

## Le grandezze fisiche

Per studiare la composizione e la struttura della materia e le sue trasformazioni, la chimica e le altre scienze sperimentali si basano sulle **grandezze fisiche**, cioè su proprietà che si possono misurare con opportuni strumenti.

Il peso – per esempio quello di un ragazzo – è una grandezza fisica: la si può misurare con uno strumento adatto (la bilancia) e la si può esprimere attraverso un valore numerico.

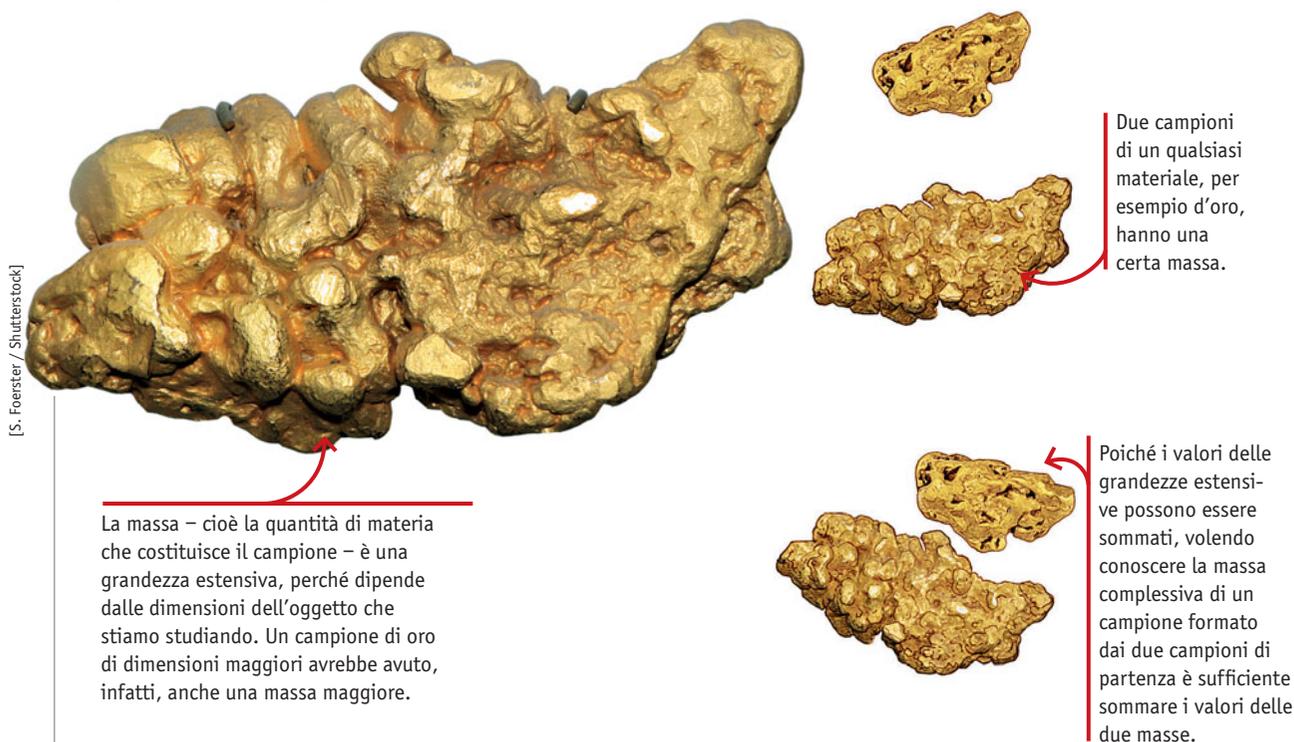
Lo sviluppo delle scienze sperimentali al quale si è assistito nel corso del XX secolo è dovuto soprattutto alla realizzazione di strumenti di misura delle grandezze fisiche sempre più precisi.

Le grandezze che descrivono le caratteristiche della materia sono di due tipi: *grandezze estensive* e *grandezze intensive*.

