

Unità didattica _____

DALLA STIMA ALLA MISURA

Obiettivi:

Osservazione e analisi della realtà tecnologica.

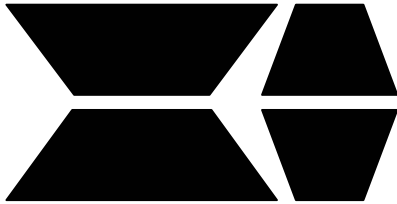
- Saper abbinare una grandezza alla sua unità di misura.
- Saper descrivere i principali strumenti di misura.
- Saper elencare gli elementi di uno strumento di misura.
- Saper indicare le caratteristiche di uno strumento di misura.
- Saper distinguere gli errori sistematici da quelli accidentali.

Conoscenze tecniche e tecnologiche

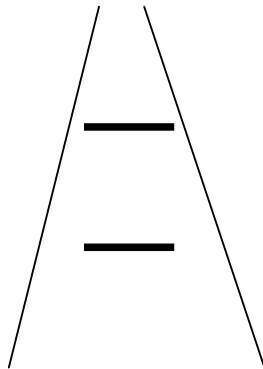
- Saper scegliere lo strumento giusto per misurare una grandezza.
- Saper scegliere l'unità di misura adatta per misurare grandezze.
- Saper usare correttamente gli strumenti di misura disponibili.
- Saper eseguire le diverse misurazioni in modo preciso.
- Saper scrivere e indicare correttamente l'unità di misura.

Facciamo alcuni esempi:

I trapezi grandi hanno base minore di uguale lunghezza alla base maggiore dei trapezi piccoli?



le due sbarre trasversali sono di uguale lunghezza?



La stima

La stima è una previsione, una valutazione approssimata del valore di una grandezza.

L'effettuare valutazioni di stima è molto utile perché ci rende poco per volta, consapevoli delle dimensioni delle grandezze, ci addestra a *quantificare* la realtà, a *fare delle ipotesi*, a *verificare* le ipotesi con esperimenti assai semplici.

La valutazione di stima potrebbe procedere in questo modo:

- scelta della grandezza da valutare;
- ipotesi sull'*ordine di grandezza* della sua misura (se ad esempio si tratta di una lunghezza, occorre valutare se è dell'ordine dei metri, dei centimetri, o altro);
- ipotesi più specifica sulla misura, cioè il numero da associare alla grandezza;
- verifica dell'accettabilità dell'ipotesi con una misurazione, diretta o indiretta.

Letture:

"Un sistema per capirsi meglio"

P. Amati e R. Spigarolo, *L'ora di scienze*, Giunti 1997

[...]

Ma che cos'è un ordine di grandezza? E' quella valutazione che ci permette di classificare un fenomeno o un oggetto, inserendolo in una scala di valori che ha, per così dire, una serie di gradini successivi, ognuno dei quali corrisponde a una grandezza precisa. Fare riferimento a questa scala di grandezze ci permette di fare paragone abbastanza precisi, anche se non esatto! Spieghiamoci con un esempio.

Alla domanda :<<Quanto è lunga una balena?>> potremmo rispondere, trovando il dato su un libro o un'enciclopedia: <<30 metri!>>.

Questa risposta è accettabile, ma non esatta. Innanzitutto è un dato medio: le balene non sono

Per valutare una situazione non è sempre indispensabile conoscere le misure esatte delle grandezze esaminate, ma basta averne una idea approssimata. Non sempre però la stima è sufficiente.

Quando si fa, ad esempio, un esame del sangue, le analisi devono essere accurate e le misure molto precise. L'ingegnere che progetta un ponte o il pilota che guida un aereo non possono certo accontentarsi di misure approssimate.

Che cosa significa misurare?

L'attività del misurare è una attività fondamentale nella nostra vita di tutti i giorni: quotidianamente, infatti ci capita di avere a che fare con delle misure.

Ad esempio quando sali su una bilancia per pesarti misuri il tuo *peso*, quando guardi l'indicatore di velocità di un'auto e leggi che l'auto viaggia a 60 chilometri all'ora, ne misuri la *velocità*; quando il medico vuole vedere quanto sei alto per controllare la tua crescita misura la tua *altezza*, oppure quando ti fa il controllo della pressione del sangue con lo sfigmomanometro, effettua la misurazione della *pressione*.

Ricerca sul vocabolario il significato delle seguenti parole:

Grandezza:

Misura:

Misurazione:

Unità di misura:

Peso, velocità, altezza sono tutte grandezze perché sono misurabili e misurare una grandezza significa confrontarla con una seconda grandezza omogenea, assunta come unità di misura.

Facciamo un semplice esempio: supponiamo di voler misurare la lunghezza di un banco dell'aula. Non avendo altra unità di misura a disposizione decidiamo di usare come unità di misura la spanna e ognuno degli alunni procede alla misurazione.

Qual'è la misura del banco?

A					D					G					L					O					R					U				
B					E					H					M					P					S					V				
C					F					I					N					Q					T					Z				

Ma qual'è la misura giusta?

Semplice: tutte le misure sono giuste, solo che le unità di misura usate sono diverse!

Dagli esempi precedenti si comprende bene l'esigenza di avere un sistema di misura uguale per tutti i Paesi del mondo (indispensabile per lo sviluppo del commercio internazionale), che consenta di avere la *stessa misura* se si misura la *stessa grandezza* in momenti diversi ed in posti diversi.

Da quando l'uomo ha iniziato a misurare?

