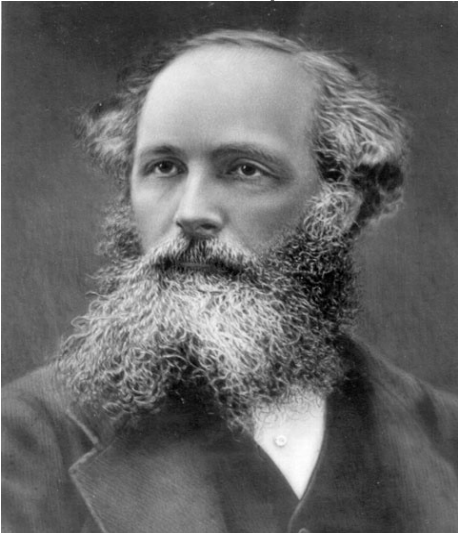


Il Germe della Relatività, I primi trenta anni che sconvolsero la Fisica

Il sottotitolo allude al libro del fisico russo G. Gamov (Zanichelli 1966) che si riferisce ai primi trenta anni del 900, testimoni di due grandi rivoluzioni riguardanti la relatività ristretta, e la meccanica quantistica. Questi due eventi segnano il passaggio dal determinismo einsteiniano all'indeterminismo di Heisenberg, e quindi lo sconvolgimento del pensiero scientifico e filosofico sul quale poggiano le ricerche degli ultimi decenni e presumibilmente di quelli futuri.

Il periodo al quale io invece intendo riferirmi è quello altrettanto rivoluzionario che va dal 1875 al 1905 cioè da Maxwell ad Einstein, periodo a cavallo tra due grandi unificazioni: tra elettricità e magnetismo di Maxwell; tra spazio e tempo di Einstein.



$$\Phi(E) = q / \epsilon_0$$

$$\Phi(B) = 0$$

$$C(B) = \mu_0 [i + \epsilon_0 d\Phi(E) / dt]$$

$$C(E) = - d\Phi(B) / dt$$

Maxwell

Equazioni di Maxwell

Cominciamo a parlare di Maxwell. Prima di Maxwell erano conosciuti e sperimentati fenomeni elettrici distinti da quelli magnetici. Da quei fenomeni si erano dedotte formule che li descrivevano. Il grande merito di Maxwell è stato di sintetizzare tutto in quattro sole equazioni, ma soprattutto di inserire nella terza equazione un termine detto corrente di spostamento. Dalla forma matematica definitiva operata da Maxwell si poteva dedurre l'esistenza di onde elettromagnetiche la cui velocità dipendeva da due costanti: ϵ e μ .

Tale velocità, dipendendo da due costanti, doveva risultare costante .

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}} \quad C \text{ è la velocità della luce.}$$

Tale velocità era $3 \cdot 10^8$ Km/sec. che coincideva con la velocità della luce, precedentemente misurata. Si ipotizzò quindi che la luce fosse un'onda elettromagnetica. Pochi anni più tardi Hertz mostrò sperimentalmente l'esistenza di queste onde, la cui velocità coincideva con quella prevista dalle equazioni.

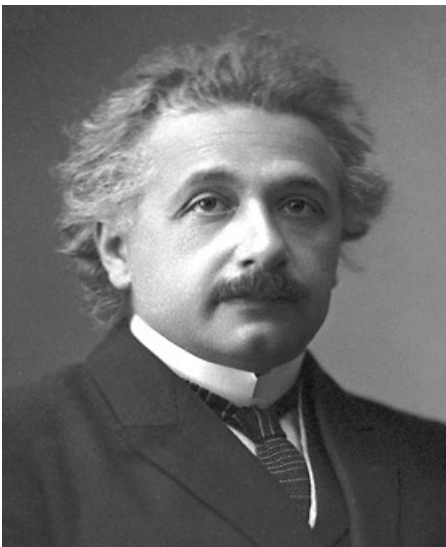
Successivamente Michelson e Morley fecero un esperimento dal quale si dedusse che la velocità della luce era indipendente sia dalla velocità della sorgente sia dalla velocità dell'osservatore.