- Le **grandezze estensive** dipendono dalle dimensioni del corpo. Ne sono un esempio il volume e la massa. I valori delle grandezze estensive possono essere sommati e sottratti tra loro. Per esempio, volendo conoscere la massa di un campione formato da due parti si sommano le singole masse.
- Le **grandezze intensive**, invece, non dipendono dalle dimensioni del corpo, ma solo dalla sua natura. Per esempio, la temperatura alla quale un cubetto d'oro fonde è esattamente la stessa alla quale si verifica la fusione di un grosso lingotto dello stesso elemento; o ancora, l'acqua bolle a 100 °C, indipendentemente dalla quantità di questa sostanza che viene riscaldata.

Temperatura di ebollizione e temperatura di fusione sono esempi di **grandezze intensive**, che dipendono solo dalla natura del campione (cioè dal tipo di materia di cui è costituito) e non da quanto esso è «grande».

Al contrario di ciò che accade per le grandezze estensive, per determinare il valore di una grandezza intensiva di un campione costituito da due parti non è possibile sommare semplicemente i singoli valori.



## Le unità di misura e il Sistema Internazionale

Per misurare una grandezza è necessario confrontarla con una **grandezza campione**, che è utilizzata come riferimento.

A questa grandezza di riferimento viene assegnato il valore 1 ed essa è chiamata **unità di misura**.

Quando effettuiamo la misura di una grandezza otteniamo un **valore numerico**, cioè un valore che indica di quante volte la grandezza è più grande o più piccola dell'unità di misura che è stata scelta.

Per esprimere correttamente le grandezze è necessario:

- indicare la grandezza per mezzo del suo simbolo;
- scrivere il dato numerico;
- scrivere il simbolo dell'unità di misura.

Nel 1960, per mettere ordine tra tutte le unità di misura utilizzate nel mondo è stato istituito il **Sistema Internazionale** delle Unità di misura (**SI**), valido per quasi tutti i Paesi.

La comunità scientifica ha anche individuato sette grandezze, dette **grandezze fondamentali**.

Le grandezze fondamentali sono:

- la lunghezza,
- la massa,
- il tempo,
- l'intensità di corrente elettrica,
- la temperatura,
- la quantità di sostanza,
- l'intensità luminosa.

### grandezze fondamentali

Grandezza fisica	Simbolo della grandezza	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura
lunghezza	l	metro	m
massa	m	kilogrammo	kg
tempo	t	secondo	s
intensità di corrente elettrica	I	ampère	A
temperatura	T	kelvin	K
quantità di sostanza	n	mole	mol
intensità luminosa	$i_v$	candela	cd

Dalla moltiplicazione e dalla divisione delle grandezze fondamentali si ottengono le **grandezze derivate**.

## grandezze derivate

Grandezza fisica	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura	Definizione dell'unità di misura SI
area	metro quadro	m <sup>2</sup>	
volume	metro cubo	m <sup>3</sup>	
densità	kilogrammo al metro cubo	kg/m <sup>3</sup>	
forza	newton	N	1 N = 1 kg · m/s <sup>2</sup>
pressione	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup>
energia, lavoro, calore	joule	J	1 J = 1 N · m
velocità	metri al secondo	m/s	
accelerazione	metri al secondo quadrato	m/s <sup>2</sup>	
potenza	watt	W	1 W = 1 J/s
carica elettrica	coulomb	C	1 C = 1 A · s

Tutte le grandezze sono indicate con un **simbolo**.

A ciascuna grandezza è attribuita una propria unità di misura, anch'essa indicata con un simbolo.

Le unità di misura delle grandezze derivate si ottengono nello stesso modo a partire dalle unità di misura delle grandezze fondamentali.

## ■ Multipli, sottomultipli e notazione esponenziale

Nello studio delle scienze spesso si utilizzano numeri molto piccoli o molto grandi.

Per evitare di scrivere molti zeri, si usano *multipli* e *sottomultipli* delle unità di misura, decisamente più comodi.

In generale, un **multiplo** di un numero  $a$  è un numero  $b$  ottenuto dalla moltiplicazione di  $a$  per un numero intero. Viceversa, un **sottomultiplo** di un numero  $a$  è un numero intero  $b$  per cui  $a$  è divisibile.

