

CHE COS'È UNA GRANDEZZA FISICA?

Tutto ciò che può essere misurato attraverso degli strumenti appositi è una grandezza fisica.

Per esempio si può misurare:

La distanza tra 2 città, la massa di un oggetto di una persona, il tempo che impiego a fare i compiti, la velocità di un'auto, la temperatura di una persona o della giornata, etc.

Cosa serve per misurare?

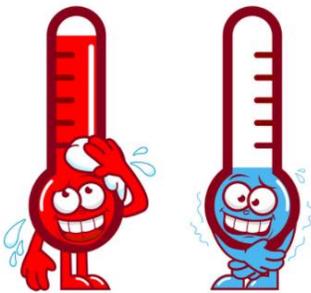
L'unità di misura di riferimento



Gli strumenti giusti per misurare

le grandezze devono essere omogenee, devo misurare con la stessa unità di misura.

NON POSSO METTERE A CONFRONTO UN LITRO CON UN METRO, NON HA SENSO.



CHE SIGNIFICA MISURARE?
Significa confrontare, per es. la lunghezza di una stanza con un metro, in questo modo scopro quanto misura quella stanza, es. 5 m



LE GRANDEZZE FONDAMENTALI SONO QUELLE MISURATE A LIVELLO INTERNAZIONALE PER MISURARE LE GRANDEZZE FISICHE, TUTTE QUELLE GRANDEZZE CHE SI POSSONO MISURARE DIRETTAMENTE ATTRAVERSO SPECIFICI STRUMENTI DI RIFERIMENTO. QUESTE GRANDEZZE FONDAMENTALI SONO 7

2 TIPI DI GRANDEZZE

LE GRANDEZZE DERIVATE SONO TUTTE QUELLE GRANDEZZE CHE PER ESSERE MISURATE HANNO BISOGNO DI 2 O PIÙ GRANDEZZE FONDAMENTALI CORRELATE TRA DI LORO ATTRAVERSO DELLE OPERAZIONI DI ADDIZIONE, SOTTRAZIONE, DIVISIONE, MOLTIPLICAZIONE, ERC.

GRANDEZZE FONDAMENTALI

LE GRANDEZZE FONDAMENTALI SI MISURANO USANDO LA MISURA CORRISPONDENTE

GRANDEZZE DERIVATE

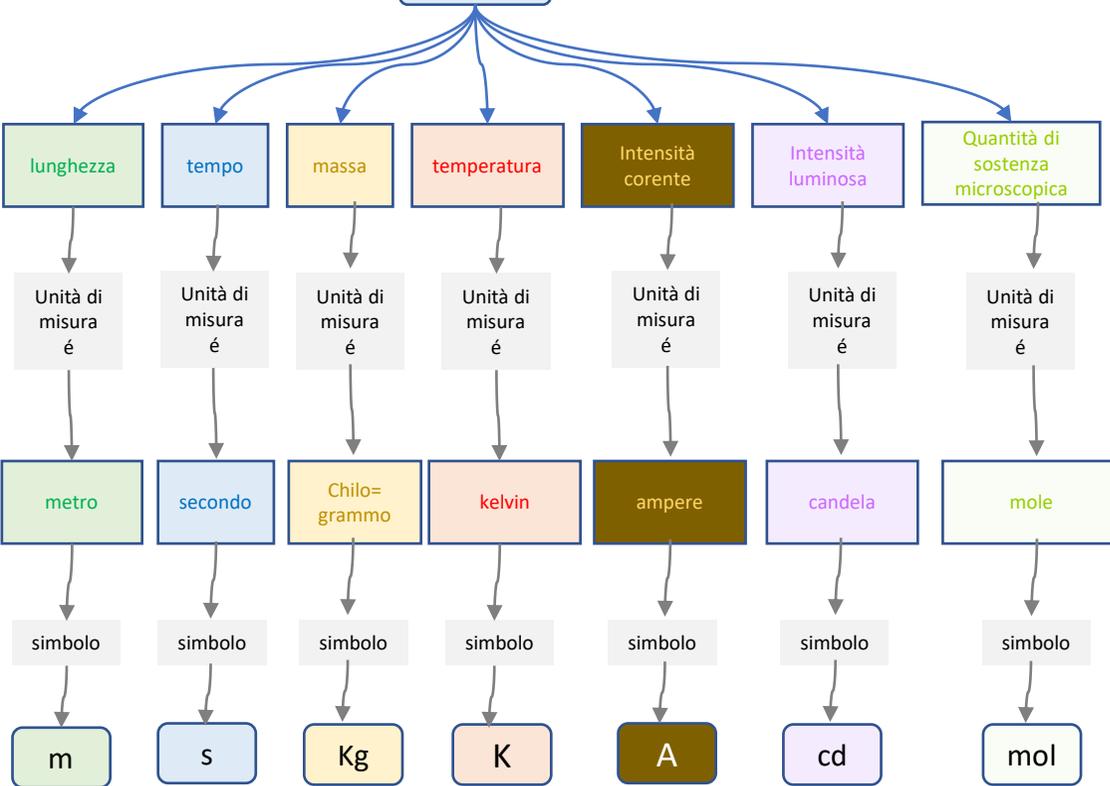
ESEMPI DI GRANDEZZE DERIVATE.

SI

Sistema Internazionale

Grandezze fondamentali

Sono 7

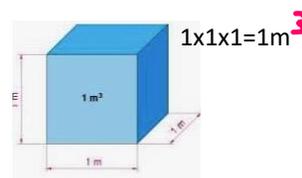


La velocità

Per la velocità non esiste una unità di misura specifica ed allora per calcolare la velocità si devono usare 2 grandezze fondamentali: Il metro e il tempo.

$$\text{velocità} = \frac{\text{distanza percorsa in metri}}{\text{Tempo impiegato in secondi}} \quad V = \frac{m}{t}$$

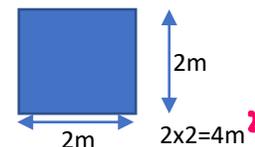
volume



Per misura il volume di un solido devo usare il metro cubo. L'unità di misura metro cubo non esiste, ma si ricava dal metro moltiplicando le 3 dimensioni del solido, Quindi si ricava dalla trasformazione dell'unità fondamentale metro attraverso un calcolo che trasforma il metro in metro cubo.

La stesso cosa vale anche per la misura dell'area della superficie di un piano.

