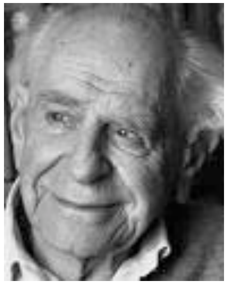
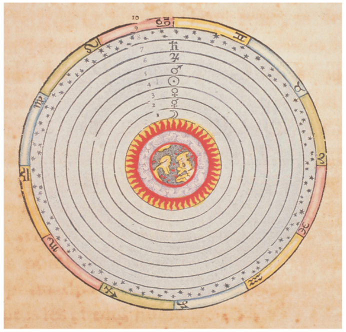
Riepilogo: cos’è il Metodo Scientifico

La metodologia ufficialmente adottata dalla scienza si basa sull’**osservazione** dei fenomeni del mondo che ci circonda. La fisica, in particolare, si basa sull’osservazione dei fenomeni fisici, osservazione che comprende anche la progettazione e l’esecuzione di **esperimenti**.

Per spiegare e mettere in ordine le loro osservazioni, i fisici elaborano (inventano) dei **modelli** (relativamente semplici) o formulano delle **teorie** (più ampie e dettagliate). Queste ultime sono generalmente espresse in un formalismo matematico, cioè sotto forma di **equazioni** che mettono in relazione tra loro le **grandezze fisiche** coinvolte, permettendo altresì di effettuare delle previsioni sul comportamento del sistema fisico osservato.



A questo punto le **previsioni** di un modello o di una teoria possono essere **controllate** per mezzo di ulteriori esperimenti. Se gli esperimenti sono in accordo con la teoria possiamo dire che quest’ultima è **corroborata** (ma non confermata), altrimenti la teoria è **falsificata** (Popper).



(a)

(b)

Una **nuova teoria** può sostituirne una precedente se le sue previsioni sono in migliore accordo con gli esperimenti, o anche se spiega un insieme più grande di fenomeni rispetto alla vecchia teoria [es. Tolomeo (a) vs Copernico (b)]

Definizione operativa di 'Grandezza Fisica':

"Ente suscettibile di misura introdotto per la descrizione di un fenomento fisico"

- Grandezze la cui misura è diretta ("**grandezze fondamentali**"):

  - definizione di un "campione" di riferimento e di una unità di misura

  - definizione di un procedimento (ripetibile) di misura, ossia di un confronto tra l'oggetto in esame e un oggetto omogeneo assunto come unità di misura

Esempi:

grandezza fisica	unità di misura
lunghezza	metro, pollice ("inch"),...
tempo	secondo
massa	chilogrammo, oncia,...
temperatura	grado (Celsius,Farenheit,…)

- Grandezze la cui misura è indiretta ("**grandezze derivate**"):

Sono espresse in funzione delle "grandezze fondamentali"

Esempi: velocità (metri al secondo), accelerazione (metri al secondo^2), forza, energia, pressione, etc...

Evoluzione nel tempo della definizione delle unità di misura e dei campioni di riferimento

Esempio: la grandezza fondamentale "lunghezza"

1 metro:

-$1/10^7$ distanza tra polo nord ed equatore calcolata sul meridiano di Parigi; (1791)

-"metro campione" : dist. tra 2 righe incise su una barra di platino-iridio conservata a Sevrès (Parigi) ; (1889)

- 1.650.763,73 $\lambda^{2p_{10} \to 5d_5}_{Kripton\,86,\ nel\ \ vuoto}$ (1960)

- 1/ 299 792 458 dello spazio percorso dalla luce nel vuoto in 1 secondo (1971)

Sistema Internazionale (S.I.) di Unità di Misura

(adottato dalla XIV Conferenza Generale di Pesi e Misure, Parigi, 1971)