In scienze, e non solo, occupano una posizione privilegiata i multipli e i sottomultipli del numero 10, come abbiamo visto per il caso di metri, chilometri e centimetri, che sono unità di misura delle distanze.

A ogni multiplo e sottomultiplo corrisponde un prefisso, cioè un gruppo di lettere che viene messo prima del nome dell'unità di misura: «kilo» e «centi» sono due esempi di questi prefissi.

Anche i prefissi sono indicati con un simbolo, che viene messo prima del simbolo dell'unità di misura.

Quando anche multipli e sottomultipli non bastano a semplificare la scrittura, si usa la **notazione esponenziale** (o *notazione scientifica*), cioè si usano le potenze di 10.

Per scrivere un numero nella **forma esponenziale** bisogna:

- spostare la virgola in modo che a sinistra della virgola compaia una sola cifra, che deve essere diversa da zero;
- moltiplicare questo numero per una potenza a base 10, il cui esponente è uguale al numero di spostamenti a destra o a sinistra della virgola;  
200 per esempio è 2 moltiplicato per  $10^2$
- il segno dell'esponente è negativo se abbiamo spostato la virgola a destra; il segno dell'esponente è positivo se spostiamo la virgola verso sinistra  
200 è  $2 \times 10^2$  mentre 0,02 è  $2 \times 10^{-2}$

La notazione esponenziale permette di ragionare per **ordini di grandezza**. L'ordine di grandezza di un numero è la potenza di 10 più vicina a quel numero. Per esempio, 100 ha ordine di grandezza  $10^2$ . Quando scriviamo due valori sotto forma di potenza di 10 siamo immediatamente in grado di confrontarli. Per esempio 110 e 120 sono valori vicini, perché hanno tutti e due ordine di grandezza  $10^2$  mentre 110 e 12 000 sono valori distanti, perché hanno ordini di grandezza  $10^2$  e  $10^4$ .

Sottomultiplo	Prefisso	Simbolo	Multiplo	Prefisso	Simbolo
$10^{-1}$	deci-	d-	$10^1$	deca-	da-
$10^{-2}$	centi-	c-	$10^2$	etto-	h-
$10^{-3}$	milli-	m-	$10^3$	kilo-	k-
$10^{-6}$	micro-	$\mu$ -	$10^6$	mega-	M-
$10^{-9}$	nano-	n-	$10^9$	giga-	G-
$10^{-12}$	pico-	p-	$10^{12}$	tera-	T-
$10^{-15}$	femto-	f-	$10^{15}$	peta-	P-
$10^{-18}$	atto-	a-	$10^{18}$	exa-	E-

## ■ Gli strumenti di misura

Per misurare una grandezza è necessario utilizzare un adeguato **strumento di misura**; per esempio, se vogliamo misurare la temperatura di un corpo dobbiamo utilizzare un termometro, mentre per misurarne la lunghezza dovremmo impiegare un righello.

Inoltre, strumenti dello stesso tipo possono avere una precisione diversa: per esempio, una bilancia da cucina è meno precisa di una bilancia da orafo, che serve a misurare quantità molto piccole.

Come si valuta la precisione degli strumenti di misura?

Le caratteristiche principali degli strumenti di misura sono:

- la **sensibilità**, cioè il più piccolo intervallo della grandezza che lo strumento può misurare; uno strumento è più sensibile (migliore) di un altro se l'intervallo più piccolo è minore;
- la **portata**, cioè la variazione massima della grandezza che lo strumento può rilevare;
- la **prontezza**, cioè la rapidità con cui lo strumento fornisce la misura richiesta.

Possiamo suddividere gli strumenti di misura in due diverse tipologie:

- gli **strumenti analogici** possiedono un indice mobile (per esempio, un ago) che si sposta lungo una scala composta da tacche e numeri;
- gli **strumenti digitali** sono dotati di un display sul quale si legge direttamente il numero che corrisponde al valore della grandezza.

