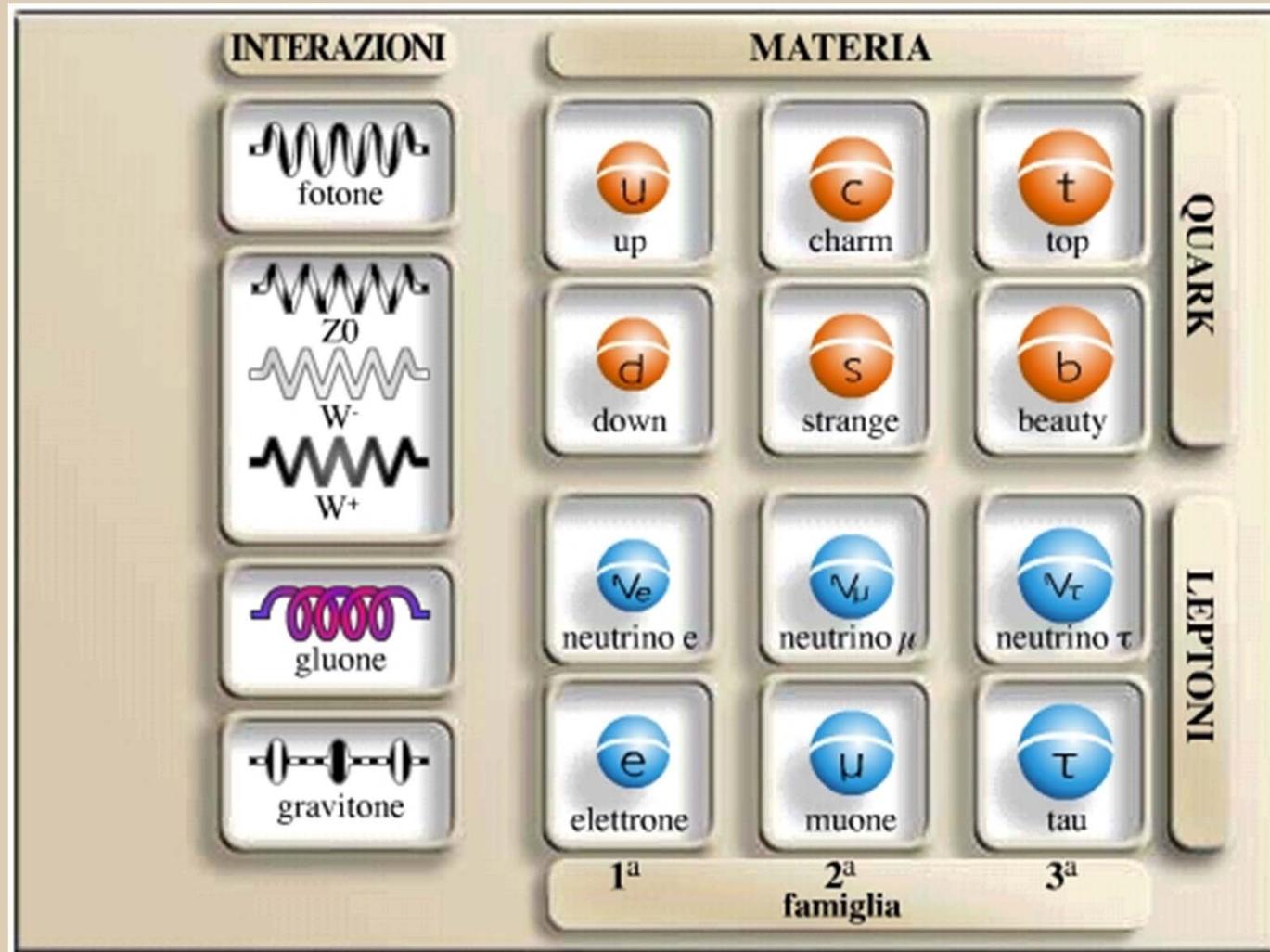


La strana storia del neutrino

*Antonio Ereditato
Università di Berna*



“Zoo” delle particelle elementari:
elettroni, protoni, neutroni, fotoni, quarks, ...
e.... NEUTRINI ν

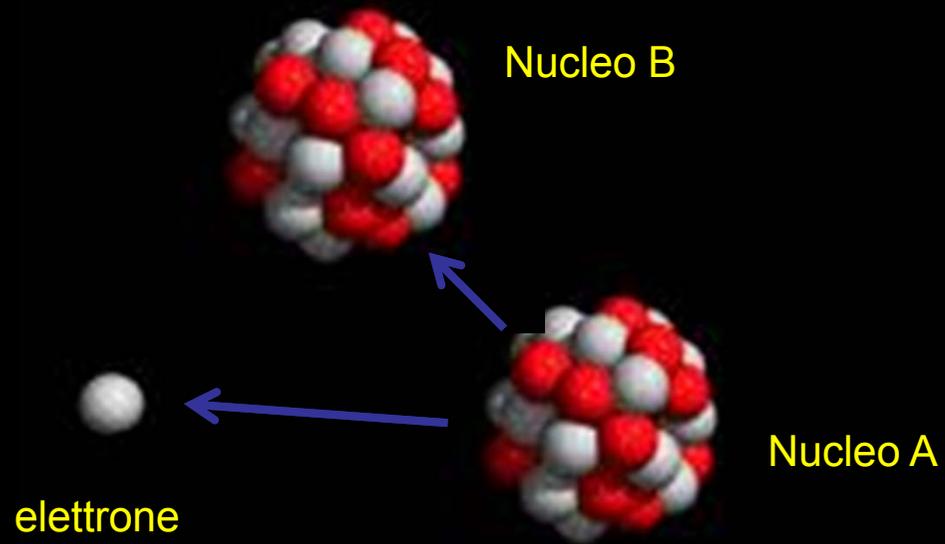


Il neutrino è associato a numeri piccolissimi e grandissimi:

un indice della sua speciale natura?

*La storia del misterioso neutrino comincia,
come per tutti noi, con la sua nascita...*

Il decadimento nucleare "beta" verso l'inizio del secolo scorso





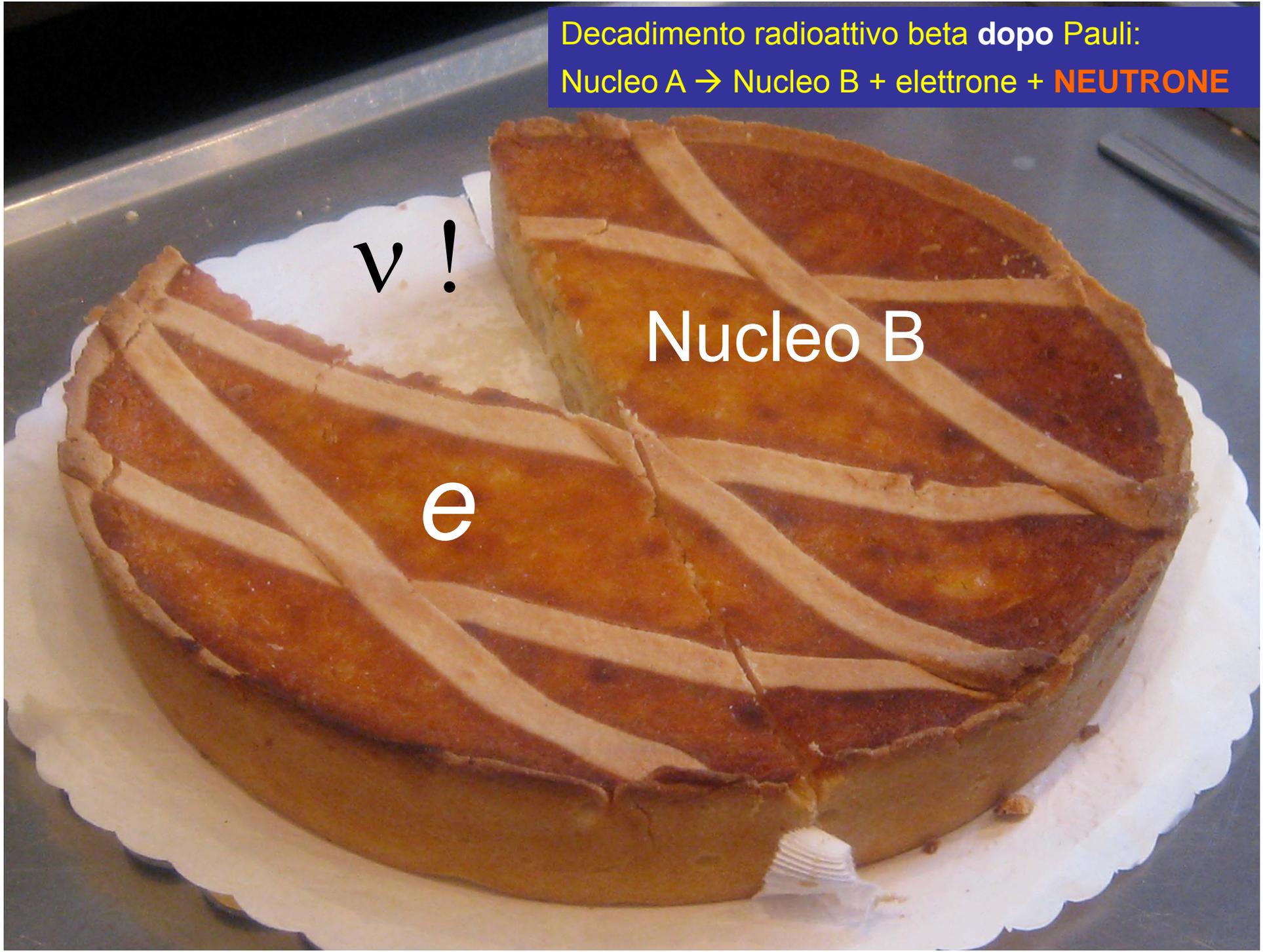
Pauli (1930)
e il “disperato rimedio” del
“neutrone”