Grandezza fondam.	Unità	Simbolo	Definizione
• Lunghezza	Metro	**m**	1/299792458 dello spazio percorso dalla luce nel vuoto in 1 s
• Tempo	Secondo	**s**	9192631,77 periodi della radiazione prodotta dalla transizione tra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di Cesio 133
• Massa	Kilogrammo	**kg**	massa di un campione cilindrico di Pt-Ir conservato a Sevrès
• Temperatura	Grado Kelvin	**K**	1/273,16 della temperatura assoluta del punto triplo dell'acqua

Sistema Internazionale (S.I.) di Unità di Misura

(adottato dalla XIV Conferenza Generale di Pesi e Misure, Parigi, 1971)

Grandezza fondam.	Unità	Simbolo	Definizione
• Corrente elettrica	Ampère	**A**	intensità di corrente che in due conduttori rettilinei paralleli e di lunghezza infinita posti a distanza di 1 m produce una forza di $2x10^{-7}$ N
• Intensità luminosa	Candela	**cd**	intensità luminosa di una sorgente di frequenza $5x10^{14}$ Hz la cui intensità energetica é 1/683 W/sterad
• Quantità di sostanza	Mole	**mol**	quantità di sostanza contenente tante "unità elementari" (atomi /molecole/ioni...) pari al **numero di Avogadro** $N_A = 6{,}02252 \cdot 10^{23}$

Misura delle grandezze fisiche

“*Ogni misurazione è un’operazione chiaramente definita che dà un determinato risultato numerico e che, se immediatamente ripetuta, darà lo stesso risultato*”. E.Schröedinger

Come abbiamo visto, alla base di ogni teoria fisica c’è un processo di misura, ossia di confronto tra un oggetto da misurare, ad es. una **grandezza fisica *B*,** e un opportuno oggetto ad esso omogeneo assunto come **unità di misura [*b*]**. Il **risultato** della misura sarà dunque un **numero *b*** che esprime il rapporto tra la grandezza fisica e la sua unità di misura, ossia ci dice quante volte l’unità di misura è contenuta nella grandezza misurata:

$$b = \frac{B}{[b]} \rightarrow B = b\ [b]$$

Ad esempio, se B è una lunghezza, allora $[b]$ sarà il metro (m) e un ipotetico risultato di misura sarà del tipo: $B = 2.5$ m

Conversione delle unità di misura

Una operazione utile in molte circostanze è la trasformazione delle unità di misura per mezzo del cosiddetto metodo di *conversione a catena*.

La misura originaria viene moltiplicata per un **fattore di conversione** che assume la forma di un *rapporto unitario fra due quantità identiche*.

Ad esempio: $$1\ \min = 60\ s \rightarrow \frac{1\ \min}{60\ s} = \frac{60\ s}{1\ \min} = 1$$

La moltiplicazione per il fattore di conversione lascia quindi **inalterata** la quantità originaria, limitandosi a modificarne il valore numerico e l'unità di misura. Nella conversione conviene **scegliere il fattore in modo da elidere l'unità di misura originaria** e lasciare al suo posto quella desiderata. Tenere presente che la semplificazione delle unità obbedisce alle stesse regole delle variabili algebriche e dei numeri.

Ad esempio: $$2\ \min = (2\ \min)(1) = (2\ \cancel{\min})\left(\frac{60\ s}{1\ \cancel{\min}}\right) = 120\ s$$

$$80\ \frac{Km}{h} = (80\ \frac{Km}{h})(1) = (80\ \frac{\cancel{Km}}{\cancel{h}})\left(\frac{1\ \cancel{h}}{3600\ s}\right)\left(\frac{1000\ m}{1\ \cancel{Km}}\right) = 22.2\ \frac{m}{s}$$

Dimensioni di una grandezza fisica

Torniamo alla nostra espressione del risultato di una misura:

$$B = b \; [b]$$

Abbiamo visto che il simbolo [b] specifica il tipo di **unità di misura** della grandezza fisica B, al quale ci si riferisce anche utilizzando il termine '**dimensioni**' di una grandezza fisica (da non confondere con il concetto di 'dimensioni' spaziali che utilizzeremo in seguito).