Gli strumenti digitali hanno in genere un aspetto più moderno di quelli analogici e per questa ragione siamo portati a pensare che siano anche più precisi. In realtà, la precisione di uno strumento dipende unicamente dalla sua sensibilità, un dato che viene in genere riportato sul foglietto delle istruzioni fornito dal costruttore nella confezione dello strumento.

## ■ Le cifre significative e gli errori nelle misure

Le cifre rilevate dallo strumento con cui si effettua una misurazione si chiamano **cifre significative**.

Il numero di cifre significative dipende dalla sensibilità dello strumento; più uno strumento è sensibile, maggiore è il numero di cifre significative che costituiscono la misura.

Quante cifre devono essere considerate significative in un numero?

Ecco alcune regole per stabilirlo.

- Tutti i numeri diversi da zero sono cifre significative. Per esempio 4,55 ha 3 cifre significative.
- Gli zeri terminali, a destra di una cifra diversa da zero, sono cifre significative. Per esempio 3,0 ha 2 cifre significative.
- Gli zeri che precedono la prima cifra diversa da zero non sono cifre significative. Per esempio 0,0003 ha 1 cifra significativa).

numero	cifre significative
0,00	3
0,0405	3
0,405	3
40,5	3
4,05	3
4,050	4
405,0	4
405,00	5

L'uso delle cifre significative consente anche di indicare l'**incertezza** di una misura. Infatti l'ultima cifra significativa è sempre incerta, dal momento che viene soltanto stimata dalla persona che effettua la misura (se lo fa con uno strumento analogico) oppure viene direttamente arrotondata (se la misura è effettuata invece per mezzo di uno strumento digitale).

Quando si eseguono operazioni con i dati ottenuti dalle misurazioni si ottengono risultati con molte cifre, ma non tutte sono significative.

Come ci dobbiamo comportare in questi casi?

È necessario **arrotondare** il risultato, in modo che esso possieda lo stesso numero di cifre significative della misura che ne ha di meno.

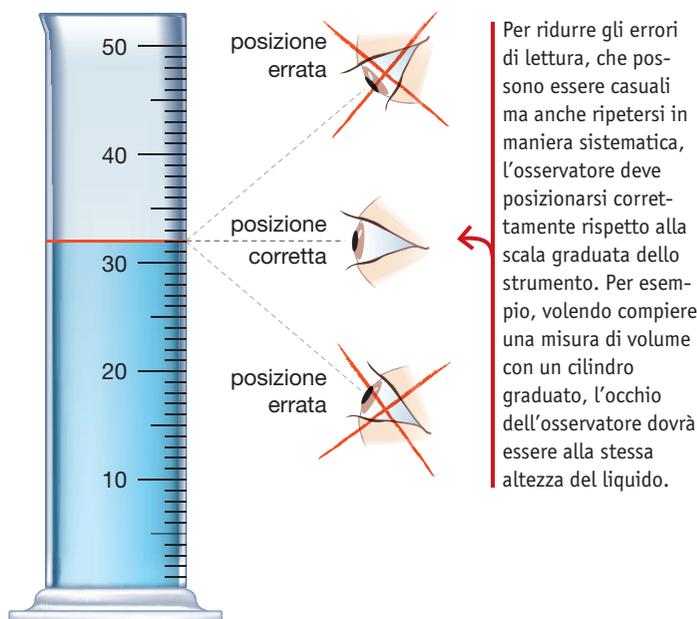
Le regole per l'arrotondamento sono le seguenti.

1. Se la prima cifra da eliminare è minore di 5, la cifra precedente resta uguale.
2. Se la prima cifra da eliminare è maggiore di 5, la cifra precedente è aumentata di 1 unità.
3. Se la prima cifra da eliminare è 5 si può utilizzare indifferentemente sia la prima che la seconda regola.

Qualsiasi sia lo strumento impiegato, ogni misurazione è accompagnata inevitabilmente da un **errore**.

Gli errori sono di due tipi. Gli **errori sistematici** avvengono sempre nello stesso senso: o sempre per eccesso o sempre per difetto; sono dovuti al fatto che lo strumento di cui ci stiamo servendo e il modo in cui lo utilizziamo sono soggetti a errori. Tutte le misurazioni effettuate con quello strumento contengono lo stesso grado di imprecisione. È possibile ridurli (ma non eliminarli) scegliendo strumenti di misura adeguati.