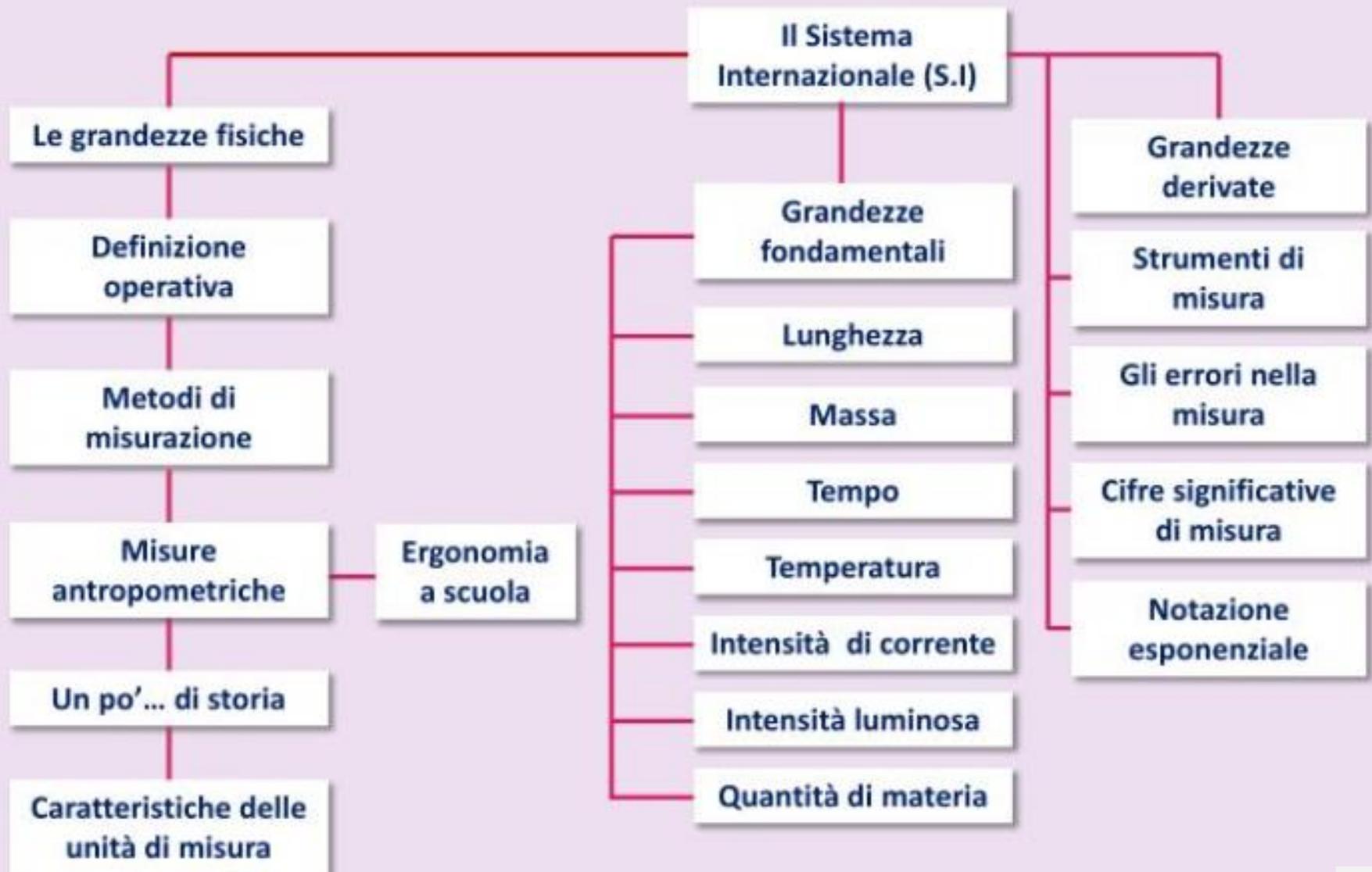
area



Possiamo dire semplicemente che una grandezza si dice derivata quando non esistendo una unità di misura specifica si calcola usando uno o più grandezze fondamentali trasformate

Altri esempi di grandezze derivate

- 1) la **forza**, la cui unità di misura è il **Newton**. Il Newton è definito come la forza che imprime a un corpo di **massa** 1 kg l'accelerazione di 1 m/s².
- 2) la **pressione**. L'unità di misura della **pressione** è il **Pascal**. Il Pascal è definito come la pressione esercitata dalla forza di 1 N applicata perpendicolarmente a una superficie di 1 m² (**metro quadrato**).
- 3) la **potenza**, la cui unità di misura è il **watt**. Il watt è definito come la potenza di un sistema che produce il lavoro di 1 **joule** in un tempo di 1 s.



Cosa significa misurare

GRANDEZZA FISICA

è tutto ciò che può essere misurato facendo ricorso ad opportuni strumenti (*distanza, peso, tempo, velocità, temperatura, ecc.*)

GRANDEZZE OMOGENEE

sono grandezze dello stesso tipo: tutte le grandezze fisiche con *dimensione di lunghezza* sono *omogenee* tra loro. Non ha nessun senso confrontare una lunghezza con una massa, un intervallo di tempo con una temperatura e nemmeno ha senso sommarle tra loro.

Solo le grandezze omogenee tra loro possono essere *confrontate, sommate o sottratte*.

MISURARE

significa confrontare la grandezza di cui voglio conoscere la misura con un'altra che prendo come campione, quindi *significa dire quante volte l'unità di misura è contenuta nella grandezza*

UNITÀ DI MISURA

è la grandezza, omogenea a quella da misurare, scelta come campione

MISURA

è il numero reale che si ottiene dal rapporto tra la grandezza data e l'unità di misura

Definizione operativa

Esempi di grandezze fisiche sono la lunghezza, il tempo, la velocità, la temperatura, l'energia.

Il significato fisico di ciascuna di queste parole è fissato da una *definizione operativa*.

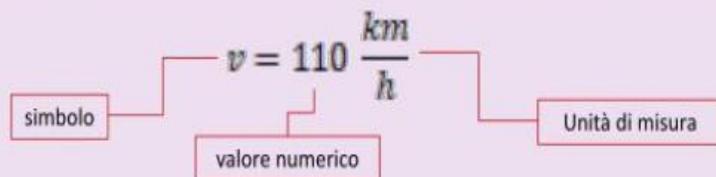
La **definizione operativa** di una **grandezza fisica** consiste di due parti:

- la descrizione degli strumenti necessari per misurare la grandezza
- la determinazione di una procedura non ambigua (detta "*protocollo*") con cui utilizzare gli strumenti di misura

Il risultato di una misurazione è sempre caratterizzato da tre parametri:

- ✓ Un valore numerico
- ✓ Una unità di misura
- ✓ Un'incertezza di misura

Per esempio, la misura della velocità che si legge sul tachimetro si scrive:



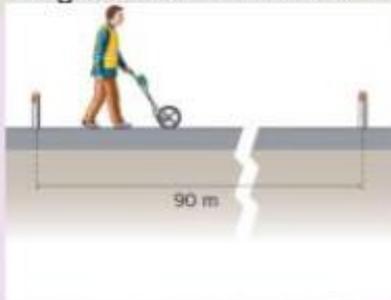
Per esempio, vediamo la definizione operativa della grandezza fisica «velocità».

L'idea intuitiva è che un oggetto più veloce percorre una distanza maggiore nello stesso tempo, oppure la stessa distanza in un tempo minore.

