

My website:

<http://www.roma1.infn.it/people/maiani/index.html>

La ricerca della semplicità

Luciano Maiani

My website:

<http://www.roma1.infn.it/people/maiani/index.html>

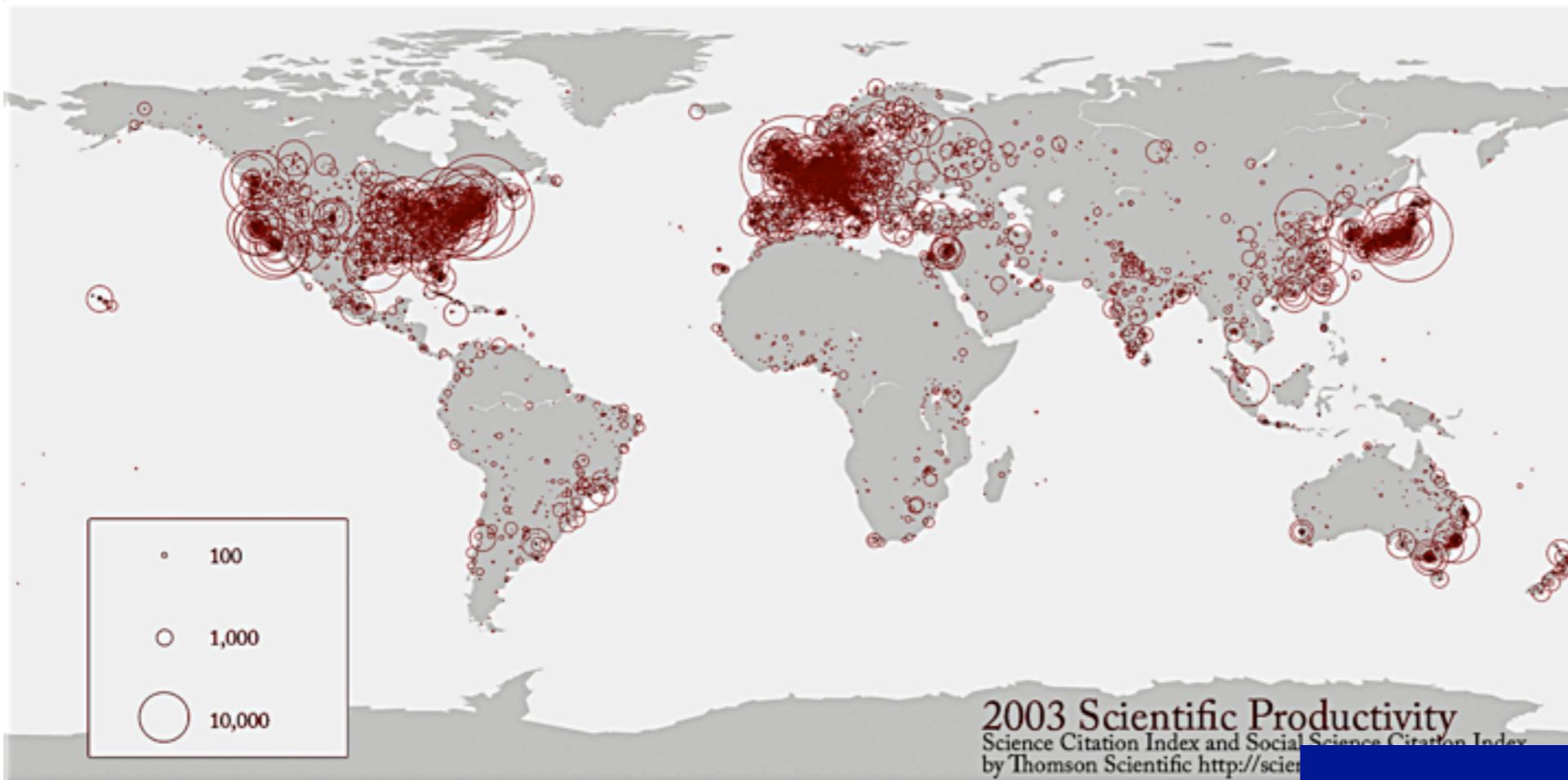
Se il Signore Onnipotente mi avesse consultato prima di imbarcarsi nella creazione di tutto questo, avrei raccomandato qualcosa di più semplice.

Alfonso X di Castiglia (1221-1284) a proposito del Sistema Tolemaico degli ep cicli (Wikipedia).



Premessa

- I Maya pensavano che ogni sera il Sole calasse in un mondo sotterraneo (*Xibalba, l'inframondo*), dove avrebbe lottato con gli dei sotterranei per conquistare la rinascita del giorno dopo.
- In questa visione, non è sorprendente che i Maya si chiedessero se il Sole sarebbe realmente riapparso e se, per propiziare questo evento da cui dipende la nostra vita, non fossero necessari sacrifici speciali.
- La Scienza è nata proprio per liberarci da questi terrori, per mostrare che i fenomeni naturali non sono dovuti al capriccio degli dei (Epicuro, Lucrezio).



la Terra di notte:
 dove c'è ricerca e dove non c'è ...

Börner, Katy. *Atlas of Science: Visualizing What We Know*. (2010). The MIT Press. Pg 2.



1. La ricerca dei costituenti fondamentali

- In queste lezioni, parleremo della ricerca dei costituenti fondamentali della materia, una ricerca che affonda le sue radici nel passato:

.....et semina rerum

.....quod ex illis sunt omnia primis

(Lucrezio, De Rerum Natura)

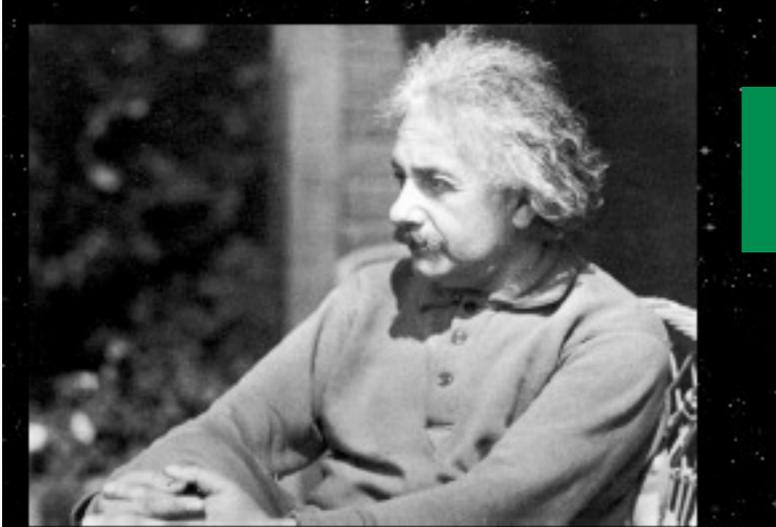
- La nostra storia parla anche della dedizione degli scienziati alle loro ricerche, anche al di là delle vicende della Storia che scorre intorno a loro...
- Plutarco, nella vita di Marcello così descrive la morte di Archimede di Siracusa, il più illustre scienziato dell'antichità:

Ma più di tutto Marcello fu addolorato dalla sventura che toccò ad Archimede.

...lo scienziato si trovava solo in casa e stava considerando una figura geometrica, concentrato su di essa, oltreché con la mente, anche con gli occhi, tanto da non accorgersi che i Romani invadevano e conquistavano la città.

Ad un tratto entrò nella stanza un soldato e gli ordinò di andare con lui da Marcello.

