

Il metodo scientifico

- *La Fisica studia i fenomeni naturali per:*
 - *fornire una descrizione accurata di tali fenomeni*
 - *interpretare le relazioni fra di essi*
- *Il metodo scientifico:*
 - *osservazione sperimentale di un fenomeno*
 - *riconoscimento degli elementi caratteristici del fenomeno*
 - *formulazione di ipotesi sulla natura del fenomeno*
 - *costruzione di una teoria*
 - *permette di interpretare il fenomeno in esame*
 - *permette di fare delle previsioni sul fenomeno*
 - *verifica sperimentale della teoria*
 - *conferma o smentisce le previsioni teoriche*

Grandezze fisiche

- *Definizione operativa di una grandezza fisica*
 - *specifica le operazioni da compiere per misurarla:*
 - *criteri di uguaglianza e somma (e differenza)*
 - *unità di misura*
- *Misura diretta*
 - *avviene per confronto della grandezza fisica in esame con un'altra scelta come campione*
- *Misura indiretta*
 - *viene derivata dalla misura di altre grandezze fisiche sfruttando le relazioni esistenti tra le varie grandezze fisiche (es. $v=s/t$)*

Sistemi di unità di misura

- *Le relazioni indipendenti esistenti fra le grandezze fisiche che intervengono in Fisica (o in un settore della Fisica) sono in numero inferiore rispetto alle grandezze fisiche stesse*
- *Esistono quindi delle grandezze fisiche (dette **grandezze fondamentali**) per cui è necessario fissare i campioni e le unità di misura in maniera arbitraria*
- *Le altre grandezze, le cui unità di misura sono dedotte da quelle delle grandezze fondamentali, si chiamano **grandezze derivate***
- *Un sistema di unità di misura è definito scegliendo le grandezze fondamentali e le loro unità di misura. Le unità di misura delle grandezze derivate si esprimono in termini di quelle delle grandezze fondamentali*

I sistemi MKS e CGS in meccanica

Le grandezze fondamentali sono lunghezza, massa e tempo

	<i>Lunghezza</i>	<i>Massa</i>	<i>Tempo</i>
<i>MKS</i>	<i>metro (m)</i>	<i>chilogrammo (kg)</i>	<i>secondo (s)</i>
<i>CGS</i>	<i>centimetro (cm)</i>	<i>grammo (g)</i>	<i>secondo (s)</i>

- *metro* = *lunghezza del tragitto compiuto dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo di 1/299 792 458 secondi*
- *chilogrammo* = *massa del prototipo internazionale*
- *secondo* = *tempo pari a 9 192 631 770 oscillazioni della radiazione emessa in una particolare transizione dell' atomo di cesio 133*

*Le unità di misura delle grandezze derivate si esprimono in termini di quelle delle grandezze fondamentali. Per esempio, la **velocità** nel sistema **MKS** si misura in **metri / secondo**, mentre nel sistema **CGS** si misura in **centimetri / secondo***

Il Sistema Internazionale (SI)

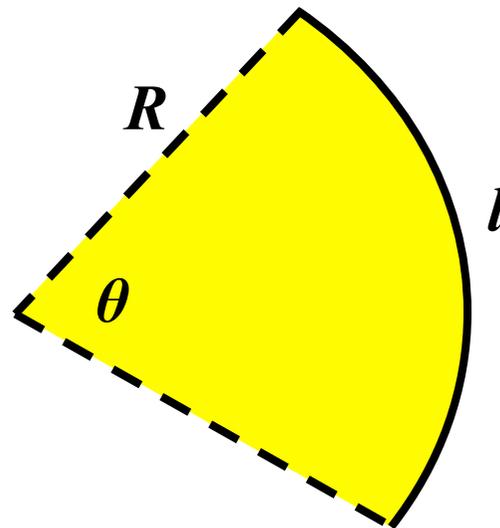
<i>Grandezza fondamentale</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Simbolo</i>
<i>Lunghezza</i>	<i>metro</i>	<i>m</i>
<i>Massa</i>	<i>chilogrammo</i>	<i>kg</i>
<i>Tempo</i>	<i>secondo</i>	<i>s</i>
<i>Corrente elettrica</i>	<i>Ampere</i>	<i>A</i>
<i>Temperatura</i>	<i>grado Kelvin</i>	<i>K</i>
<i>Intensità luminosa</i>	<i>candela</i>	<i>cd</i>
<i>quantità di sostanza</i>	<i>mole</i>	<i>mol</i>

