INCONTRO 01

MECCANICA CLASSICA

Premessa

Alla fine dell'800 la maggior parte dei Fisici era convinta che l'insieme dei fenomeni fisici potesse essere interpretata

- **dalla Meccanica di Newton**
- **dall'Elettromagnetismo di Maxwell**
- **dalla Termodinamica**

Tuttavia, su questo sfondo del tutto tranquillizzante, rimanevano da risolvere "solo"
DUE PROBLEMI:

- **il modo con cui la luce si propagava, assieme ai problemi connessi con la sua velocità**
- **l'irraggiamento emesso dai corpi condensati**

Al secondo problema si deve l'inizio degli studi riguardanti la Fisica Quantistica.

Al primo problema si deve, invece, l'inizio degli studi sulla Relatività,

- **Ristretta : se ci si limita allo studio della propagazione della luce,**
- **Generale : se si include nel discorso anche il fenomeno della Gravità.**

Qui di seguito inizieremo con il dare una descrizione *molto superficiale* della Fisica Newtoniana.

Nella Fisica di Newton si usa il termine Relatività Newtoniana (o Galileiana) per esprimere delle leggi della Meccanica che rimangono invariate passando da un Riferimento Galileiano ad un altro.

Ricordiamo inoltre che per Riferimenti Galileiani (o Inerziali) si intendono

- **Sistemi di Riferimento reciprocamente in moto rettilineo uniforme,**
  nei quali
- **le forze che appaiono sono tutte dovute all'interazione fra corpi che si trovano nelle vicinanze.**

Coordinate di un evento

Evento: fenomeno fisico localizzato, definito dal tempo in cui avviene e dal posto dove avviene.

Quindi, per definire un evento sono necessari

- **degli <<Orologi>> per misurare "il tempo" in cui un evento si realizza**
  (in Relatività: gli orologi sono pensati come disposti in ogni punto in cui si ha un EVENTO, onde evitare ogni possibile ritardo fra EVENTO ed ISTANTE che lo caratterizza)
- **dei <<Sistemi di Riferimento>> per definire "il posto" in cui si trova p.es. "una particella".**

Ovviamente, al cambiare del riferimento cambiano i numeri che rappresentano lo stesso evento.
Il problema è:

avendo due Riferimenti, noti gli elementi in uno di essi, come è possibile conoscere gli stessi elementi nell'altro?

Gli elementi che identificano un evento sono quattro:

t, x, y, z

(il tempo + le tre coordinate spaziali cartesiane).

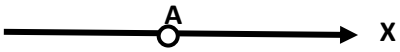
Appare naturale quindi descrivere gli eventi come elementi inseriti in uno spazio a quattro dimensioni.
Per il momento useremo – quando serve - il seguente modo per esprimere un evento:

$$\begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$ **(vettore colonna)**

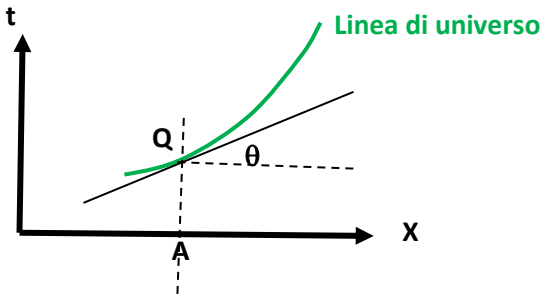
Poiché non siamo in grado di disegnare in quattro dimensioni, spesso ridurremo lo spazio a due o ad una dimensione, in modo da almeno "rendere l'idea" di quello di cui si sta parlando.

Vediamo un esempio:

Una particella materiale A si muove in una direzione, diciamo in direzione dell'asse X.



Per descriverne l'andamento spazio-temporale dobbiamo tracciare un grafico del tipo:



Lungo l'asse X si ha la localizzazione spaziale, lungo l'asse t si ha la localizzazione temporale, per cui la <<Linea di universo>> completa la descrizione dell'evento:

<<Stato della particella>>.

L'angolo θ è strettamente collegato con la velocità istantanea <<u>> della particella.