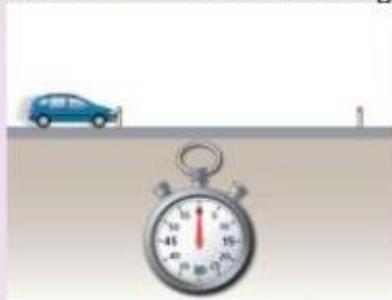
Per descrivere questa intuizione con un numero, si introduce la velocità di un corpo attraverso la formula

$$\text{Velocità} = \frac{\text{distanza percorsa}}{\text{tempo impiegato}}$$

Per *misurare* (e quindi *definire*) la grandezza fisica «velocità» (per esempio quella di un'automobile) abbiamo bisogno di *due strumenti di misura*: un metro e un cronometro. Bisogna poi stabilire un *protocollo*:



➤ con il metro si misura la distanza percorsa, individuata da due paletti



➤ Il cronometro parte quando il muso dell'automobile è in corrispondenza del primo paletto



➤ Il cronometro si arresta quando il muso dell'automobile è all'altezza del secondo paletto

Il valore indicato dal cronometro è il *tempo impiegato*. Avendo misurato una distanza di 90 m e un tempo di 12 s, il valore della velocità è:

$$\text{Velocità} = \frac{\text{distanza percorsa}}{\text{tempo impiegato}} = \frac{90 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Un secondo sperimentatore che esegue la misura della velocità della stessa auto, usando strumenti identici e lo stesso protocollo, otterrà lo stesso risultato numerico (a parte gli errori di misura che studieremo in seguito)

Metodi di misurazione

Per trovare la misura di una grandezza si possono seguire metodi diversi:

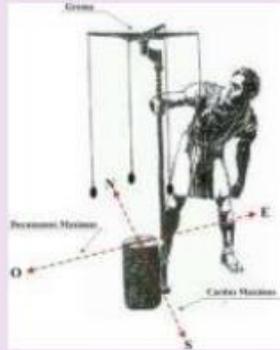
1) MISURA DIRETTA

2) MISURA INDIRETTA

3) MISURA CON STRUMENTI TARATI

Un po' ... di storia

5



Con la caduta dell'impero romano d'occidente e con il successivo formarsi della società feudale la **confusione** dei sistemi di pesi e misure **fu enorme**, essendo questi locali e propri di ciascun feudo.

Nel 789 Carlo Magno cercò di ovviare a questo disordine promulgando un decreto sull'unificazione dei campioni di misura in tutto l'impero, ma alla caduta dell'impero carolingio, con la moltiplicazione dei centri di potere, si moltiplicarono le misure ufficiali, che si sovrapposero alle misure locali o private che erano sopravvissute.

Lo sviluppo degli scambi marittimi e terrestri e l'interesse del fisco incrementò l'**esigenza di unificare** in qualche modo i pesi e le **misure** e lungo i secoli furono fatti alcuni tentativi. Il problema era avvertito anche dagli scienziati, che volevano far conoscere e confrontare i risultati dei loro esperimenti.

Nel corso del 1700 si giunse a definire un insieme di campioni, almeno in alcuni paesi europei come la Francia.

Infatti in Francia il **7 aprile 1795 si arrivò a pubblicare la tabella ufficiale** dei multipli e sottomultipli per quanto concerne le **unità di lunghezza e massa** e si costruirono i **campioni** (un cilindro di platino per il kilogrammo ed un'asta pure di platino per il metro). Il presidente della commissione che sviluppò il sistema metrico decimale, fu *Joseph Louis Lagrange*.

Un po' ... di storia

- L'accademia delle Scienze di Francia lavorò tra il 1790 e il 1799 alla scelta e alla definizione di alcune unità di misura: creò il **S.M.D.** (*il sistema metrico decimale*).
- Perciò alla fine dell'800 i sistemi più diffusi furono due: il sistema metrico decimale e quello anglosassone.

6

- lunghezza metro
- peso kilogrammo
- tempo secondo

Prevedeva anche la SUPERFICIE, il VOLUME e la CAPACITA'

- lunghezza yarda
- peso libbra
- tempo secondo

è la scienza che studia i metodi da usare per la scelta delle unità di misura e dei sistemi di misurazione

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE UNITÀ DI MISURA

- 1) UNIVERSALITÀ → Hanno lo stesso valore in ogni luogo
- 2) PERENNITÀ → Mantengono il loro valore fino a quando non vengono modificati
- 3) INDIPENDENZA → Sono fissati da accordi internazionali e i singoli Stati non possono apportare modifiche
- 4) ACCESSIBILITÀ → Chiunque è in grado da solo di effettuare la misurazione di un oggetto

I sistemi di misura

L'insieme di varie unità di misura costituisce un sistema di misura.

Costruire un SISTEMA DI UNITÀ DI MISURA ` significa essenzialmente:

- scegliere una determinata ripartizione delle grandezze fisiche tra fondamentali e derivate
- definire le unità di misura e gli eventuali campioni delle grandezze fondamentali

Un sistema di unità di misura è detto:

- **completo** se tutte le grandezze fisiche si possono ricavare dalle grandezze fondamentali tramite relazioni analitiche
- **coerente** se le relazioni analitiche che definiscono le unità delle grandezze derivate non contengono fattori di proporzionalità diversi da 1
- **decimale** se multipli e sottomultipli delle unità di misura sono tutti potenze di 10

I principali sistemi di misura adottati in passato sono:

Sistema di misura	lunghezza	peso	tempo
cgs (1874)	Centimetri (cm)	Grammi (g)	Secondi (s)
MKS (1795)	Metro (m)	Chilogrammo-massa (kg)	Secondi (s)
Pratico o degli ingegneri	Metro (m)	Chilogrammo-peso (kgp)	Secondi (s)

Il sistema internazionale

I vecchi sistemi di misura sono ora superati dal nuovo Sistema Internazionale approvato nella Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure tenutasi a Parigi nel 1960.

Dal 1978 i Paesi dell'Unione Europea sono tenuti ad adottare lo stesso sistema di misura.

Chiamato semplicemente **S.I.**

Il sistema S.I. riconosce:

• **7 grandezze fondamentali**

• **2 grandezze supplementari** o secondarie

Il Sistema Internazionale è un sistema decimale, e ha numerosi multipli e sottomultipli in base 10.

Tutte le altre grandezze sono considerate **grandezze derivate**, perché si ricavano da quelle fondamentali mediante operazioni di moltiplicazione o divisione.