Archimede rispose che sarebbe andato dopo aver risolto il problema e messa in ordine la dimostrazione. Il soldato si adirò, sguainò la spada e lo uccise.

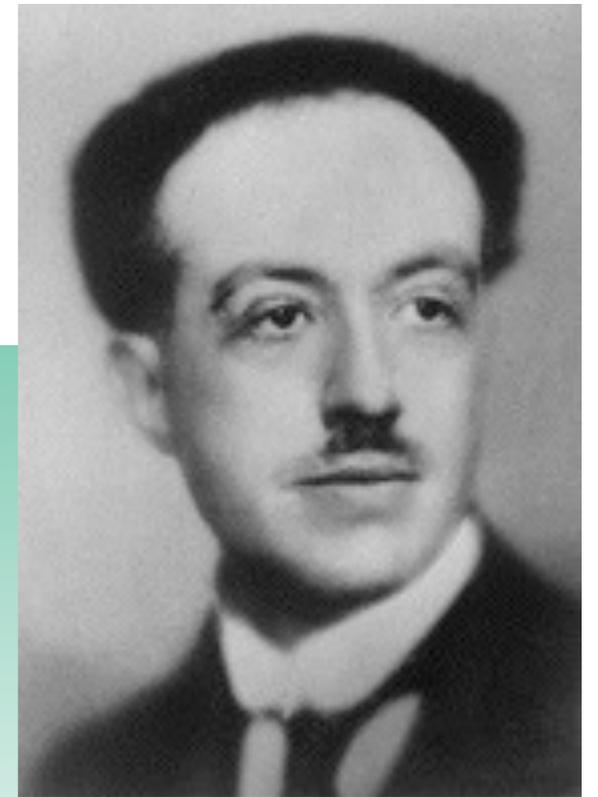


Il 1905, l'anno di Albert Einstein

- ***La teoria del moto browniano***: il moto irregolare di piccoli corpi sospesi e' dovuto alle spinte casuali degli atomi del mezzo; la teoria di Einstein permette di stimare, dai dati, il Numero di Avogadro (numero di atomi/grammomoлекула) ed ha aperto la strada allo studio dell'atomo
- ***La teoria della Relativita' Speciale***: una rivoluzione nei concetti di spazio e di tempo; $E=mc^2$.
- ***Il fotone***: la luce si propaga per quanti discreti che si comportano come vere e proprie particelle; premiato con il Nobel, questo lavoro ha aperto la strada alla formulazione di una nuova meccanica, la meccanica quantistica, per descrivere i fenomeni atomici e subatomici. La MQ riconcilia la natura corpuscolare della luce con i suoi aspetti ondulatori (diffrazione, interferenza). Questa "riconciliazione" non finisce ancora di stupirci

Nobody understands quantum mechanics
Richard Feynman

20 anni dopo...



- ..nel 1924, il fisico francese Luis de Broglie avanzava l'ipotesi che oggetti classificati come particelle dovessero essere descritti con un'onda, di lunghezza d'onda: $\lambda = \frac{h}{p}$
- La duplice natura, onda-corpuscolo, e' una caratteristica universale: materia e radiazione !

nei versi scherzosi di Enrico Persico agli amici romani, E. Fermi e collaboratori, circa 1930:

Credon poi, con fé profonda

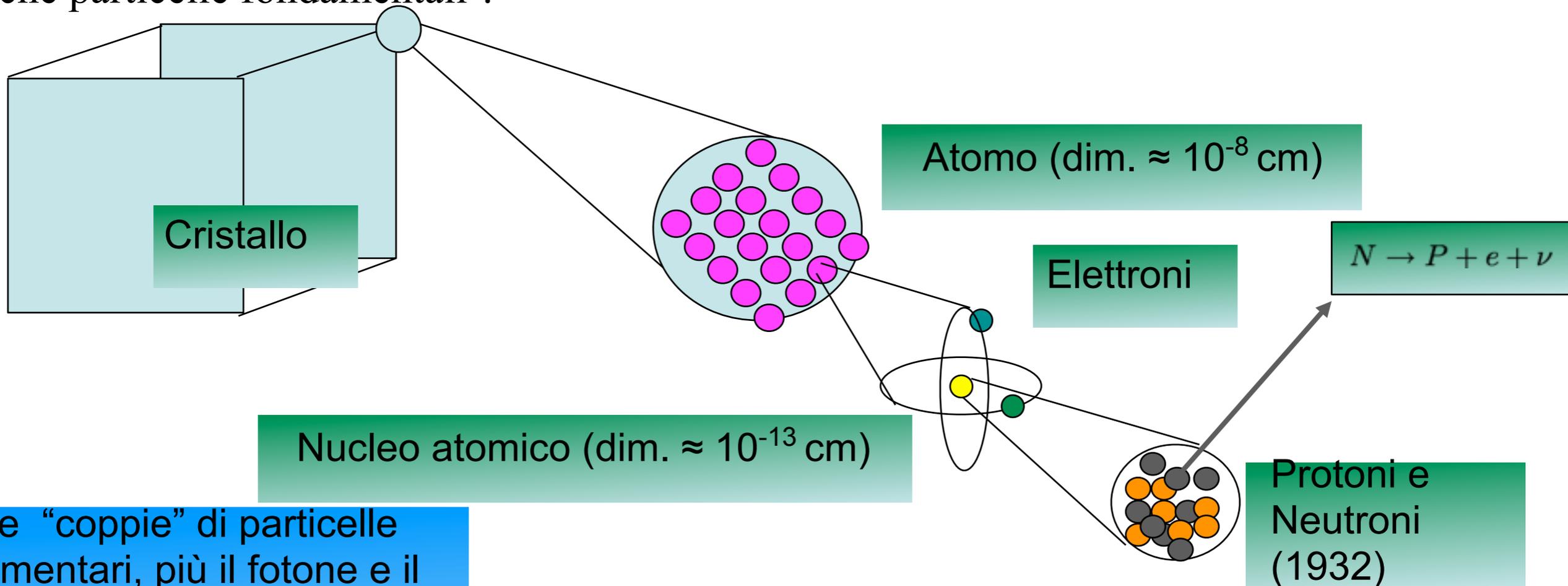
Cui s'inchina la ragion

Che la luce è corpo e onda

Onda e corpo è l'elettron.

2. L'immagine della materia negli anni '30

- E' quella che ci insegnano a scuola
- per molti versi, sufficiente ancora oggi per un primo orientamento
- tre tipi di forze fondamentali: elettromagnetica, forte (nucleare), debole (decadimento beta)
- poche particelle fondamentali ?



Due "coppie" di particelle elementari, più il fotone e il mesone di Yukawa possono spiegare tutto il mondo osservato?

$$\begin{pmatrix} P \\ N \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \nu \\ e \end{pmatrix} \quad \gamma \quad \pi ?$$

H. Yukawa. Le Forze Nucleari sono trasmesse da una particella di massa ≈ 200 volte la massa dell'elettrone : il mesone π

Trasmutazioni nucleari: i ragazzi di Via Panisperna (1934)



- (da destra):
- Fermi
- Rasetti
- Amaldi
- Segrè
- D'Agostino
- ...Pontecorvo
- ...era dietro la
macchina
fotografica

Antimateria!

