

Seminario delle arti dinamiche

Allegato 5.2: BREVI NOTE SULLA QUARTA DIMENSIONE

Egidio Meazza

Nella teoria della relatività ristretta l'usuale concezione dello spazio e del tempo viene profondamente modificata; le relazioni che intercorrono fra le diverse dimensioni spaziali ed il tempo possono essere adeguatamente formulate in uno spazio quadridimensionale pseudoeuclideo (spazio di Minkowski). Nello spazio euclideo tridimensionale – lo spazio di un universo in cui valga la meccanica newtoniana – le relazioni fra le diverse coordinate in diversi sistemi di riferimento ammettono una quantità invariante, la comune distanza fra due punti. Per differenze infinitesime il quadrato di tale distanza, applicando il teorema di Pitagora, può essere scritto nel modo seguente:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$$

Il fatto che ds , detto intervallo, sia un invariante significa che, in ogni sistema di riferimento, le misure degli oggetti materiali rimangono le stesse; il tempo non compare perché si considera un tempo universale che scorre uniformemente in ogni punto dello spazio, indipendente dal suo stato di moto.

Nella teoria einsteiniana del 1905 le cose mutano radicalmente: non c'è un tempo assoluto indipendentemente dal sistema di riferimento, così come la misura degli oggetti materiali: misura del tempo e delle lunghezze spaziali dipendono dallo stato di moto del sistema in cui si trovano. Le relazioni fra le dimensioni spaziali misurate in diversi sistemi di riferimento in moto fra loro, così come quelle fra i tempi, sono date dalle trasformazioni di Lorentz. Ad esempio, le dimensioni di un oggetto in moto subiscono una contrazione nella direzione del movimento, mentre il tempo, misurato da un orologio solidale con detto oggetto, subisce un rallentamento. Nello spazio di Minkowski, dove oltre alle tre usuali coordinate spaziali ne esiste una quarta data dal prodotto ct (t è il tempo e c la velocità della luce), pur variando le dimensioni spaziali e temporali in diversi sistemi in movimento relativo, conformemente alle trasformazioni di Lorentz, esiste comunque un intervallo invariante, cioè costante in ogni sistema di riferimento inerziale, il cui quadrato è dato dall'espressione:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Il quadrato di tale intervallo, a differenza di quello euclideo che può essere solo positivo o nullo, può assumere anche valori negativi: l'intervallo è espresso in questo caso da un numero immaginario e si parla allora di intervallo del genere spazio (gli intervalli maggiori di zero sono detti del genere tempo, quelli pari a zero del genere luce).

(26 Febbraio 2018)