Grandezza fondamentale	Unità di misura	Simbolo
Lunghezza	Metro	m
Massa	Chilogrammo	kg
Tempo	Secondo	s
Temperatura ⁽¹⁾	Grado Kelvin	K
Intensità corrente elettrica	Ampere	A
Intensità luminosa	Candela	cd
Quantità di materia	Mole	mol

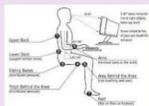
(1) In pratica la temperatura si misura in *grado Celsius* [°C]

Grandezza supplementare	Unità di misura	Simbolo
Angolo piano ⁽²⁾	Radiante	rad
Angolo solido	Steradiane	sr

(2) In pratica gli angoli si misurano in gradi sessagesimali [°]



MISURE
ANTROPOMETRICHE

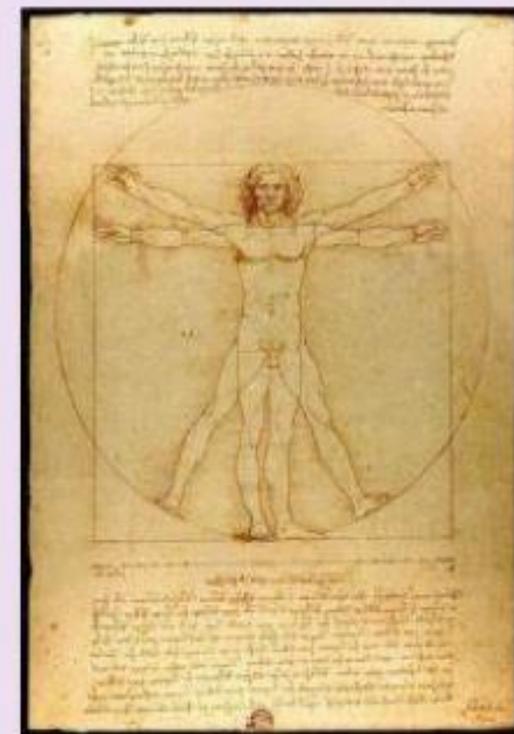


Misure antropometriche

L'**antropometria** (dal greco *antropos*, uomo, e *metron*, misura) è la scienza che si occupa di misurare il corpo umano

Il poter esprimere in parametri misurabili le caratteristiche morfometriche individuali consente :

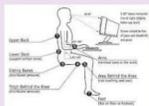
- In **età pediatrica**: monitorare lo stato nutrizionale, i processi fisiologici della crescita e le sue alterazioni (*antropometria auxologica*)
- In **medicina sportiva**: individuare le attitudini fisiche verso specifiche attività sportive e personalizzare, ai fini del raggiungimento delle migliori prestazioni agonistiche, le tecniche e le metodiche di allenamento (*antropometria sportiva o chinantropometria*)
- In **medicina legale**: identificazione personale (*antropometria legale*)
- Nell'**industria**: indicazione di canoni ergonomici per la progettazione del posto di lavoro, del posto di guida, etc.
- Nell'**industria dell'abbigliamento**: determinazione delle taglie corporee (*antropometria ergonomica*)



Uomo vitruviano di Leonardo da Vinci



MISURE ANTROPOMETRICHE

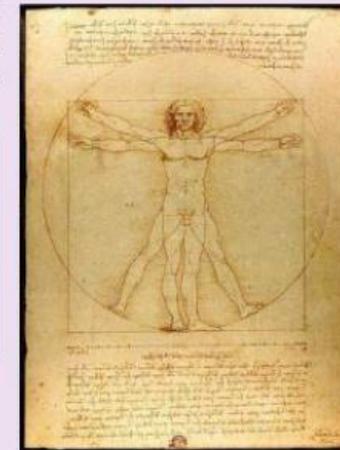


Misure antropometriche

La statura e il peso

LA STATURA e IL PESO vengono indicati come CARATTERI FONDAMENTALI: caratteri che NON dovrebbero MAI omettersi in rilevazioni antropometriche a qualsiasi scopo effettuate.

- **STATURA:** ESPRESSIONE SINTETICA DELLE MISURE LONGITUDINALI; ad essa possono essere poi riportate le varie dimensioni somatiche in modo da stabilire LE PROPORZIONI CORPOREE.
- **PESO:** ESPRESSIONE SINTETICA DELLO SVILUPPO VOLUMETRICO ed in particolare dei SISTEMI SCHELETRICO E MUSCOLARE.



Uomo vitruviano di Leonardo da Vinci

Misure antropometriche

La statura e il peso

IL PESO

Si misura con la bilancia alla mattina, ad alvo (= transito intestinale nel suo complesso) e vescica vuoti da nudi o con indumenti essenziali per i quali si deve tarare la bilancia.

INDICE PONDERALE DEL LIVI

$$\frac{100 \times \sqrt[3]{\text{peso (gr)}}}{\text{Statura (cm)}}$$

- MAGRISSIMI fino a 21,9
- MAGRI da 22,0 a 22,9
- MEDI da 23,0 a 23,9
- CORPULENTI da 24,0 a 24,9
- OBESI da 25 in poi

Esempio: persona alta 169 cm e peso Kg 65,5 (gr 65600)

$$100 \times \sqrt[3]{65600} / 169 = 100 \times 40,31 / 169 = 23,852$$

PESO OTTIMALE O DESIDERABILE:

formula usata dalle compagnie di assicurazione

$$\text{Peso [kg]} = 50 + 0,75 \times [\text{statura (cm)} - 150]$$

ESEMPIO: persona alta 169 cm

$$50 + 0,75 \times [169 - 150] =$$

$$50 + (0,75 \times 19) =$$

$$50 + 14,25 = 64,25 \text{ Kg}$$

Misure antropometriche

La statura e il peso

Il peso considerato a sé è di lieve importanza!!!!

Da ciò l'opportunità di porlo in relazione ad altri caratteri, quali la statura stessa, l'altezza del busto, il perimetro toracico, etc.

Modificando la formula del LIVI in Italia viene proposto L'INDICE BARICO (Giuffrida-Ruggeri)

$$\frac{\text{peso (grammi)} \times 100}{St^3 (cm)}$$

dove $St =$ Statura standard



La ricerca antropometrica ha cercato di individuare una RELAZIONE TRA PESO E ALTEZZA CHE SI CORRELASSE MEGLIO ALLA COMPOSIZIONE CORPOREA e in particolare alla massa grassa (FM).

Tra i vari indici ponderostaturali elaborati, quello che ha incontrato il maggior consenso è L'INDICE DI QUETELET (1869) che ben si correla con la massa grassa ed è utilizzato come marker di adiposità totale trovando ampio utilizzo in ambito clinico ed epidemiologico

INDICE PONDEROSTATURALE DI QUETELET
o **BMI** (Body Mass Index):
fornisce indicazioni sullo stato nutrizionale

$$\frac{\text{peso (kg)}}{St^2 (m)}$$

Limitazioni uso del BMI: scarsa sensibilità nella misura dell'adiposità corporea nei soggetti particolarmente piccoli o alti di statura e incapacità di distinguere la massa grassa dalla massa magra indicando come obeso chi ha una massa muscolare molto sviluppata.

STATURA DA SEDUTO (STS)
 ○
ALTEZZA DEL BUSTO
 ○
ALTEZZA TESTA COCCIGE

D: VERTEX-GLUTEI

RICORDA:
 CORMBA: BUSTO
 SCHELIA: ALTEZZA (ARTI INFERIORI)

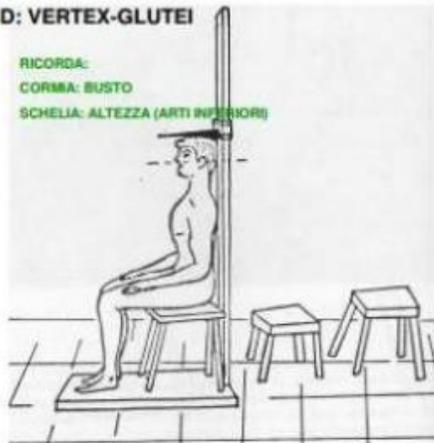


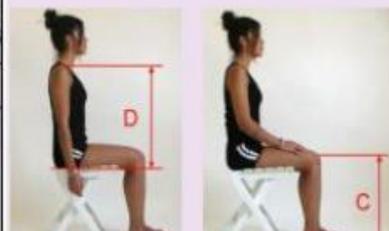
Fig. 9 - Spabelli Antropometrici di varie dimensioni.