Equazioni dimensionali

- *Ad ogni grandezza misurata si associa una **dimensione**, che è indipendente dall'unità di misura con la quale viene espressa*
- *Ciascuna grandezza fisica può essere espressa mediante un'equazione dimensionale*
 - *Esempi:*
 - *la velocità v ha equazione dimensionale $[v] = [L]/[T] = [L][T^{-1}]$*
 - *l'area A ha equazione dimensionale $[A] = [L][L] = [L^2]$*
 - *il volume V ha equazione dimensionale $[V] = [L][L][L] = [L^3]$*
 - *la forza F ha equazione dimensionale $[F] = [MLT^{-2}]$*
- *Grandezze omogenee hanno le stesse dimensioni*
- *Due quantità possono essere uguagliate solo se sono dimensionalmente compatibili*

Grandezze adimensionali

- *Sono definite come rapporto fra grandezze omogenee*
- *Il loro valore è indipendente dal sistema di unità di misura scelto*
- *Esempio: l'angolo piano espresso in radianti è definito come rapporto fra la lunghezza dell'arco ed il raggio*



$$\theta = l / R$$

Notazione scientifica

- ✓ *Nella notazione scientifica si indica il risultato di una misura tramite le potenze di 10*
- ✓ *Il numero viene scritto mettendo la virgola dopo la prima cifra diversa da zero e moltiplicandolo per una opportuna potenza di 10, positiva o negativa*

$$x = a \times 10^b$$

$a \equiv$ numero reale $1 \leq a < 10$

$b \equiv$ numero intero positivo o negativo

Esempi:

➤ $456,7 \text{ kg}$ ➡ $4,567 \cdot 10^2 \text{ kg}$

➤ $0,00345 \text{ kg}$ ➡ $3,45 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

Pi greco

notazione italiana	$\pi \approx 3,14$
notazione americana	$\pi \approx 3.14$

ventimila e cinquanta centesimi

notazione italiana	20.000,50
--------------------	-----------

notazione americana	20,000.50
---------------------	-----------

	20` 000.50
--	------------

	20000,50
--	----------

corretta SI	20 000,50
-------------	-----------

tollerata SI	20 000.50
--------------	-----------

trentaduemila

formato scientifico	$3.2 \cdot 10^4$
formato scientifico	$3,2 * 10^4$
formato scientifico	$3.2 \ 10^4$
formato scientifico	$3.2E4$

sette centesimi	
notazione italiana	0,07
formato scientifico	$7 \cdot 10^{-2}$
formato scientifico	7E-2
notazione percentuale	7%

Ordine di grandezza

- *Si definisce ordine di grandezza di un numero la potenza di 10 che meglio lo approssima*
- *Per determinare l'ordine di grandezza di un numero x si procede nel modo seguente:*
 - *si scrive il numero in notazione scientifica, nella forma $x=a \times 10^b$*
 - *se $|a| < 5$, l'ordine di grandezza del numero x è 10^b*
 - *se $|a| \geq 5$, l'ordine di grandezza del numero x è 10^{b+1}*
- *Esempi:*
 - *massa della Terra = $5,98 \times 10^{24} \text{kg}$ → o.d.g. = 10^{25}kg*
 - *massa del protone = $1,67 \times 10^{-27} \text{kg}$ → o.d.g. = 10^{-27}kg*

Multipli e sottomultipli

<i>PREFISSO</i>	<i>VALORE</i>	<i>SIMBOLO</i>	<i>PREFISSO</i>	<i>VALORE</i>	<i>SIMBOLO</i>
<i>DECA</i>	10	<i>da</i>	<i>DECI</i>	10^{-1}	<i>d</i>
<i>ETTO</i>	10^2	<i>h</i>	<i>CENTI</i>	10^{-2}	<i>c</i>
<i>KILO</i>	10^3	<i>k</i>	<i>MILLI</i>	10^{-3}	<i>m</i>
<i>MEGA</i>	10^6	<i>M</i>	<i>MICRO</i>	10^{-6}	μ
<i>GIGA</i>	10^9	<i>G</i>	<i>NANO</i>	10^{-9}	<i>n</i>
<i>TERA</i>	10^{12}	<i>T</i>	<i>PICO</i>	10^{-12}	<i>p</i>
<i>PETA</i>	10^{15}	<i>P</i>	<i>FEMTO</i>	10^{-15}	<i>f</i>

Le unita' di misura
sono importanti.