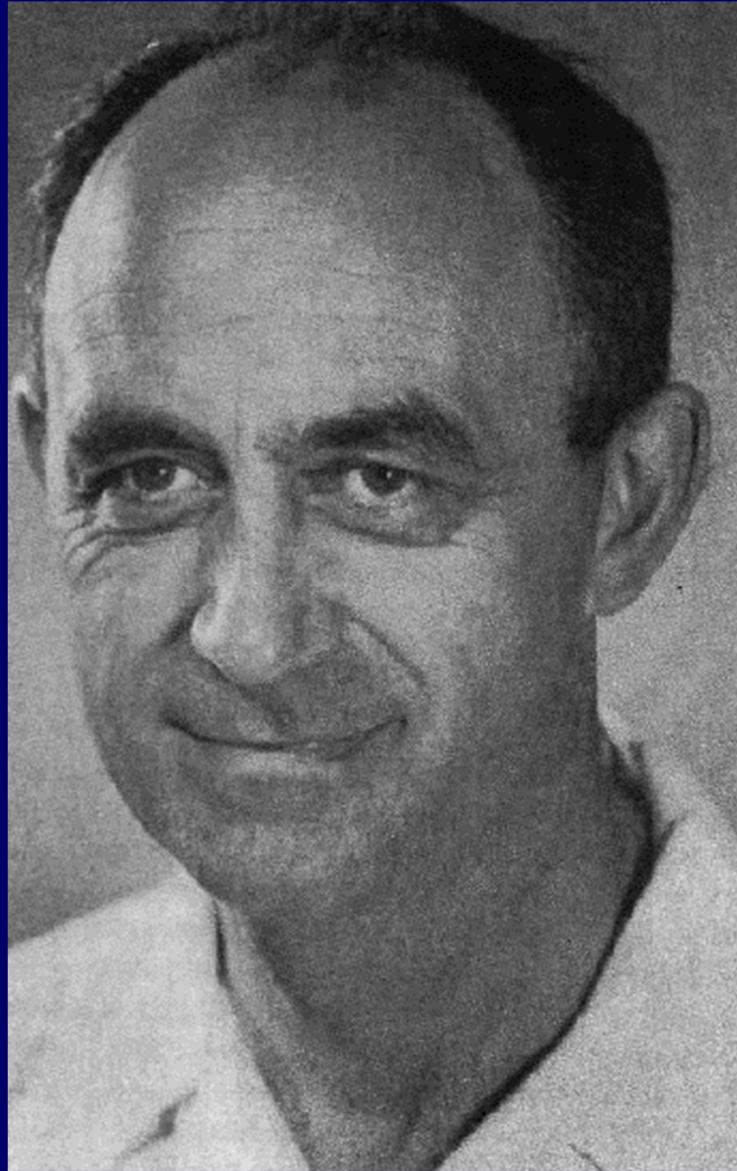
Decadimento radioattivo beta dopo Pauli:
Nucleo A \rightarrow Nucleo B + elettrone + **NEUTRONE**

ν !

Nucleo B

e





Fermi (1933)
e la prima teoria
del “neutrino”

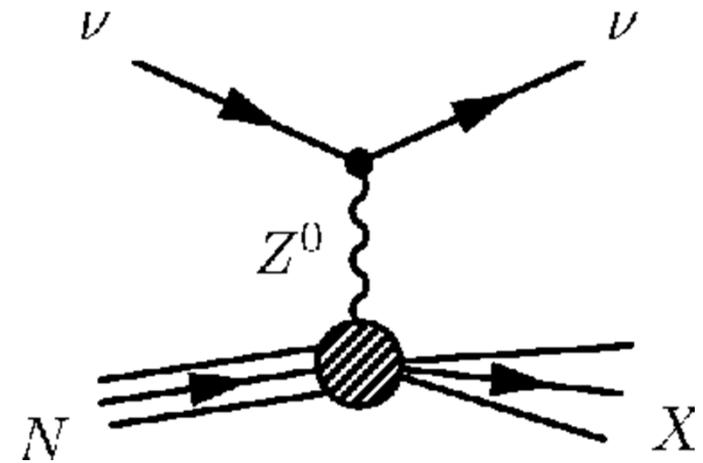
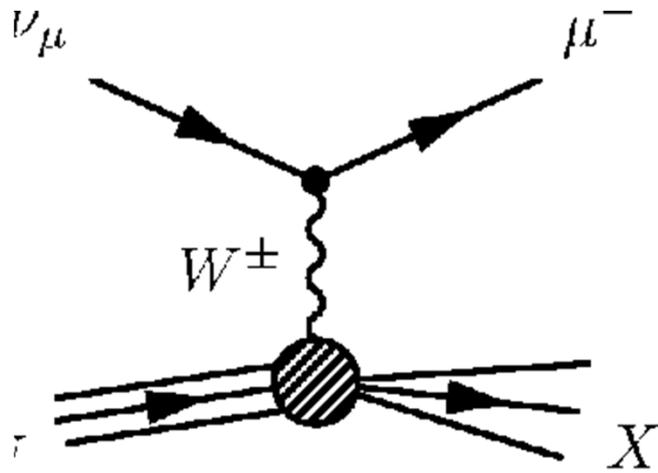
Qualche caratteristica del neutrino (ai tempi di Fermi)

- Particella di massa nulla o quasi nulla
- Neutra elettricamente
- “Fermione” (dotata di “spin”): una trottola fatta di nulla !?
- Piccolissima probabilità di interazione con la materia:

può percorrere decine di anni luce di materia senza interagire !!!

- Per questo ci vollero 25 anni per “scoprirlo”

*Ma come si rivela un neutrino?
Attraverso la sua interazione con la materia*



$$\nu_\mu \rightarrow \mu$$

$$\nu_e \rightarrow e$$

$$\nu_\tau \rightarrow \tau$$



Reines e Cowan (1956)

Neutrini artificiali?

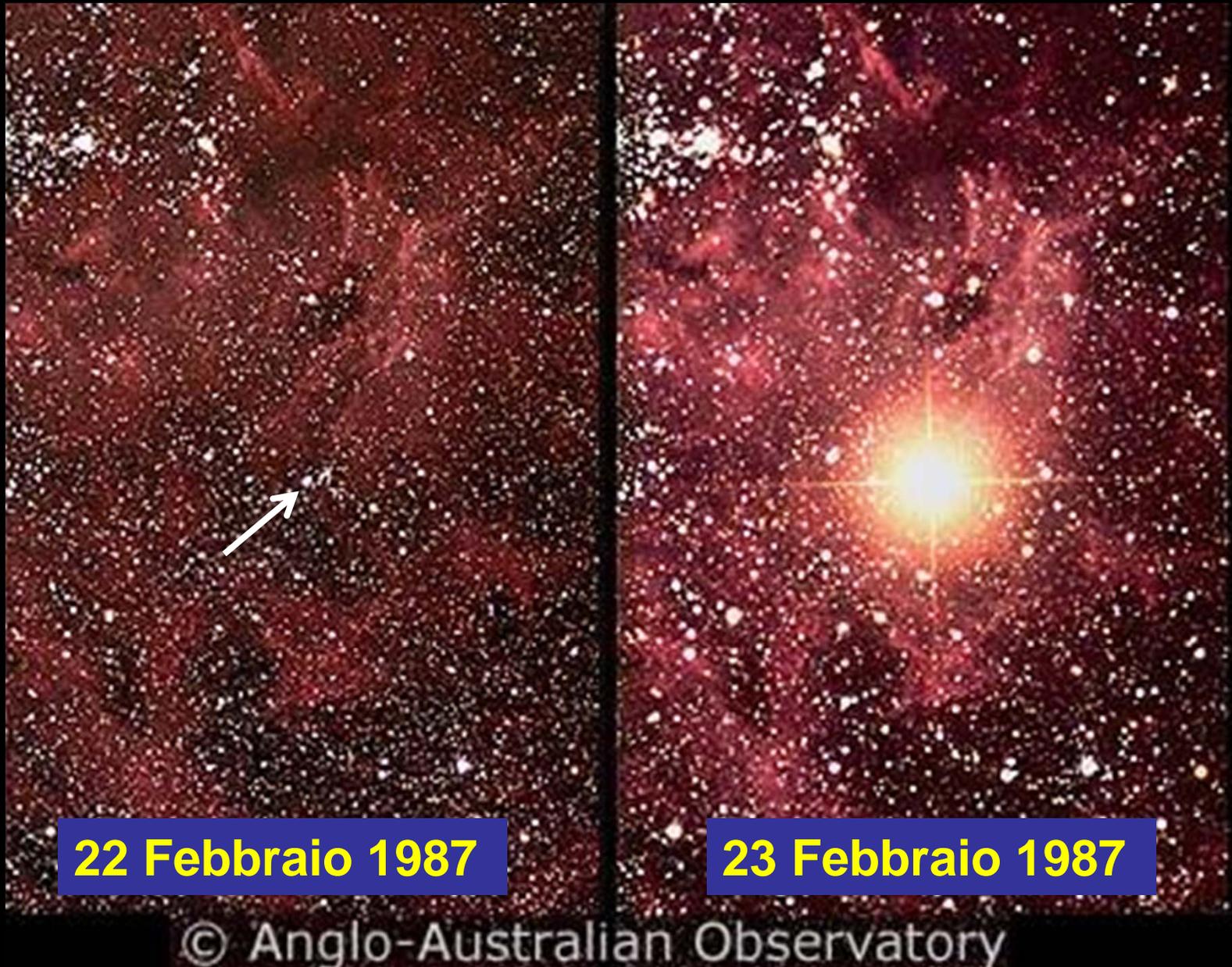


$10^{20} = 100$ miliardi di miliardi

Ma da dove vengono i neutrini, e quanti ce ne sono?

un secondo dopo il Big Bang....