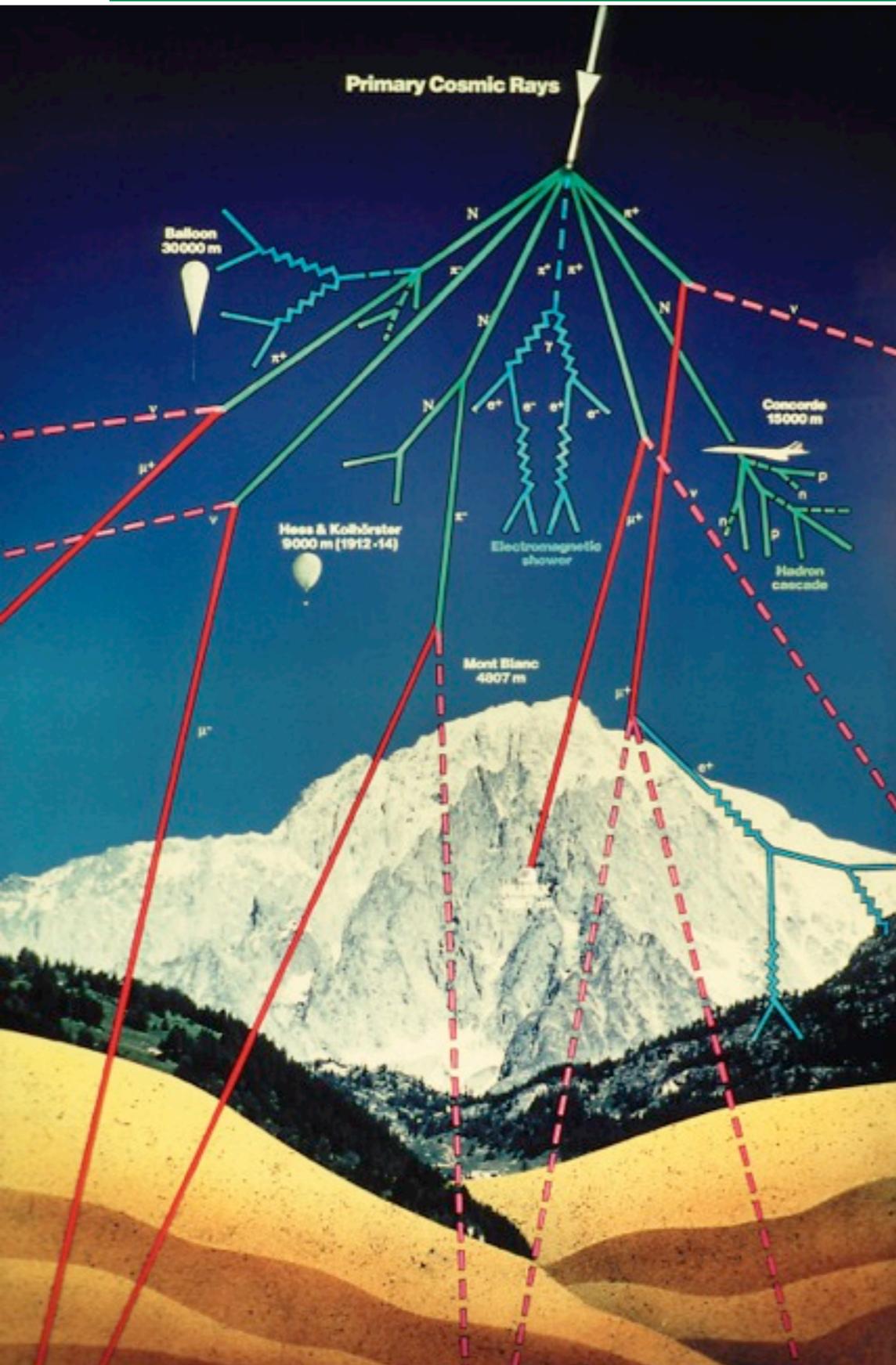
- 1932. L'elettrone positivo, il “positrone”, viene osservato da C. D. Anderson nelle reazioni prodotte dai raggi cosmici: è la scoperta dell'antimateria
- Prevista teoricamente il fisico inglese P. A. M. Dirac sulla base della sua equazione per l'elettrone, che unifica Relatività e Meccanica Quantistica
- Ogni particella che porta una carica conservata Q possiede un'*antiparticella* con uguale massa e spin e carica $-Q$;
- antiprotone (E. Segrè e coll., 1955), antineutrone (O. Piccioni e coll., 1956);
- sulla Terra, una antiparticella si annichila rapidamente con la sua antiparticella (elettrone, protone, neutrone);
- *il nostro mondo è fatto di materia.*

Ma nell'Universo su grande scala?

If we accept the view of complete symmetry between positive and negative electric charge so far as concerns the fundamental laws of Nature, we must regard it rather as an accident that the Earth (and presumably the whole solar system), contains a preponderance of negative electrons and positive protons. It is quite possible that for some of the stars it is the other way about, these stars being built up mainly of positrons and negative protons. In fact, there may be half the stars of each kind. The two kinds of stars would both show exactly the same spectra, and there would be no way of distinguishing them by present astronomical methods. (P. A. M. Dirac, Nobel Lecture, 1933)

La simmetria materia-antimateria non è rispettata dalle forze deboli. L'assenza di antimateria nell'Universo su larga scala è un fatto ormai accertato, di cui NON abbiamo tuttora una spiegazione soddisfacente.

1937: Il mesotrone



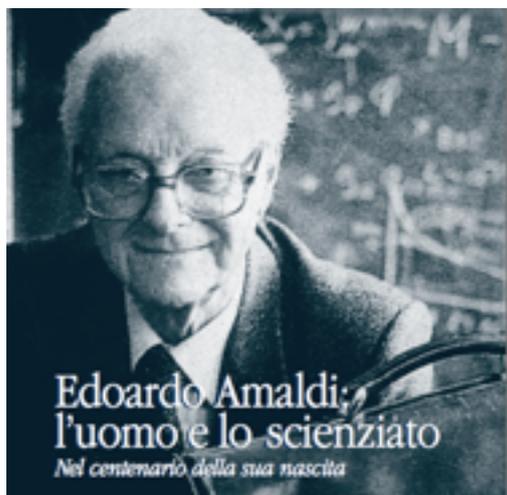
- Nel 1937, C. Anderson e S. Neddermeyer scoprono una nuova particella prodotta nelle collisioni dei raggi cosmici con gli atomi dell'atmosfera.

- Ha una massa intermedia tra l'elettrone e il protone, per questo viene chiamata "mesotrone".

La massa è prossima alla massa predetta da Yukawa per il mesone π , tanto da far pensare: "mesotrone" = mesone π : l'ultimo bosone! Ne erano tutti convinti...