Quando specifichiamo le dimensioni di una grandezza derivata, di solito lo facciamo in termini di unità di misura delle grandezze fondamentali. Per la prima parte del nostro corso (Meccanica Newtoniana) avremo essenzialmente a che fare con tre grandezze fondamentali: **lunghezze, tempi e masse**, le cui dimensioni si indicano rispettivamente con le lettere maiuscole L, T ed M. Le dimensioni di tutte le altre grandezze derivate che incontreremo si otterranno quindi a partire da queste tre.

Le dimensioni di un'**area**, ad esempio, sono sempre lunghezze al quadrato, e si indicano con [L^2]. Le dimensioni di una **velocità**, invece, sono sempre del tipo [L/T], ossia lunghezza diviso tempo, mentre le dimensioni dell'**accelerazione** saranno [L/T^2], e via dicendo...

Le dimensioni sono spesso utilizzate per individuare relazioni tra grandezze fisiche: tale procedura viene chiamata '**analisi dimensionale**', che si rivela molto utile per controllare se una certa relazione (equazione) è corretta.

Grandezze omogenee e analisi dimensionale

Per eseguire l'analisi dimensionale di una equazione si utilizza una regola molto semplice: si possono sommare o sottrarre delle quantità solamente se hanno le stesse dimensioni, il che implica che, affinchè una relazione sia corretta, **le due quantità separate dal segno di uguaglianza devono avere le stesse dimensioni.**

Questa regola deriva dal fatto che solo le **grandezze omogenee** tra loro possono essere *confrontate*, cioè *sommate* o *sottratte*. Ad esempio tutte le grandezze fisiche con *dimensione di lunghezza* L sono *omogenee* tra loro, e così quelle con dimensione L^2, etc. Una superficie invece *non può essere confrontata* con una lunghezza: lunghezze e superfici non sono omogenee tra loro. Un metro quadrato **non** può essere confrontato con un metro.

Grandezze non omogeneee possono invece essere *moltiplicate* o *divise* tra loro, così da ottenere nuove grandezze derivate: è quello che abbiamo fatto ricavando la velocità come lunghezza diviso tempo [L/T] e l'accelerazione come velocità diviso tempo e dunque come lunghezza diviso tempo al quadrato $[L/T^2]$.

In pratica dunque, procedendo nella **analisi dimensionale** di un equazione tenendo conto di quanto appena detto, **le unità di misura** delle grandezze fisiche possono essere semplificate tra loro come variabili letterali in una normale equazione algebrica.

Ad es: $L + L = L$; $L\,T / T^2 = L / T$; $L / L^2 = 1 / L$; etc...

Analisi dimensionale

Per esempio, supponiamo di **analizzare l'equazione**

$v(t) = v_0 + 1/2\ a\ t^2$,

che sembrerebbe esprimere come varia nel tempo t la velocità v di un corpo dotato di una velocità iniziale v_0 e soggetto ad una accelerazione a.

Ricordando che le dimensioni della velocità sono [L/T], quelle dell'accelerazione $[L/T^2]$ e che i fattori numerici (1/2 in questo caso) non influiscono sul controllo dimensionale (e quindi si trascurano), otterremo la seguente **equazione dimensionale**:

$[L/T] = [L/T] + [L/T^2]\ [T^2]$

che, semplificando, darà:

$[L/T] = [L/T] + [L]$

che è una relazione **non corretta** dal punto di vista dimensionale, da cui concluderemo che l'equazione originaria è anch'essa non corretta.

Vedremo invece che la **corretta** equazione per descrivere come varia nel tempo t la velocità v di un corpo dotato di una velocità iniziale v_0 e soggetto ad una accelerazione costante a è la seguente: $v(t) = v_0 + a\ t$, la cui analisi dimensionale dà luogo alla corretta relazione: $[L/T] = [L/T] + [L/T^2]\ [T] \longrightarrow [L/T] = [L/T] + [L/T] \longrightarrow [L/T] = [L/T]$