Gli **errori casuali**, invece, sono dovuti al fatto che le condizioni in cui eseguiamo una serie di misure della stessa grandezza cambiano leggermente nel corso del tempo. Gli errori casuali sono imprevedibili perché dipendono dal caso.



## ■ Massa, volume, densità

Per studiare la materia è importante conoscere alcune grandezze che la caratterizzano. La **massa**, ad esempio, è una proprietà fondamentale della materia che ci dà immediatamente un'idea delle caratteristiche di un corpo. La massa viene definita come la quantità di materia che costituisce un corpo.

L'unità di misura della massa nel SI è il **kilogrammo** (kg). La massa usata come campione di riferimento è un cilindro di platino-iridio conservato a Sèvres (Francia) in una tripla teca di vetro, mantenuta sotto vuoto.

La massa si misura con una **bilancia a due piatti** e due bracci uguali: su un piatto si pone l'oggetto di cui si vuole misurare la massa; sull'altro piatto si mettono campioni di massa nota, finché si raggiunge l'equilibrio. Le bilance digitali utilizzano lo stesso principio fisico del confronto tra masse.

Spesso, nel linguaggio comune il termine massa viene sostituito con «peso», usato come sinonimo.

In ambito scientifico, al contrario, i due termini hanno un significato diverso: il peso è la forza con cui la Terra attrae un corpo di massa  $m$ .

Nel SI il peso e le altre forze si misurano in **newton** (N) con uno strumento (presente anche all'interno delle bilance pesa-persone) chiamato **dinamometro**.

Il **volume** è lo spazio occupato da un corpo; si tratta di una grandezza derivata da una lunghezza (al cubo). Nel SI la sua unità di misura è il  $m^3$ , ma dato che si tratta di un'unità di misura molto grande spesso, in laboratorio, si preferisce ricorrere ai suoi sotto-

multipli, il decimetro cubo ( $\text{dm}^3$ ) e il centimetro cubo ( $\text{cm}^3$ ) o anche al litro (L) e al suo sottomultiplo millilitro (mL). Il SI ha stabilito che, per definizione,

$$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

Quindi, dato che  $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$  allora,  $1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3$  e  $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ .

Il volume dei gas dipende da un'altra grandezza: la *pressione*, che è definita come il rapporto tra una forza esercitata su una superficie e la superficie stessa: comprimendo un gas (cioè aumentando la pressione su di esso), il suo volume diminuisce.

Quando si considerano grandezze influenzate dalla pressione è necessario specificare le condizioni in cui si è effettuata la misura. L'espressione «alla pressione atmosferica» significa che la misura è stata compiuta alla pressione esercitata dall'aria sulla superficie terrestre a livello del mare (a una temperatura di  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Il rapporto tra la massa di un corpo e il suo volume costituisce la **densità** del corpo. La densità è una proprietà intensiva, cioè non dipende dalle dimensioni dell'oggetto, ma è caratteristica di ciascun materiale.

Nel SI la densità si misura in  $\text{kg}/\text{m}^3$  o in  $\text{g}/\text{cm}^3$ , oppure  $\text{g}/\text{L}$  per i gas. La densità varia al variare della temperatura e della pressione (perché il volume dipende da entrambe queste grandezze).

Un aumento di temperatura porta, in genere, a un aumento di volume e, di conseguenza, a una diminuzione della densità. L'acqua è tra le poche sostanze che fanno eccezione.

## ■ Temperatura e calore

In una giornata estiva è piuttosto frequente sentire caldo, mentre in una gelida giornata invernale possiamo provare un freddo intenso. Quando beviamo un caffè appena preparato abbiamo una sensazione di calore, mentre una bibita gelata ci rinfresca.

In questi esempi ci siamo limitati a descrivere in modo generico le nostre sensazioni. Per valutare in modo scientifico le proprietà termiche della materia dobbiamo utilizzare una grandezza, la **temperatura**.

