



Le particelle ad alta energia

Teoria della relatività ristretta
in pillole

- per "vedere" le particelle usiamo delle altre particelle come sonde:



- le sonde che usiamo disturbano il bersaglio che stiamo studiando:
è come essere ad occhi chiusi e scoprire se di fronte a noi c'è un ostacolo: inevitabilmente urtiamo l'ostacolo e lo muoviamo.

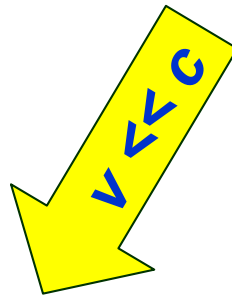
➔ **Meccanica quantistica**: serve per descrivere i sistemi di particelle

➤ le sonde devono essere in grado di penetrare i bersagli

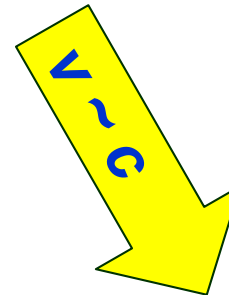
➔ devono avere energie molto alte

➔ significa velocità elevate, prossime a quella della luce

$$c = 300000000 \text{ m/s}$$



Meccanica classica
(leggi di Newton)



Meccanica relativistica
(Teoria della relatività ristretta
di A. Einstein)

A basse velocità gli effetti relativistici sono trascurabili, quindi per descrivere i sistemi macroscopici di tutti i giorni usiamo la meccanica classica.

➤ perchè si dice Alta energia?

➔ Energia cinetica di un'auto a 50 km/h è circa 10^4 J

➔ Energia cinetica di un elettrone di un atomo del Fe dell'auto è circa 10^{-30} J



➔ Energia di un elettrone che si muove a metà della velocità della luce è circa 10^{-13} J