Si può supporre che le prime esigenze di misura siano sorte con il costituirsi delle primitive città, intese come agglomerati di più persone e dotate di un minimo di organizzazione; la più antica città, degna di tale nome, sembra essere stata quella di Gerico, sorta fra l'8000 e il 7000 a.C. nell'oasi che era il punto ideale per il controllo del commercio del sale estratto dal Mar Morto. In queste primordiali città iniziarono lentamente a concentrarsi le attività produttive, come la tessitura delle fibre, la lavorazione dei metalli, la produzione della ceramica e lo svilupparsi di queste iniziative fece sorgere tutta una fitta rete di rapporti, scambi, interessi, di tipo commerciale ed economico.

La necessità di disporre di punti di riferimento comuni e validi per tutti, almeno per quanto riguardava le caratteristiche più salienti delle merci di scambio, come la lunghezza, la capacità, il peso, diede luogo ai primi sistemi di misura.

Si cercarono, naturalmente, dei riferimenti che fossero facilmente reperibili ovunque ed alla portata di tutti: essendo tutti gli uomini dotati di braccia, mani e piedi, le prime misure di lunghezza furono di tipo antropomorfo. I cereali ed i liquidi vennero invece quasi esclusivamente misurati in volume, mentre le misure di peso furono, all'inizio, riservate alla pesatura dell'oro.

Nell'Antico Testamento troviamo spesso citazioni di misure e delle loro unità, che testimoniano

quanto detto. Per le misure di lunghezza viene citato il "**dito**" (circa 18,75mm), il "**palmo**" (75mm), la "**spanna**" che corrispondeva a 3 palmi (225mm), il "**cubito**", ossia la lunghezza dal gomito all'estremità del dito medio (circa 45cm), e ancora la "**canna**", il "**braccio**" e il "**miglio**".

Fra le misure di capacità troviamo il "**log**" (circa 1/3 di litro), il "**kab**" (1,2 litri), il "**bat**" (22 litri) e l'"**homer**" (220 litri).

Le misure di peso si svilupparono più lentamente, per la necessità di dover impiegare un vero e proprio strumento, la bilancia, allora di non facile realizzazione, anche se i primi rudimentali esemplari sembra risalga al 5.000 a.C., ma erano impiegati esclusivamente per pesare l'oro. Lo riprova il fatto che per lungo tempo le unità di peso saranno derivate da quelle in uso per l'oro e per le monete: nell'Antico Testamento sono citate la "**ghera**" (0,55g), il "**siclo**" che aveva lo stesso peso dell'omonima moneta (11,5g), la "**mina**" che corrispondeva a 50 sicli ed esisteva pure sotto forma di moneta, come il "**talento**" (34,272kg d'oro o d'argento).

Quindi dita, mani, piedi, recipienti vari; ma non tutte le dita, mani e piedi e recipienti vari erano eguali fra loro ed è immaginabile che già allora i furbi ed i disonesti avessero buon gioco e che non mancassero liti e discussioni, come confermano le parole di Mosè e del Corano.

Mosè scrisse "*Non commetterete ingiustizie nei tribunali, né con misure di lunghezza, né con i pesi.... avrete stadere giuste, pesi giusti... affinché i vostri giorni siano prolungati sulla terra che l'Eterno vi dà*".

Nel Corano invece si legge: "*Nel nome di Dio clemente e misericordioso, guai ai frodatori di peso, guai a coloro i quali, quando richiedi di una misura, la prendono più piccola e quando pesano o misurano (per vendere) agli altri, la prendono più grande*".

Verso il 3.000 a.C. le misure di lunghezza e di peso vennero definite con maggiore esattezza e si costruirono dei campioni di riferimento che, dotati del sigillo o del nome del signore del luogo, venivano depositati e custoditi, a cura dei sacerdoti, presso i templi sacri delle città e riconosciuti da tutti gli abitanti.

Con il passare dei secoli, soprattutto in Europa, si sentì la necessità di dare a tutte le grandezze misurabili un comune denominatore, un'unificazione dei pesi e delle misure.

Il Sistema Metrico Decimale

Le cose cambiarono durante la Rivoluzione Francese (maggio 1790) quando il governo di Parigi nominò una commissione di scienziati (Lagrange, Monge, Condorcet, Laplace ed altri) con lo scopo di sopprimere in Francia le vecchie unità di misura e sostituirle con altre che avessero carattere di scientificità.

Misure di lunghezza

Iniziarono così in Francia, all'Accademia delle Scienze di Parigi, gli studi che condussero all'adozione del Sistema Metrico Decimale e si stabilì di usare il metro (dal greco *metròn* = misura) come unità di misura delle lunghezze, il metro quadrato per le superfici, il metro cubo per i volumi, il litro per le capacità e il grammo per i pesi.

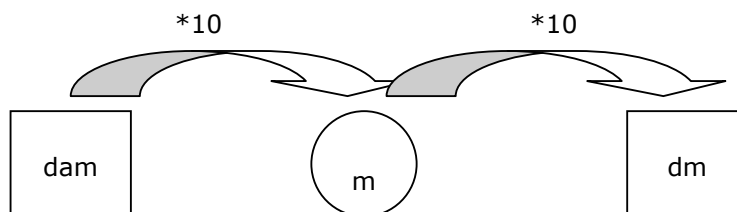
Per individuare la dimensione del metro fu scelta come linea di riferimento $\frac{1}{4}$ di meridiano (il meridiano è la circonferenza immaginaria che rappresenta l'intersezione tra una superficie piana che seziona la Terra passando per i poli e la Terra stessa) terrestre, che venne suddiviso in 10 milioni di parti uguali. Con la misura di uno di questi segmenti fu costruito il metro campione ($\frac{1}{40.000.000}$ parte del meridiano), una barra metallica (lega platino-iridio che presenta minime variazioni di lunghezza al variare delle temperatura) che è conservata nel Museo dei Pesi e delle Misure di Sèvres, vicino Parigi.

