

## **U.D. N° 1 Introduzione alla fisica**

- 1) Oggetto della fisica e metodo sperimentale.....**
- 2) Suddivisione della fisica.....**
- 3) Grandezze fisiche e loro misura.....**
- 4) Dimensioni di una grandezza fisica.....**
- 5) Misura di una grandezza fisica**

## Oggetto della fisica e metodo sperimentale

Tradizionalmente la **fisica** si occupa dei fenomeni che non comportano **cambiamenti** nella natura dei corpi , quasi in contrapposizione alla chimica che di questi cambiamenti ne studia le regole e le modalità . Oggi si preferisce affermare che la **fisica** studia le leggi del mondo inanimato , insieme alle forze che in gioco ed agli scambi di energia . dai fatti sperimentali , naturali o provocati in laboratorio , si passa ad una teoria , utilizzando il linguaggio universale della matematica , che inquadra tali fatti sperimentali secondo uno schema logico .

I fenomeni nei quali la materia interessata non subisce trasformazioni si chiamano FENOMENI FISICI , in contrapposizione a quelli, detti FENOMENI CHIMICI , nei quali si verifica la trasformazione di una sostanza di una certa specie in un'altra di specie diversa .

Nello studio dei fenomeni fisici ci chiediamo COME e PERCHE' essi avvengono .

Da Galileo abbiamo imparato che è importante chiedersi prima il COME e poi il PERCHE' .

Invertire quest'ordine è stato il limite mentale della filosofia greca e delle teologie : l'inversione significa costruirsi un modello mentale del mondo , uno schema aprioristico delle cose che ci condiziona nella ricerca delle relazioni che intervengono nei fenomeni della natura e spesso ci conduce ad erronee conclusioni .

Dire con precisione di che cosa si occupa la fisica è impossibile , soprattutto in questa fase iniziale . Qualcuno ha detto che la " fisica si occupa di tutto " , altri hanno detto che la fisica ha come scopo la conoscenza del nostro Universo , dei suoi costituenti e del loro comportamento .

Comunque vogliamo intendere la fisica un fatto è certo : dobbiamo partire dalla constatazione che gli enti fondamentali della fisica sono le GRANDEZZE FISICHE tra le quali è possibile trovare delle relazioni quantitative espresse da leggi fisiche .

Inoltre ciò che caratterizza la fisica è l'impiego in essa del metodo sperimentale la cui ideazione costituisce una delle glorie di Galileo . Esso si basa su tre premesse :

- 1) PREMESSA FILOSOFICA .: i fenomeni naturali si ripetono in modo perfettamente regolare se vengono mantenute le stesse condizioni iniziali
- 2) PREMESSA TECNICA : è possibile ripetere a nostra volontà i fenomeni naturali nelle condizioni più idonee alla osservazione
- 3) PREMESSA MATEMATICA : se una legge fisica è vera le conseguenze che si ricavano matematicamente da essa si debbono verificare nei fatti .

Se una di tali conseguenze non si ritrova verificata anche la legge deve ritenersi non vera .

Per una descrizione oggettiva dei fenomeni fisici il metodo galileiano segue 4 fasi :

- 1) osservazione qualitativa del fenomeno naturale ( FASE SPERIMENTALE )
- 2) schematizzazione del fenomeno , isolandone gli aspetti fondamentali da quelli accessori ( FASE MENTALE )
- 3) prova e riprova del fenomeno esaminato , anche in modo artificiale ( FASE SPERIMENTALE )
- 4) formulazione quantitativa della legge che governa il fenomeno ( FASE MENTALE )

### **Suddivisione della fisica**

La fisica può essere suddivisa in : 1) FISICA CLASSICA 2) MECCANICA QUANTISTICA NON RELATIVISTICA 3) MECCANICA QUANTISTICA RELATIVISTICA 4) FISICA DELLA RELATIVITA' RISTRETTA 5) FISICA DELLA RELATIVITA' GENERALE

Ognuna di esse ha un proprio campo di validità . La fisica classica è valida se applicata a corpi relativamente grandi ( corpi macroscopici ) dotati di velocità non elevate , cioè molto al di sotto della velocità della luce .Essa può essere a sua volta suddivisa in MECCANICA , ACUSTICA , TERMOLOGIA , OTTICA , ELETTROLOGIA .