3. Dai Raggi Cosmici al CERN

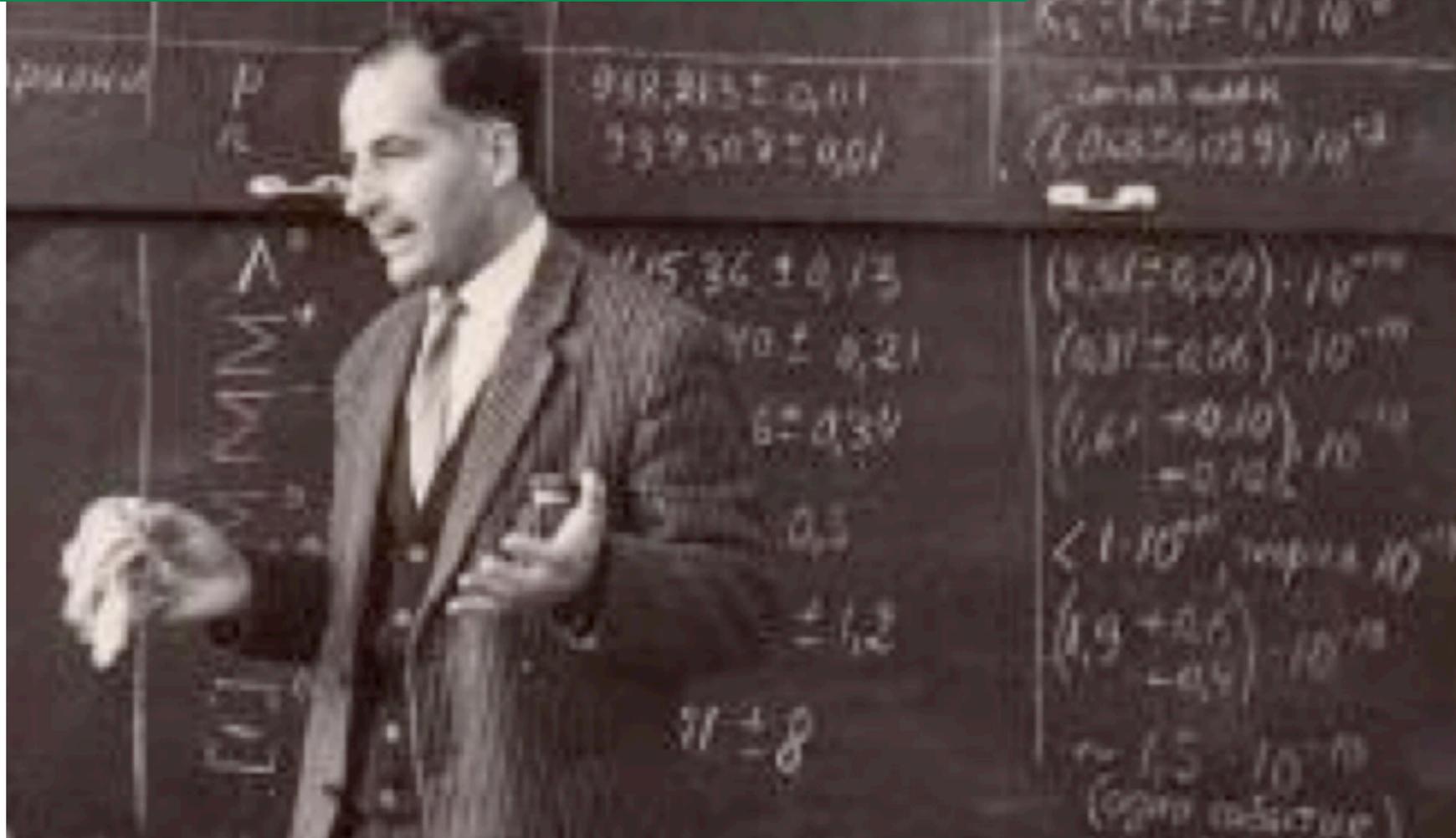
- 1946 (Roma): M. Conversi, E. Pancini e O. Piccioni, scoprono che il mesotrone (oggi “particella μ ”) non e’ associato alle forze nucleari;
- 1947 B. Pontecorvo mostra che il mesotrone è una “copia pesante” dell’elettrone: ?????
- 1940-1950: un nuovo zoo di particelle emerge dallo studio dei raggi cosmici;
- le “nuove particelle” non sono presenti nella suddivisione della materia: atomo, nucleo, nucleoni,
- ma devono avere un ruolo nell’ architettura delle forze fondamentali
- ...e possono essere studiate compiutamente solo nelle collisioni di alta energia alle macchine acceleratrici.



Fondato nel 1954, il CERN è oggi il Laboratorio base per la Fisica delle Particelle Elementari in Europa.

The Legacy of Bruno Pontecorvo: the Scientist and the Man

*Roma, Università La Sapienza
11-12 September, 2013*



lo strano destino del mesotrone:

... ordinato da Yukawa, scoperto da Anderson e sorpreso a comportarsi male da Conversi e altri, al punto di non avere niente a che fare con la particella di Yukawa (B. Pontecorvo, 1982).

4. Costituenti della materia e Forze Fondamentali, 2013



Murray Gell-Mann

		Fermions			Bosons	
Quarks	u up	c charm	t top	γ photon	Z Z boson	
	d down	s strange	b bottom			
Leptons	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	W W boson	g gluon	
	e electron	μ muon	τ tau			
	Higgs* boson					

Sono tutte particelle instabili: che ruolo hanno nell'Universo?