Esplosione della Supernova 1987a



Una supernova emette in un minuto l'energia emessa dal Sole in duecento anni. Per giorni, l'oggetto più splendente della notte!

E i neutrini ??

Solo lo 0.1% dell'energia dell'esplosione va in luce...il 99.9% va in neutrini!

Il 23 Febbraio 1987 ciascun essere umano fu attraversato da 10000 miliardi di quei neutrini.

Un milione di persone ebbero uno di tali neutrini interagente nel loro corpo!



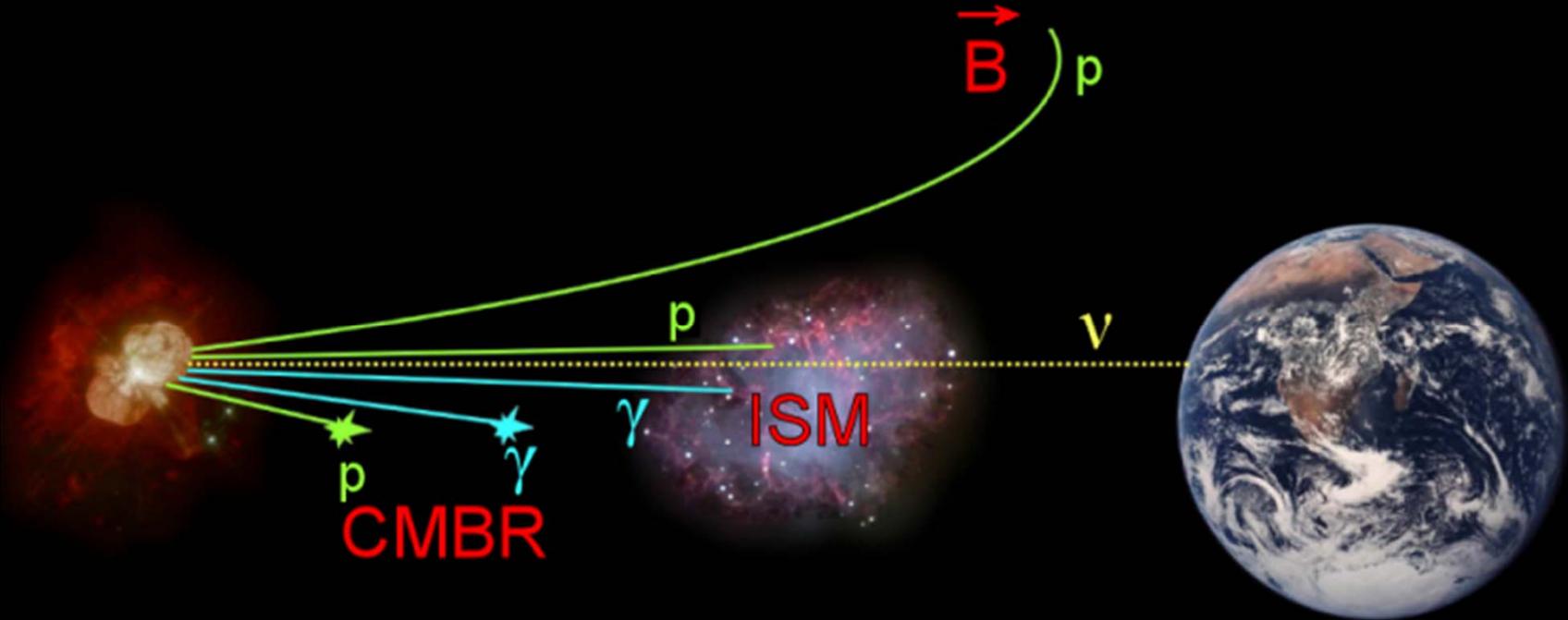
A proposito, siamo figli delle stelle....o delle supernove ??



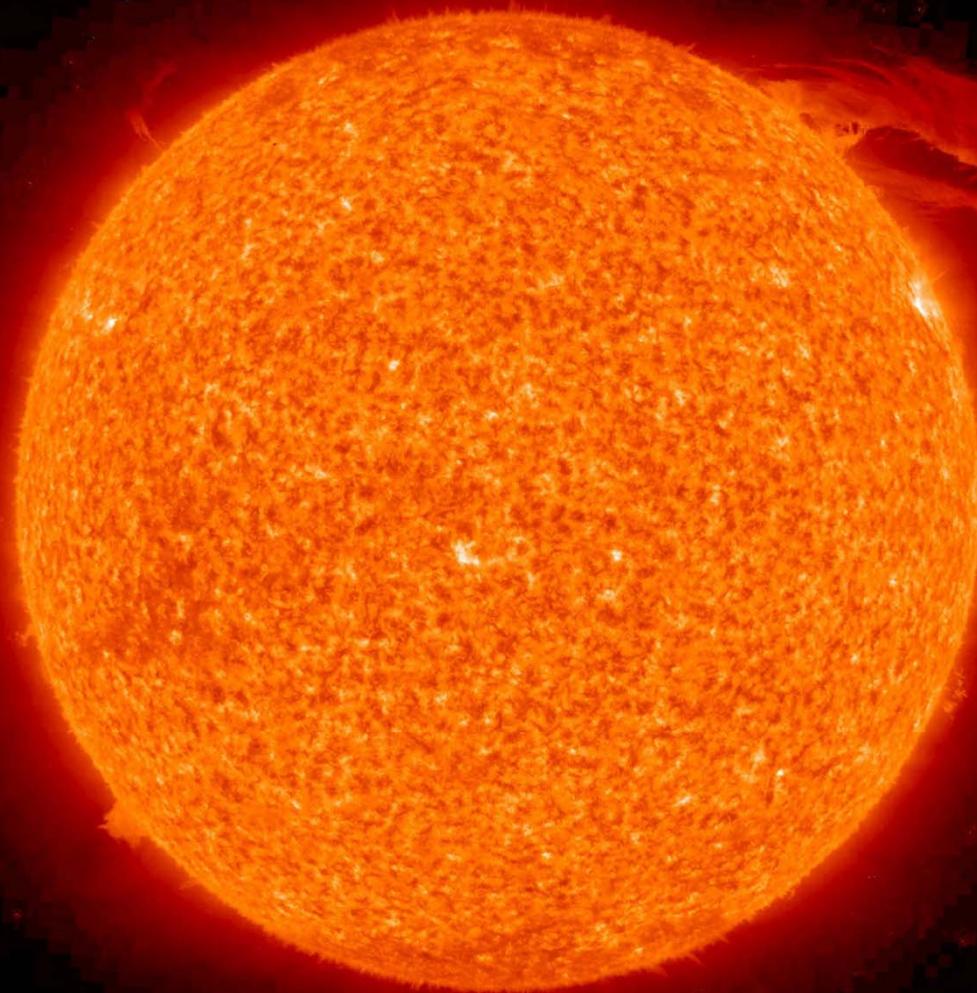
Masatoshi Koshiba

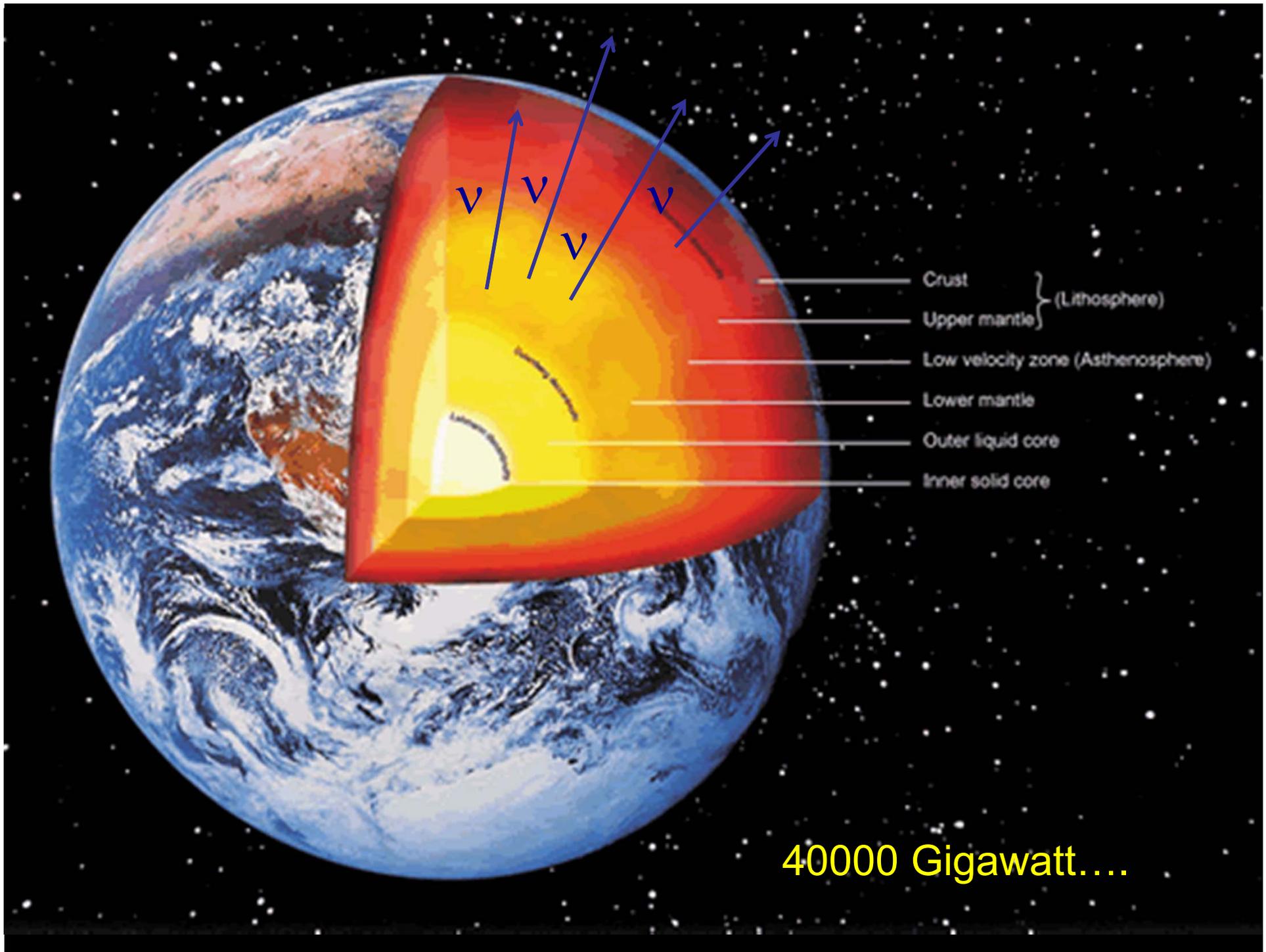
Premio Nobel nel 2002 per l'introduzione dell'astronomia con neutrini
(rivelazione dei neutrini provenienti da SN1987A)

