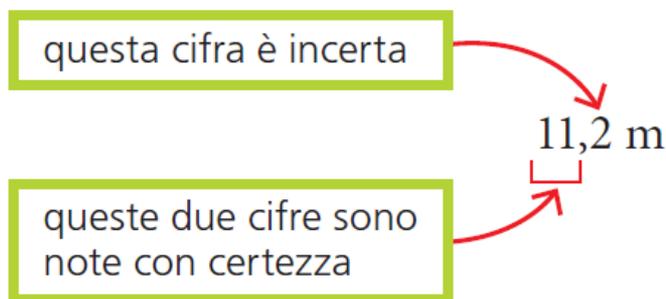
Gli errori che accompagnano una misura sono:

- **sistematici** → legati all'imprecisione di uno strumento;
- **accidentali** → dipendono da piccoli cambiamenti delle condizioni in cui si effettua la misura.



L'incertezza delle misure

Sono dette **cifre significative** le cifre ottenute da una misurazione, di cui l'ultima a destra non è nota con certezza.



L'incertezza delle misure

La maggior parte degli errori non è rilevabile se si effettua una sola misurazione.

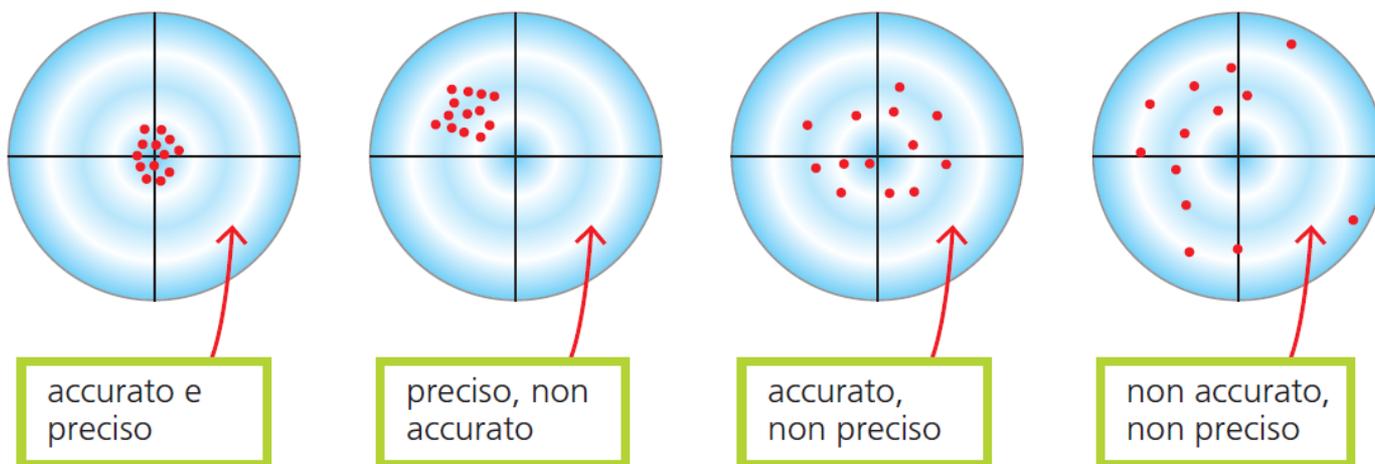
Quanto più numerose sono le misure, tanto più saremo certi che la loro **media aritmetica** sarà vicina al valore «reale» da misurare.

La media aritmetica delle misure si ottiene sommando tutti i valori ottenuti e poi dividendo il totale per il numero di misure effettuate.

L'incertezza delle misure

Ogni singola misura può essere:

- **accurata** → vicina al valore reale;
- **precisa** → vicina alla media di una serie di misurazioni.



Perché una misura sia accurata, lo strumento deve essere **calibrato**, cioè regolato su un valore standard.

Le cifre significative

1. Tutti i numeri diversi da zero sono cifre significative.
2. Gli zeri a destra di un numero decimale, sono sempre significativi.

4,500 m ha 4 cifre significative

3. Gli zeri a sinistra di un numero decimale non sono mai significativi.

0,045 ha 2 cifre significative

4. Cambiando l'unità di misura le cifre significative non cambiano.

Le cifre significative

Calcoli con le cifre significative:

- Per la **moltiplicazione** e la **divisione**, il *numero di cifre significative* del risultato non deve superare il numero di cifre significative del fattore con minor precisione.

3 cifre significative

4 cifre significative

$$\frac{3,14 \times 2,751}{0,64} = 13$$

2 cifre significative

- Per l'**addizione** e la **sottrazione**, il risultato deve contenere lo stesso *numero di decimali* della misura che ne contiene il minor numero.

3,247 +

41,36 +

125,2 =

169,8

questo numero ha un solo decimale

il risultato è stato arrotondato a un decimale

Le cifre significative

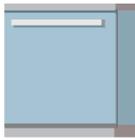
Quando si arrotonda un numero:

- se la prima cifra da eliminare di è minore di 5, la cifra precedente rimane uguale;
- se la prima cifra da eliminare è maggiore di 5 oppure è 5 seguito da altre cifre diverse da zero, occorre aumentare di 1 la cifra precedente;
- se la prima cifra da eliminare è 5 non seguito da altre cifre, aumentiamo di 1 l'ultima cifra significativa solo se questa è dispari.

Sostenibilità

In Italia, ogni giorno per ogni cittadino, vengono prelevati dalle sorgenti 428 L d'acqua a uso potabile.

Di questi 428 L, il 47,9% viene disperso a causa delle inefficienze delle reti idriche (*fonti*: Report ISTAT, 2019).

Fare la doccia	Lavarsi i denti	Tirare lo sciacquone	Lavare i piatti	Fare il bucato
				
 docce a risparmio idrico 8-9 L/min	 chiudere il rubinetto durante la spazzolatura 0 L/min	 modelli a due pulsanti per il risparmio d'acqua 3 L per scarico (media)	 lavastoviglie di classe A 10 L a lavaggio (programma Eco)	 lavatrici di classe A 60 L a lavaggio
 docce obsolete e docce a soffitto grandi 18-20 L/min	 lasciare il rubinetto aperto durante la spazzolatura 6 L/min	 modelli di gabinetto vecchi 9 L per scarico	 lavare i piatti a mano 20-150 L a lavaggio	 macchine vecchie 130 L a lavaggio



Chemistry in English

Goal 6: Ensure access to water and sanitation for all

«Clean, accessible water for all is an essential part of the world we want to live in and there is sufficient fresh water on the planet to achieve this. However, due to bad economics or poor infrastructure, millions of people including children die every year from diseases associated with inadequate water supply, sanitation and hygiene. [...] At the current time, more than 2 billion people are living with the risk of reduced access to freshwater resources and by 2050, at least one in four people is likely to live in a country affected by chronic or recurring shortages of fresh water. Drought in specific afflicts some of the world's poorest countries, worsening hunger and malnutrition. Fortunately, there has been great progress in the past decade: over 90% of the world's population now has access to improved sources of water. [...]»
(fonti: ONU)