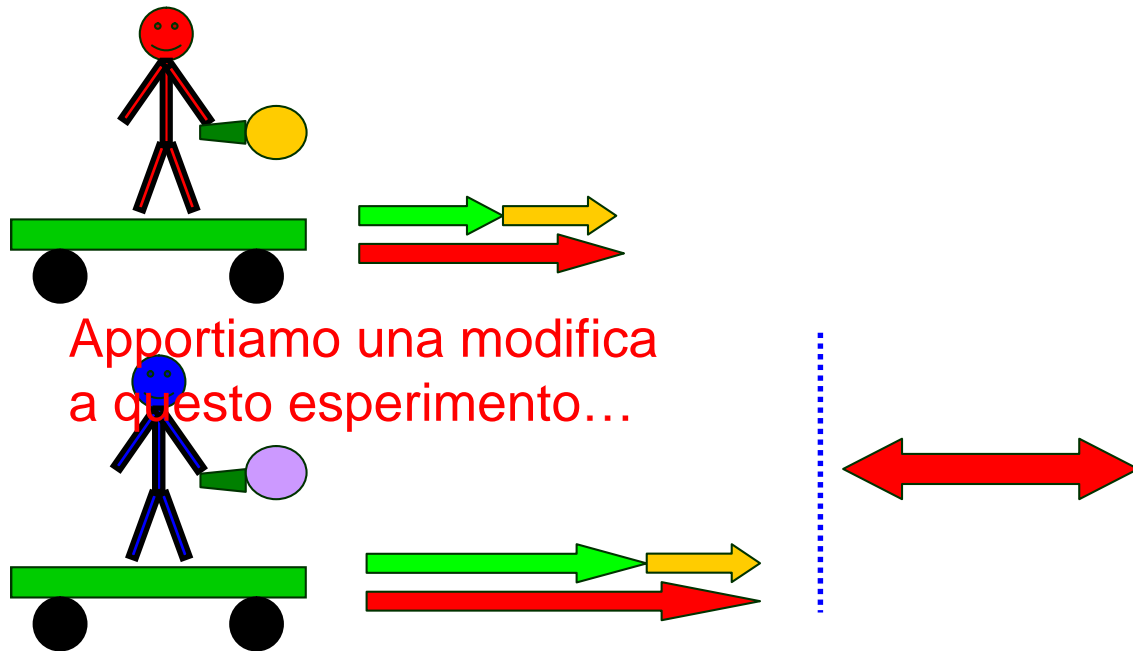


Vediamo la teoria della relatività ➔

Teoria della relatività ristretta in pillole... come è nata

Consideriamo per il momento il caso classico di composizione delle velocità

- un sasso lanciato da una persona in moto su un carrello avrà una velocità, rispetto a noi che guardiamo fermi, che sarà data dalla somma tra la velocità del carrello e quella iniziale del sasso

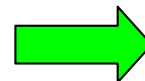


... sostituiamo il sasso con un fascio di luce ...



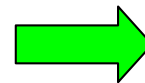
**I due fasci di luce arrivano
nello stesso istante!!!**

La velocità della luce è costante
in ogni direzione e in ogni sistema
di riferimento




La velocità della luce è
la velocità limite oltre la quale
non si può andare

Questo fenomeno non si può
spiegare con la meccanica
classica



Bisogna inventarsi una nuova
teoria: la **Teoria della
Relatività Ristretta**

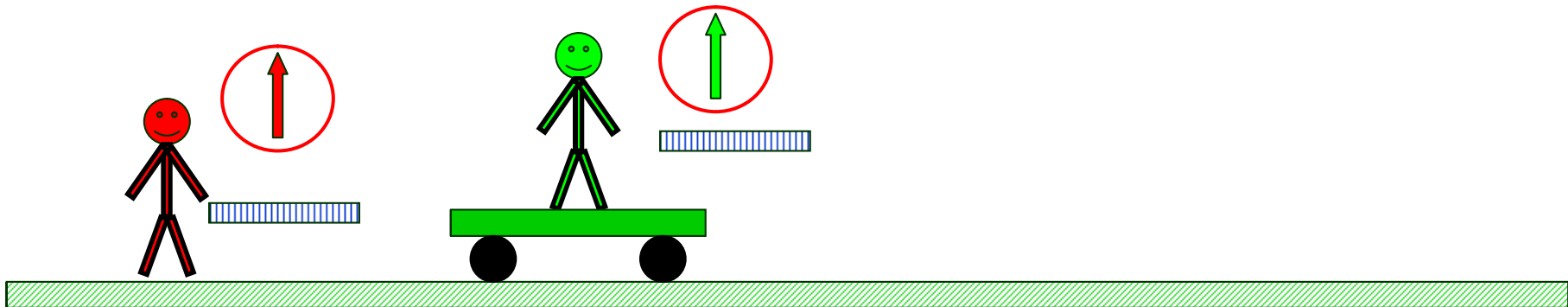
 Albert Einstein ha sviluppato la TRR

 la TRR si basa sull'ipotesi che la velocità della luce è la stessa in ogni sistema di riferimento ed è la velocità limite (ciò fu visto la prima volta nel 1881 dall'esperimento di Michelson e Morley)