Tutta la fisica classica può essere suddivisa in MECCANICA CLASSICA ( introdotta da Newton verso il 1670 ) della quale l'acustica e la termologia sono dei capitoli ed in ELETTROMAGNETISMO ( elaborazione teorica di Maxwell verso il 1870 ) di cui l'ottica può essere considerata un capitolo .

La FISICA CLASSICA fornisce risultati in netto disaccordo con l'esperienza quando le velocità dei corpi in esame sono confrontabili con la velocità della luce .

In questo caso si fa ricorso alla teoria della relatività ristretta ( Einstein 1905 ) .

Ma anche questa teoria non può essere applicata quando si ha a che fare con oggetti di massa molto grande o quando si tenta di interpretare certi fenomeni alle enormi distanze delle galassie ( Einstein 1915-16 ) .

Quando sono coinvolte dimensioni atomiche o nucleari , al posto della meccanica classica si usa la meccanica quantistica non relativistica ( 1925-26 : Heisemberg , Schrodinger , Born ed altri ) e , quando si incontrano sia piccole distanze sia alte velocità , la meccanica quantistica relativistica ( Dirac 1927 ) .

## GRANDEZZE FISICHE E LORO MISURA

Abbiamo visto che lo scopo della fisica è la descrizione del mondo e dei suoi fenomeni fisici mediante leggi fisiche espresse , di solito , da formule matematiche nelle quali sono presenti quelle che noi chiamiamo grandezze fisiche .

*Ma cosa sono le grandezze fisiche , cioè cosa sono gli enti che intervengono nella descrizione dei fenomeni fisici ?*

La definizione di grandezza fisica , nel senso corrente della parola , non ha alcun significato scientifico . Il punto di vista attualmente accettato dai fisici è che una grandezza fisica è DEFINITA solo quando sono stati stabiliti i procedimenti necessari per misurarla . In questo consiste la definizione operativa di una grandezza fisica .

Quindi in fisica , per GRANDEZZA FISICA  $G$  intendiamo un qualsiasi ente fisico utile per la descrizione dei fenomeni fisici suscettibile di MISURAZIONE .

Una grandezza fisica è MISURABILE se per essa :

- 1) vale il criterio del confronto , cioè se date due grandezze della stessa specie si può dire che una di esse è maggiore , minore o uguale dell'altra , ed il verificarsi di uno di questi tre casi esclude il verificarsi degli altri due .
- 2) si può definire la SOMMA di due grandezze omogenee
- 3) si può definire l ' unità di misura .

MISURARE una grandezza fisica  $G$  rispetto ad un'altra della stessa specie e conosciuta  $\{G\}$  significa trovare un numero  $\alpha$  per il quale risulta :  $G = \alpha \cdot \{G\}$  dove  $G$  rappresenta la grandezza fisica considerata ,  $\{G\}$  rappresenta l'unità di misura della grandezza  $G$  ,  $\alpha$  rappresenta la misura ( che è un numero puro ) della grandezza  $G$  rispetto all ' unità di misura  $\{G\}$  .

E' attraverso la misurazione che ogni ente fisico assume la natura di grandezza fisica . In altre parole , ogni grandezza fisica è definita in maniera operativa attraverso la precisazione delle modalità di una sua misurazione .

Nella misurazione di una grandezza fisica si distinguono tre metodi : 1) MISURAZIONE DIRETTA 2) MISURAZIONE INDIRETTA 3) MISURAZIONE con APPARECCHI TARATI .

Si ha la MISURAZIONE DIRETTA quando la grandezza da misurare si confronta con un'altra grandezza della stessa specie scelta come unità di misura .

Il metodo di misurazione diretta si chiama anche relativo perché l'unità di misura si può scegliere in maniera arbitraria e quindi il valore numerico della misurazione effettuata ,cioè la misura, dipende dall ' unità prescelta e varia al variare di essa .

Supponiamo che la grandezza  $G$  dipenda , mediante una legge matematica ben definita , da altre grandezze  $G_1 , G_2 , ..$  che possono essere misurate direttamente.