Possiamo definire la temperatura come la proprietà della materia che può essere misurata con lo strumento chiamato **termometro**.

Nel SI, l'unità di misura della temperatura ( $T$ ) è il kelvin (K).

La scala Kelvin non presenta valori negativi: inizia dallo **zero assoluto**, che corrisponde alla temperatura a cui si annullerebbe il volume dei gas.

In Europa è molto usata la **scala Celsius**. La scala sfrutta due punti fissi: la temperatura di fusione del ghiaccio e la temperatura di ebollizione dell'acqua distillata (entrambe misurate alla pressione atmosferica a livello del mare). Celsius assegnò al primo punto fisso il valore  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  e al secondo il valore  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . La scala, suddivisa in 100 intervalli uguali, è detta *centigrada*.

Nella scala Kelvin i punti fissi della scala Celsius hanno valori:

- $273,15 \text{ K}$  per la temperatura di fusione del ghiaccio;
- $373,15 \text{ K}$  per la temperatura di ebollizione dell'acqua.

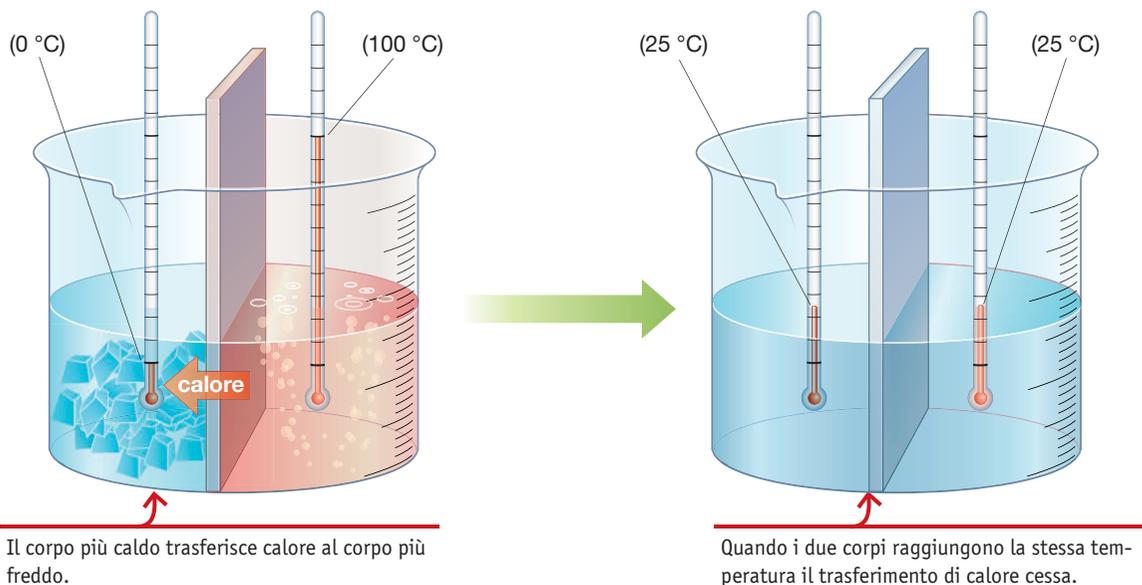
Per convertire in kelvin una temperatura espressa in gradi Celsius si applica la relazione:

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

## SINTESI 0. Grandezze e unità di misura

La temperatura di un corpo indica il suo *stato termico*, ma non ci dà alcuna informazione sul **calore** che ha consentito di raggiungere quel determinato stato.

Il calore è una forma di energia (**energia termica**) che si trasferisce da un corpo a temperatura più alta a uno con temperatura più bassa. Nel SI il calore, come tutte le altre forme di energia, si misura in joule (J).