Oggi, però, per maggiore precisione la lunghezza del metro viene riferita ad un fenomeno fisico più costante nel tempo, come l'emissione di radiazioni luminose del gas krypton, o anche al percorso della luce in un secondo ($\frac{1}{300.000.000}$ parte)

Per misurare lunghezze si usa come unità di misura il metro. In base a ciò che si deve misurare si usano anche i suoi multipli e sottomultipli: così la distanza tra 2 città si misura in km, mentre la lunghezza di una matita si misura in centimetri.

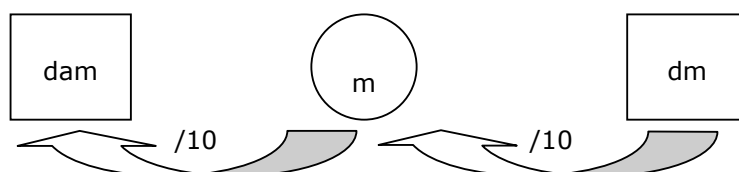
marca	unità di misura	Valore in metri
km	chilometro	1 km = 1.000 m
hm	ettometro	1 hm = 100 m
dam	decametro	1 dam = 10 m
m	metro	
dm	decimetro	1 dm = 0,1 m
cm	centimetro	1 cm = 0,01 m
mm	millimetro	1 mm = 0,001 m

Osserviamo che ogni unità del sistema di misura delle lunghezze è 10 volte più piccola dell'unità dell'ordine immediatamente superiore e 10 volte più grande dell'unità dell'ordine immediatamente inferiore: i multipli e i sottomultipli delle unità vengono ricavati con successive moltiplicazioni o divisioni per 10.



Cioè per trasformare in m una misura espressa in dam, si moltiplica per 10

Cioè per trasformare in dm una misura espressa in m, si moltiplica per 10



Cioè per trasformare in dam una misura espressa in m, si divide per 10

Cioè per trasformare in m una misura espressa in dm, si divide per 10

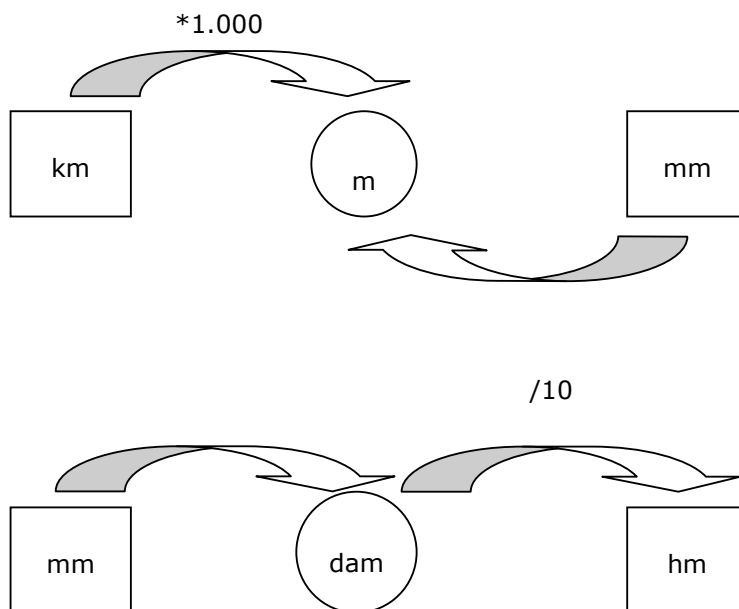
Per esigenze particolari, come le misure di grandezze molto grandi (dimensioni astronomiche) o di grandezze molto piccole (dimensioni di bacilli, atomi e molecole) sono disponibili altri multipli e sottomultipli.

Quale unità di misura sceglieresti per esprimere la lunghezza:

di un quaderno
del percorso casa-scuola
del raggio di una palla

di un tavolo
di un'automobile
di una matita

Completa i seguenti diagrammi inserendo gli operatori mancanti



Dopo l'adozione del sistema metrico da parte della Francia e dell'Italia nel 1845, altre 17 nazioni europee si riunirono a Parigi il 14 marzo 1875 per unificare le proprie unità di pesi e misure, firmando il Trattato sulla Convenzione del Metro. Grande assente l'Inghilterra che aderì solo vent'anni dopo.

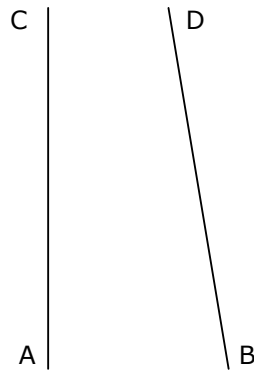
Altra esperienza di misurazione indiretta permette di determinare la distanza di un oggetto lontano dall'osservatore.

Per effettuare questa misurazione occorre dotarsi di una tavoletta di legno/compensato spesso, foglio da disegno, nastro adesivo, spilli, riga o metro e matita.