Astronomia con neutrini



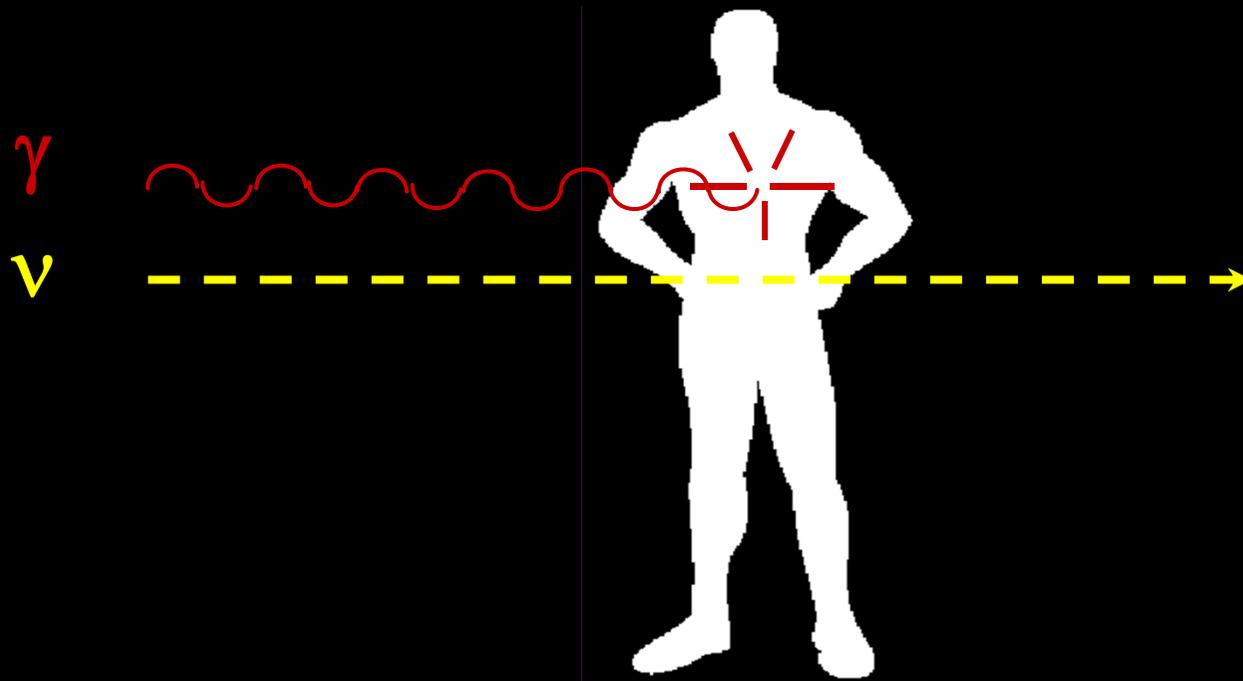
400000 miliardi....





40000 Gigawatt....

I neutrini e l'Uomo



La massa del neutrino è almeno 1 milione di volte più piccola di quelle dell'elettrone !



*Il neutrino è una particella di **Dirac** o di **Majorana** ?*

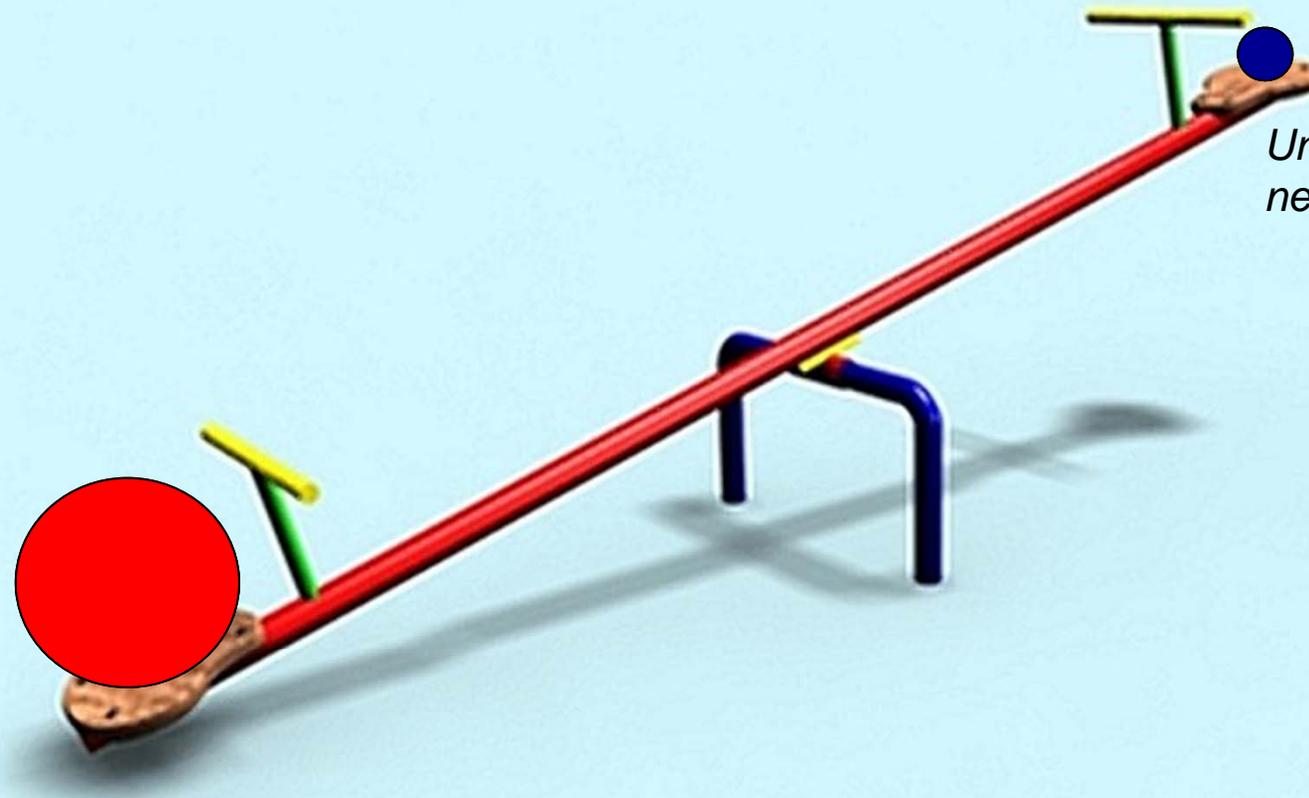


$$\nu \neq \bar{\nu}$$



$$\nu = \bar{\nu}$$

Neutrini, altalene, e antimateria...