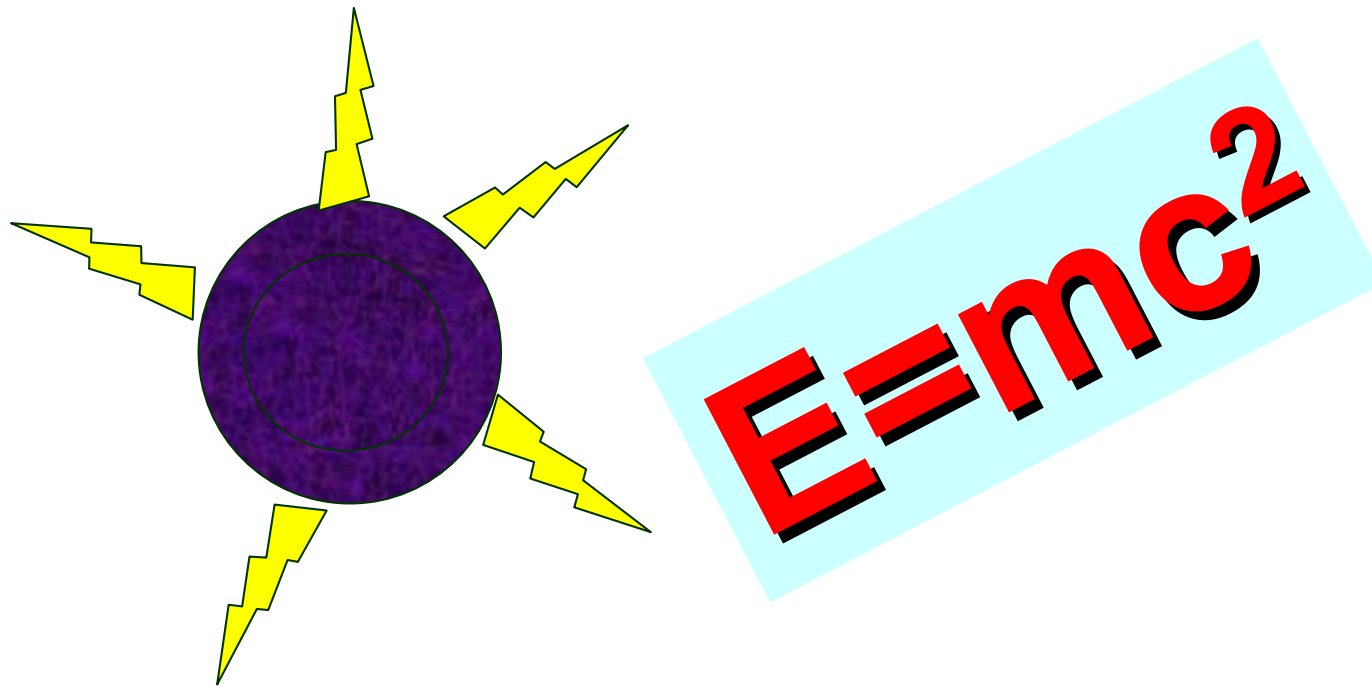
→ Ne conseguono alcune stranezze che tutti i giorni non vediamo:
 Le lunghezze e i tempi non sono più costanti

Con l'aumentare della velocità

→ dilatazione temporale
→ contrazione spaziale



☞ **Trasformazione di massa in energia**
mentre dalla chimica voi sapete che la massa si conserva

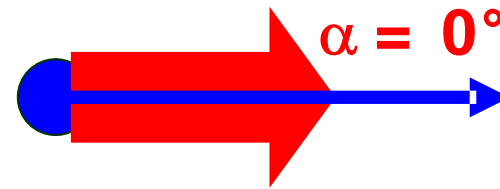


Responsabile di ➔ centrali nucleari
➔ bomba atomica **PURTROPPO!!!**

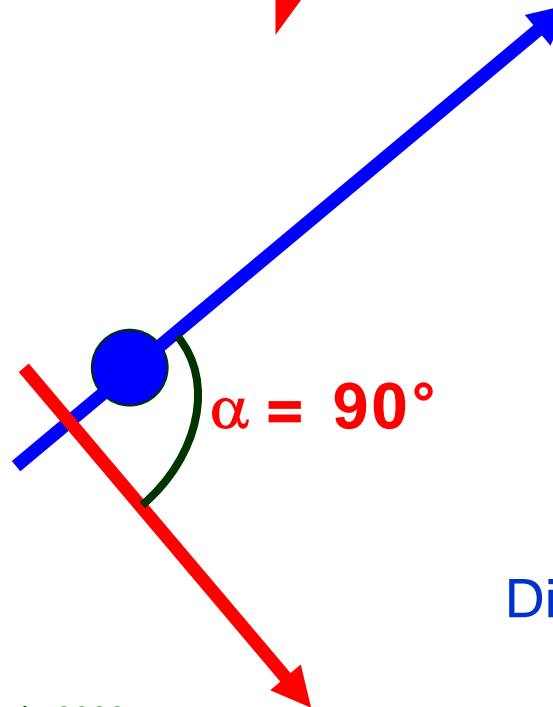
Altre stranezze introdotte dalla relatività e confronto con il caso classico

Caso classico di URTI fra palle da biliardo

Urto centrale



Urto non centrale
 $\alpha = 90^\circ$ SEMPRE!



