

## Breve introduzione alla fisica con cenni sul calcolo degli errori

Tanto per cominciare di cosa si occupa la fisica?

La fisica si occupa di tutto ciò che è misurabile, infatti da Galileo la fisica cambia completamente il modo di ragionare: si passa da una descrizione qualitativa del fenomeno ad una quantitativa. Oggi ci potrebbe sembrare un piccolo cambiamento, ma è stato indispensabile per il progresso della nostra conoscenza e per l'epoca era un grosso salto in avanti.

Ma veniamo a noi! Se la fisica si occupa di tutto ciò che è misurabile allora è necessario stabilire delle GRANDEZZE DI MISURA FONDAMENTALI.

Esse sono:

- La lunghezza
- La massa
- Il tempo
- La temperatura
- L'intensità di corrente elettrica
- L'intensità luminosa
- Quantità di sostanza

Queste 7 grandezze sono state definite fondamentali perché è utile ai fini sperimentali e perché tutte le altre grandezze si possono facilmente derivare da queste 7. Per esempio il volume non è una grandezza fondamentale, ma si può facilmente ricavare dalla lunghezza.

Tutte le grandezze ricavate dalle fondamentali si dicono grandezze derivate.

Per queste grandezze gli scienziati sono arrivati ad un accordo per far sì che tutti comunicassero nello stesso modo, ovvero si è stabilito anche un SISTEMA INTERNAZIONALE di unità di misura, grazie al quale, ad esempio, la lunghezza si esprime in metri e non in miglia, ciò fa sì che su una relazione scientifica tutte le misure di lunghezza siano riportati in metri, rendendo immediatamente comprensibile il contenuto della relazione a qualsiasi scienziato del mondo.

Ecco le diverse unità di misura utilizzate nel Sistema Internazionale

Massa	Kg (Chilogrammo)
Lunghezza	m (Metro)
Tempo	s (Secondo)
Temperatura	°K (Grado Kelvin)
Intensità di corrente	A (Ampere)
Intensità luminosa	Cd (Candela)
Quantità di sostanza	mole

Finora abbiamo accennato a grandezze di misura e a misurazioni, ma che cos'è una misura?

Esistono misurazioni di due tipi:

- Misura diretta: è un confronto tra un campione di misura e l'oggetto che si vuole misurare. Ad esempio per misurare la lunghezza di una stanza si confronta quante volte il campione di misura (metro) è contenuto nella lunghezza della stanza. NOTA: anche la temperatura che ci fornisce un termometro a mercurio è una misura diretta, nonostante lo strumento misura la variazione di volume del mercurio (dovuta al variare della temperatura), e non direttamente la temperatura.
- Misura indiretta: è una misura ricavata tramite delle relazioni matematiche (formule) da altre misure dirette o indirette

In fisica è anche utile scrivere i risultati che si ottengono secondo la notazione scientifica.

La notazione scientifica prevede di scrivere una misura con una cifra diversa da 0 prima della virgola, e un numero variabile di cifre dopo la virgola in base alla precisione con cui è stata effettuata la misura, il tutto moltiplicato per una potenza di 10.

Esempi La distanza tra V4641, il più vicino buco nero (secondo le attuali conoscenze) e noi è 15136000000000000000 m. Secondo la notazione scientifica questa misura si esprime come  $1,5136 \times 10^{19}$  m.

La massa dell'elettrone è 0,000000000000000000000000000000911 Kg, in notazione scientifica  $9,11 \times 10^{-31}$  Kg.

Esempio di passaggio alla notazione scientifica. Come risultato di un esperimento si ottiene che alcune particelle viaggiano ad una velocità di 234°867°600 m/s. Per esprimere il risultato nella notazione scientifica sarà necessario far sì che si abbia una sola cifra prima della virgola, che si ottiene dividendo per 100°000°000, per non modificare la cifra inoltre occorre anche moltiplicare per 100°000°000 che non è altro che  $10^8$ . La velocità espressa in notazione scientifica è infatti  $2,348676 \cdot 10^8$  m/s

$$234867600 \text{ m/s} = \frac{234867600 \text{ m}}{100000000} = 2,348676 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

I vantaggi della notazione scientifica sono principalmente 2: compattezza della misura e facilità di capire quante sono le cifre significative, ovvero capire con quale precisione sia stata effettuata la misura. Infatti se si trova scritta la seguente misura  $m = 2,340 \times 10^3$  Kg, si saprà anche che la bilancia che è stata utilizzata poteva apprezzare fino a 1 chilogrammo. Si noti che gli zeri scritti a destra della misura nella notazione scientifica sono importanti, proprio perché sono un indice della precisione della misura.