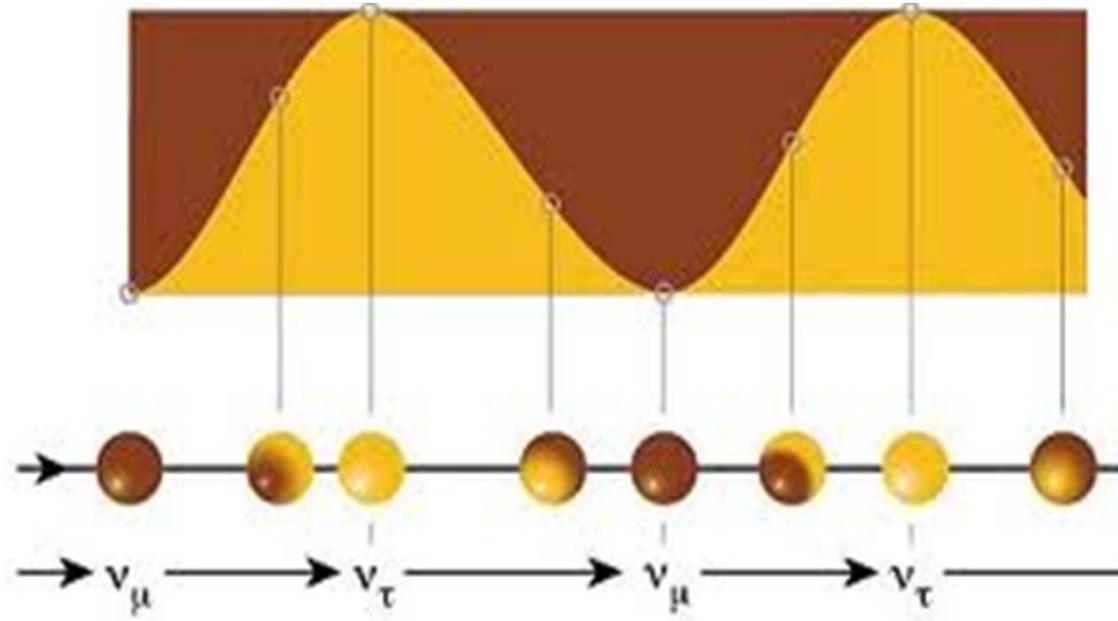


*Uno dei nostri
neutrini leggeri*

*Un neutrino super-pesante
esistito solo ai primi istanti di vita dell'universo*



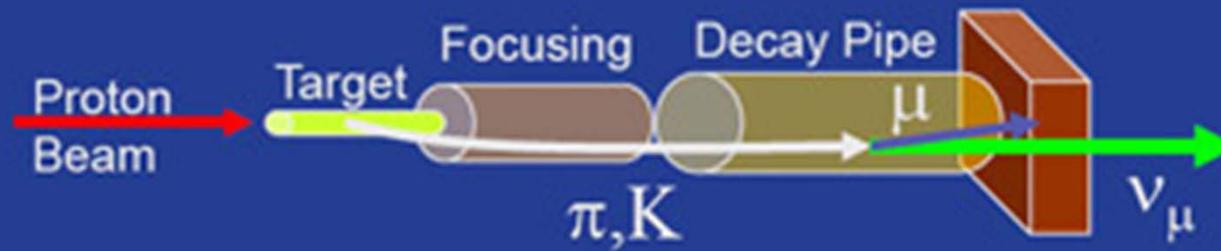
Bruno Pontecorvo (Dubna 1984)



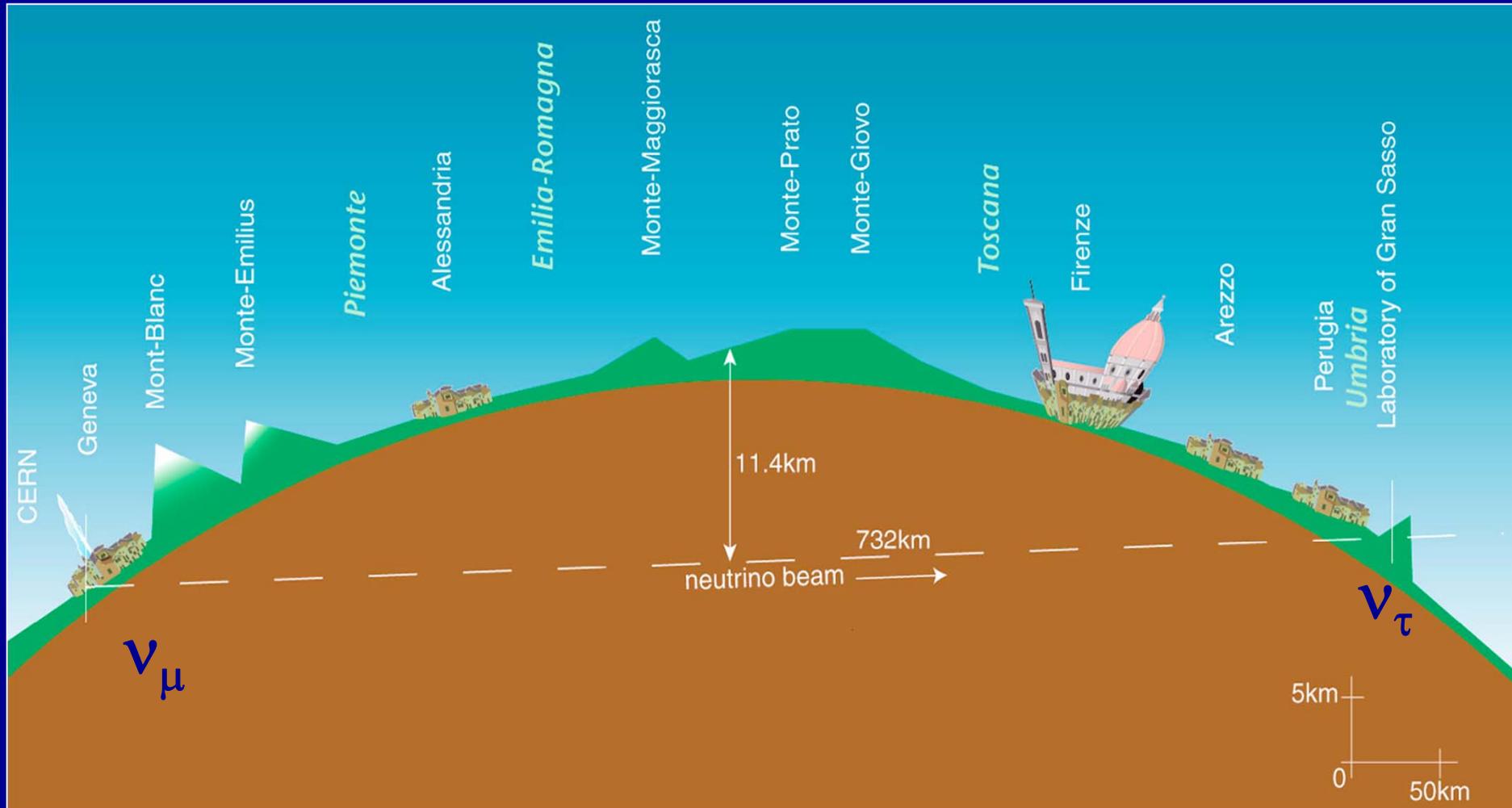
Studiare le oscillazioni di neutrino:

ad esempio, partire con dei neutrini mu e rivelare dei neutrini tau

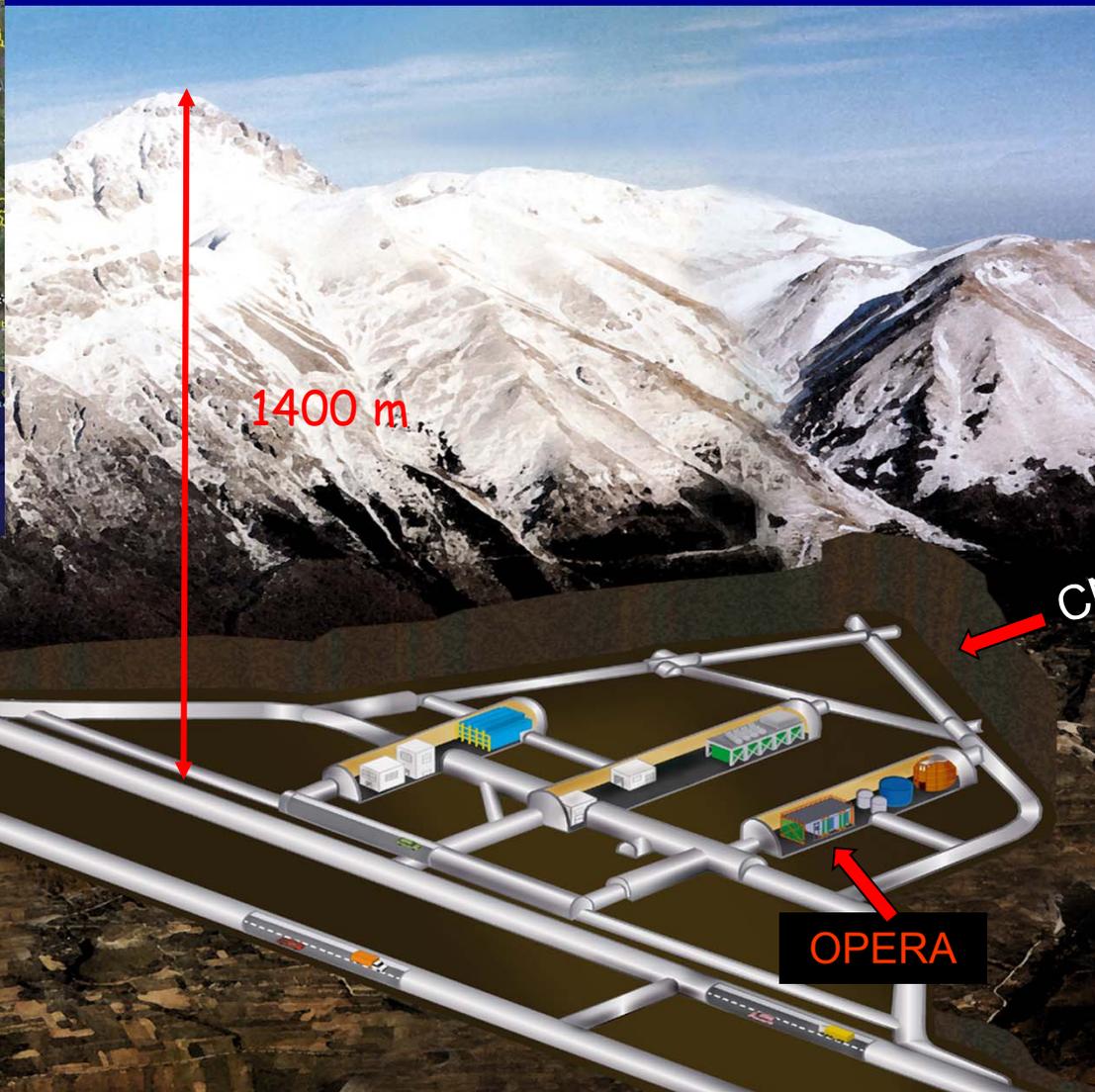
Come si fa un fascio di neutrini?



dal CERN al Gran Sasso (passando attraverso la terra)