Questo era un paradosso poiché contraddiceva le equazioni della relatività galileiana. L'esperimento di Michelson e Morley, inoltre, lasciava irrisolto il problema delle proprietà del mezzo attraverso cui si propagavano le onde elettromagnetiche. Tale mezzo, che veniva chiamato "etere", avrebbe dovuto possedere proprietà molto contraddittorie rispetto a quello che mostravano gli esperimenti. Lorentz propose delle equazioni, dette "trasformazioni di Lorentz", che avrebbero potuto giustificare i risultati degli esperimenti. Ma erano equazioni per fare quadrare i conti senza nessuna giustificazione teorica. A questo punto subentrò Einstein con due postulati.

Primo postulato o principio di relatività: tutte le leggi fisiche sono le stesse in tutti i sistemi di riferimento inerziali.

Secondo postulato o invarianza della luce: la velocità della luce nel vuoto ha lo stesso valore in tutti i sistemi di riferimento inerziali, indipendentemente dalla velocità dell'osservatore o dalla velocità della sorgente di luce.

Da questi due postulati si deducevano le trasformazioni di Lorentz che unificavano lo spazio e il tempo.



Einstein

$$\begin{aligned}x' &= \frac{x - vt}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} \\y' &= y \\z' &= z \\t' &= \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}\end{aligned}$$

Trasformazioni di Lorentz

Uno dei postulati, quello della costanza della velocità della luce, era insito nelle equazioni di Maxwell poiché la velocità da queste prevista dipendeva da ϵ e da μ , pertanto in queste risiedeva il germe della relatività.

I momenti nei quali avviene un'unificazione sono come delle soglie. Prima delle quattro equazioni di Maxwell, elettricità e magnetismo erano separati, quindi non potevano esistere il telegrafo senza fili, la radio, la televisione, i telefonini, i motori elettrici, i trasformatori (senza i quali non funzionerebbe il motore a scoppio, quindi niente auto, aerei, navi).

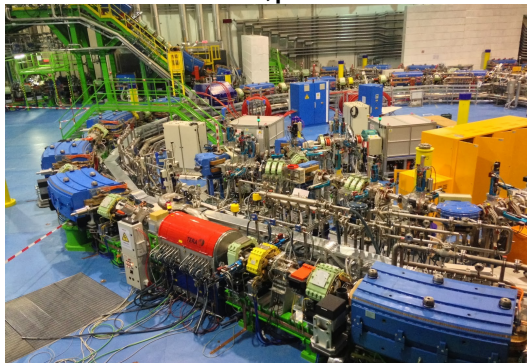
Sono soprattutto i trasformatori a permettere il trasporto dell'energia attraverso un filo. Prima di questo momento l'energia veniva trasportata col treno (il carbone), prima ancora le città dovevano sorgere sulle rive dei fiumi dove si costruivano i mulini ad acqua, e, risalendo a epoche anteriori, erano gli schiavi a fornire l'energia. Le implicazioni sociali di questi fatti sono evidenti.

L'altra soglia è costituita dalla teoria della relatività. Prima di questa teoria, lo spazio e il tempo erano due entità distinte, erano le entità assolute come le concepiva Newton, autore di una altra grande unificazione: la terra e i corpi si attirano con la stessa legge di gravitazione con la quale si attirano i corpi celesti. Il tempo si misurava con l'orologio, e lo spazio col metro e due diversi osservatori davano gli stessi valori alle stesse misure.

La relatività ristretta ci ha detto (si deduce dalle trasformazioni di Lorentz) che il tempo scorre in modo diverso per osservatori in moto relativo l'uno rispetto all'altro e che tali osservatori misurano tempi e spazi diversi per lo stesso fenomeno fisico. Da qui deriva per esempio il famoso paradosso dei gemelli. Tuttavia le persone non hanno percezione di questi fenomeni perché urtano il senso comune.

Il senso comune si forma attraverso le esperienze che si hanno fin dalla nascita: il bambino sperimenta la forza di gravità quando lascia cadere per terra gli oggetti e talvolta quando cade e si fa male.

Ma nessuno ha mai sperimentato velocità lontanamente paragonabili alla velocità della luce, velocità con la quale si possono sperimentare i fenomeni suddetti. Tale velocità invece si può osservare tutti i giorni negli acceleratori di particelle nei quali oggi si svolge gran parte della ricerca fisica fondamentale. Quello che oggi sappiamo sulla struttura della materia sulla terra e nelle galassie è dovuto a questi acceleratori dai quali si sperano in un futuro altre risposte riguardanti l'origine e la fine dell'universo, per tentare di dare un senso alla nostra esistenza.



27 - Novembre 2013 Giovanni Cimino