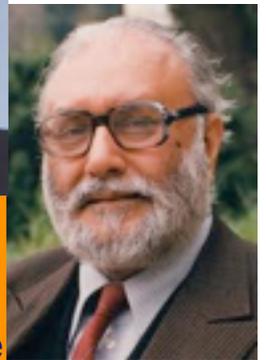


Sheldon Glashow



Steven Weinberg

Abdus Salam
@ ICTP Trieste



Carlo Rubbia



Robert Englert e Peter Higgs

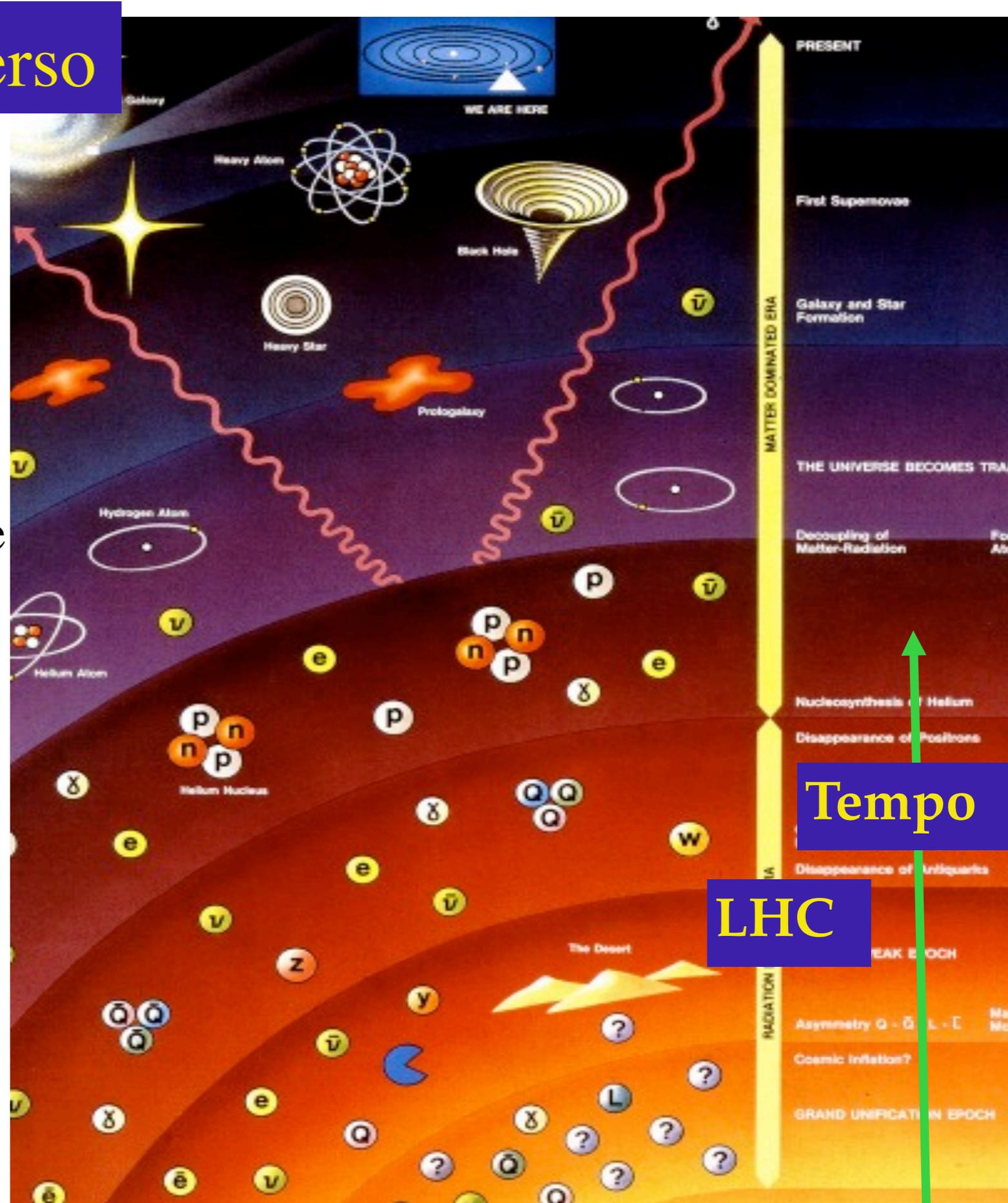
Source: AAAS

I quark e i leptoni più leggeri sono i costituenti della materia ordinaria

La storia dell'Universo

Gli acceleratori di particelle sono delle « macchine del tempo » che riproducono le condizioni dei primi istanti dell' Universo, quando particelle instabili di tutte le “generazioni” popolavano l'Universo

..e le fluttuazioni primordiali producevano i « semi » delle strutture che osserviamo oggi: ammassi di galassie, galassie, stelle, pianeti.



BIG BANG

La materia normale (H, He) rende conto di solo circa 1/6 della massa presente nell' Universo

Le osservazioni astronomiche possono dare la distribuzione della materia oscura (ipotizzata da f. Zwicky nel 1938)

Ma non permettono di identificarne la natura fisica (Neutrini? Stringhe Cosmiche? Neutralini?).

Se la materia oscura è fatta di “neutralini“, il Large Hadron Collider potrebbe produrli in laboratorio e permetterci di studiarli completamente.



Fritz Zwicky

1898 [Varna, Bulgaria](#)

[1974 Pasadena, California, USA](#)

Residenza: USA

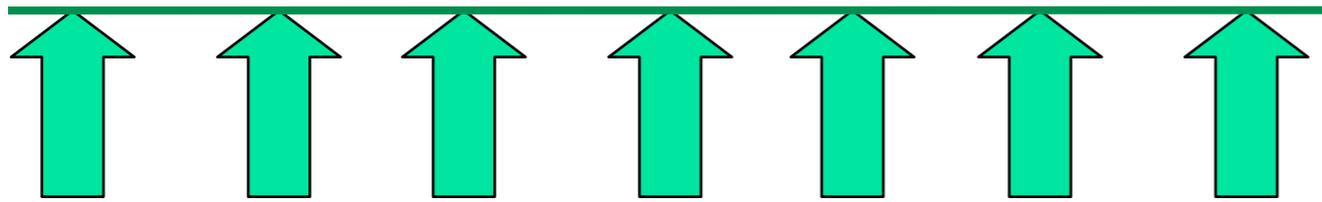
Cittadinanza: Svizzera



5. Il Bosone di Higgs

L'origine delle masse

- Un campo pervade lo spazio ed influenza il moto delle particelle
- Il campo “distingue” tra le particelle collegate dalla simmetria .. W, Z acquistano una massa, il fotone resta a massa zero etc.



- Il VUOTO è come la superficie di un lago perfettamente calmo

- Nelle collisioni si producono delle onde...



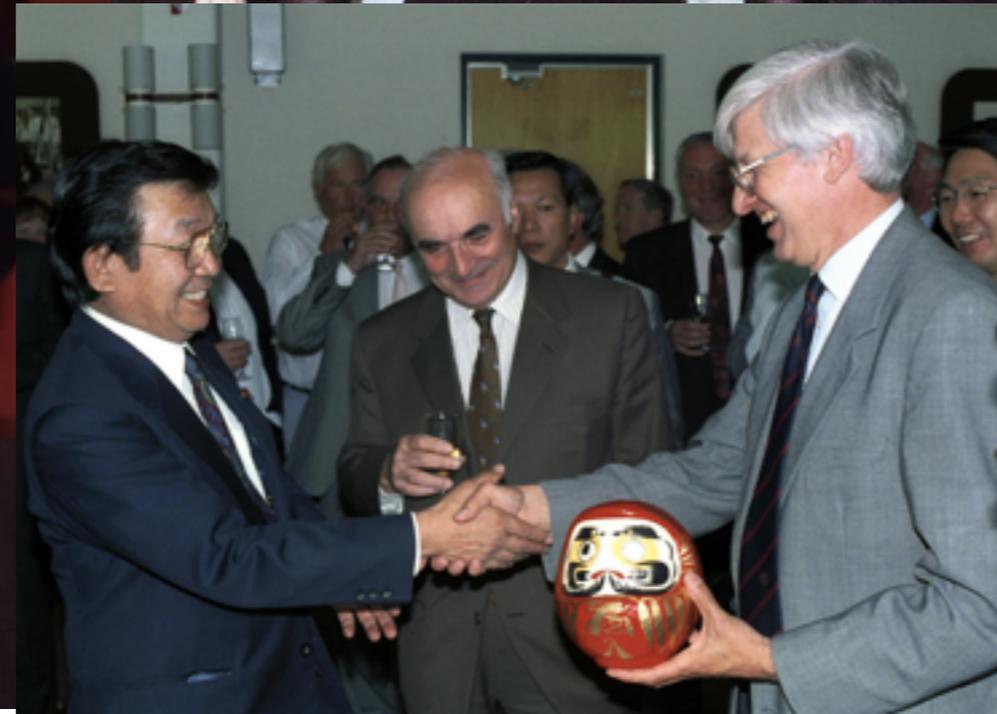
... che corrispondono ad una nuova particella: il **BOSONE di HIGGS**

- Il bosone di Higgs è necessario per l'accordo tra teoria e Natura...
- Ma dá una nuova visione del VUOTO, che puo spiegare nuovi fenomeni: (inflazione, universo caotico, ...)
- per trovarlo, è stata costruita una macchina mondiale: LHC al CERN di Ginevra.

