

L'aumento della massa.

Il primo postulato della teoria della relatività afferma che tutte le leggi fisiche devono essere le stesse in tutti i sistemi di riferimento inerziali. Una di queste leggi è la conservazione della quantità di moto; useremo ora l'invariabilità di questa legge per determinare l'effetto del moto sulla massa.

Si considerino due osservatori situati in due sistemi di riferimento O e O', in moto relativo con velocità V, come è illustrato in figura 1a. In ciascun sistema di riferimento vi è una massa stazionaria m₀. (Che le due masse sono realmente identiche può essere stabilito in anticipo confrontandole con una bilancia quando sono in quiete l'una rispetto all'altra.) Le posizioni delle masse sono tali che, quando i sistemi di riferimento passano uno accanto all'altro e le due origini coincidono, una molla viene fatta automaticamente scattare fra le due masse. A ciascuna massa è impressa così una velocità *trasversale* alla direzione della velocità di O e O'. Perciò, dopo lo scatto della molla, la situazione è quella illustrata in figura 1b. La massa in O ha una velocità trasversale v_y e una quantità di moto p_y, misurate dall'osservatore O; lo stesso può dirsi della massa in O', che avrà una velocità trasversale v'_y e una quantità di moto p'_y, misurate dall'osservatore O'. Ciascun osservatore usa un metro rigido e un orologio per misurare la velocità trasversale della sua massa nel suo sistema di riferimento. Ciascun osservatore ottiene un risultato numerico per la velocità della sua massa e comunica questo risultato al suo collega nell'altro sistema di riferimento. I due osservatori sono felici di rilevare che i risultati sono identici e si congratulano per avere verificato la conservazione della quantità di moto. Per controllare i risultati decidono di ripetere due volte l'esperimento: una volta O osserverà O' mentre esegue le sue misurazioni, e quindi O' osserverà O mentre esegue le sue misurazioni.

Durante la prima ripetizione dell'esperimento, O conferma che il metro rigido usato da O' è tarato correttamente (le dimensioni trasversali non sono influenzate dal moto relativo: la contrazione delle lunghezze avviene solo *lungo* la direzione del moto relativo), ma che il suo orologio *ritarda*. Quindi O, in base al *proprio* orologio, conclude che quando O' ha riferito

che la sua massa ha percorso 1 metro in Δt' secondi, in realtà il percorso di 1 metro ha richiesto un tempo *superiore*, cioè Δt secondi, secondo la relazione:

$$\Delta t = \gamma \Delta t' \quad \Rightarrow \quad \Delta t > \Delta t'$$

Perciò, O calcola che la velocità della massa in O' è *minore* del valore v'_y riferito da O', secondo il fattore di dilatazione del tempo: γ, cioè:

$$v_y = v'_y / \gamma$$

Se la velocità è minore e la conservazione della quantità di moto è sempre valida, allora la massa usata da O' deve essere (così conclude O) *maggiore* di quella usata da O, secondo la quantità: γ.

Naturalmente, durante la seconda ripetizione dell'esperimento, O' arriva esattamente alle stesse conclusioni riguardo alle misurazioni di O. Perciò, *entrambi* gli osservatori sono d'accordo sul fatto che la massa di un oggetto in moto è maggiore della massa di un oggetto identico in quiete. L'aumento della massa con la velocità, così come la dilatazione del tempo e la contrazione della lunghezza, è simmetrico rispetto ai due sistemi di riferimento in moto relativo.

La massa di un oggetto misurata in un sistema di riferimento in quiete rispetto all'oggetto è denotata con m₀ ed è chiamata *massa a riposo*. Quindi, la massa m, misurata da un osservatore, che si muove con velocità V rispetto all'oggetto, è:

$$m = \gamma m_0 \quad \Rightarrow \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

In base a questa equazione si deve concludere che nessuna particella materiale può raggiungere o superare la velocità della luce perché, se V = c, il termine sotto radice si annulla ed m diventa infinita. Una massa infinita è un concetto privo di significato, e si è quindi costretti ad accettare la conclusione che le particelle materiali si muovono *sempre* con velocità minori della velocità della luce. E, a causa della regola per l'addizione delle velocità, la velocità di una particella materiale è minore di c in *ogni* sistema di riferimento.

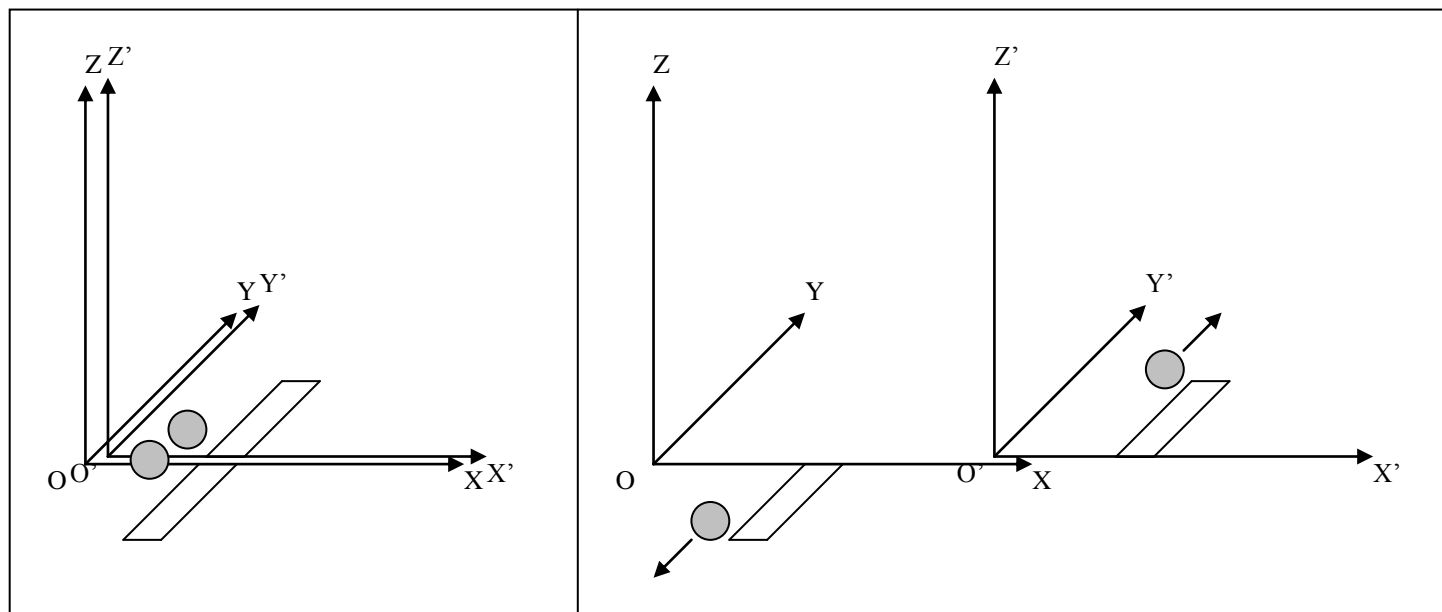


Figura 1. In ciascun sistema di riferimento vi è una massa stazionaria m₀. La molla comunica a ciascuna massa una velocità e una quantità di moto trasversali alla direzione del moto relativo.