Un'altro strumento numerico importante per avere un'idea della grandezza che si sta misurando è l'ordine di grandezza. L'ordine di grandezza è quella potenza da dare al 10 perché più si avvicini alla misura in questione.

Esempio: l'ordine di grandezza di  $t = 2,4 \times 10^4$  s è 4 perché  $10^4 < t < 10^5$ .

L'ordine di grandezza di  $l = 6,3 \times 10^{-5}$  m è -4, perché  $10^{-5} < l < 10^{-4}$ .

L'ordine di grandezza di  $m_e$  (massa elettrone) =  $9,11 \times 10^{-31}$  Kg è -30.

Un sistema per trovare l'ordine di grandezza è quello di approssimare la prima parte della cifra in notazione scientifica come una potenza del 10, (in particolare potrà essere soltanto  $10^0$  o  $10^1$ ), poi basta applicare le proprietà delle potenze. Si prenda  $v = 4,5 \times 10^5$  m/s  $\cong 10^0 \times 10^5$  m/s =  $10^5$  m/s, l'ordine di grandezza è 5.

Si consideri  $v = 7,8 \times 10^{-4}$  m/s  $\cong 10^1 \times 10^{-4}$  m/s =  $10^{-3}$  m/s, l'ordine di grandezza è -3.

Altra cosa fondamentale da considerare in fisica è che una misura non è mai perfetta, indipendentemente dalla qualità e/o dal tipo di strumento utilizzato per misurarla. Per questo in fisica insieme ad una misura si fornisce anche il cosiddetto errore assoluto, relativo o percentuale. Vediamo nel dettaglio che cosa questi tre errori rappresentano:

Errore assoluto: rappresenta l'indeterminazione con cui è stata effettuata la misura; da solo non da indicazioni riguardo la qualità della misura. Ha l'unità di misura che deve essere uguale o un multiplo/sottomultiplo dell'unità di misura della grandezza in questione.

Errore relativo: è un indice della qualità della misura  $x$ , è, infatti, il rapporto tra l'errore assoluto e la misura a cui è associato.  $Errore_{relativo} = \frac{Errore_{assoluto}}{x}$ . Non ha unità di misura. È molto utile perché se si misura lo spessore di uno spillo con un'indeterminazione di un millimetro si avrà un errore relativo molto grande, mentre se con la stessa indeterminazione si misura la lunghezza di un'autostrada l'errore relativo è molto piccolo.

Errore percentuale: è la stessa cosa di quello relativo, solo che moltiplicato per 100. Rispetto all'errore relativo risulta di più facile lettura.

Ma cosa succede se misuriamo una grandezza derivata?

Si possono verificare 2 situazioni:

- La grandezza derivata è la somma (o sottrazione) di 2 grandezze misurate. In questo caso si possono direttamente sommare gli errori assoluti associati alle due grandezze. **NOTA: ANCHE NEL CASO DELLA DIFFERENZA TRA LE DUE GRANDEZZE GLI ERRORI SI SOMMANO.**
- La grandezza derivata è il prodotto (o il rapporto) tra due grandezze misurate. In questo caso si sommano gli errori relativi (o percentuali).

Nel caso la grandezza derivata sia data da somme algebriche e prodotti tra più misure si sommano tutti gli errori relativi, presi per quante volte la grandezza compare nella formula.

Esempio 1 l'area di un trapezio è data da  $Area = \frac{(BASEMAG. + base\ min) \times altezza}{2}$  L'errore

sull'area è dato da  $Errore_{relativo\ AREA} = Er.rel\ BASEMAG + Er.rel\ base\ min + Er.rel\ altezza$

Esempio 2 la forza di attrazione gravitazionale tra due masse qualsiasi è data da

$F = G \frac{massa_1 \times massa_2}{r^2}$ , dove G è una costante uguale per tutto l'universo, il suo valore è fissato e

vale  $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ , r è la distanza tra le due masse. L'errore sulla forza di attrazione è pari a

$Er.rel.F = Er.rel.mass_1 + Er.rel.mass_2 + 2Er.rel.r$