Dimostriamo \rightarrow

... dimostriamo perchè $\alpha = 90^\circ$

1) Conservazione dell'energia

$$E_i = E_f \Rightarrow E_i = E_1 + E_2$$

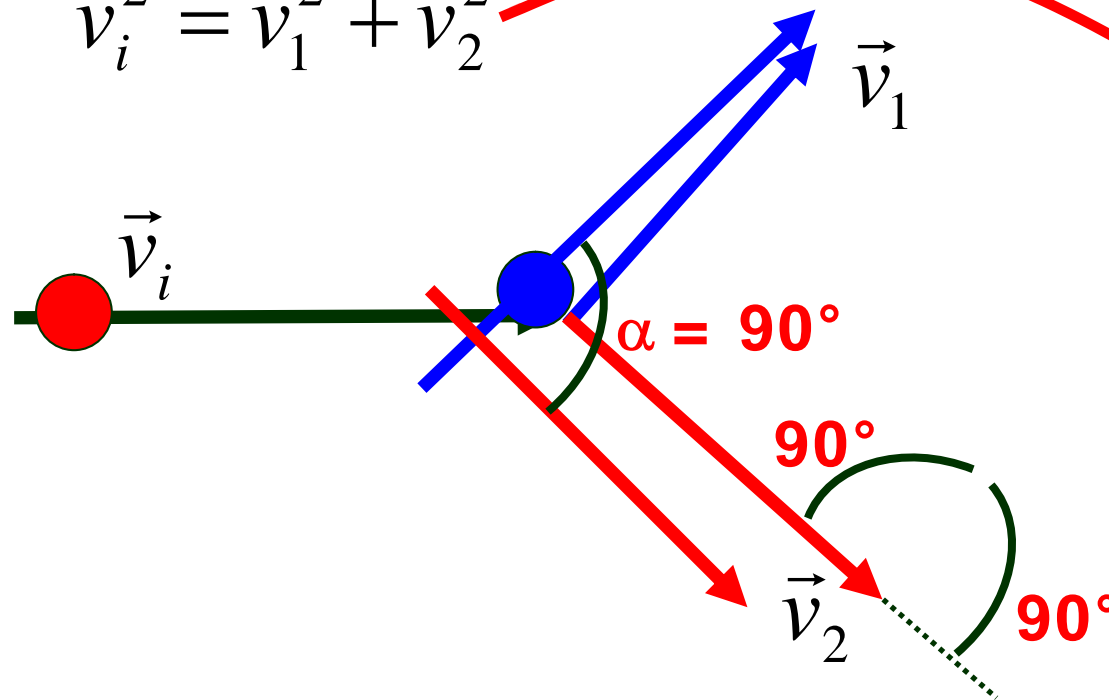
$$\frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$v_i^2 = v_1^2 + v_2^2$$