In questo caso la misura di  $G$  si può ottenere dalle misure dirette di  $G_1 , G_2 , ..$  e diciamo che è stata effettuata una misura indiretta di  $G$  .

La MISURAZIONE CON APPARECCHI TARATI di una grandezza  $G$  consiste nella lettura della posizione assunta da opportuni indici su scale graduate .

Tutte le grandezze fisiche vengono suddivise in *GRANDEZZE FONDAMENTALI* e *GRANDEZZE DERIVATE* . Una grandezza si considera fondamentale se essa non viene definita mediante altre grandezze fisiche . Una grandezza si considera derivata se viene definita mediante altre grandezze fisiche alle quali è legata da una relazione ( legge fisica espressa in forma matematica ) .

Sul piano puramente teorico tutte le grandezze fisiche potrebbero essere considerate fondamentali . Nella pratica , però , soltanto alcune di esse sono assunte come fondamentali e tutte le altre sono derivate .

Quante grandezze bisogna assumere come fondamentali ? Il numero di grandezze da riguardarsi come fondamentali è il minimo numero necessario per fornire una descrizione completa e non ambigua di tutte le altre grandezze fisiche .

Le grandezze fisiche necessarie per la descrizione di tutti i fenomeni fisici sono più di un centinaio . Nel sistema internazionale di unità di misure S.I. o sistema MKSA°Kcd mol le grandezze fondamentali sono sette , tutte le altre sono derivate in quanto esprimibili mediante relazioni matematiche in funzione delle 7 grandezze fondamentali :

Nel sistema S.I. fungono da grandezze fondamentali :

1) la **lunghezza** (  $\ell$  ) 2) la **massa** (  $m$  ) 3) il **tempo** (  $t$  ) 4) l' **intensità di corrente** (  $i$  )  
5) la **temperatura** (  $\theta$  o  $T$  o  $\Theta$  ) 6) l' **intensità luminosa** (  $I$  ) 7) la **quantità di materia** alle quali corrispondono altrettante UNITA' FONDAMENTALI , precisamente :

1) il **METRO** (  $m$  ) 2) il **CHILOGRAMMO MASSA** (  $kg$  o  $kg_m$  ) 3) il **SECONDO** (  $s$  o  $sec$  )  
4) l' **ampere** (  $A$  ) 5) il **grado kelvin** (  $^{\circ}K$  ) 6) la **CANDELA** (  $cd$  ) 7) la **MOLE** (  $mol$  ) .

Tutte le altre grandezze sono derivate e ad esse corrispondono altrettante unità derivate .

Dalla meccanica sappiamo che la velocità scalare  $v$  di un punto materiale è espressa dalla seguente relazione  $v = \frac{s}{t}$  , cioè  $v$  è una grandezza derivata .

La sua unità di misura è derivata e si ricava in base alle seguenti considerazioni :  $v = \frac{\{s\}}{\{t\}} = \frac{m}{s}$

Se per caso abbiamo  $v = 7 \text{ m/s}$   $v$  è la grandezza fisica,  $\text{m/s}$  è la sua unità di misura (coerente),  $7$  è la misura di  $v$  rispetto all'unità che è il  $\text{m/s}$ .

Se avessi  $v = 15 \text{ km/h}$ , dovrei dire che il  $\text{km/h}$  non è unità di misura coerente della velocità nel S.I. in quanto la velocità non è espressa mediante le unità del sistema S.I. delle grandezze fondamentali che la definiscono.

### Osservazione N°1

**Legge fisica** è una relazione tra grandezze fisiche che si esprime mediante una equazione tra le grandezze stesse. Ad esempio l'equazione  $s = \frac{1}{2}at^2$  rappresenta la **legge fisica** che ci dice come varia la posizione di un punto su di una traiettoria prestabilita al variare del tempo.

Le **leggi della fisica**, che esprimono relazioni tra grandezze fisiche, mantengono inalterato il loro significato qualunque sia il sistema di unità di misura in cui esse vengono espresse.