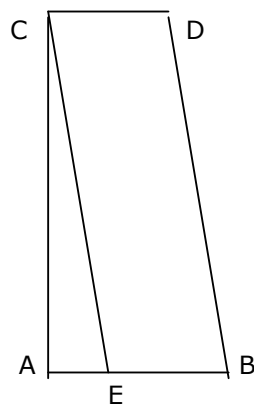
Si procede nel modo seguente:

1. si fissa la tavoletta di legno con il nastro adesivo al piano di lavoro, in modo tale che stia ben ferma;
2. si fissa un foglio da disegno sulla tavoletta;
3. si dispongono 2 spilli perpendicolarmente al foglio, conficcandoli nella tavoletta e si indicano questi punti con le lettere A e B;
4. Si osserva l'oggetto con la massima attenzione possibile, senza spostarsi e segnando sulla tavoletta i punti C e D con gli spilli, in modo tale che i punti C e D si trovino il più lontano possibile dai precedenti A e B ma siano sull'allineamento A-oggetto e B-oggetto;

La figura ottenuta sul foglio è la seguente:



5. Si congiungono C con D e A con B; si traccia sul foglio la parallela al segmento DB passante per il punto C, che intersecherà il segmento AB in E, ottenendo il segmento CE:



6. Si misuri con la maggiore precisione possibile i segmenti AC, AE e AB. Il triangolo ACE è per costruzione simile al triangolo AoggettoB e quindi i lati corrispondenti sono in proporzione:

$$\mathbf{AC:AE = Aoggetto : AB}$$

Pertanto la distanza che si voleva misurare è data da

$$\mathbf{Aoggetto = (AC*AB) / AE}$$

La precisione della misura sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà l'accuratezza nel disporre gli spilli e la precisione nella misura delle distanze AC, AE e AB.

Misure di superficie

Una superficie ha una estensione: la misura di questa estensione si chiama *area della superficie*. L'unità di misura impiegata per le aree è il metro quadrato (m^2), che è un quadrato con il lato di 1 metro.

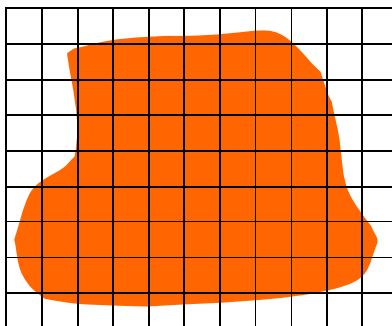
Contrariamente a quanto accade per le lunghezze, non è possibile misurare le superfici ricorrendo a strumenti di misura, ma le misurazioni vengono effettuate in modo indiretto, facendo ricorso a particolari figure geometriche.

Esempio

Se consideriamo un rettangolo con i lati di 5m e 3m, è facile vedere che la sua area, rispetto al m^2 è di 15, perché la sua superficie è interamente ricoperta da 15 quadrati con il lato di un metro.

Non è però sempre possibile ricorrere al confronto diretto come abbiamo fatto per il rettangolo; una figura geometrica qualsiasi non può essere realmente coperta da unità di misura quadrate. In questi casi si usano le formule della geometria dedotte dalle relazioni di equivalenza delle figure piane

Nel caso che segue possiamo calcolare approssimativamente l'area della superficie, contando i quadretti interi e contando come interi anche quelli che risultano occupati per metà e più di metà quadretto, trascurando quindi le frazioni minori di metà quadretto.



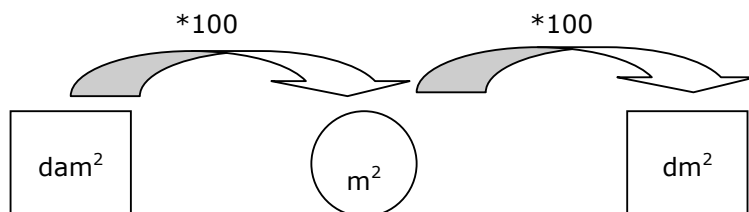
La misura dell'area sarà tanto più precisa quanto maggiore è il numero dei quadretti di suddivisione, cioè quanto più piccola è la quadrettatura

Multipli e sottomultipli del metro quadrato sono dei quadrati anch'essi. Bisogna però fare attenzione al fatto che mentre le misure dei lati variano di 10 in 10, quelle delle aree corrispondenti variano di 100 in 100.

Disegniamo sul quaderno la figura che rappresenta un decimetro quadrato. I suoi lati hanno lunghezza di 10 cm. Da quanti quadrati con il lato di 1 cm è composta la sua area? 100

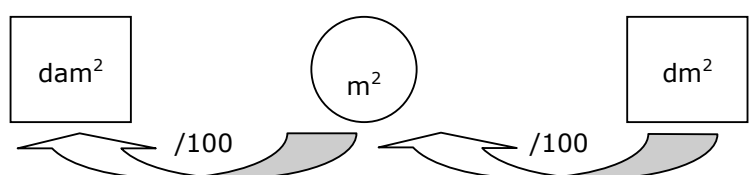
marca	unità di misura	Valore
km^2	chilometro quadrato	$1 km^2 = 1.000.000 m^2$
hm^2	ettometro quadrato	$1 hm^2 = 10.000 m^2$
dam^2	decametro quadrato	$1 dam^2 = 100 m^2$
dm^2	decimetro quadrato	$1 dm^2 = 0,01 m^2$
cm^2	centimetro quadrato	$1 cm^2 = 0,0001 m^2$
mm^2	millimetro quadrato	$1 mm^2 = 0,000001 m^2$

Analizziamo anche in questo caso i rapporti esistenti tra le misure espresse in metri quadrati e le misure espresse in un multiplo e in un sottomultiplo del metro quadrato, per esempio:



Cioè per trasformare in m^2 una misura espressa in dam^2 , si moltiplica per 100

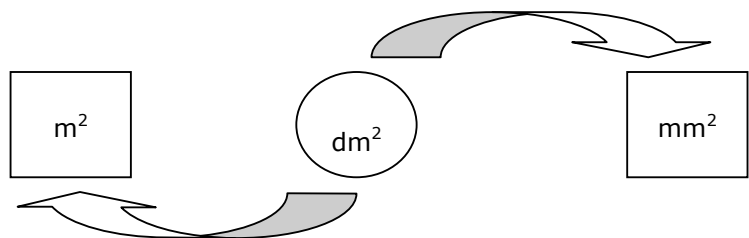
Cioè per trasformare in dm^2 una misura espressa in m^2 , si moltiplica per 100



Cioè per trasformare in dam^2 una misura espressa in m^2 , si divide per 100

Cioè per trasformare in m^2 una misura espressa in dm^2 , si divide per 100

Completa il seguente diagramma inserendo gli operatori mancanti



Particolari misure di superficie sono quelle agrarie, usate per misurare l'estensione dei terreni. L'unità principale delle misure agrarie è l'ara (a), che equivale a $100 m^2$. L'ara ha come multiplo l'ettaro (ha) e come sottomultiplo la centiara (ca)

Esercizi:

Se l'ettaro(ha) è formata da 100 a, a quanti ettometri quadrati equivale? 1

Se la centiara(ca) è la centesima parte dell'ara, a quanti metri quadrati equivale? 1

- NOTA
- ettaro \longleftrightarrow ettometro quadrato
 - ara \longleftrightarrow decametro quadrato
 - centiara \longleftrightarrow metro quadrato

Misure di volume e di capacità

La misura di un solido si chiama volume: l'unità di misura del volume è il metro cubo (m^3), vale a dire un cubo che ha lato (spigolo) di un metro.

Quindi calcolare il volume di una stanza significa determinare quanti cubi con lo spigolo di un metro sono contenuti in essa.

Esercizio

Se la stanza è alta 3m, larga 4m e lunga 5m, quante volte contiene esattamente il metro cubo?

E' possibile calcolare il volume dei solidi che hanno forma diversa rispetto quella del parallelepipedo e del cubo (piramidi, coni, cilindri, sfere) utilizzando le formule dedotte dalle relazioni di equivalenza delle figure solide.

Esercizio

Nel caso di un solido irregolare, ad esempio un sasso, possiamo calcolare approssimativamente il volume immergendo il solido in un recipiente graduato parzialmente pieno e contenente acqua; l'immersione fa innalzare il livello del liquido e la differenza tra il volume segnato dopo l'immersione e quello iniziale ci permette di calcolare il volume di corpo immerso.

Nel caso non si disponesse di un recipiente graduato, è possibile ugualmente determinare il volume del corpo irregolare, immergendolo in un recipiente cilindrico parzialmente pieno di acqua, rilevando l'aumento di livello dell'acqua e calcolando il volume spostato applicando la formula $V = 3,14 * r * h$ (dove r è il raggio di base del contenitore cilindrico e h è l'innalzamento del liquido).

I sottomultipli del metro cubo sono dei cubi con lo spigolo di 10, 100, 1.000 volte più piccolo del metro. I multipli (usati poco o per niente in pratica) sono cubi con lo spigolo di 10, 100, 1.000 volte più grande del metro.

Avremo così:

marca	unità di misura	Valore
km^3	chilometro cubo	$1 km^3 = 1.000.000.000 m^3$
hm^3	ettometro cubo	$1 hm^3 = 1.000.000 m^3$
dam^3	decametro cubo	$1 dam^3 = 1.000 m^3$
dm^3	decimetro cubo	$1 dm^3 = 0,001 m^3$
cm^3	centimetro cubo	$1 cm^3 = 0,000001 m^3$
mm^3	millimetro cubo	$1 mm^3 = 0,000000001 m^3$

I volumi dei multipli e dei sottomultipli variano di 1.000 in 1.000.

Particolari *misure di volume* sono quelle delle capacità, ossia effettuate su sostanze liquide, in polveri o in grani. L'unità di misura fondamentale è il litro (l) che equivale al volume di $1dm^3$.

Si hanno poi multipli e sottomultipli:

marca	unità di misura	Valore
hl	ettolitro	$1 hl = 100 l$
dal	decalitro	$1 dal = 10 l$
dl	decilitro	$1 dl = 0,1 l$
cl	centilitro	$1 cl = 0,01 l$

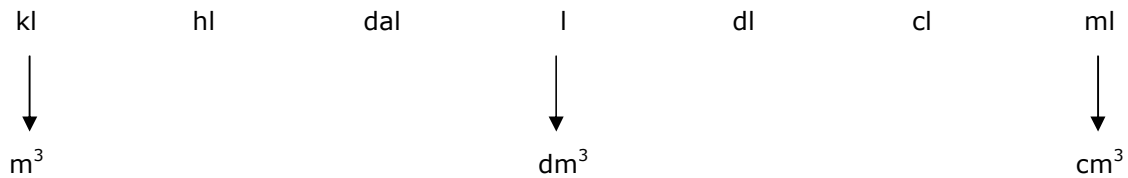
La capacità si misura spesso con contenitori graduati o con contatori (come quelli dell'acqua, del gas di città o quelli dei distributori di benzina).