INDICE SCHELICO O CORMICO O INDICE DI VALOIS: permette di stabilire la prevalenza del tronco o degli arti inferiori

In medicina dello sport si parlerà di:

Normotipo se $C = D$
Brachitipo se $C < D$
Longitipo se $C > D$

dove
 C è la lunghezza delle gambe
 D è la lunghezza del tronco



INDICE SCHELICO: $\frac{\text{STATURA SEDUTO} \times 100}{\text{STATURA}}$

MACROCORMICI (O BRACHISCHELICI): il busto prevale sugli arti inferiori (**BRACHITIFI**)
BRACHICORMICI (O MACROSCHELICI): arti inferiori più lunghi del busto (**LONGITIFI**)
MESOCORMICI: le due misure si equivalgono (**NORMOTIFI**)

L'industria della confezione si avvale dei risultati derivati dalle analisi antropometriche che consente la perfetta individuazione delle proporzioni di ogni soggetto, attraverso la rilevazione di poche misure del suo corpo.

I dati raccolti confermano, senza ombra di dubbio, che la quasi totalità delle persone può essere misurata e vestita industrialmente con ottimi risultati, rilevando tre parametri fondamentali di misurazione: taglia, drop e statura.

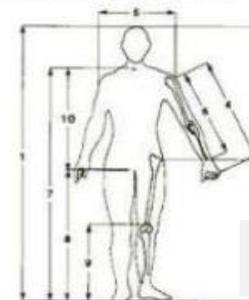
TAGLIA: semicirconferenza del torace presa sopra la camicia

DROP o CONFORMAZIONE: differenza tra semicirconferenza del torace e semicirconferenza della vita

STATURA: altezza totale della persona rilevata con le scarpe

Ogni taglia può essere riferita alle seguenti conformazioni o drop che possono cambiare a seconda della linea di stile:

- DROP 10 - conformazione extra snella – soggetto magrissimo
- DROP 7-8 - conformazione snella – soggetto magro
- DROP 6 - conformazione normale – soggetto normale
- DROP 4 - conformazione mezza forte – soggetto robusto
- DROP 2 - conformazione forte – soggetto prominete
- DROP 0 - conformazione extra forte – soggetto panciuto



La **misura della scarpa** è una indicazione numerica delle sue dimensioni. Per la misura delle scarpe ci sono diversi sistemi di misurazione. I diversi sistemi differiscono sia per la nazione sia per il diverso tipo di scarpa (ad esempio, degli uomini, delle donne, dei bambini, lo sport o le scarpe di sicurezza). La misura della scarpa viene determinata da un numero; questo numero può essere impresso:

- *sulla suola delle scarpe*: si ha un numero sulla suola delle scarpe
- *sulla soletta* si ha il numero dentro la scarpa, o più in generale nella zona di contatto con il piede
- *sull'etichetta* che generalmente è posta sulla *tomaia*

Per calcolare la dimensione in base alla lunghezza effettiva piedi, si deve prima aggiungere una lunghezza di circa 1,5 a 2 cm :

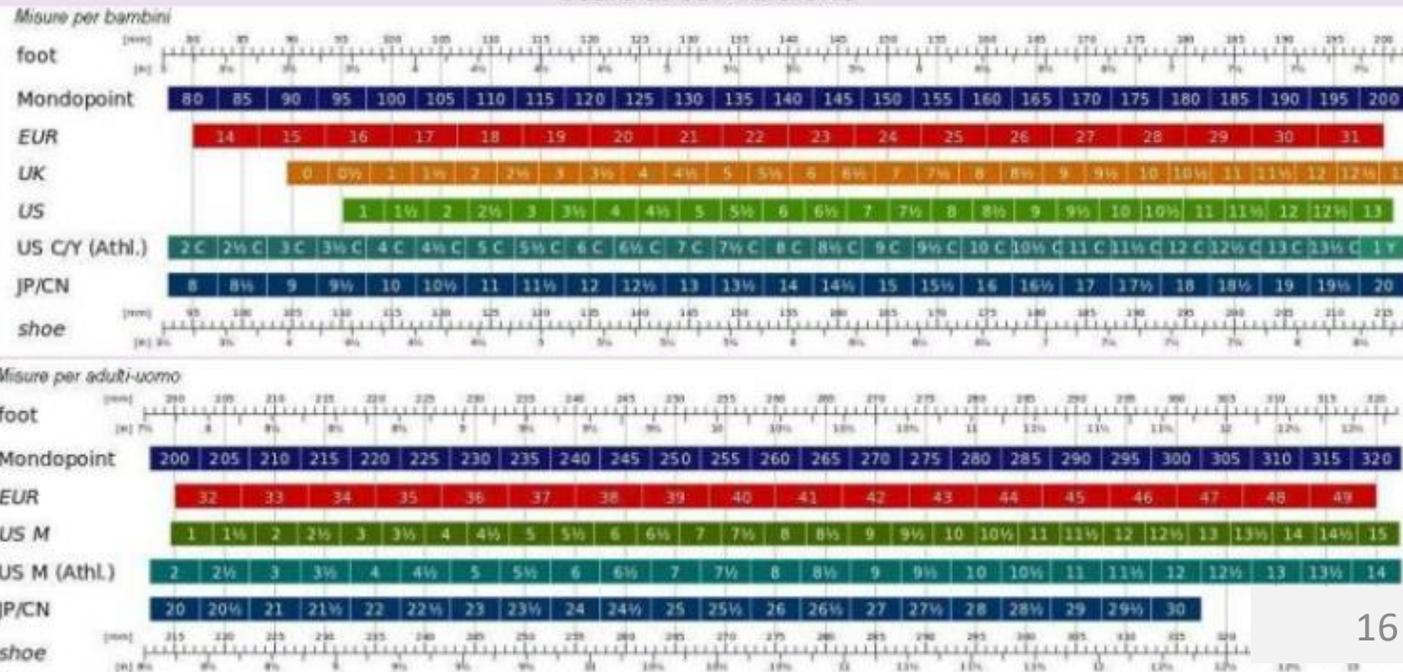
$$\text{taglia} = (\text{lunghezza in centimetri} + 1,5) \cdot \frac{3}{2}$$

Relazione tra altezza e lunghezza piede

- uomo lunghezza piede = 15% altezza
- donna lunghezza piede = 14,5% altezza



Scale di conversione



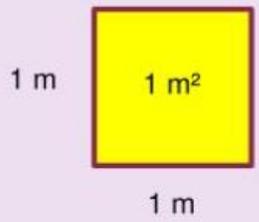
La misura dell'area

L'area è una grandezza derivata del S.I.

UNITÀ DI MISURA
Metro quadrato [m²]

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

➤ Il metro quadrato è l'area di un quadrato che ha il lato lungo 1 metro.