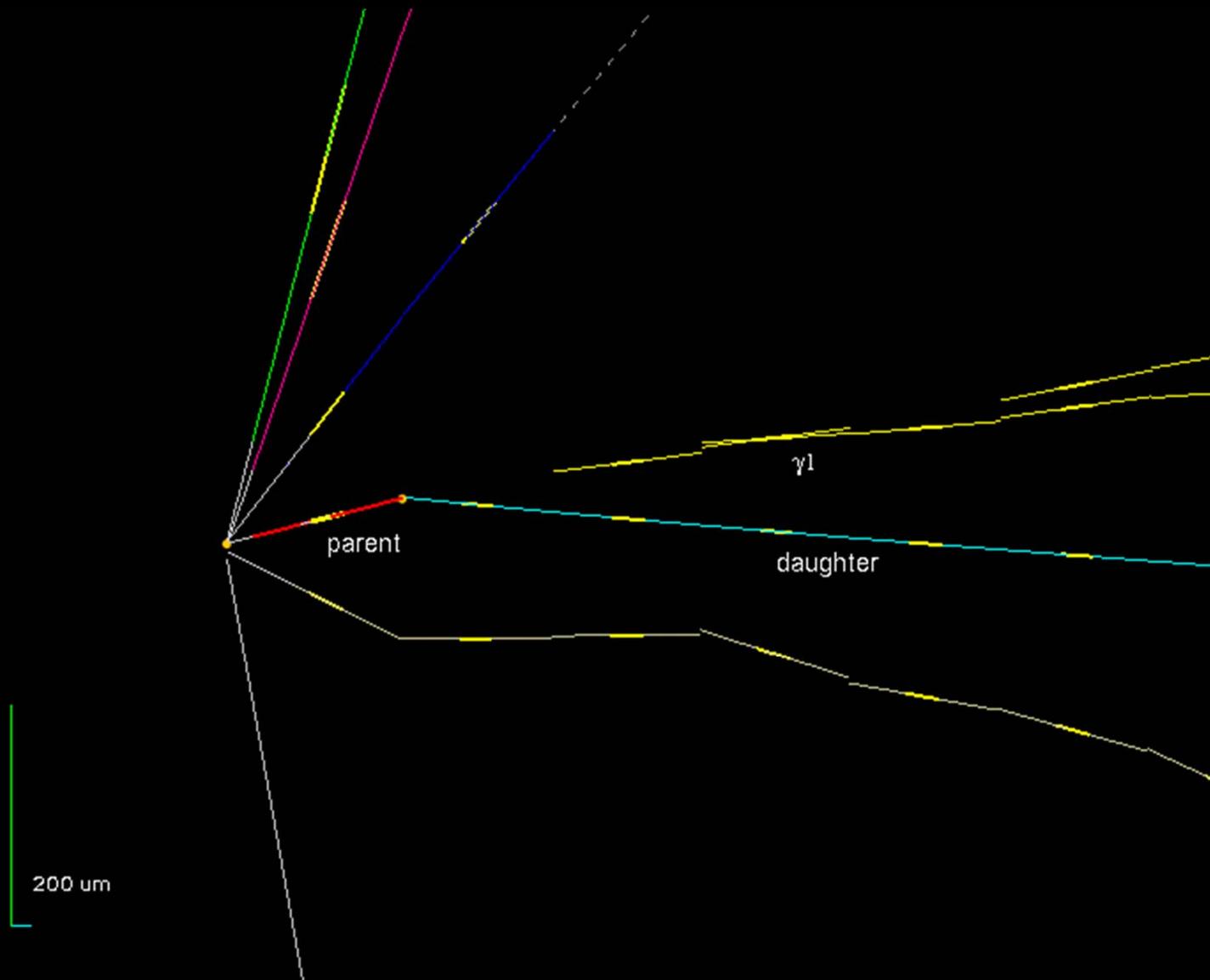
Il laboratorio sotterraneo del Gran Sasso dell'INFN



Il rivelatore per neutrini OPERA



Primo evento candidato di OPERA indicante
l'apparizione di un neutrino tau (Giugno 2010)



PHYSIQUE DES PARTICULES

01 juin 2010 15:32; Act: 01.06.2010 15:32

Neutrino mutant observé pour la première fois

Des scientifiques ont pour la première fois observé la mutation d'un neutrino, ces particules élémentaires insaisissables qui existent sous trois formes.

Mokslas

Fizikai išsiaiškino neutrino paslaptį

www.ift.lt

Il sito Internet dell'Agenzia ANSA

Scienza e Medicina

Fisica: osservata per la prima volta 'metamorfosi' neutrino

Neutrinoer efterlader hul i fysikkens Standardmodel

Begejstring hos Cern i Schweiz og Gran Sasso i Italien: Fysikere har for første gang nogensinde observeret, hvordan nogle af partikelfysikkens mest undseelige partikler, neutrinoerne, kan skifte fra type myon-neutrino til type tau-neutrino.

Home / News / Science

Physicists unlock mystery of subatomic particle

OPERA

Neutrino oscillations make their first appearance in

Particle physics experiment catches neutrino flip - June 01, 2010

la Repubblica.it

FISICA

Scienze

Ecco il neutrino "mutante" cambia come un camaleonte

L'esperimento sul mattone più piccolo della materia: uno di tipo muon, se un cane si fosse trasformato in gatto durante la passeggiata di ELENA DUSI

Particle Chameleon caught in act of changing

India Blooms News Service
Geneva, May 31 (IBNS) Researchers on the OPERA experiment at the INFN's Gran Sasso laboratory in Italy on Monday announced the first direct observation of a tau particle in a muon neutrino beam sent through the Earth from CERN, 730km away.

ADNKRONOS

Ricerca: ruolo principe di due fisici napoletani in osservazione metamorfosi neutrino

È stato raccolto al Gran Sasso sotto forma di neutrino la Pontecorvo nel '69

CERN's OPERA Detects Tau Particle in Muon Neutrino Beam

Monday, 31 May 2010



Geneva 31 May 2010. Researchers on the OPERA experiment at the INFN Sasso laboratory in Italy today announced the first direct observation of a tau particle in a muon neutrino beam sent through the Earth from CERN, 730km away. This is a significant result, providing the final missing piece of a puzzle that has been challenging science since the 1960s, and giving tantalizing hints to physicists to come. The neutrino puzzle began with a pioneering and ultimately controversial experiment by Bruno Pontecorvo in 1962, when he discovered that muon neutrinos produced at CERN were not muon neutrinos when they were detected at the Gran Sasso laboratory in Italy.

Première observation d'une particule "caméléon"

E come se non bastasse....

*Il Fantasma
dell' Opera*

23 Settembre 2011

OLTREPASSATO IL CONSIDERATO INVINCIBILE NELLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ

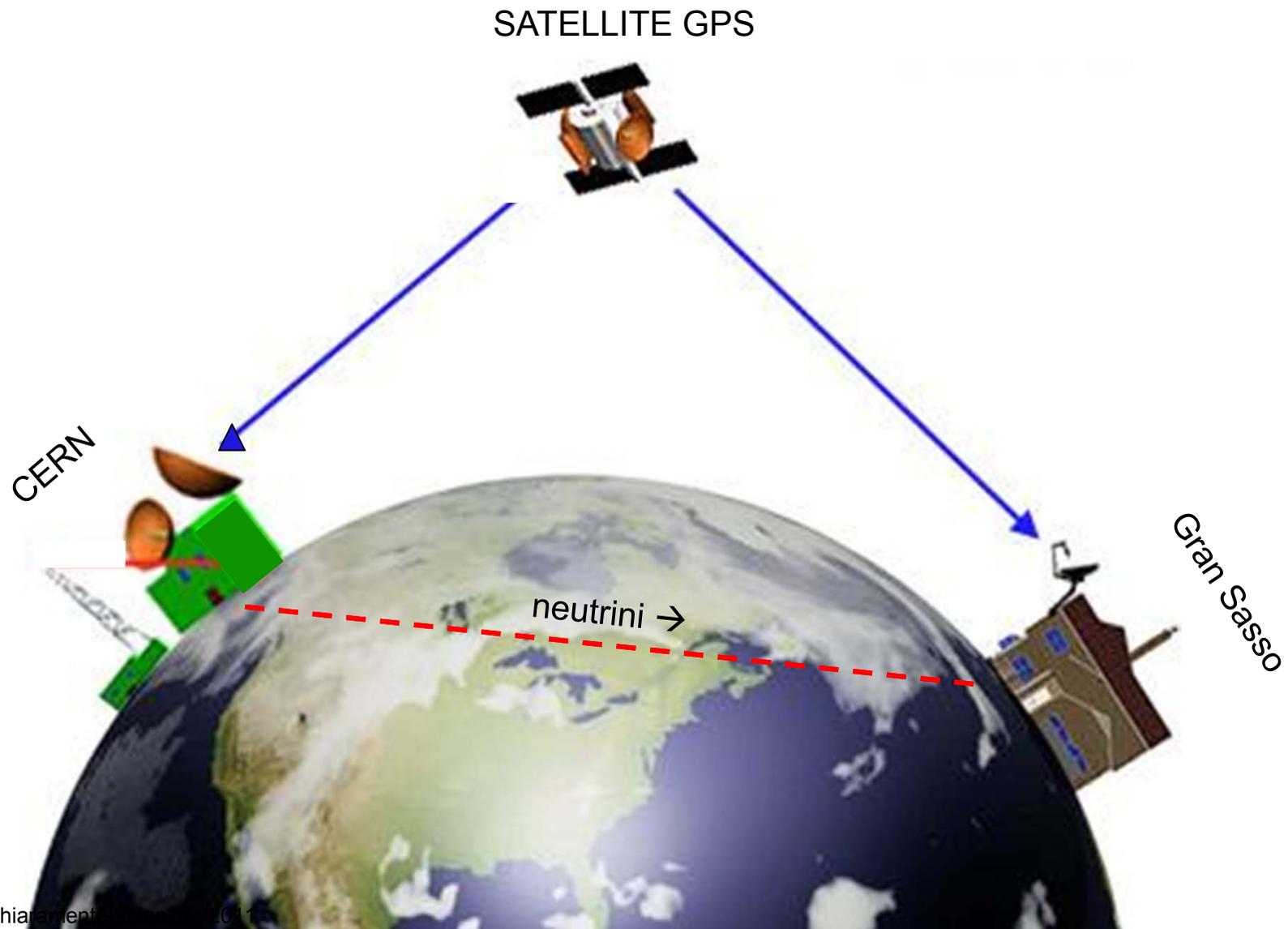
«I neutrini sono più veloci della luce»