2) Conservazione della quantità di moto

$$m\vec{v}_i = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$$

$$\vec{v}_i = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

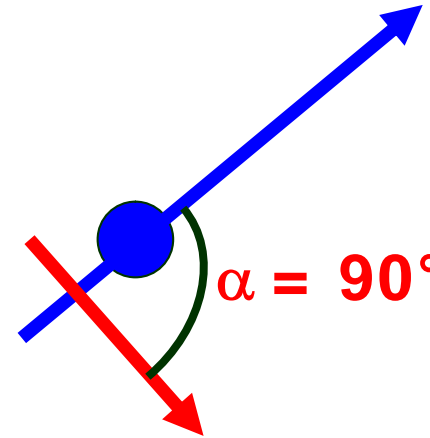


1) Teorema di Pitagora

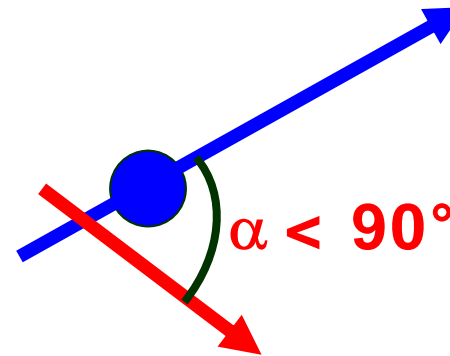
$\alpha = 90^\circ$

A differenza dell'urto classico, nell'urto relativistico si vede un angolo minore:

Urto classico
 $\alpha = 90^\circ$



Urto relativistico
 $\alpha < 90^\circ$

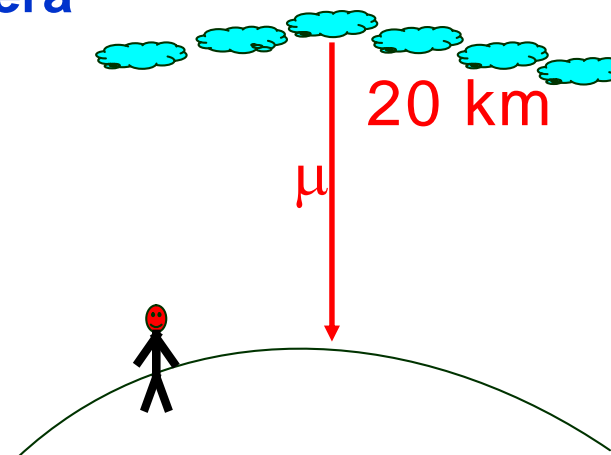
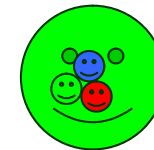
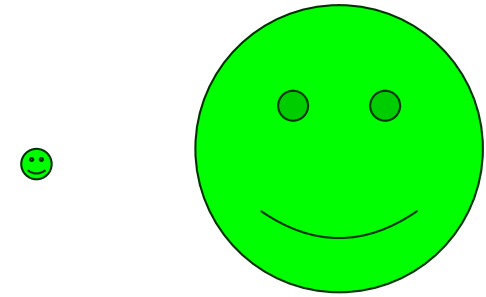


Dalla natura: un semplice ma evidente esempio di dilatazione temporale

→ I muoni (μ) sono particelle come elettroni, solo 200 volte più pesanti

→ I μ vivono pochissimo $\tau_{\mu} = 0,000002$ s dopo questo tempo decadono

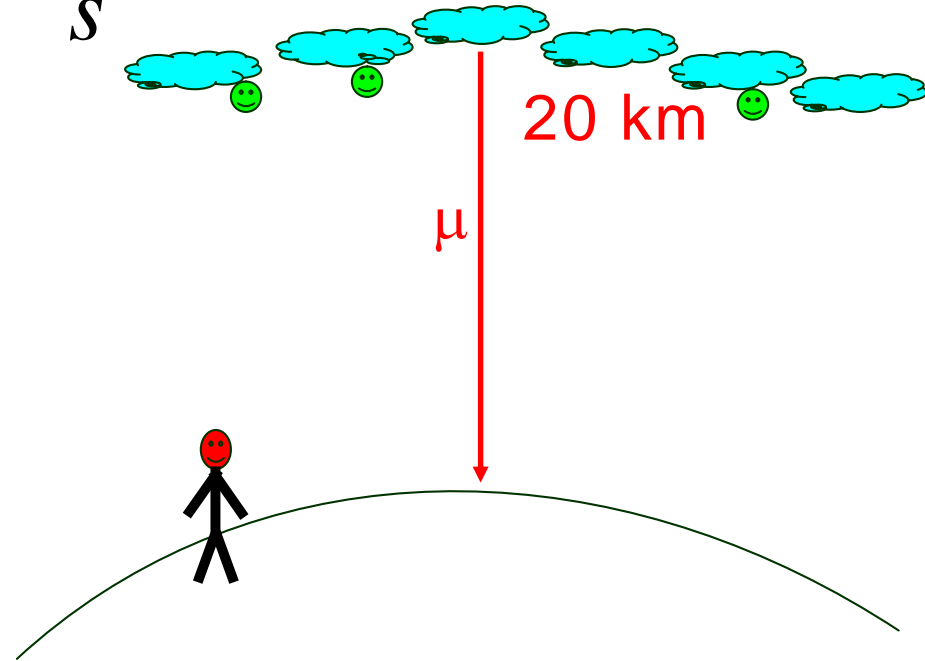
→ I μ sono prodotti nell'alta atmosfera
→ a circa 20 km
→ con una velocità vicina a c