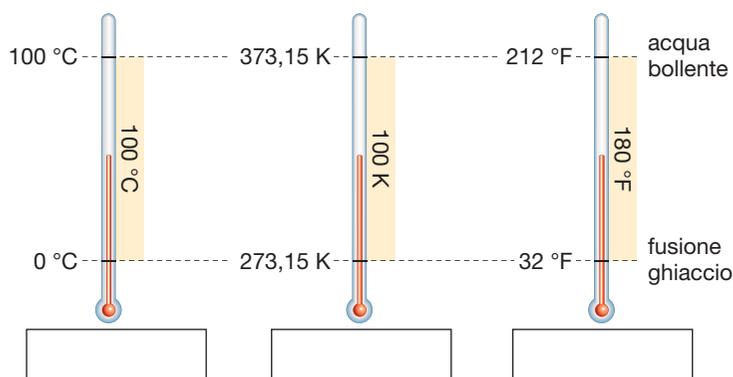
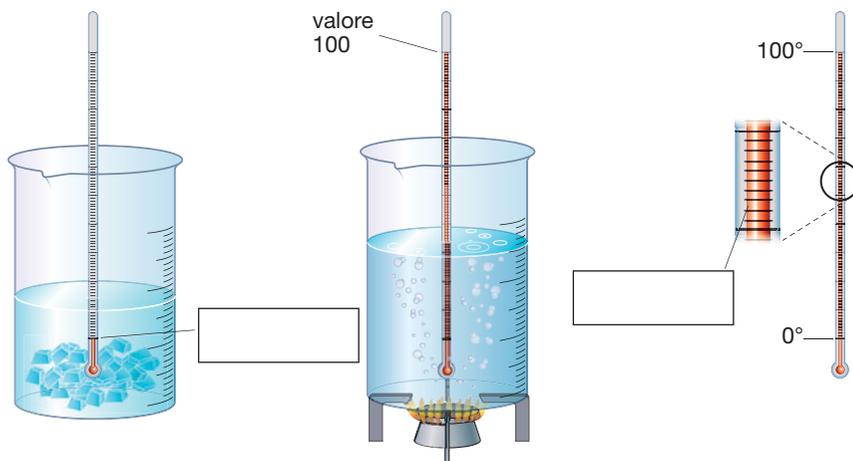
# SINTESI 0. Grandezze e unità di misura

1 Completa la tabella delle grandezze fondamentali inserendo i dati mancanti.

## grandezze fondamentali

Grandezza fisica	Simbolo della grandezza	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura
lunghezza	l		m
massa		kilogrammo	kg
	t	secondo	s
intensità di corrente elettrica	I	ampère	A
	T	kelvin	K
quantità di sostanza	n	mole	
intensità luminosa	$i_v$	candela	cd

2 Completa la figura con i dati mancanti.



## 3 Completa le seguenti frasi scegliendo i termini corretti tra quelli indicati nei corrispondenti riquadri.

A. Le grandezze ..... sono grandezze che dipendono dalle dimensioni del campione. Le grandezze ..... sono invece grandezze che dipendono esclusivamente dalla ..... del campione.

Fondamentali, derivate, intensive, estensive, misura, natura, quantità

B. La ..... di uno strumento è la più piccola variazione del valore della ..... che lo strumento stesso può rilevare.

Sensibilità, portata, prontezza, grandezza, unità di misura

C. La ..... è la quantità di materia presente in un corpo. Essa è una grandezza estensiva la cui unità di misura nel Sistema Internazionale è il .....

Densità, massa, temperatura, centimetro cubo, kilogrammo, newton

D. La ..... di un corpo indica il suo stato termico ma non fornisce nessuna informazione sulla quantità di energia termica cioè di ..... che ha consentito di raggiungere quello stato.

Massa, densità, temperatura, calore, calore specifico, pressione, volume

E. La densità è il rapporto tra la massa di un corpo e il suo ....., essa è una proprietà intensiva ed è una grandezza ..... che si può misurare in  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Per quanto riguarda i gas essa viene influenzata dalla .....

Peso, volume, calore specifico, estensiva, fondamentale, derivata, massa, pressione

F. Gli errori ..... sono dovuti al fatto che uno strumento di misura è soggetto ad errori. Gli errori ..... invece sono dovuti al fatto che le condizioni in cui si eseguono delle misure ..... nel tempo.

Casuali, sistematici, incerti, analogici, digitali, cambiano, restano costanti