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{\tan\theta}$$

Definizione di Spazio e di Tempo

Lo <<spazio>> veniva definito, in passato, come il contenitore che tutto conteneva, e da nulla era influenzato .
Il <<tempo>> veniva pensato allo stesso modo: era il parametro irreversibile che permetteva di disporre in ordine temporale gli eventi.

Il tutto era congruente con l'idea che ciascuno di noi si è fatto vivendo la propria vita nel mondo che ci circonda.

Il tutto prevedeva, inoltre, che esistesse uno <<spazio assoluto>> ed un <<tempo assoluto>> a cui fare riferimento.

Ma questo è risultato essere in contrasto con tutti i tentativi di misurare p.es. la velocità della Terra rispetto a questo spazio assoluto, anche chiamato ETERE LUMINIFERO in quanto pensato come "ciò che vibrava nel trasportare le luce dalle Stelle a noi".

Non si dimentichi come p.es. il suono viene a mancare in assenza di un mezzo materiale intermedio che vibri e lo trasporti da un punto all'altro p.es. di questa stanza, o addirittura della Terra.

Dal fallimento di questi tentativi si è giunti ad un nuovo concetto:

l'ETERE LUMINIFERO non esiste, ma lo spazio vuoto di materia NON è vuoto di proprietà fisiche.

Per questo la luce può propagarsi dalle stelle a noi, a farci vedere di notte il cielo stellato.

Commento: questa presa di coscienza che lo spazio vuoto di materia non è vuoto di proprietà fisiche ha, nella Fisica, la stessa importanza che il concetto di ZERO come <<numero>> ebbe per lo sviluppo della Matematica.

Per indicare <<dove si trova una particella>> siamo quindi costretti :

1) a scegliere un Riferimento spaziale, possibilmente comodo per ciò che vogliamo fare, ed indicare la posizione della particella mediante "un vettore", una grandezza cioè dotata di <<modulo, direzione e verso>> capace di indicarmi p.es. la posizione istantanea di un moscerino in questa stanza (cioè: *Posizione relativa a <<questa>> stanza*!!!).

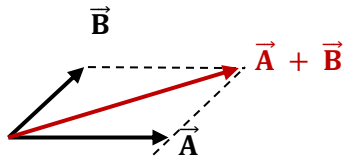
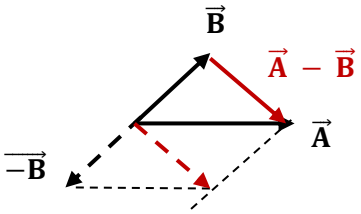
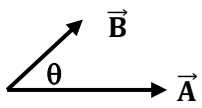
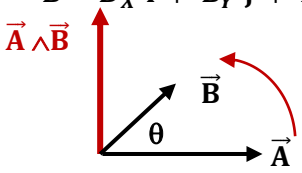
2) ad operare con questi vettori, creando un'algebra utile di riferimento.

Per fare questo introduciamo – accanto alla SOMMA ed alla SOTTRAZIONE di due vettori - altre due operazioni fondamentali:

(a) il PRODOTTO SCALARE che, dati due vettori, restituisce un numero;

(b) il PRODOTTO VETTORIALE che, dati due vettori, restituisce un nuovo vettore.

Le regole assunte per queste operazioni sono concisamente riassunte dalla tabella che segue:

SOMMA DI VETTORI	SOTTRAZIONE DI VETTORI
	
PRODOTTO SCALARE	**PRODOTTO VETTORIALE**
$\vec{A} = A_X\,\vec{i} + A_y\,\vec{j} + A_z\,\vec{k}$ $\vec{B} = B_X\,\vec{i} + B_y\,\vec{j} + B_z\,\vec{k}$ $\vec{A}\bullet\vec{B} = A_XB_X + A_YB_Y + A_ZB_Z$ $= A\,B\cos\theta$ 	$\vec{A} = A_X\,\vec{i} + A_y\,\vec{j} + A_z\,\vec{k}$ $B = B_X\,\vec{i} + B_Y\,\vec{j} + B_Z\,\vec{k}$ 
	$\vec{A}\wedge\vec{B}$ **Modulo**: AB senθ **Direzione e verso**: **regola della mano destra**.

