

Liceo scientifico “L. da Vinci”

Fisica

Teoria della Relatività

**Greco Viviana
5° H
A.S.
2004/2005**

TEORIA DELLA RELATIVITA'

La teoria della relatività è una teoria fisica sul passaggio tra due sistemi di riferimento in moto relativo. Essa si fonda sul presupposto che due osservatori che si muovono in moto relativo misurano differenti tempi e spazi per lo stesso evento, ma il contenuto delle loro osservazioni è lo stesso.

La teoria della relatività nasce per colmare le lacune della meccanica newtoniana, dunque della fisica classica, la quale si basa sulla teoria galileiana (rappresentata dal punto di vista matematico da un sistema di equazioni che legano le coordinate di un sistema con quelle di un secondo che si muove con velocità v rispetto ad esso). Quest'ultima, tuttavia, non può essere applicata compiutamente a tutti i campi della fisica, ad esempio non è valida per l'elettromagnetismo.

La teoria della relatività si compone di due distinti modelli matematici:

- Relatività Ristretta
- Relatività Generale.

RELATIVITA' RISTRETTA

La teoria della relatività ristretta (o speciale) fu pubblicata da Albert Einstein

nel 1905, nel libro "Elettrodinamica dei corpi in movimento". Tale teoria rende compatibili tra di loro la meccanica e l'elettromagnetismo per trasformazioni del sistema di riferimento.

Si definisce speciale o ristretta perché vengono considerate trasformazioni solo tra sistemi di riferimento inerziali, escludendo quindi i sistemi accelerati, ad esempio quelli gravitazionali. Essa afferma che la velocità della luce ha un valore assoluto e che, conseguentemente, spazio e tempo diventano relativi. Più precisamente, la luce, nel vuoto, viaggia sempre ad una velocità costante (300000km/sec), qualsiasi sia la posizione di uno o più osservatori in relazione ad essa. Tale affermazione implica che:

1. Il tempo diventa relativo: per oggetti il moto risulta rallentare;
2. Lo spazio diventa relativo: gli oggetti in movimento subiscono una contrazione della loro lunghezza;

3. Si determina la relazione tra massa ed energia: nessun corpo può uguagliare o superare la velocità della luce.

Le prime due affermazioni demoliscono le basi della meccanica classica, le cui leggi mantenevano la loro validità grazie al postulato di esistenza di uno Spazio e un Tempo Assoluti (di Isaac Newton) che esistono indipendentemente da ogni soggetto esterno.

Anche il concetto di simultaneità perde la sua absolutezza; infatti, se la velocità della luce è assoluta, dunque la stessa per ogni osservatore, due eventi simultanei in un sistema di riferimento inerziale, non lo sono più se osservati da un altro sistema. Quindi, la simultaneità tra eventi dipende dal sistema inerziale da cui si osserva.

TEMPO RELATIVO.

Se la velocità è data dal rapporto tra distanza percorsa e tempo di percorrerla, qualora sia la velocità la costante assoluta, necessariamente saranno le altre due grandezze a mutare in modo da concordare con la velocità assoluta della luce. Inoltre, all'aumento della velocità, il tempo relativo rallenta, per mantenere salda la velocità della luce. A questo proposito si illustra il paradosso dei gemelli: se uno dei due gemelli viaggia su

un'astronave a velocità prossime a quelle della luce attraverso lo spazio, al suo ritorno sulla terra risulterà più giovane del gemello "terrestre", il quale ha viaggiato nello spazio alla velocità della Terra, infinitamente più bassa rispetto alla velocità dell'astronave.

CONTRAZIONE DELLA LUNGHEZZA.

Gli oggetti in movimento si contraggono nella direzione del moto. Un corpo che viaggi a velocità prossime a quelle della luce tenderebbe a contrarsi fino a scomparire. Si modifica, dunque, la struttura dello spazio.

UGUAGLIANZA TRA MASSA ED ENERGIA.

Un oggetto provvisto di massa non può superare o eguagliare la velocità della luce, a causa dell'uguaglianza tra massa ed energia:

$$E=mc^2$$

(E=Energia, m=massa, c=velocità della luce)

All'aumentare della velocità aumenta la massa dei corpi, all'approssimarsi della velocità della luce la massa di un corpo tende all'infinito, quindi, per spostarsi, avrebbe bisogno di una quantità infinita di energia, il che sarebbe impossibile. L'energia, pertanto, si trasforma in massa: ecco perché, avvicinandosi di molto alla velocità della luce, l'energia che serve all'impresa

tende a crescere all'infinito in prossimità del limite invalicabile, ovvero la velocità della luce, e con il crescere dell'energia aumenta anche la massa.

Dunque, un corpo che viaggia alla velocità della luce si contrae talmente tanto da risultare invisibile e da non essere esteso nello spazio, il suo tempo è talmente rallentato da essere immobile e la sua massa è talmente grande da risultare infinita.

RELATIVITA' GENERALE.

A seguito della relatività ristretta, nel 1915 Einstein elaborò la teoria della Relatività Generale, la quale permette di stabilire il legame tra le conseguenze della prima teoria e le leggi della gravità newtoniana.

La legge di gravitazione universale spiegava che tutti i corpi esercitano tra loro una certa attrazione, la cui intensità è direttamente proporzionale alla loro massa e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

(G=costante di gravitazione universale)

Secondo tale legge gli effetti della gravitazione dovevano per forza essere istantanei, e questo contraddiceva la relatività speciale, in cui nulla può superare la velocità della luce.

La teoria della relatività generale afferma che lo spazio non è lineare ed uniforme, bensì curvo, incurvato dalla gravità prodotta dalle masse dei corpi celesti. Tale teoria implica tre importanti conseguenze:

1. Nello spazio tridimensionale le orbite dei corpi appaiono curve perché incurvate dalla massa dei corpi più grandi, mentre nello spazio quadridimensionale le orbite mantengono una traiettoria retta. (Einstein definisce lo spazio-tempo come uno pseudo-spazio di Riemann a 4 dimensioni, la cui curvatura viene determinata dalla presenza di una massa e, a sua volta, delinea la traiettoria della massa più piccola). Le orbite ellittiche sono quindi la proiezione tridimensionale di orbite rettilinee quadridimensionali;

2. I raggi di luce si curvano insieme allo spazio, in prossimità di una massa la luce viene deviata dalla gravità;

3. In prossimità di una massa il tempo subisce una distorsione e rallenta.