Abbiamo detto che l'unità di capacità sono derivate da quelle di lunghezza, la relazione che stabilisce questa derivazione è:

$$\mathbf{1 \text{ litro} = 1 \text{ dm}^3}$$

cioè la capacità di 1 litro equivale al volume di 1 d m^3

Da questa relazione derivano le altre: $\mathbf{1 \text{ kl} = 1 \text{ m}^3}$ e $\mathbf{1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3}$ e questa corrispondenza è rappresentabile graficamente nel modo seguente:



Tenendo presente questo schema è facile effettuare i vari passaggi, anche i più complessi, tra unità di volume e unità di capacità

Svolgi gli esercizi che seguono:

750 ml =	cl
7,5 dl =	kl
5,6 dm^3 =	cl
0,85 kl =	cm^3

Misure di massa e di peso

Sono grandezze diverse anche se sono tra loro dipendenti.

La massa La *massa* esprime la quantità di materia contenuta in un corpo, e quindi dipende solo dal numero e dalla qualità di particelle elementari di cui il corpo è composto.

Il peso Il *peso* pur dipendendo dalla quantità di materia, dipende anche dalla forza di gravità e quindi varia al variare della distanza del corpo dalla Terra.

Per chiarire il concetto, anche se in modo semplice, basti pensare agli astronauti: quando un astronauta è sulla Terra, la forza di gravità lo tiene *incollato* al terreno, mentre quando è in viaggio al di fuori dell'atmosfera terrestre *galleggia* e si sposta all'interno della navicella come se nuotasse. Ciò è dovuto *all'assenza di peso*, cioè al fatto che, lontano dai pianeti, la forza di gravità è praticamente nulla e quindi l'astronauta non ha peso.

Ma attenzione la *massa* dell'astronauta è sempre la stessa sia sulla Terra sia nello spazio, e non potrebbe essere altrimenti visto che il numero e la qualità delle particelle che compongono il suo corpo non cambiano.

In definitiva: la massa di un corpo non cambia ovunque il corpo si trovi, mentre il suo peso è diverso a seconda di dove il corpo si trovi.

L'unità di misura di massa è il *grammo* (g), che corrisponde alla massa di un centimetro cubo di acqua distillata, alla temperatura di 4 gradi centigradi, al livello del mare ed a 45° di latitudine. Poiché il grammo è una unità di misura molto piccola, nella pratica si fa sovente uso di un suo multiplo: il chilogrammo, che è pari a 1.000g e che corrisponde alla massa di un cilindro metallico di platino-iridio alto 39cm e con il diametro uguale all'altezza.

multipli e sottomultipli del grammo sono:

t	tonnellata	1 t = 1.000.000 g
q	quintale	1 q = 100.000 g
Mg	miriagrammo	1 Mg = 10.0000 g
kg	chilogrammo	1 Kg = 1.000 g
hg	ettogrammo	1 hg = 100 g
dag	decagrammo	1 dag = 10 g
dg	decigrammo	1 dg = 0,1 g
cg	centigrammo	1 cg = 0,01 g
mg	milligrammo	1 mg = 0,001 g

La massa di un oggetto si misura con la bilancia a due piatti, la basculla, la stadera, la bilancia decimale.

L'unità di misura del peso è il *newton* (N) che corrisponde alla forza che applicata ad un corpo di massa 1kg gli imprime una accelerazione di 1m/s^2

Il peso di un oggetto può essere determinato con l'allungamento di una molla (ad esempio il pesapersone).

Il peso è un effetto delle forza di gravità che agisce su una massa, ne consegue che misurandolo con l'allungamento di una molla si avranno risultati differenti a seconda del luogo in cui si effettua la misura, invece usando uno strumento a bilancia a due piatti il risultato è sempre identico anche se la forza di gravità ha valori differenti.

Massa e peso, considerati come valori numerici, sulla Terra si equivalgono solo se misurati al livello del mare.

Le attuali unità fondamentali del Sistema Internazionale (SI), approvate dalla Conferenza Generale dei Pesi e Misure del 1960, sono leggermente variate rispetto a quelle fissate nel 1790, e prevedono **sette grandezze fondamentali** e **due grandezze supplementari**. Dalle sette grandezze fondamentali si ottiene una lunga serie di grandezze derivate.

grandezza	unità	simbolo	Definizione
lunghezza	metro	m	tragitto percorso dalla luce nel vuoto in un tempo di 1/299 792 458 di secondo
massa	kilogrammo	kg	massa del campione platino-iridio, conservato nel Museo Internazionale di Pesi e Misure di Sèvres (Parigi)
intervallo di tempo	secondo	s	durata di 9 192 631 770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra i livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio-133
intensità di corrente elettrica	ampere	A	quantità di corrente che scorre all'interno di due fili paralleli e rettilinei, di lunghezza infinita e sezione trascurabile, immersi nel vuoto ad una distanza di un metro, induce in loro una forza di attrazione o repulsione di $2 \cdot 10^{-7}$ N per ogni metro di lunghezza
temperatura termodinamica	kelvin	K	valore corrispondente a 1/273,16 della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua
quantità di sostanza	mole	mol	quantità di materia di una sostanza tale da contenere tante particelle elementari quante ne contengono 0,012 kg di carbonio-12. Tale valore corrisponde al numero di <u>Avogadro</u>
intensità luminosa	candela	cd	intensità luminosa di una sorgente che emette una radiazione monocromatica con frequenza $540 \cdot 10^{12}$ Hz e intensità energetica di 1/683 W/sr.