## DIMENSIONI DI UNA GRANDEZZA FISICA

In generale una grandezza fisica  $G$  è legata dalla legge fisica che la definisce alle grandezze fondamentali  $\ell$ ,  $m$ ,  $t$ ,  $\Theta$ ,  $i$ ,  $I$ , cioè ogni grandezza derivata è esprimibile mediante un **MONOMIO ALLE GRANDEZZE FONDAMENTALI**, cioè:

$$G = \ell^\alpha \cdot m^\beta \cdot t^\gamma \cdot i^\delta \cdot \Theta^\sigma \cdot I^\nu$$

Chiamiamo **DIMENSIONI** di  $G$  nel **S.I.** i numeri  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \sigma, \nu$ . Scriviamo:

$$[G] = [L^\alpha \cdot M^\beta \cdot T^\gamma \cdot I^\delta \cdot \Theta^\sigma \cdot J^\nu] = \text{equazione dimensionale}$$

Quali sono le dimensioni della velocità  $v$ ?

$$[v] = \frac{[s]}{[t]} = \frac{[L]}{[T]} = [L \cdot T^{-1}]$$

Le dimensioni di una velocità sono  $1$  rispetto alla lunghezza,  $-1$  rispetto al tempo,  $0$  rispetto alla massa.

Si dice pure che le dimensioni di una velocità sono una lunghezza per un tempo alla meno uno.

## Misure dirette e misure indirette

Si conoscono i seguenti metodi di misura :

- 1) **Misura diretta** : consiste nel confronto diretto fra la grandezza da misurare ed una grandezza della stessa specie presa come campione .
- 2) **Misura indiretta** ( o **assoluta** ) : la grandezza  $y$  da misurare è funzione nota di altre grandezze fisiche non della stessa specie di  $y$  ma direttamente misurabili
- 3) **misura mediante apparecchi tarati** : si tratta di una misura che si effettua utilizzando uno strumento apposito , tarato direttamente in unità della grandezza da misurare . Di solito il valore della grandezza incognita è determinato da un indice mobile su una scala dell'apparecchio tarato .  
la posizione dell'indice sulla scala individua il valore della grandezza da misurare , in quanto in una fase precedente si è stabilita la corrispondenza tra valori noti di una grandezza e deviazioni dell'indice , cioè lo strumento è stato precedentemente **tarato** .

## Teoria degli errori

Nella fisica sperimentale non esistono **misurazioni esatte** in quante sono tutte affette da errori che è impossibile eliminare . Gli errori , a seconda della loro natura , possono essere classificati in :

- 1) **Errori grossolani** : sono dovuti alla scarsa abilità dell'operatore o ad inefficienza delle apparecchiature usate
- 2) **Errori sistematici** : sono quelli che si ripetono sempre con lo stesso valore e lo stesso segno anche quando si ripete la misurazione della grandezza fisica  $y$  . Essi sono dovuti ad un errore nella forma della funzione che collega le letture  $x_1, x_2, \dots, x_n$  con la grandezza  $y$  da misurare . Essi dipendono da imperfezioni negli strumenti ; non si possono mai eliminare completamente ma debbono essere ridotti al minimo .
- 3) **Errori accidentali o casuali o statistici** : Sono dovuti a cause non completamente definibili e che si possono ripercuotere sul valore sia in senso positivo , sia in senso negativo

In generale l'**errore casuale o accidentale o statistico** è prodotto da una molteplicità di cause non bene individuabili che possono agire sia per difetto che per eccesso . Gli errori accidentali sono

dovuti al fatto che nella ripetizione della misura interviene un elemento casuale che può dipendere sia dallo strumento sia da chi effettua la misura .

### **Da ricordare**

- 01) Fenomeno fisico      02) Fenomeno chimico      03) Metodo sperimentale**
- 04) Grandezza fisica      05) Grandezza fisica fondamentale**
- 06) Grandezza fisica derivata      07) Sistema Internazionale di unità di misure**
- 08) Unità di misura coerente      09) Grandezza scalare      10) Grandezza vettoriale**
- 11) Dimensione di una grandezza fisica      12) Grandezze direttamente proporzionali**
- 13) Grandezze inversamente proporzionali**