Peter Higgs @ Erice, 2007
(con Verònica Riquer)



6. LHC al CERN-protagonisti



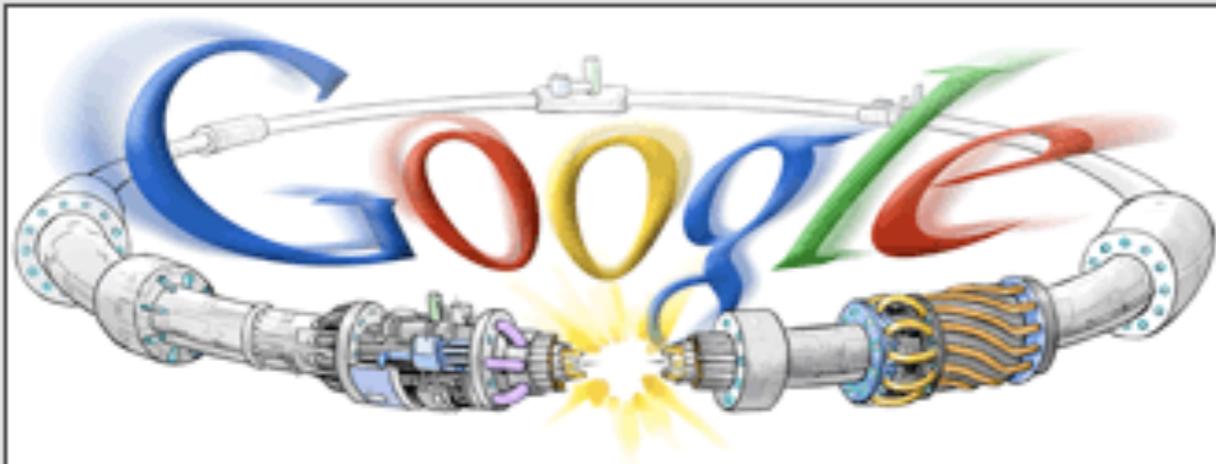
LHC:primi fasci, 10 Settembre 08



GOOGLE, lo stesso giorno

Google LHC Logo

Today, Google place a different logo for their homepage having **Large Hadron Collider (LHC)** experiment theme.



We can easily see the excitement about this LHC experiment on any face who have interest in science and scientific things specially in physics as this would be the future of physics.

Scientists at the CERN research centre in Switzerland are aiming to use this wonder machine to gain a better understanding of the birth and structure of the universe, and to fill gaps in our knowledge of

physics.

Well, it's a big topic to discuss...I am not that much intelligent...however a well known **Prof Stephen Hawking** said that "Whatever the LHC finds or fails to find, the results will tell us a lot about the structure of the universe."

Cheers!

September 10, 2008 - Posted by [imstrategist](#) | [Uncategorized](#) | [Google, LHC Experiment](#) | [1 Comment](#)

1 Comment »

1. Yaaay, im still alive, no black holes 😊



Comment by ZeroZool | September 10, 2008

Gli obiettivi di LHC

- Trovare il Bosone di Higgs

L' Origine delle masse

!!!!

- Trovare le Particelle Supersimmetriche

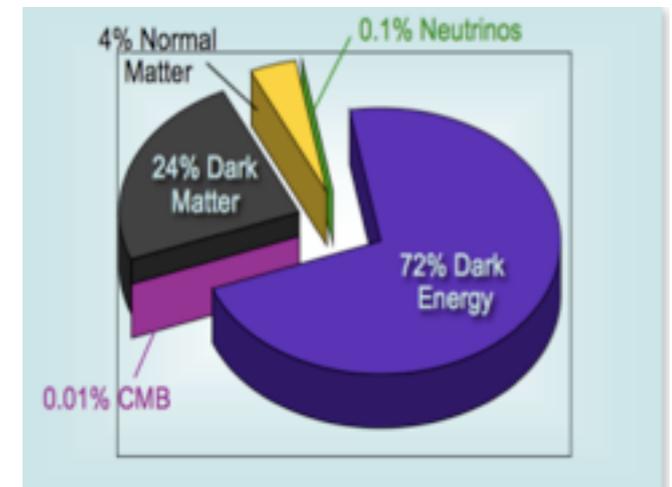
L' Origine dello Spin

L'Unificazione delle Forze **richiede** una Simmetria che colleghi particelle con spin differenti: questa è la SUPERSIMMETRIA scoperta al CERN negli anni settanta da J. Wess e B. Zumino

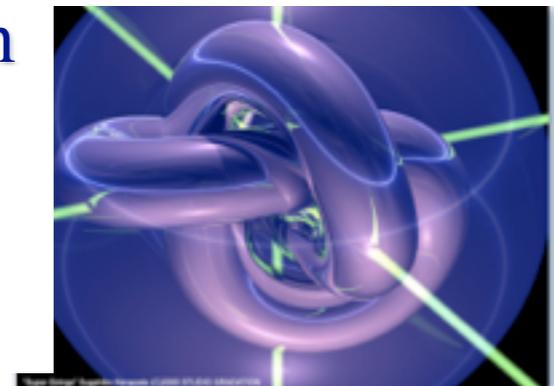
- Scoprire la natura della Materia Oscura

Supersimmetria Cosmica ?

- Ricercare nuove dimensioni dello spazio



- La moderna formulazione della Gravità Quantistica non è consistente in 3 dimensioni spaziali !!
- ci vogliono dimensioni extra, curve.. ma quali sono le loro dimensioni?

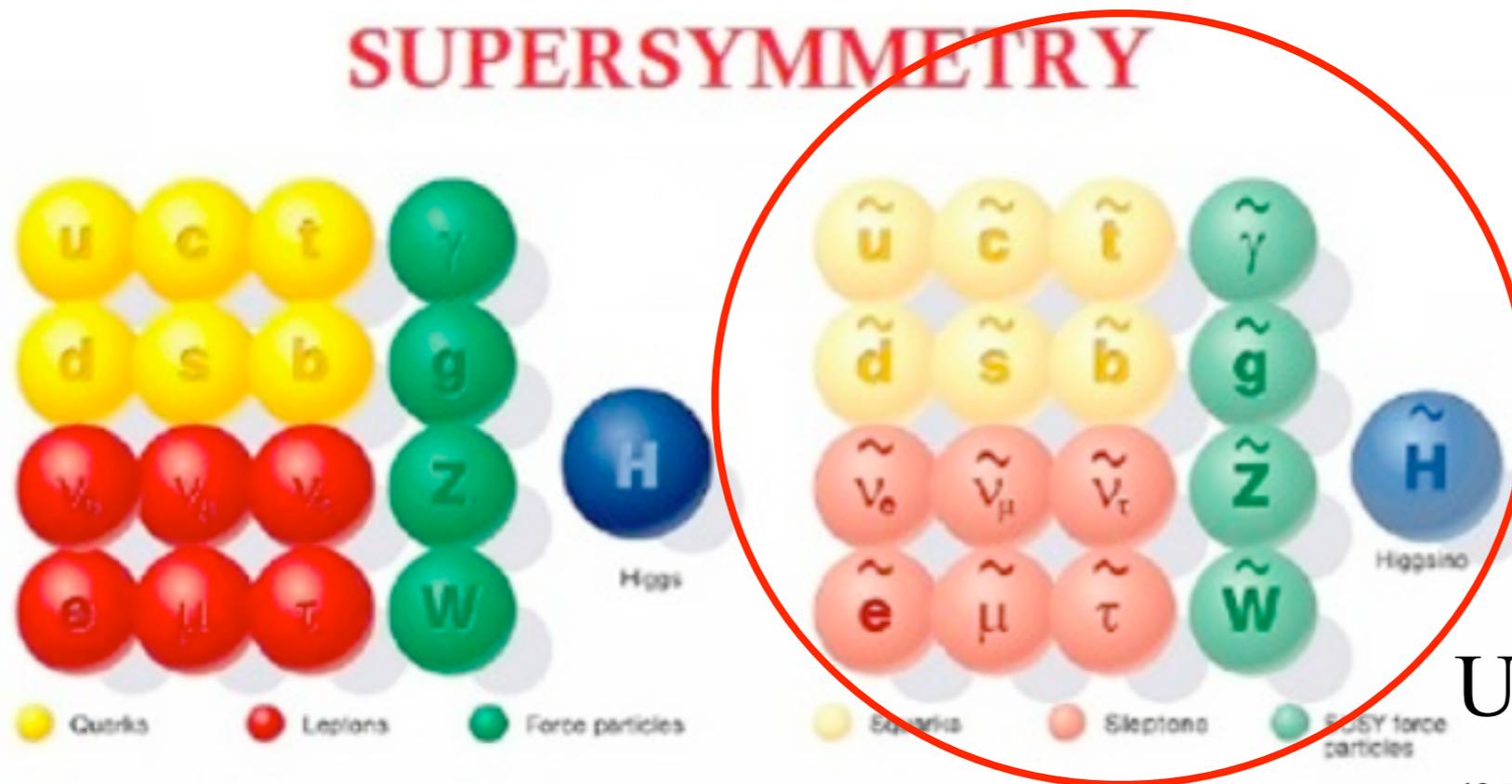


CERN: 4 luglio 2012 missione #1 compiuta!