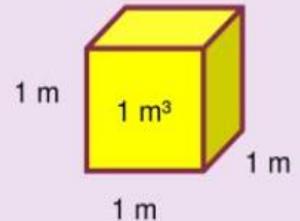
La misura del volume

Il volume è una grandezza derivata del S.I.

UNITÀ DI MISURA
Metro cubo [m³]

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

➤ Il metro cubo è il volume di un cubo che ha lo spigolo lungo 1 metro.



La misura della capacità

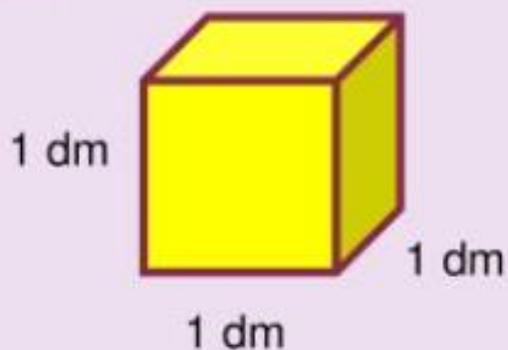
La capacità è il volume del recipiente che contiene completamente un liquido e corrisponde alla quantità di liquido che è contenuto nel recipiente

Dov

UNITÀ DI MISURA
Litro [l]

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

- Il litro è la quantità di acqua distillata a 4 °C che riempie completamente un cubo cavo che ha il volume di 1 decimetro cubo.



$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$$

La misura della massa e ... del peso

La massa è una grandezza fondamentale del S.I.

UNITÀ DI MISURA
Chilogrammo [kg]

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

- Il *chilogrammo campione* è costituito da un cilindretto, dimensioni \varnothing 39 mm e h = 39 mm, in lega di platino (90%) e iridio (10%) depositato a Sèvres presso Parigi, nei sotterranei dell'Ufficio Internazionale Pesì e Misure. Il chilogrammo è la massa di 1 dm³ di acqua distillata alla temperatura di 4 °C.
- Il peso è una forza: è la forza con cui un corpo viene attratto verso il centro della Terra. L'unità di misura della forza è il Newton [N]. Più il corpo si avvicina al centro della Terra e più il suo peso aumenta.
- Peso e massa non sono la stessa cosa. Quanto pesa un oggetto sulla Luna? La quantità di materia (la massa) che costituisce l'oggetto non cambia, mentre ciò che cambia è il peso: sulla Luna l'oggetto è sei volte più leggero rispetto alla Terra



MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DEL CHILOGRAMMO

Nome	Simbolo	Valore numerico
Megagrammo	Mg (t)	1000 000
quintale	q	100 000
miriagrammo	mag	10 000
chilogrammo	kg	1 000
ettogrammo	hg	100
decagrammo	dag	10
grammo	g	1
decigrammo	dg	0,1
centigrammo	cg	0,01
milligrammo	mg	0,001

SI MOLTIPLICA PER 10

SI DIVIDE PER 10

APPROFONDIMENTO

•RELAZIONE TRA CAPACITA', VOLUME e MASSA

Ricorda che per l'acqua distillata a 4 °C:

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ kg}$$

ESEMPIO:

$$25 \text{ m}^3 = \dots\dots \text{ q}$$

$$25 \text{ m}^3 = 25\,000 \text{ dm}^3 = 25\,000 \text{ kg} = 250 \text{ q}$$

UNITÀ DI MISURA Secondo [s]

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

- L'uomo primitivo si accorse che certi fenomeni naturali, come il sorgere o il calare del sole, o il moto della Luna intorno alla Terra, si verificavano con regolarità secondo determinati periodi di tempo: da queste osservazioni derivano i primi **calendari** (5000 anni fa).
- Per misurare intervalli più brevi furono inventati, dai *Babilonesi*, gli **orologi solari** o **meridiane**, che indicavano l'ora durante il giorno per mezzo della proiezione dell'ombra di un'asta (*gnomone*) sopra una base opportunamente orientata e graduata.
- Gli *Egiziani* introdussero l'uso della **clessidra**, formata da due recipienti che sono in comunicazione tra loro con un forellino, attraverso il quale scorre acqua o sabbia.
- La scoperta delle leggi che regolano il *moto del pendolo*, l'invenzione delle *molle a bilanciere* e degli *ingranaggi*, portarono alla costruzione di orologi sempre più precisi e perfetti, sino a giungere agli *orologi a cristallo* e a quelli *atomici*.
- L'unità di misura della durata del tempo è basata su un fenomeno astronomico: la durata del giorno solare.

Il GIORNO SOLARE è il tempo che intercorre tra due passaggi successivi del sole allo stesso meridiano.

Il GIORNO SOLARE MEDIO è stato suddiviso in 24 intervalli uguali: le **ORE**

L'ora è suddivisa, a sua volta, in 60 intervalli uguali: i **MINUTI**

Il minuto è suddiviso in 60 intervalli uguali: i **SECONDI**

- Il secondo è la 86 400^{esima} parte del giorno solare medio
- Oggi (1971) il secondo è definito riferendolo alla durata delle oscillazioni della radiazione emessa dall'atomo del Cesio 133.



La misura della temperatura

La temperatura è una grandezza fondamentale del S.I.

UNITÀ DI MISURA
Grado Kelvin [K]

SCALE TERMOMETRICHE

➤ La temperatura è la misura del livello termico di un corpo, cioè ci dice quanto un corpo è caldo o freddo, però non ci dà l'indicazione della quantità di calore contenuta nel corpo.

Lo strumento che misura la temperatura è il termometro.

Il tipo più comune di termometro è costituito da un tubicino di vetro collegato a un bulbo. All'interno del bulbo si trova un liquido colorato o mercurio. Di fianco al tubo di vetro si trova una scala graduata. Il funzionamento del termometro si basa sulla dilatazione dei corpi quando sono riscaldati.

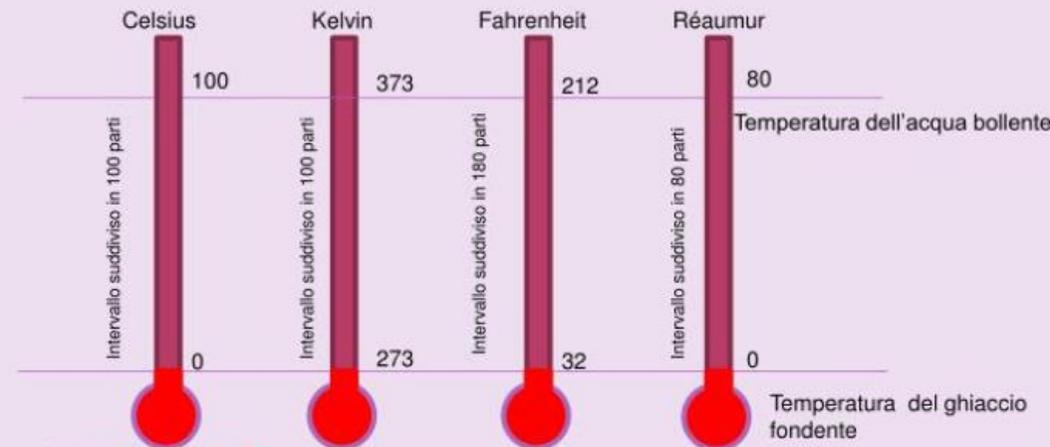


➤ Il calore è una forma di energia, cioè è l'energia di movimento posseduta dalle particelle che formano un corpo, perciò è la causa che fa elevare la temperatura di un corpo.