unità supplementari del Sistema Internazionale

angolo piano	radiante	rad	angolo al centro di una circonferenza che sottende un arco di lunghezza pari al raggio. $1 \text{ rad} = 180^\circ/\pi$
angolo solido	steradiane	sr	angolo che su di una sfera con centro nel vertice dell'angolo intercetta una calotta di area uguale a quella di un quadrato avente lato uguale al raggio della sfera stessa.

unità definite indipendentemente dalle unità SI di base

grandezza	unità	simbolo	definizione
massa	unità di massa atomica	u	l'unità di massa atomica è pari a 1/12 della massa di un atomo del nuclide ^{12}C
energia	elettronvolt	eV	l'elettronvolt è l'energia cinetica acquisita da un elettrone che passa nel vuoto da un punto ad un'altro che abbia un potenziale superiore di 1 volt

$$1 \text{ u} = 1.6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad 1 \text{ eV} = 1.6021892 \cdot 10^{-19} \text{ joule}$$

e i multipli e sottomultipli sono così gabelati:

fattore di moltiplicazione	prefisso	simbolo	valore
10^{24}	yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{21}	zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000
10^{18}	exa	E	1 000 000 000 000 000 000
10^{15}	peta	P	1 000 000 000 000 000
10^{12}	tera	T	1 000 000 000 000
10^9	giga	G	1 000 000 000
10^6	mega	M	1 000 000
10^3	chilo	k	1 000
10^2	etto	h	100
10^1	deca	da	10
10^{-1}	dieci	d	0.1
10^{-2}	centi	c	0.01
10^{-3}	milli	m	0.001
10^{-6}	micro	μ	0.000 001
10^{-9}	nano	n	0.000 000 001
10^{-12}	pico	p	0.000 000 000 001
10^{-15}	femto	f	0.000 000 000 000 001
10^{-18}	atto	a	0.000 000 000 000 000 001
10^{-21}	zepto	z	0.000 000 000 000 000 000 001
10^{-24}	yocto	y	0.000 000 000 000 000 000 000 001

In U.S. il prefisso **deca** è comunemente definito **deka**

In occasione della 11 ° Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) del 1960, venne adottata la prima serie dei

prefissi e simboli dei multipli e sottomultipli decimali delle unità del Sistema Internazionale.

I prefissi 10^{-15} e 10^{-18} sono stati inseriti nel 1964 dalla 12° CGPM.

I prefissi 10^{15} e 10^{18} nel 1975 dalla 15° CGPM.

I prefissi 10^{21} , 10^{24} , e 10^{-24} , proposti nel 1990 dal CIPM, per essere poi approvati nel 1991 dalla 19° CGPM.

L'ortografia della metrologia

Il Sistema Internazionale (SI) detta anche norme internazionali sulla scrittura delle unità di misura per evitare errori di interpretazione. Le regole più importanti sono:

1. i simboli di ogni unità di misura si scrivono senza il puntino (quindi m e non m.);
2. il numero che indica la misura deve sempre prevedere il simbolo che la rappresenta (quindi 100 kg e non kg 100);
3. se il simbolo di unità di misura si trova al termine di una frase, subito prima del punto è meglio scriverlo per esteso;
4. i nomi per esteso delle unità di misura hanno sempre la lettera minuscola (quindi metro e non Metro) e non prendono alcuna forma plurale (quindi 50 volt e non 50 volts);
5. i simboli delle unità di misura si scrivono sempre con l'iniziale minuscola tranne quelli derivati dai nomi propri di persona (il simbolo dell'ampère è A perché deriva dal nome dello scienziato Ampère).

Correggi le scritture seguenti, che riportano errori nella scrittura delle unità di misura:

scrittura sbagliata	scrittura corretta
cm 4,8	
6,7 cm.	
5,4 CM	
2,3 mt	

Esercitati ad adottare le corrette modalità scrivendo accanto ad ogni misura la sua forma abbreviata

3 metri e 7 centimetri	
1 metro e 3 millimetri	
46 centimetri	
0 metri e 15 centimetri	
3 decimetri e 20 centimetri	
18 chilometri e 600 metri	
25 ettometri	
2 millimetri	

Ampliare l'UD con le misure di

PRESSIONE (manometro, barometro a mercurio, barometro metallico)

CALORE e TEMPERATURA (termometro)

TEMPO (clessidra, orologi meccanici a pesi, a molla, orologi elettronici al quarzo, cronografo)

FORZA (dinamometro)

VELOCITA' (anemometro)

UMIDITA' (igrometro)

LUCE (luxmetro)

ANGOLI (goniometro)

ALTEZZA (altimetro)

CORRENTE ELETTRICA (contatore)

Strumenti di misura

Lo strumento di misura Lo strumento di misura è un dispositivo che permette di ottenere il valore di una grandezza misurabile.

Tra gli strumenti di misura più comunemente usati per eseguire la misurazione di grandezze fisiche ricordiamo la riga e le squadre (lunghezza), il goniometro (angoli), gli orologi (tempo), i termometri (temperatura), il barometro (pressione), il tachimetro (velocità).

Esercizio

Unisci ogni elemento indicato a sinistra con lo strumento che utilizzeresti per misurarlo

Per misurare....
La larghezza di un foglio
La temperatura di una stanza
La capacità di una bottiglia
L'ampiezza di un angolo
Il peso di un diario

...si può utilizzare...
Un termometro
Un goniometro
Un righello
Un dinamometro
Un recipiente graduato

Analogico e *digitale* sono due aggettivi che sentiamo spesso pronunciare in ambiti assai diversificati: elettronica, alta fedeltà, informatica, misurazione. Nell'ambito degli strumenti di misura essi assumono un significato preciso in relazione al tipo di misurazione da compiere e alla comodità di lettura dell'indice.