Lo spazio così introdotto è però conforme con una sua interpretazione: quella di Euclide.
Si parla allora di Spazio Euclideo.

Ovviamente, nel caso di interpretazioni diverse, abbiamo concezioni alternative dello Spazio, che si dirà Spazio Non-Euclideo.

Solo per fare un esempio, pensiamo ad una nave, o un aereo, che debba percorrere un lungo percorso sulla Terra sferica: la geometria che descrive tale tipo di traiettorie non è più euclidea. Basta pensare al fatto che sulla sfera non esistono "rette parallele", ed è possibile costruire triangoli la cui somma degli angoli è di 270°, in netta opposizione con quanto previsto per i triangoli che rispettano la geometria euclidea.

Per misurare il tempo si ricorre invece a fenomeni periodici, e si contano gli eventi periodici che si sono ripetuti fino a quel momento.
Il tempo <<ha un solo verso>>: non è cioè possibile <<tornare indietro>>.
Ce lo insegna la Termodinamica con la sua Entropia, che cresce senza limiti.
L'Entropia è una misura "del disordine" che esiste nell'Universo, ma forse basta un esempio per comprendere ciò che si sta cercando di dire:

> **se ho due recipienti, A e B, A pieno di gas e B vuoto, e li metto in comunicazione uno con l'altro, una parte del gas di A andrà certamente in B,**
> **mentre non è mai successo che – dopo qualche tempo – tutto il gas di B ritorni automaticamente in A.**

Cioè l'evento appare essere irreversibile, dando così al <<tempo>> una direzione univoca.

In precedenza si è parlato della <<linea universo>>, che descrive l'evoluzione di un evento.
Da quanto appena detto sul <<tempo>>, appare evidente che la linea universo, nel grafico fatto sopra, potrà anche spostarsi verso destra o verso sinistra, ma MAI verso il basso, perché questo significherebbe andare "indietro nel tempo", il che appare essere sperimentalmente impossibile.

Le Leggi di NEWTON

Newton introduce la "sua" Fisica/Meccanica parlando di forze, cioè di azioni che "tirano" o "spingono", ed arriva a dare tre leggi:

1) **ogni corpo mantiene il suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme, a meno che non sia costretto a cambiare il suo stato da forze che agiscono su di esso.**
   Tale legge era già stata espressa da Galileo.

2) $\vec{F} = m\vec{a}$ **:**
   l'accelerazione subita è proporzionale alla forza applicata.
   La costante di proporzionalità "m" , detta anche <<massa inerziale>>, può essere interpretata in due modi,
   - **o come "quantità di materia" che costituisce il corpo,**
   - **o come "misura delle resistenza che il corpo oppone ad una eventuale accelerazione">>.**

   Per Newton, "m" è una costante.

Accanto alla forza $\vec{F}$, Newton descrive la "sua" Fisica utilizzando il concetto di <<quantità di moto>> o <<momentum>>: $\vec{p} = m\vec{v}$

e scrive la sua 2° legge nella forma: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, del tutto equivalente all'espressione data inizialmente <<purché "m" sia davvero costante>>.

3) Limitiamoci a considerare solo particelle puntiformi.
Se B esercita su A una forza $\vec{F}_{AB}$, A esercita su B una forza $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$.

La terza legge ci aiuta ad identificare quelle che sono le <<forze vere>> e quelle che sono le cosiddette <<forze fittizie>>, cioè quelle accelerazioni che nascono dalla non-inerzialità del Riferimento che si sta considerando.

Aggiungiamo e concludiamo (per oggi) dando i risultati ottenuti/dimostrati da Emmy Noether (1882 - 1935) riguardati le simmetrie che si incontrano in Fisica:

TEOREMA (1915): ad ogni simmetria continua è associata una LEGGE DI CONSERVAZIONE.

Abbiamo così:

▪ Traslazioni spaziali	quantità di moto
	Uniformità dello spazio
▪ Rotazioni	momento angolare
	Isotropia dello spazio
▪ Traslazioni temporali	energia
	Omogeneità del tempo
▪ Trasformazioni di Lorentz	moto del centro di massa