Se si sbagliano....

$$1\text{yd} = 0.9144\text{ m}$$

SABATO 2 OTTOBRE 1999

Incredibile gaffe della Nasa Metri invece delle yard Così la sonda «Orbiter» si disintegrò su Marte



DISTRUTTA La sonda americana «Mars Climate Orbiter»

WASHINGTON — È stato un disguido, un banale errore nelle unità di misura la causa della perdita del «Mars Climate Orbiter», il satellite per la raccolta di dati sul clima di Marte disintegratosi sul pianeta rosso il 23 settembre scorso. Una fonte della Nasa ha affermato che due squadre di tecnici di Pasadena (California) non avevano unificato i sistemi di misura: una usava quello metrico, l'altra quello inglese. In sostanza: un gruppo di tecnici immetteva nei computer dati in metri, l'altro in yard (pari a 91,5 cm): uno utilizzava i grammi, l'altro le onces (pari a circa 30 grammi). Questa isabele ha causato quel «relevante errore di navigazione» che ha portato l'Orbiter troppo vicino alla superficie di Marte, dove si è disintegrato. L'errore è stato commesso mentre la sonda, lanciata nel dicembre 1998, compiva le ultime manovre prima di entrare in orbita intorno al pianeta: è arrivata «troppo bassa», circa 60 chilometri contro i 180 previsti, ed è stata distrutta dal calore.

Un esame del sangue

UREA	35	mg/dL	}	milligrammi/ decilitro
GLUCOSIO	82	mg/dL		
CREATININA	0,7	mg/dL		
ASPARTATO AMINOTRANSFERASI (AST,GOT)	15	U/L	}	unità/litro
ALANINA AMINOTRANSFERASI (ALT,GPT)	19	U/L		
GAMMA-GLUTAMIL-TRANSPEPTIDASI	12	U/L		
ESAME EMOCROMOCITOMETRICO				
Leucociti nel sangue	5,1	$\times 10^9/L$	→	unità/litro $\cdot 10^9$
Eritrociti nel sangue	3,86	$\times 10^{12}/L$	→	unità/litro $\cdot 10^{12}$
Emoglobina	12,2	g/dL	→	grammi/decilitro
Ematocrito	35,0	%		
Volume globulare medio	90,6	fL	→	femtolitri
Contenuto medio emoglobina	31,5	pg	→	picogrammi
Concentrazione media emoglobina	34,8	g/dL	→	grammi/decilitro

Esercizio:

Il volume minimo asportabile da un tumore al cervello e' di circa 0.175 cm^3 .

Supponendo di iniettare una certa quantita' di sostanza radioattiva che si deposita nel tumore dando luogo ad una attivita' specifica di 1 kBq/ml , quale attivita' vi aspettate nel volume minimo asportabile?


$$1\text{ l} = 1\text{ dm}^3 = 10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm} = 1000\text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} 1\text{ ml} &= 1/1000\text{ l} = 10^{-3}\text{ l} = 10^{-3} 1000\text{ cm}^3 = \\ &= 10^{-3} 10^3\text{ cm}^3 = 1\text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$1\text{ ml} : 1\text{ cm}^3 = x : 0.175\text{ cm}^3$$

$$x = (1\text{ ml}/1\text{ cm}^3) 0.175\text{ cm}^3 = 0.175\text{ ml}$$

$$A = A_s V = (1\text{ kBq/ml}) (0.175\text{ ml}) = 0.175\text{ kBq}$$

Esempi di grandezze fisiche caratteristiche

■ <i>raggio dell'universo</i>	10^{26} m
■ <i>raggio della galassia</i>	10^{21} m
■ <i>raggio del Sole</i>	$7 \times 10^8 \text{ m}$
■ <i>raggio della Terra</i>	$6,4 \times 10^6 \text{ m}$
■ <i>lunghezza d'onda della luce visibile</i>	$0,5 \times 10^{-6} \text{ m} = 0,5 \mu\text{m}$
■ <i>raggio di un atomo</i>	$10^{-10} \text{ m} = 100 \text{ pm} = 1 \text{ \AA}$
■ <i>raggio di un nucleo</i>	$10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ fm}$
■ <i>raggio dell'elettrone</i>	$< 10^{-16} \text{ m}$ (puntiforme?)
■ <i>età dell'universo</i>	$4 \times 10^{17} \text{ s} = 13 \times 10^9 \text{ anni}$
■ <i>un anno</i>	$3,1 \times 10^7 \text{ s}$
■ <i>periodo di oscillazione della nota "LA"</i>	$2,3 \times 10^{-3} \text{ s} = 2,3 \text{ ms}$
■ <i>tempo di transizione tra livelli atomici</i>	$10^{-8} \text{ s} = 10 \text{ ns}$
■ <i>tempo di commutazione di un transistor</i>	$10^{-9} \text{ s} = 1 \text{ ns}$
■ <i>periodo di oscillazione della luce visibile</i>	$10^{-14} \text{ s} = 10 \text{ fs}$
■ <i>massa dell'universo</i>	10^{53} kg
■ <i>massa della galassia</i>	$8 \times 10^{41} \text{ kg}$
■ <i>massa del Sole</i>	$2 \times 10^{30} \text{ kg}$
■ <i>massa della Terra</i>	$6 \times 10^{24} \text{ kg}$
■ <i>massa del protone</i>	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
■ <i>massa dell'elettrone</i>	$9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Cifre significative