L'unità di misura del calore è la chilocaloria [kcal].

Una chilocaloria è la quantità di calore che deve essere fornita a 1 kg d'acqua per fare aumentare la sua temperatura da 14,5 a 15,5° C.

SCALE TERMOMETRICHE



APPROFONDIMENTO

$$T_k = T_c + 273$$

Esempio: $T_c = 30\text{ }^\circ\text{C}$
 $T_k = 343\text{ K}$

$$T_c = T_k - 273$$

Esempio: $T_k = 30 + 273 = 303\text{ K}$
 $T_c = 343 - 273 = 70\text{ }^\circ\text{C}$

$$T_c/100 = (T_f - 32)/180$$

Esempio: $T_c = 30\text{ }^\circ\text{C}$
 $T_f = 68\text{ }^\circ\text{F}$

Esempio: $T_f = 32 + T_c \times 180/100 = 32 + 30 \times 180/100 = 86\text{ }^\circ\text{F}$
 $T_c = (T_f - 32) \times 100/180 = (68 - 32) \times 100/180 = 20\text{ }^\circ\text{C}$

Uno **strumento di misura** è un dispositivo destinato a fare una **misurazione**

Lo strumento può presentarsi come un singolo oggetto, oppure può essere composto da due o più elementi che, opportunamente combinati, permettono di eseguire la misura

CARATTERISTICHE DEGLI STRUMENTI DI MISURA

- 1) **PORTATA** → è la misura massima che lo strumento riesce a dare
- 2) **SENSIBILITA'** → è la capacità che ha lo strumento di accertare piccole variazioni di valore (indica la misura più piccola che lo strumento riesce a rilevare)
- 3) **PRECISIONE** → indica il grado di accuratezza della misura effettuata, perciò indica lo scostamento della misura rilevata rispetto a quella reale.
- 4) **PRONTEZZA** → è il tempo impiegato dallo strumento a dare la misura
- 5) **FEDELTA'** → è la capacità di fornire lo stesso valore in seguito a varie misurazioni

Uno strumento non ha tutte queste caratteristiche insieme.
La scelta dello strumento va fatta, perciò, in funzione di ciò che devi misurare.

Gli **strumenti di misura** possono essere **analogici** o **digitali**

STRUMENTO ANALOGICO

IL VALORE DELLA MISURA SI LEGGE SU UNA APPOSITA SCALA GRADUATA



Metro a nastro

Orologio a lancette

Voltmetro ad ago

STRUMENTO DIGITALE

IL VALORE DELLA MISURA APPARE COME UNA SEQUENZA DI CIFRE

La parola "digitale" deriva dall'inglese "digit", che significa "cifra".



Metro ad ultrasuono

Orologio al quarzo

Gli errori nelle misure

Nessuna misurazione è in grado di fornire un risultato esattamente uguale al valore vero della grandezza misurata. Ciò significa che **qualsiasi misura è soggetta a errore**, chiamando errore di misura la differenza fra il valore effettivo della grandezza e quello misurato.

Download

PER SAPERE QUAL E' LA MISURA PIU' ATTENDIBILE ... si fanno più misurazioni della stessa grandezza e si calcola la **media aritmetica**

TIPI DI ERRORI

SISTEMATICI

dipende dallo strumento che può dare sempre una misura in eccesso o in difetto

- Errata scelta dello strumento
- Errori dovuti all'usura
- Errate graduazioni dello strumento
- Deformazioni elastiche delle parti dello strumento

ACCIDENTALI

dipende da cause non prevedibili dovute sia al modo di effettuare la misurazione, sia al soggetto che la compie

- Caso
- Imprecisione dell'operatore

Gli errori nelle misure

La misura di una grandezza fisica fornisce un suo valore approssimato, espresso nella forma:

$$x = M \pm \epsilon_a \text{ (detto intervallo di incertezza)}$$

Download

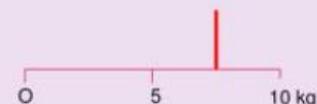
Se la misura è eseguita con uno strumento a bassa sensibilità, la ripetizione della misura, nelle stesse condizioni, fornisce sempre lo stesso valore M (il valore centrale fra le due tacche). In questo caso ϵ_a è dato dalla semiampiezza dell'intervallo minimo misurabile (sensibilità dello strumento).

Esempio:

$$M = 7,5 \text{ kg}$$

$$\epsilon_a = (10-5)/2 = 2,5 \text{ kg}$$

$$x = M \pm \epsilon_a = 7,5 \pm 2,5 \text{ kg}$$



Se la misura è eseguita con uno strumento ad alta sensibilità, la ripetizione della misura, nelle stesse condizioni, fornisce valori diversi. In questo caso M rappresenta la media aritmetica delle misure e ϵ_a rappresenta la stima dell'errore.

Errore assoluto o errore massimo

La stima dell'errore può essere dato: $\epsilon_a = (X_{max} - X_{min})/2$

Esempio: $x_1 = 24,8 \text{ cm}$ $x_2 = 25,1 \text{ cm}$ $x_3 = 25,5 \text{ cm}$ $x_4 = 25,8 \text{ cm}$

$$M = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4)/4 = (24,8 + 25,1 + 25,5 + 25,8)/4 = 101,2/4 = 25,3 \text{ cm}$$

$$\epsilon_a = (X_{max} - X_{min})/2 = (25,8 - 24,8)/2 = 1,0/2 = 0,5 \text{ cm}$$

$$x = M \pm \epsilon_a = 25,3 \pm 0,5 \text{ cm}$$



Gli errori nelle misure

Osserviamo le seguenti tre misure:

$$x_1 = 23,5 \pm 0,5 \text{ m}$$

$$x_2 = 10,4 \pm 0,5 \text{ m}$$

$$x_3 = 5,3 \pm 0,5 \text{ m}$$

Hanno tutte lo stesso errore assoluto $\epsilon_a = 0,5 \text{ m}$. Dove siamo stati più precisi ?

Errore relativo ed errore percentuale

Appare chiaro che un errore di 0,5 m su una misura di 5,3 m è più grave di un errore di 0,5 m su una di 23,5 metri. Per evidenziare questa differenza si introduce l'errore relativo.

L'errore relativo è il rapporto fra l'errore assoluto ϵ_a e il valore medio M della misura (n° adimensionale).

Esso indica il grado di precisione di una misura (più piccolo è tale valore, minore è l'errore).

In simboli:

$$\epsilon_r = \epsilon_a / M$$

Nei tre esempi:

$$\epsilon_r = 0,5/23,5 = 0,02 \quad \epsilon_r = 0,5/10,4 = 0,05 \quad \epsilon_r = 0,5/5,3 = 0,09$$

L'errore percentuale è dato dal prodotto dell'errore relativo per 100. In simboli: $\eta = 100 \epsilon_r \%$.