Quanto tempo impiegano i mu a raggiungere il suolo?

$$T = \frac{s}{v_{\mu}} \approx \frac{10^4 m}{10^8 m/s} = 10^{-4} s$$

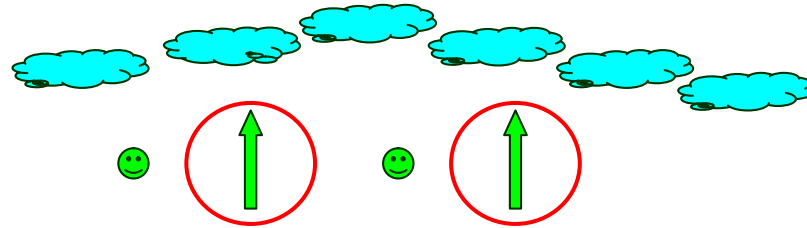
$$T(10^{-4}) > \tau_{\mu}(10^{-6})$$



Come possono i mu raggiungere il suolo se la loro vita è piu corta del tempo che impiegano per percorrere il tragitto???

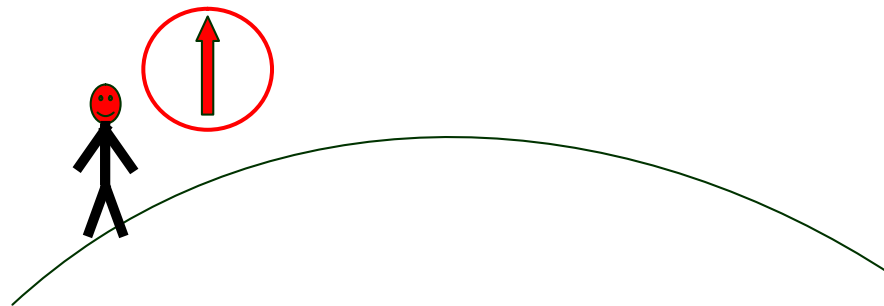
Dovrebbero decadere prima di arrivare a terra? FALSO →

La TRR ci insegna che per un corpo che si muove a velocità prossima a quella della luce il tempo trascorre più lentamente (**dilatazione temporale**) rispetto a noi che siamo fermi sulla terra



Come conseguenza della dilatazione temporale possiamo vedere mu sulla superficie terrestre!!!

In laboratorio possiamo misurare la vita media dei mu... vedremo praticamente...





Riepilogo

- corpi lenti → meccanica classica
- corpi veloci → Teoria della relatività ristretta
- particelle (veloci) → meccanica quantistica + TRR
- Effetti della TRR → contrazione spaziale e dilatazione temporale
- Gli effetti relativistici sono visibili solo a grandi velocità
 - nella vita di tutti i giorni non ce ne possiamo accorgere
 - TUTTAVIA**
 - alcuni oggetti che usiamo tutti i giorni risentono della TRR:
 - es: i sistemi di posizionamento satellitare, per poter essere precisi devono considerare effetti relativistici

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.