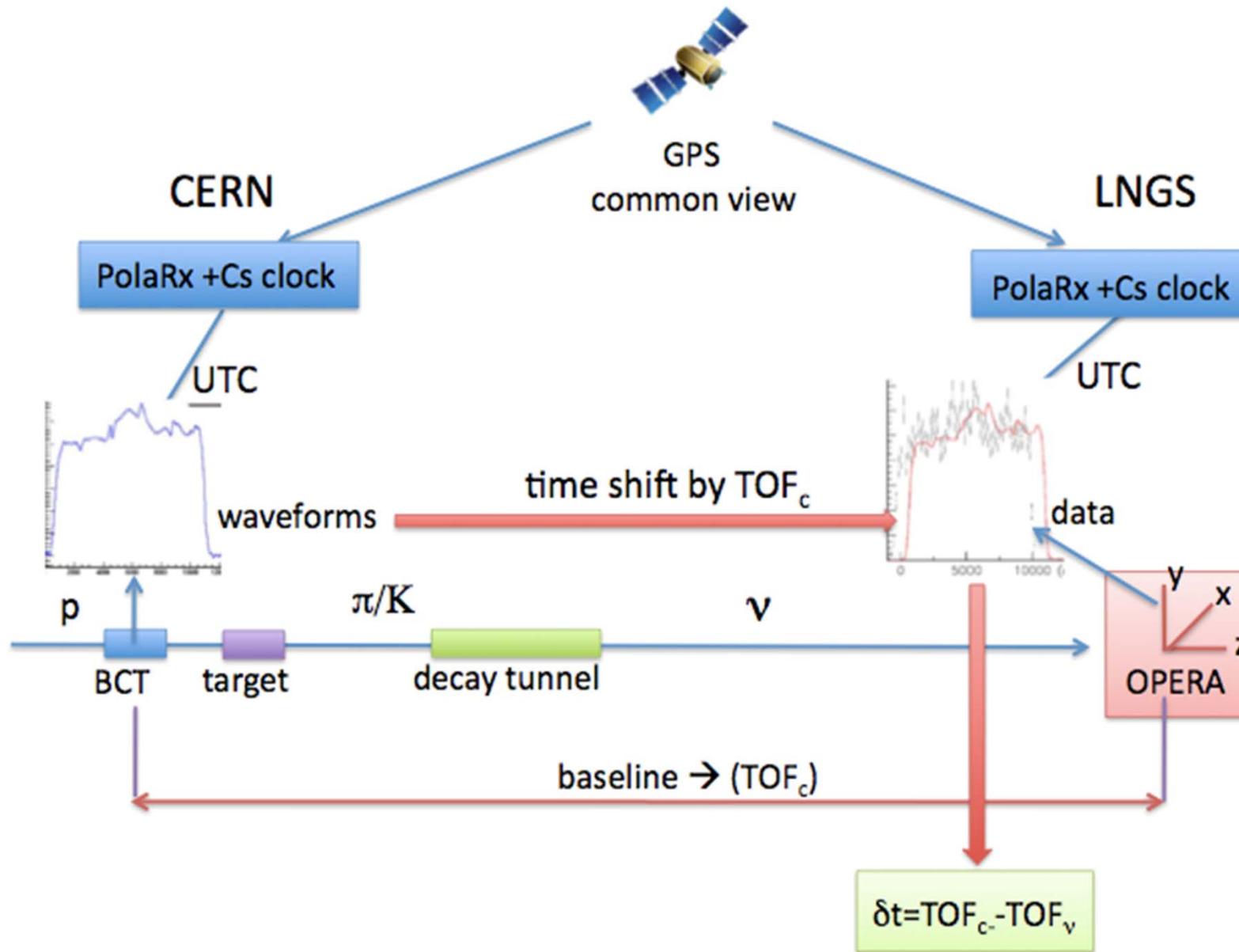
Il Cern mette in discussione Einstein

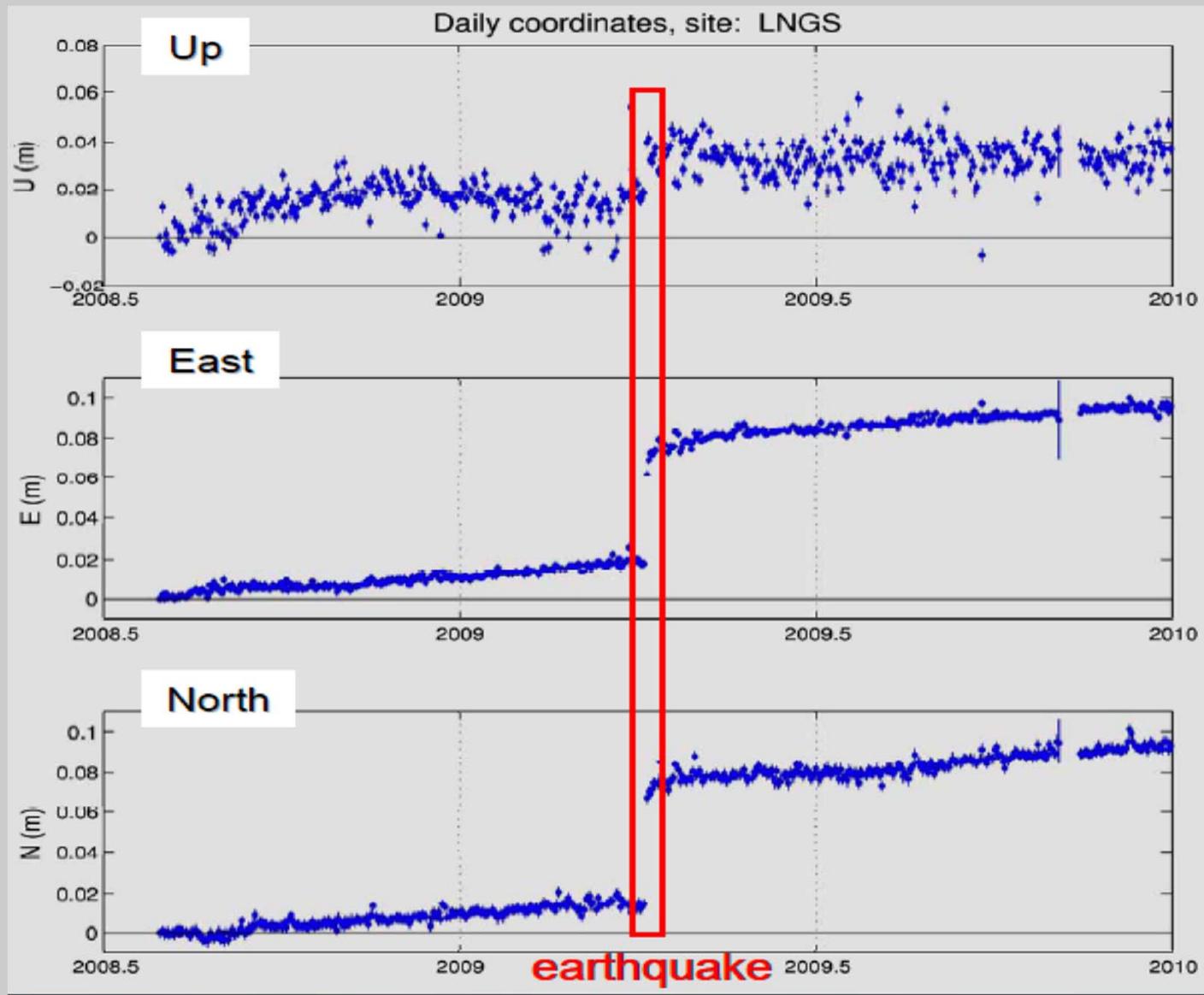
Fasci di particelle lanciati nel laboratorio del Gran Sasso.