Esempio: risultati di misure forniti con diversi numeri di cifre significative:

- *1 cifra significativa: 5 m*
- *1 cifra significativa: 0,006 km*
 - *Gli zeri che precedono la prima cifra non nulla **non sono** cifre significative!*
- *2 cifre significative: 3,0 m*
 - *Gli zeri che seguono l'ultima cifra non nulla **sono** cifre significative!*
- *2 cifre significative: 0,40 m*
 - *In questo caso lo zero prima della virgola non è una cifra significativa, mentre il secondo zero è una cifra significativa*

Cifre significative in somme e differenze

	$70,6$	$m +$		$24,02$	$m +$
	$6,43$	$m =$		$122,157$	$m =$
	<hr/>			<hr/>	
	$77,03$	m		$146,177$	m
Risultati corretti	$77,0$	m		$146,18$	m

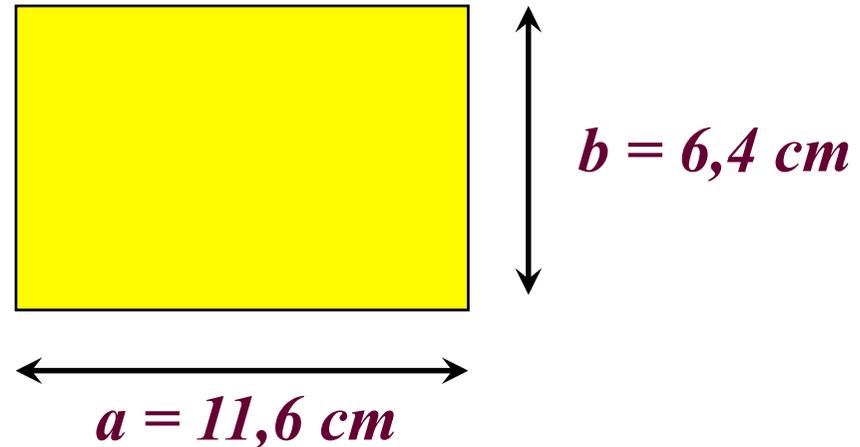
Il risultato di una addizione (o di una sottrazione) va espresso con un numero di cifre dopo la virgola pari a quelle dell'addendo con meno cifre dopo la virgola

Gli arrotondamenti vanno fatti per difetto se la cifra che segue l'ultima cifra significativa è <5 , per eccesso se tale cifra è >5 . Se la cifra dopo l'ultima cifra significativa è un 5, e non è seguita da altre cifre, l'arrotondamento va fatto per difetto; se invece essa è seguita da altre cifre, si arrotonda per eccesso

Cifre significative in prodotti e rapporti

Esempio: misura delle dimensioni di un rettangolo con un metro

*Accuratezza della
misura: $\pm 0,1 \text{ cm}$*



- *I valori misurati a e b hanno rispettivamente 3 e 2 cifre significative*
- *Calcoliamo l'area $A = a \times b = 74,24 \text{ cm}^2$*
- *Il risultato corretto è $A = 74 \text{ cm}^2$ (2 cifre significative, come b)*

Il risultato di un prodotto va espresso con un numero di cifre significative pari a quello del fattore che ha meno cifre significative

Esercizio

La velocità della luce nel vuoto è
 $c = 300000 \text{ km/s}$

- esprimere c in m/s
- esprimere c in km/h

Esercizio

La velocità della luce nel vuoto è
 $c = 300000 \text{ km/s}$

-esprimere c in m/s :

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

$$\begin{aligned} c &= 300000 \text{ km/s} = 3 \times 10^5 \text{ km/s} = 3 \times (10^5 \times 10^3) \text{ m/s} = \\ &= 3 \times 10^8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

-esprimere c in km/h :

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 60 \times 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$$

A quante ore corrisponde 1 s ?

$$X : 1 \text{ s} = 1 \text{ h} : 3600 \text{ s} \rightarrow X = 1/3600 \text{ h}$$

$$\begin{aligned} c &= 300000 \text{ km/s} = 300000 \text{ km} / (1/3600) \text{ h} = \\ &= 300000 \times 3600 \text{ km/h} = (3 \times 10^5) \times (3.6 \times 10^3) = \\ &= 3 \times 3.6 \times 10^{5+3} = 10.8 \times 10^8 = 1.08 \times 10^9 \text{ km/h} \end{aligned}$$

~ un miliardo di km/h !!!