Negli strumenti *analogici* un indice mobile si sposta in base al valore della grandezza e una scala graduata, che riporta i valori numerici che sono multipli o sottomultipli dell'unità di misura, consente di leggere direttamente il valore segnato dall'indice. Quindi uno strumento analogico *evidenzia con continuità* il cambiamento della grandezza fisica misurata.

Negli orologi tradizionali, con meccanismi e lancette, ad esempio, la scala graduata sono le ore e i minuti riportati sul quadrante mentre l'indice sono le lancette. Altri esempi di strumenti analogici sono il tachimetro, la bilancia ad ago, il termometro a mercurio.

La scala di uno strumento analogico viene costruita misurando due o più valori noti della grandezza in esame e segnano le relative posizioni che l'indice assume; l'intervallo tra le posizioni segnate viene poi suddiviso convenientemente per ottenere la graduazione della scala. Questa operazione è detta *taratura* dello strumento.

Esperimento: taratura di un termometro a mercurio.

La taratura di un termometro a mercurio viene effettuata mettendo lo strumento prima nel ghiaccio fondente e poi nell'acqua bollente, e segnando rispettivamente con 0 (zero) e 100 (cento) il livello raggiunto dal mercurio nei due casi. L'intervallo tra questi estremi si divide in 100 parti: ognuno di esse indica 1 grado Celsius (°C) di temperatura. Nel termometro clinico gli intervalli della scala sono ulteriormente divisi in 10 parti, per cui è possibile leggere anche le frazioni decimali di grado.

Negli strumenti *digitali* (dall'inglese digit = cifra) un quadrante indica il valore numerico della misura rilevata, come avviene, ad esempio, nei contachilometri dell'automobile e nei contatori dell'acqua, dell'energia elettrica o del gas. Uno strumento digitale fornisce una *misurazione discreta*, con valori spezzati a gradini.

Attualmente sono molto diffusi vari strumenti elettronici, con un quadrante costituito da un sistema a elementi (display a sette segmenti) che, illuminandosi opportunamente, consente di formare qualunque numero. In pratica ogni grandezza misurata viene convertita in segnale elettrico di intensità proporzionale al valore rilevato: l'intensità di tali impulsi determina l'illuminazione dei segmenti che formano la cifra corrispondente al valore della grandezza.

Quale strumento di misura usare

Per misurare una grandezza occorre uno strumento diverso a seconda delle caratteristiche e delle dimensioni della grandezza stessa. Ad esempio, dovremo usare due differenti tipi di strumento se vogliamo misurare la lunghezza di un corpo o il suo peso. Inoltre se vogliamo misurare la lunghezza, dovremo scegliere lo strumento di misura più adeguato alle caratteristiche del corpo da misurare: se dobbiamo misurare le dimensioni di un quaderno può servirci un righello, ma se vogliamo misurare le pareti dell'aula ci converrà utilizzare il metro a nastro.

Ogni strumento di misura possiede certe *caratteristiche di costruzione* che lo rendono più idoneo ad una misura piuttosto che ad un'altra:

Strumento	Portata	Sensibilità
Rotella metrica	10 m	1 cm
Metro snodato	2 m	1 mm
Metro a nastro	3-5 m	1 mm
Righello	20-30 cm	1 mm
Calibro	10 cm	1/10 mm

Caratteristiche di uno strumento

Caratteristiche di un qualunque strumento di misura sono la *portata*, la *sensibilità*, la *precisione* e la *prontezza*.

La portata

La portata di uno strumento è l'intervallo tra il valore minimo e il valore massimo della grandezza che lo strumento può misurare – cioè è il campo entro cui si può effettuare la misurazione -.

Se, ad esempio, una bilancia ha una portata massima di 10 kg, non è possibile pesare una grandezza superiore.

La precisione

La precisione di uno strumento dipende dalla capacità di effettuare misure con il minimo errore, intendendo come errore la differenza tra la misura reale della grandezza e la misura registrata dallo strumento – cioè è l'errore massimo che viene compiuto dallo strumento, indipendentemente da errori soggettivi compiuti da chi compie la misurazione -.

Ad esempio, un righello millimetrato è uno strumento più preciso di un metro da sarta, perché ci consente di valutare fino al millimetro una misura di lunghezza, e quindi di avvicinarci maggiormente alla misura reale, rispetto al metro da sarta che ci permette di valutare solo il centimetro.

La sensibilità

La sensibilità di uno strumento dipende dalla capacità di spostamento dell'indice ad ogni variazione della grandezza da misurare: uno strumento sarà tanto più sensibile quanto maggiore sarà lo spostamento dell'indice ad ogni variazione della grandezza – cioè è il valore minimo che lo strumento riesce a rilevare -.

Ad esempio, il termometro clinico, impiegato per la misura della temperatura del corpo, è molto più sensibile di un comune termometro da parete: nel primo caso, la variazione di una piccola frazione di grado viene comodamente letta sulla scala, mentre nel termometro da ambiente la lettura ci consente di valutare soltanto la variazione di grado in grado.

La prontezza

La prontezza è' il tempo che lo strumento impiega a registrare e segnalare il valore della misura.

Ad esempio, una bilancia da cucina ha una prontezza di qualche secondo.