La scoperta di un team guidato da un italiano

velocità = spazio / tempo







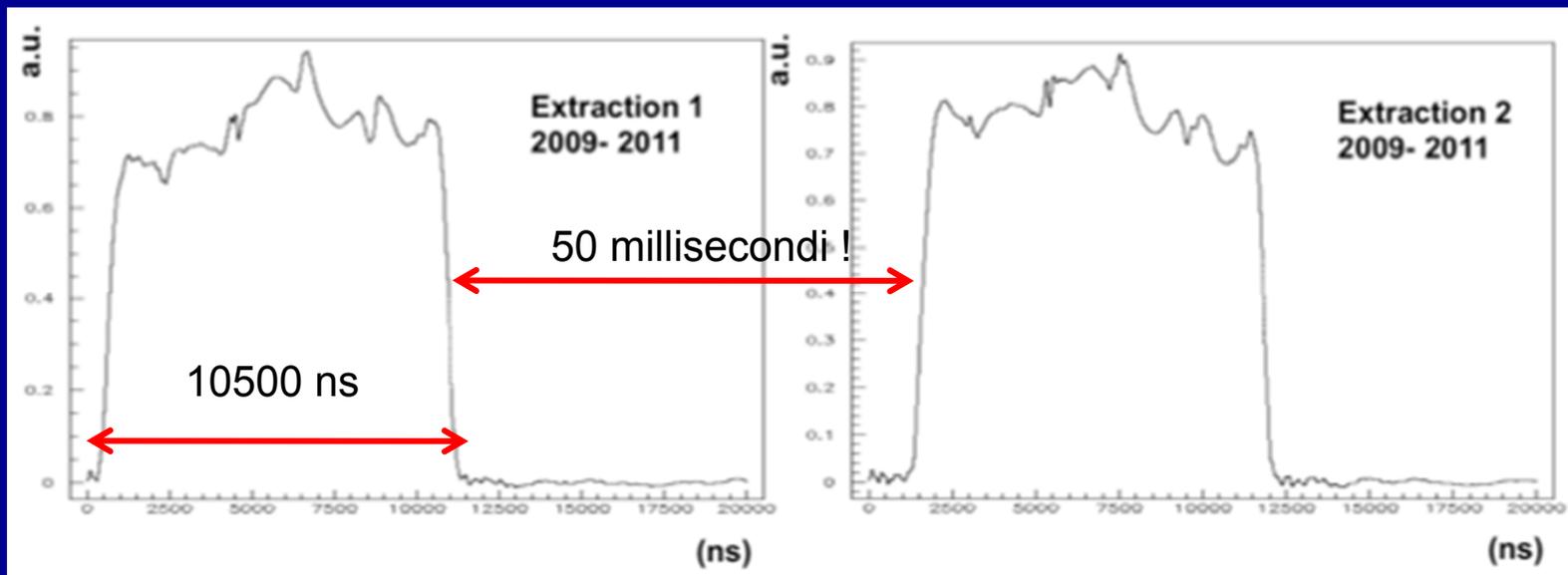
Conclusione (temporanea):

I neutrini del CNGS sembrano arrivare ~ 60 ns prima di quanto impiegherebbe la luce (con una incertezza di ± 10 ns)

Differenza relativa nella velocità (neutrini-luce)
di $\sim 2.4 \times 10^{-5}$

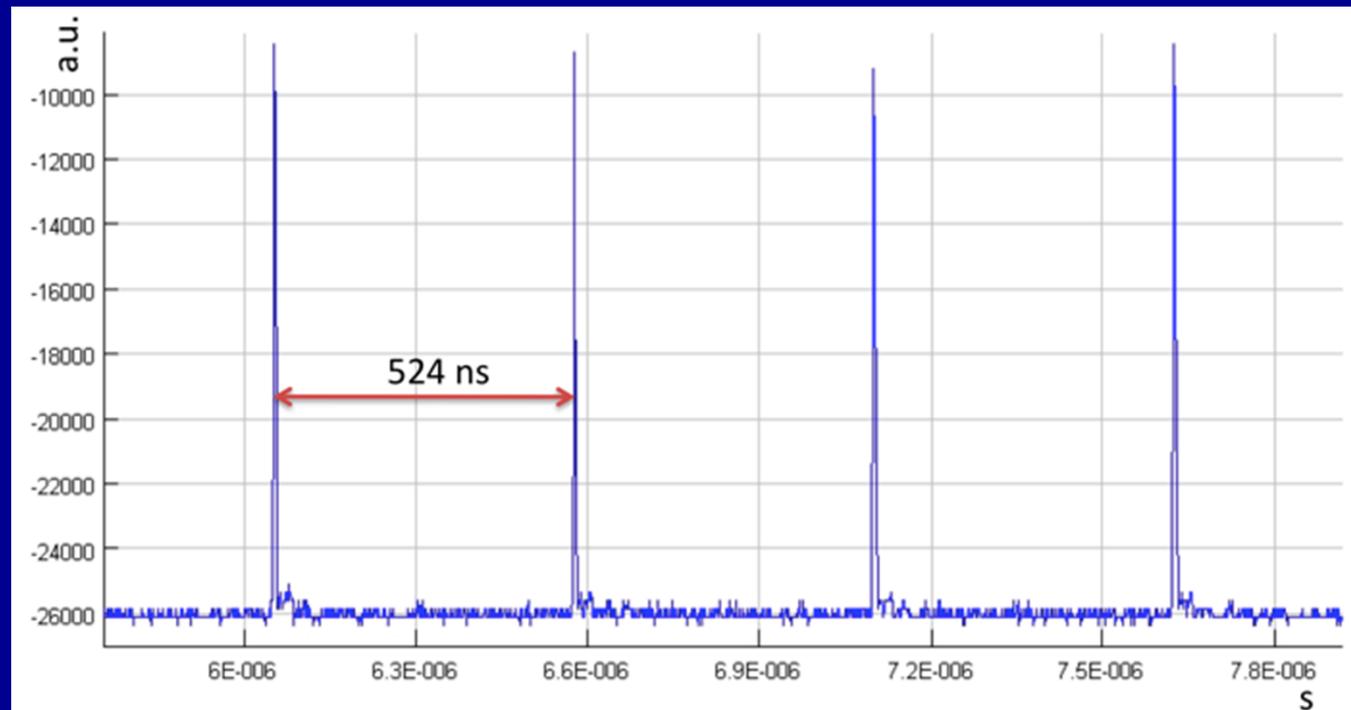
Necessarie conferme indipendenti!

Recentissimi risultati con un differente fascio di neutrini dal CERN al rivelatore OPERA...

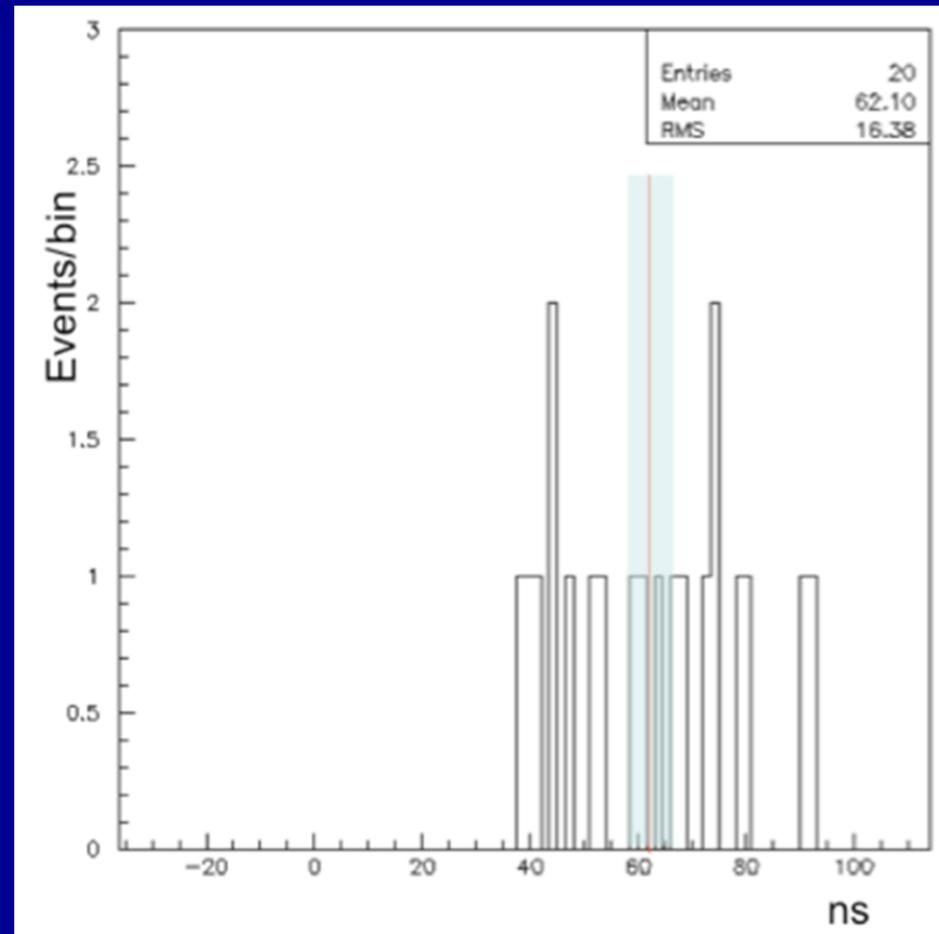


Fascio
standard

Fascio
dedicato



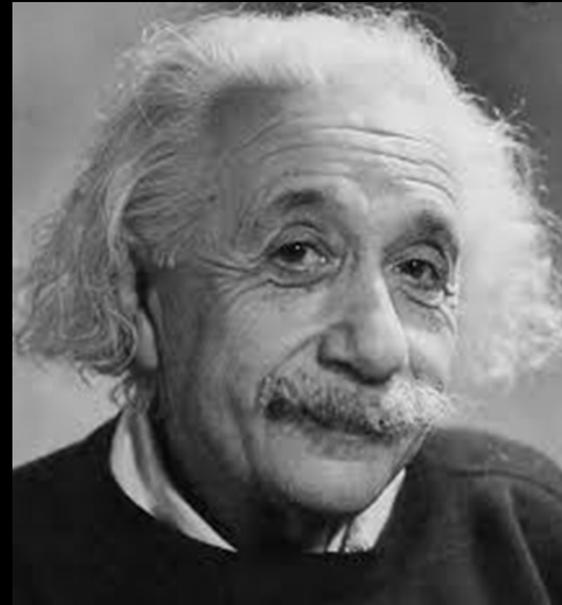
I nuovi risultati sembrano confermare i precedenti, e allo stesso tempo permettono di escludere una serie di possibili errori sistematici



Affaire a suivre...



Newton



Einstein



Bassa probabilità di interazione
Grande presenza nell'Universo
Piccolissima massa
Particella di Dirac o di Majorana ?
Supremazia della materia sull'antimateria
Mescolamento e oscillazioni
Velocità super-luminale ?
.....

Misteri del neutrino?

E' solo la misura della nostra ignoranza!

*“Ciò che conosciamo è una goccia.
Ciò che ignoriamo è un oceano”*

Isacco NEWTON

Grazie per l'attenzione!