7. LHC e Supersimmetria

- La particella vista al CERN è relativamente leggera: 125 in unità di massa del protone:
 - buona notizia per la Supersimmetria, che prevede che la massa sia inferiore a 135;
 - meno buona per i modelli alternativi, che avrebbero preferito una massa tra 600 e 800

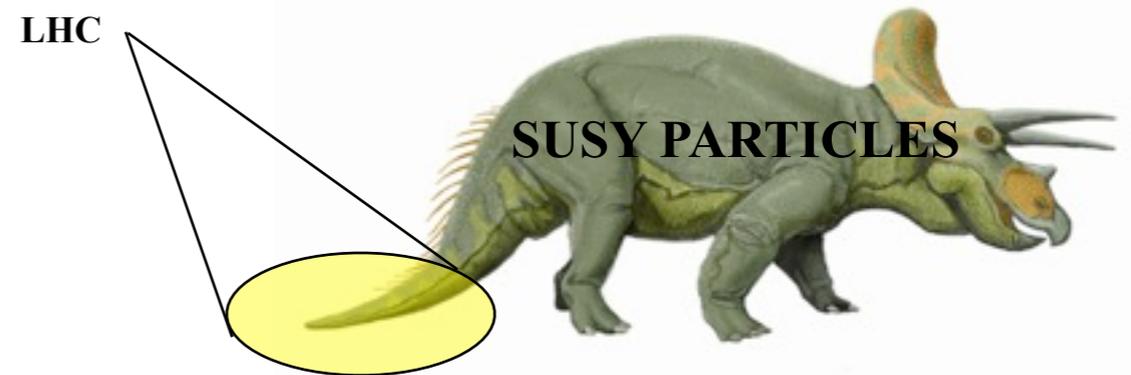


Un intero mondo di nuove particelle da scoprire

Ma che direbbe Alfonso di Castiglia?

LHC e Supersimmetria

- Con l'energia di LHC non si potranno vedere tutte le particelle SUSY:
 - LHC+: maggiore luminosità
 - ILC, collisioni e^+e^- : maggiore precisione
 - Very Large Hadron Collider/Eloisatron: energia x 10 !!!!
- ma forse potremo vedere la coda del dinosauro....



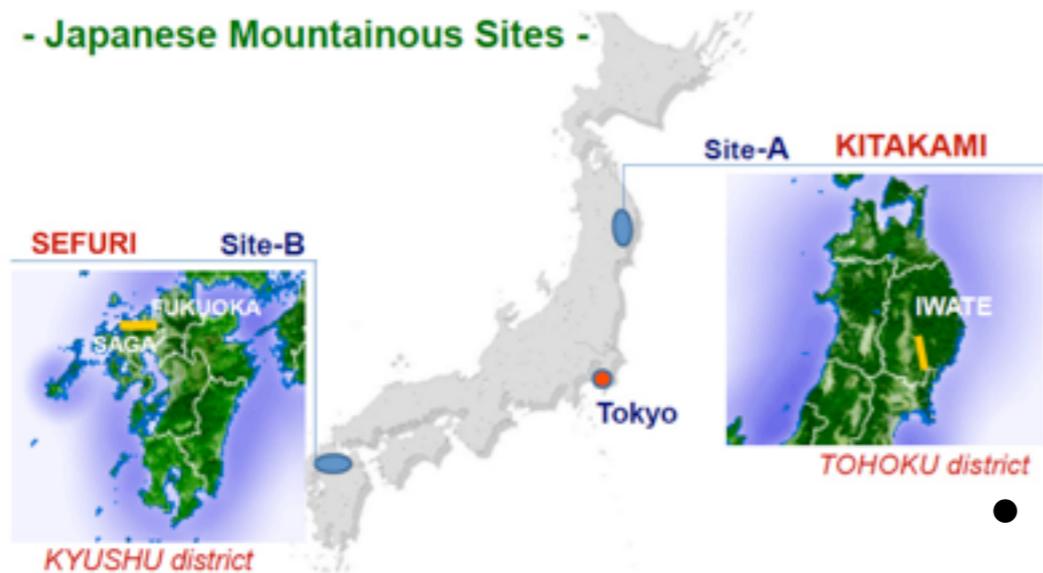
- Una sfida planetaria che richiede un programma mondiale
- Equilibrio Geo-politico, Efficienza nelle decisioni

Anni 1950: Laboratori Nazionali in IT, FR, UK, DE... \Rightarrow CERN-Europa
Anni 2020: Laboratori regionali in Europa, America, Asia \Rightarrow Global Accelerator Network- Mondo ??

Progetti post LHC@ 8-13 TeV

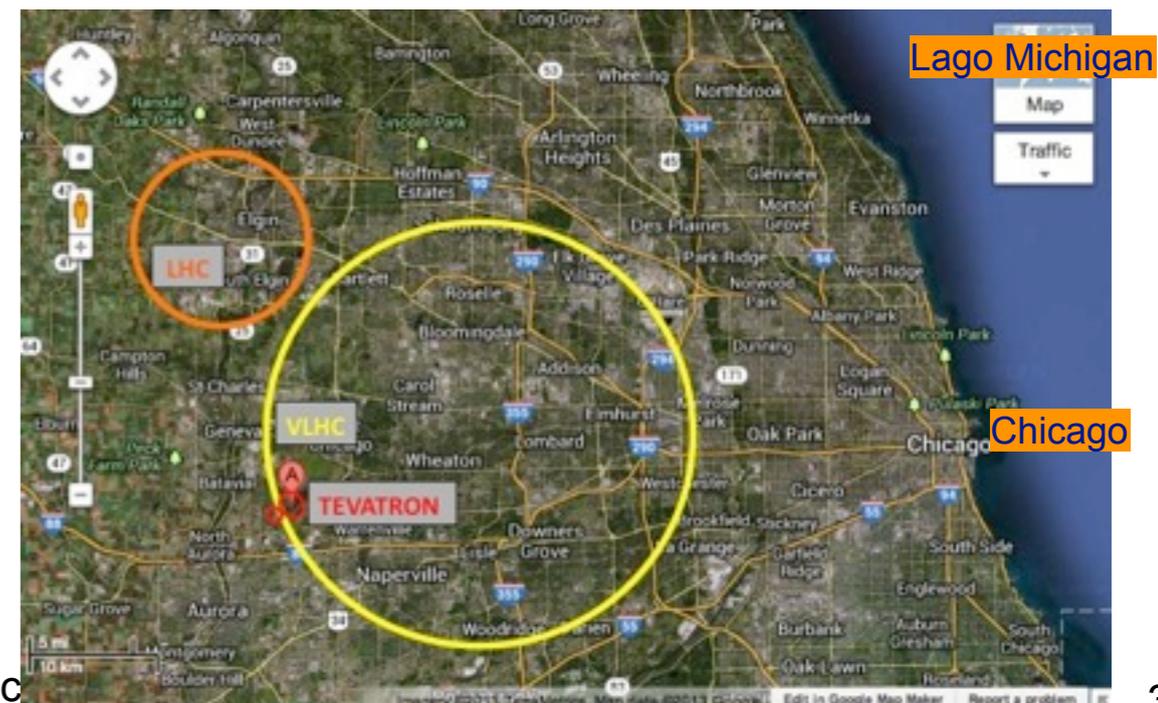
- LHC alta luminosità (10x luminosità = 1.5 energia)
- International Linear Collider, e^+e^- @ 0.5 TeV:
 - sito approvato in Giappone (Kitakami) + un sito di riserva (Sefuri):