Modalità di scrittura di una misura

Per scrivere correttamente una misura affetta da errore occorre utilizzare le seguenti indicazioni:

La misura deve contenere lo stesso numero di cifre decimali dell'errore.

Esempi: $(5,852 \pm 0,001) \text{ m}$ è una scrittura corretta.

$(5,8527 \pm 0,001) \text{ m}$ non è una scrittura corretta. $(5,85 \pm 0,001) \text{ m}$ non è una scrittura corretta.

In generale, non essendo possibile conoscere l'errore con un elevato numero di cifre, è buona norma scriverlo con al massimo due cifre decimali.

Esempio: anziché scrivere $(5,852739 \pm 0,000001) \text{ m}$, è più corretto scrivere $(5,85 \pm 0,01) \text{ m}$.

Cifre significative di un misura

Le **cifre significative di una misura** sono le cifre note con certezza più una incerta.

La misura della lunghezza di un campo da gioco è:

Cifre certe $(136 \pm 2) \text{ m}$ Cifra incerta

Numero	Cifre significative
13	2
21,3	3
21,30	4
4720	4
0,3	1
0,03	1

- Tutte le cifre sono significative nel caso in cui il valore della prima e dell'ultima cifra del valore di una misura sono diverse da zero.
- Se invece il numero inizia con lo zero e la virgola, sono significative solo le cifre a partire dalla prima diversa da zero:
0,00631 kg ha 3 cifre significative infatti 0,00631 kg può essere espresso come 6,31 g o come $6,31 \times 10^{-3}$ kg.
- Gli zeri sono considerati cifre significative dopo la virgola o in mezzo al numero.

Arrotondamenti

Arrotondare un numero significa sostituirlo con un altro che abbia meno cifre significative in modo che se l'ultima cifra risulta maggiore di 5 si aggiunga un'unità all'ultima cifra significativa, se minore si sottragga. Se l'ultima cifra residua è 5 è necessario considerare la penultima cifra significativa: se questa è pari l'ultima cifra rimane 5, se la penultima è dispari il 5 viene aumentato a 6

Esempio :

il numero 7,3476 , che ha 5 cifre significative, diventa

- 7,348 arrotondato a 4 cifre significative
- 7,35 arrotondato a 3 cifre significative
- 7,3 arrotondato a 2 cifre significative

Quando si eseguono dei **calcoli**, per non alterare il grado di precisione, è necessario ricordare tre importanti regole:

- ✓ Per **la moltiplicazione e divisione di una misura per un numero** il risultato deve avere le stesse cifre significative della misura;
- ✓ per **l'addizione** e la **sottrazione di misure** il risultato deve contenere lo stesso numero di decimali della misura che ne contiene il minor numero;
- ✓ per la **moltiplicazione** e la **divisione di misure** il numero delle cifre significative nel risultato non deve essere maggiore di quello della misura meno precisa.

Cifre significative nelle operazioni

In generale vale la seguente regola:

Il numero di cifre significative del risultato di un'operazione tra misure è uguale al numero di cifre significative della misura che ha precisione minore.

MOLTIPLICAZIONE E DIVISIONE DI UNA MISURA PER UN NUMERO

Il risultato deve avere le stesse cifre significative della misura

$$20 \text{ m} : 5 = 4 \text{ m}$$

No!

Perché la misura (20 m) ha 2 cifre significative perciò il risultato deve avere 2 cifre significative quindi:

$$20 \text{ m} : 5 = 4,0 \text{ m}$$

$$5,87 \text{ s} \times 4 = 23,48 \text{ s}$$

No!

Perché la misura (5,87 s) ha 3 cifre significative perciò il risultato deve avere 3 cifre significative quindi:

$$5,87 \text{ s} \times 4 = 23,5 \text{ s}$$

MOLTIPLICAZIONE E DIVISIONE DI MISURE

Il risultato deve avere lo stesso numero di cifre significative della misura meno precisa

$$5,870 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 14,675 \text{ m}^2$$

No!

Perché la misura meno precisa (2,5 m) ha 2 cifre significative perciò il risultato deve avere 2 cifre significative quindi:

$$5,870 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$$

$$48,2 \text{ km} : 3,7524 \text{ h} = 12,8455125 \text{ km/h}$$

No!

Perché la misura (48,2 km) ha 3 cifre significative perciò il risultato deve avere 3 cifre significative quindi:

$$48,2 \text{ km} : 3,7524 \text{ h} = 12,8 \text{ km/h}$$

ADDIZIONE E SOTTRAZIONE DI MISURE

Il risultato deve avere lo stesso numero di cifre significative della misura meno precisa

$$\begin{array}{r}
 31,9 \text{ m} + \\
 23 \text{ m} + \\
 \hline
 4,7354 \text{ m} =
 \end{array}$$

Nel calcolo si sommano numeri con precisione diversa

Li approssimiamo in modo da allinearli con il numero che l'incertezza più grande

$$\begin{array}{r}
 \cancel{31,9} \quad 32 \text{ m} + \\
 \quad 23 \text{ m} + \\
 \hline
 4,7354 \quad 5 \text{ m} =
 \end{array}$$

In tal modo si scrive il risultato con il numero corretto di cifre significative

$$\begin{array}{r}
 32 \text{ m} + \\
 23 \text{ m} + \\
 \hline
 5 \text{ m} = \\
 \hline
 60 \text{ m}
 \end{array}$$

Notazione scientifica (esponenziale)

In Fisica si incontrano grandezze le cui misure sono espresse da numeri molto grandi o molto piccoli. E' molto scomodo e laborioso scrivere questi numeri ed effettuare calcoli con essi. Questi numeri possono essere rappresentati come prodotto di un numero ≥ 1 ma $<$ di 10 per una potenza del 10. Questo tipo di rappresentazione è detta **notazione scientifica**. L'**esponente** può essere positivo o negativo

Esempio :

$$73.400.000.000.000.000.000.000 \longrightarrow 7,34 \cdot 10^{22}$$

$$0,000\ 000\ 000\ 01 \longrightarrow 1 \cdot 10^{-11}$$

Nel caso in cui si eseguono calcoli utilizzando numeri espressi con notazione esponenziale è bene ricordare che:

✓ **addizione e sottrazione** si possono eseguire solamente fra numeri con le stesse potenze di 10: $7,4 \cdot 10^3 + 3,27 \cdot 10^3 = 10,67 \cdot 10^3$ o meglio $11 \cdot 10^3$

✓ per la **moltiplicazione** è necessario moltiplicare i coefficienti e sommare gli esponenti di 10:

$$6,02 \cdot 10^{23} \times 3,27 \cdot 10^{-2} = 19,68 \cdot 10^{21} \text{ o meglio } 1,97 \cdot 10^{22}$$

✓ nella **divisione** è necessario dividere i coefficienti e sottrarre gli esponenti di 10:

$$\frac{6.02 \cdot 10^{23}}{3.27 \cdot 10^{25}} = 1.84 \cdot 10^{-2}$$