

Il Fattore Gamma e La Relatività Ristretta

Tommaso Testa

3 Giugno 2026

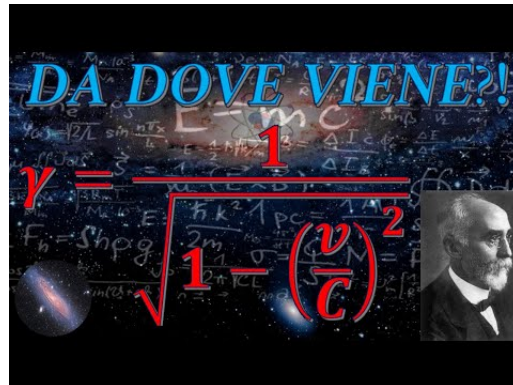
Indice

1	Introduzione	2
2	La relatività ristretta	2
2.1	I postulati di Einstein	2
2.2	Le trasformazioni di Lorentz	3
3	Il fattore gamma	3
3.1	Definizione	3
3.2	Derivazione	4
4	Applicazioni del fattore gamma	5
4.1	Dilatazione dei tempi	5
5	Tabella con Esempi	5
6	Conclusione	6

1 Introduzione

Il fattore *gamma* è una delle grandezze fondamentali della relatività ristretta, la teoria sviluppata da **Albert Einstein** per descrivere il moto dei corpi a velocità elevate. Esso permette di comprendere fenomeni come la dilatazione dei **tempi** e la contrazione delle **lunghezze**, che diventano significativi quando la velocità di un oggetto si avvicina a quella della luce.

In questo testo verranno illustrati il significato del fattore *gamma*, la sua formulazione matematica e alcune delle sue principali applicazioni in fisica.



2 La relatività ristretta

2.1 I postulati di Einstein

La relatività ristretta si basa su due principi fondamentali di **Albert Einstein**:

- **Primo Principio Fondamentale**: afferma che le leggi della fisica sono le stesse in tutti i sistemi di riferimento inerziali, cioè in modo **rettilineo uniforme**.

- **Secondo Principio Fondamentale**: stabilisce che la velocità della luce nel vuoto è costante e indipendente dal moto della sorgente o dell'osservatore.

Questi due postulati rappresentano una rottura con la fisica classica di **Newton**, nella quale tempo e spazio erano considerati assoluti.

2.2 Le trasformazioni di Lorentz

Per far sì che la velocità della luce restasse costante in qualsiasi sistema di riferimento, le vecchie trasformazioni galileiane dovettero essere sostituite dalla **trasformazioni di Lorentz**. Queste equazioni matematiche mettono in relazione le coordinate spaziali e temporali di due sistemi di riferimento in modo relativo rettilineo uniforme l'uno rispetto all'altro. Esse dimostrano che lo spazio e il tempo non sono separati, ma fusi in un'unica entità a quattro dimensioni: lo *spaziotempo*.

3 Il fattore gamma

3.1 Definizione

Il cuore matematico della trasformazione di **Lorentz**, e di conseguenza di tutta la relatività, è rappresentato dal **fattore di Lorentz**, universalmente indicato con la lettera greca gamma (γ).

Viene definito matematicamente come:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Dove:

- v è la velocità relativa ai due sistemi di riferimento.
- c è la velocità della luce nel vuoto.

3.2 Derivazione

La derivazione del fattore gamma può essere visualizzata chiaramente attraverso il celebre esperimento mentale dell'**orologio a luce**.

Immaginiamo un orologio formato da due specchi paralleli distanti D , tra i quali rimbalza un fotone.

1. **Nel sistema in quiete (S):** il tempo necessario al fotone per compiere un viaggio di andata e ritorno è semplicemente:

$$\Delta t_0 = \frac{2D}{c}$$

2. **Nel sistema di movimento (S') a velocità v :** per un osservatore esterno, mentre il fotone sale e scende, gli specchi si muovono lateralmente. Il fotone non compie più una traiettoria semplice in verticale, ma una diagonale a zigzag.

Applicando il **Teorema di Pitagora** al triangolo rettangolo formato dalla metà della distanza percorsa dall'orologio ($v\frac{\Delta t}{2}$), la distanza verticale (D) e il percorso diagonale della luce ($c\frac{\Delta t}{2}$), si ottiene:

$$\left(c\frac{\Delta t}{2}\right)^2 = \left(v\frac{\Delta t}{2}\right)^2 + D^2$$

Sostituendo $D = c\frac{\Delta t_0}{2}$ ed esplicitato in Δt in funzione di Δt_0 , i passaggi algebrici conducono a:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma \Delta t_0$$

Esattamente il fattore gamma cercato.

4 Applicazioni del fattore gamma

4.1 Dilatazione dei tempi

Il tempo scorre più lentamente per un sistema in movimento rispetto ad uno in quiete. Un orologio in moto registrerà un intervallo di tempo minore rispetto ad un orologio fermo. La formula è:

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0$$

Poiché $\gamma > 1$, il tempo dell'osservatore esterno (Δt) è sempre maggiore del "tempo proprio" (Δt_0) misurato nel sistema di movimento.

5 Tabella con Esempi

$c(m/s)$	$v(m/s)$	%c	γ
299792458	209854720.6	70	1.4000
299792458	269813212.2	90	2.294
299792458	296794533.42	99	7.088
299792458	299789460.07542	99.999	223.607

Da questa tabella si può affermare che la crescita del fattore gamma è una crescita iperbolica.

6 Conclusione

Il fattore gamma rappresenta la chiave di volta matematica che unisce lo spazio e il tempo in un tessuto dinamico. La sua introduzione non ha solo risolto le incongruenze della fisica del tardo Ottocento, ma ha aperto le porte alla comprensione profonda dell'universo, dimostrando che concetti apparentemente immutabili come la contemporaneità, la durata e la lunghezza sono in realtà reltivi e dipendenti dallo stato di moto. Senza il fattore γ , la fisica moderna, l'esplorazione spaziale e le tecnologie di precisione odierne non potrebbero esistere.