

Liceo Scientifico “L. Da Vinci”.

Ricerca Di Fisica

La Teoria della Relatività

Romeo Marika
VH
A.S. 2004/2005.

La teoria della relatività.

Nel 1905, Albert Einstein, allora impiegato all'Ufficio Brevetti svizzero,

descrisse la teoria della relatività in seguito alle lacune della gravità

Newtoniana, fornendo un nuovo modello spazio-temporale.

Nella relatività speciale solo la velocità della luce ha un valore assoluto, al

contrario del tempo e dello spazio, che diventano relativi. In particolare la

luce, nel vuoto, viaggia sempre a velocità costante (circa 300.000 km al

secondo), qualsiasi sia la posizione di uno o più osservatori in relazione ad

essa.

Il fatto che la velocità della luce fosse assoluta rispetto sia al tempo che allo

spazio, aprì una serie di stupefacenti implicazioni, riassunte in questi tre

concetti:

1. Il tempo diventa relativo: per oggetti in moto il tempo risulta rallentare;

2. Anche lo spazio diventa relativo: gli oggetti in movimento subiscono

una

contrazione della loro lunghezza;

3. L'eguaglianza tra massa ed energia: nessun corpo può eguagliare o

superare la velocità della luce.

1. Tempo relativo

Il concetto di tempo relativo è il primo che si scontra con la normale esperienza quotidiana, in cui il tempo sembrerebbe assoluto e le velocità indubbiamente relative.

Un esempio: poniamo il fatto che un uomo in bicicletta (10 km/ora) e un altro che guidi una macchina (100 km/ora) vedano passare un treno che viaggi a 200 km/ora. All'uomo in bicicletta sembrerà che il treno vada più veloce rispetto a lui di quanto non lo sia per l'uomo in macchina. Questi

vedrà il treno andare più lento di quanto non l'abbia visto il ciclista. Tutto questo perché il treno non ha una velocità assoluta.

Quando la sua velocità diventa assoluta anche rispetto al moto del ciclista e

dell'autista, essi vedono il treno muoversi alla stessa velocità, ne consegue che l'autista dovrà rallentare il suo tempo per "sincronizzarsi" col ciclista e concordare con lui sulla velocità dei vagoni. A sua volta il ciclista rallenta il suo tempo per "sincronizzarsi" con una persona ferma, ipoteticamente seduta ai lati della strada.

Questo l'esempio che permette di capire il significato della relatività

temporale: se la velocità è data dal rapporto tra distanza percorsa e tempo

di percorrimiento, qualora sia la velocità la costante universale,

necessariamente saranno le altre due grandezze a mutare in modo da

concordare con la velocità assoluta della luce.

All'aumento della velocità, il tempo personale rallenta, e questo per

mantenere salda la velocità assoluta della luce.

Per evidenziare questo effetto si usa illustrare il paradosso dei gemelli: se

uno dei due gemelli viaggia su un'astronave a velocità relativistiche

(prossime a quelle della luce) attraverso lo spazio, al suo ritorno sulla Terra

risulterà più giovane di suo fratello. Questo perché il gemello "terrestre" ha viaggiato nello spazio alla velocità propria del pianeta Terra, enormemente più bassa rispetto alla velocità dell'astronave sulla quale viaggiava il fratello, che ora risulta più giovane.

2. Contrazione della lunghezza

Gli oggetti in movimento si accorciano nella direzione del moto. In pratica, un corpo che viaggi a velocità prossime a quella della luce tenderebbe a

contrarsi fino a scomparire.

Questa stupefacente conseguenza ricalca la relatività del tempo rispetto alla

costante della velocità della luce: spazio e tempo sono correlati tra loro,

Einstein infatti parla di dimensione spazio-temporale. All'aumentare della

velocità, quindi, si modifica necessariamente anche la struttura dello

spazio.

Dunque all'aumentare della velocità di un corpo il tempo rallenta e lo

spazio si contrae. Tali effetti, sono una necessaria conseguenza della stretta

connessione tra massa ed energia.

Velocità limite: $E=mc^2$

Un oggetto provvisto di massa non può superare o eguagliare la velocità

della luce, questo per il risultato dell'equazione $E=mc^2$ (E =Energia,

m =massa, c =costante, o velocità della luce), che definisce l'uguaglianza tra

massa ed energia.

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.

Per approssimarsi alla velocità della luce i corpi hanno bisogno di sempre

più energia, e questa si traduce 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.

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.

Relatività generale.

La relatività ristretta aveva risolto parecchi problemi, uno fra tutti la mancata rilevazione dell'etere, ora mancava una teoria che potesse trovare un accordo tra le conseguenze della relatività speciale e le leggi della gravità newtoniana.

La teoria di Newton spiegava che tutti i corpi esercitano una certa

attrazione in ragione della loro massa, più grande è la massa, più grande è l'attrazione.

L'attrazione gravitazionale era tanto minore quanto più i corpi erano lontani tra loro.

In particolare l'attrazione gravitazionale tra due corpi diminuiva in ragione del quadrato della loro distanza. Gli effetti gravitazionali dovevano per forza essere istantanei e questo contraddiceva la relatività speciale, in cui niente può superare la velocità della luce.

Dopo vari tentativi di far concordare le due teorie, Einstein suggerì che lo

spazio non fosse lineare e uniforme, bensì curvo, incurvato dalla gravità prodotta dalle masse dei corpi celesti.

La relatività generale implicava quindi altre tre importanti conseguenze:

1. Nello spazio tridimensionale le orbite dei corpi ci appaiono curve perché incurvate dalla massa dei corpi più grandi, mentre nello spazio quadridimensionale le orbite mantengono una traiettoria retta (lo spazio quadridimensionale è lo spazio tridimensionale con l'aggiunta del tempo).

Le orbite ellittiche sono quindi la proiezione tridimensionale di orbite

rettilinee quadridimensionali;

2. Anche i raggi di luce si incurvano assieme allo spazio, in prossimità di

una massa la luce viene deviata dalla gravità (effetto che è la base della

teoria dei buchi neri);

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

rallenta.