- Japanese Mountainous Sites -



- Collisore protone-protone 100 TeV:
- FermiLab? CERN? Cina?

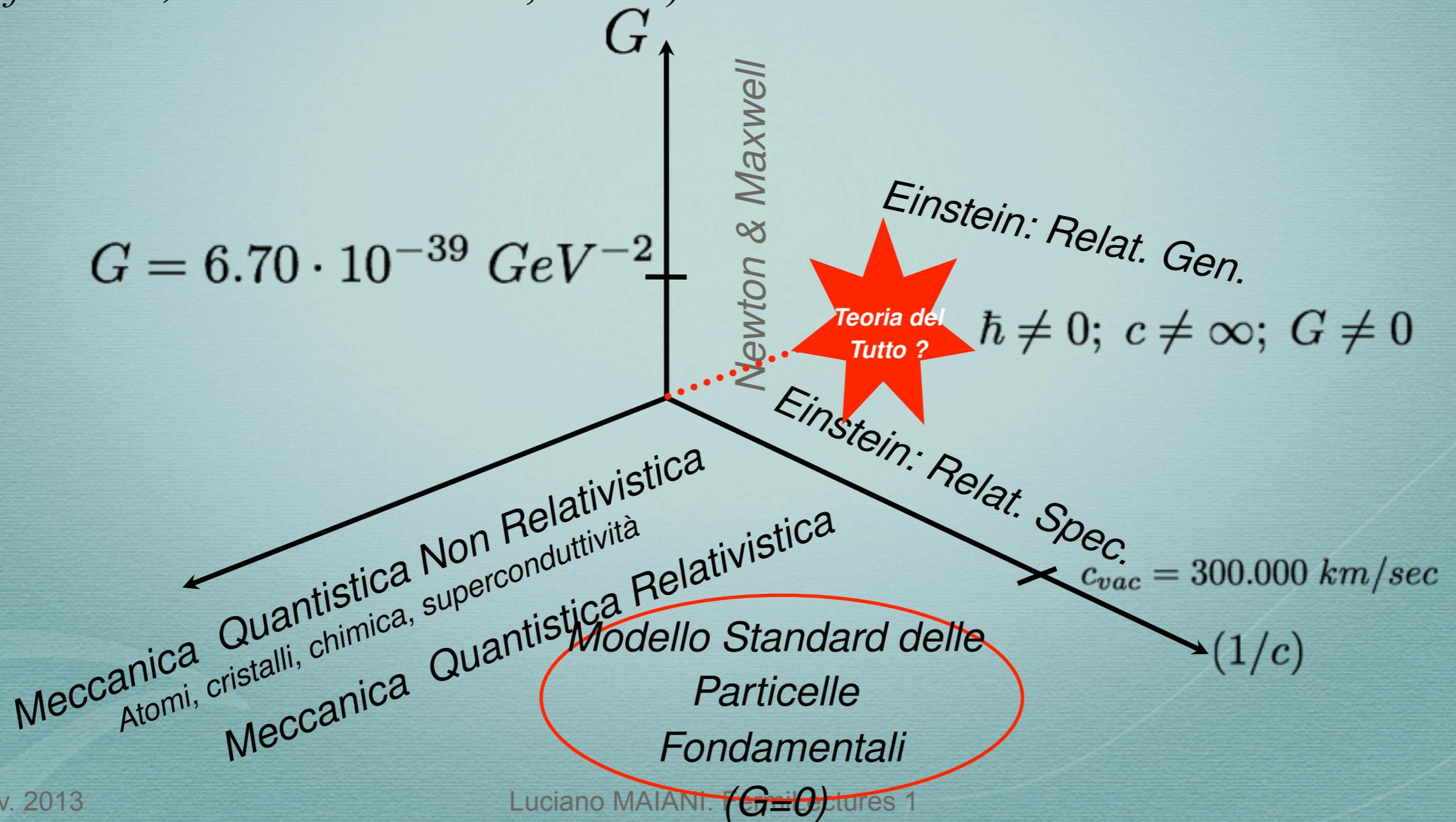
TLEP tunnel in the Geneva area – “best” option



8. Epilogo

Costanti fondamentali e teorie Fisiche

- Un quadro riassuntivo delle teorie fisiche moderne, in relazioni ai valori delle costanti fondamentali: costante della gravitazione, G , velocità della luce, c , costante di Planck, \hbar (vedi ad esempio L. Okun, *ABC of Physics: A Very Brief Guide*, World Scientific, 2102.)



Epilogo (continua)

- Mezzo millennio dopo la scoperta dell'America, cosa possiamo dire al nostro capo Maya a proposito del sorgere del Sole?
- Popper (in *Conjectures and Refutations*, vedi Wikipedia), refutando il principio induzione, asserisce che non è scientifico sostenere che il Sole sorgerà domani perchè è sorto finora. Ma si possono sostenere le due teorie che “il Sole sorgerà sempre” ovvero “il Sole sorgerà fino al giorno T”, con T fissato.
- La prima si falsificherebbe il giorno in cui il Sole smetterà di sorgere, per essere sostituita da una teoria migliore; falsificare la seconda è più difficile perchè possiamo sempre rimandare il giorno T.
- Popper conclude che razionalmente si dovrebbe preferire la prima, per semplicità

....e la Scienza?

- Le stelle, e anche il Sole, sono sostenute dalle reazioni di fusione nucleare e si spengono (diventando giganti rosse, nane bianche o buchi neri a seconda della loro massa) quando tutto l'H si è trasformato in Fe. Dalla massa del Sole, si deduce $T \approx$ diversi miliardi di anni;
- paradossalmente, la scienza moderna preferisce la seconda teoria, con una stima di T pari a qualche miliardo di anni, basata su quanto avviene nelle altre stelle.
- Un limite più diretto nasce dalla osservazione (ad es. ai Laboratori del Gran Sasso) dei Neutrini originati al centro del Sole nella fusione di idrogeno in deuterio, che ci dice che il Sole “oggi” è in buona salute.
- Da qui, possiamo affermare che il Sole durerà almeno ≈ 10.000 anni, perchè questo è il tempo che impiegano i fotoni generati al centro del Sole, insieme ai neutrini di oggi, per arrivare alla superficie.

Ci resta ancora un bel pò di tempo per trovare la Teoria Quantistica della Gravità !!!