

ALICE, il mini Big Bang

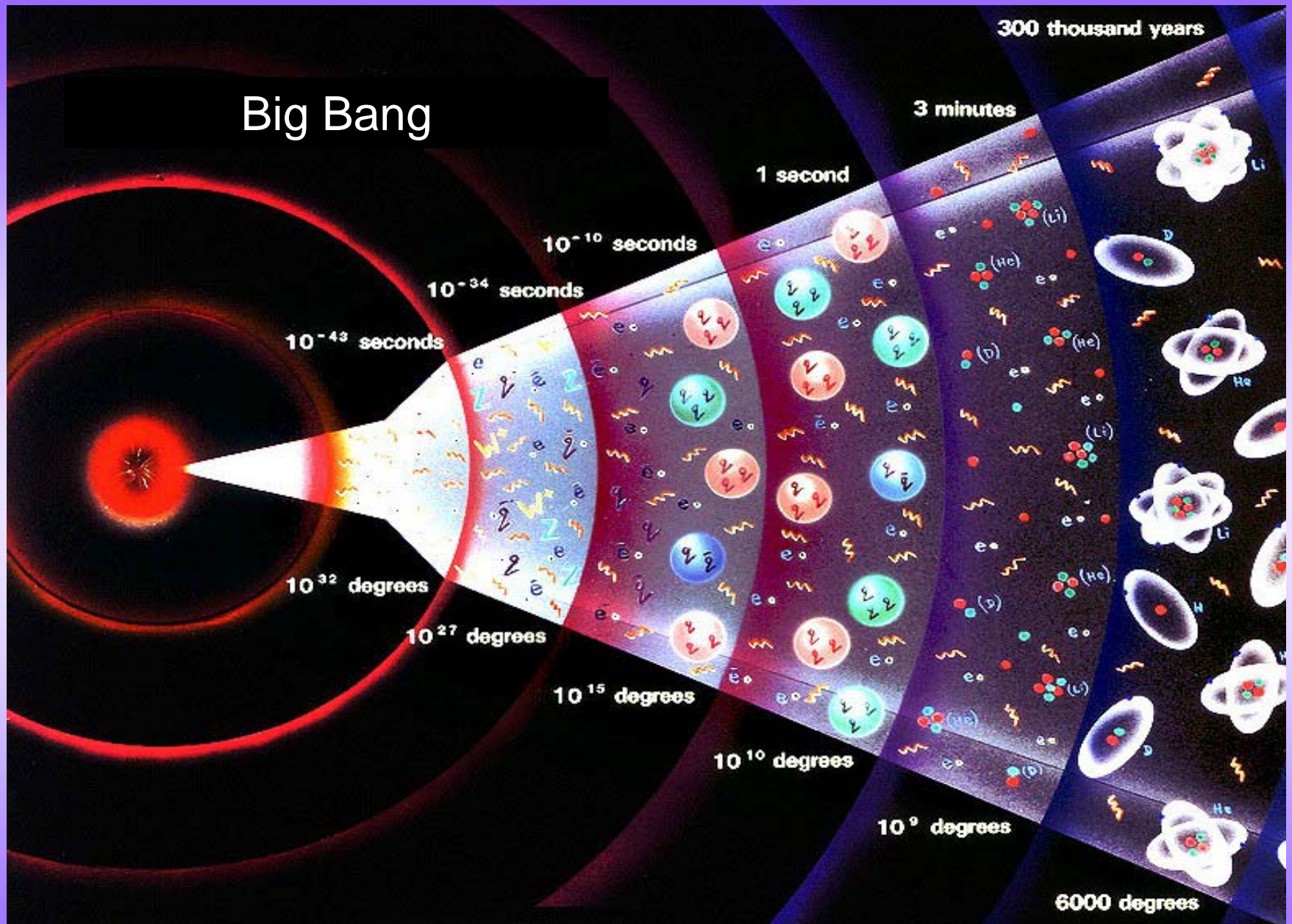
*“Si capisce che si stava tutti lì, e dove, altrimenti?
Che ci potesse essere lo spazio, nessuno
ancora lo sapeva. E il tempo, idem: cosa volete
che ce ne facessimo, del tempo, stando lì pigiati
come acciughe?”*

da “Le Cosmicomiche”, I. Calvino

Il modello cosmologico del Big Bang

- Il modello del Big Bang descrive la fisica dell'Universo dalle sue fasi iniziali sino ad oggi.
- Fu sviluppato da G.Gamow negli anni '40.
- Circa 13-14 miliardi di anni fa l'Universo nacque come una gigantesca esplosione in cui tutta l'energia si trasformò nella massa e nell'energia cinetica e gravitazionale dei corpi oggi presenti.
- La temperatura della palla di fuoco era di 10^{23} K
- L'espansione ha gradualmente diluito l'energia e abbassato la temperatura sino agli attuali 2.7 K

Big Bang



05/06/2007

Liceo classico Gioberti - 5 alfa
Progetto "Seguendo Alice ..."

Prove sperimentali

- Nel 1929 Hubble scoprì che tutte le galassie si allontanano l'una dall'altra con velocità proporzionale alla distanza: $V=Hd$
- Nel 1964 fu scoperta casualmente da Penzias e Wilson la radiazione cosmica di fondo (2,7 Kelvin).
- Le percentuali di elio, deuterio e idrogeno presenti nell'universo (nucleosintesi primordiale)

Il plasma di quark e gluoni (QGP)

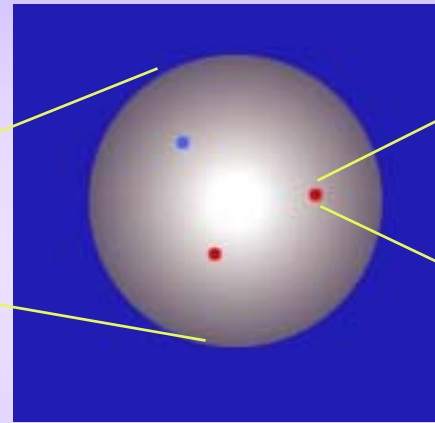
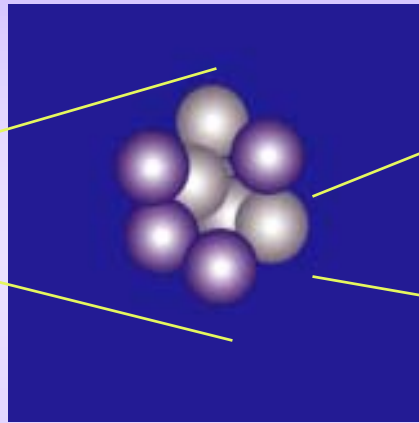
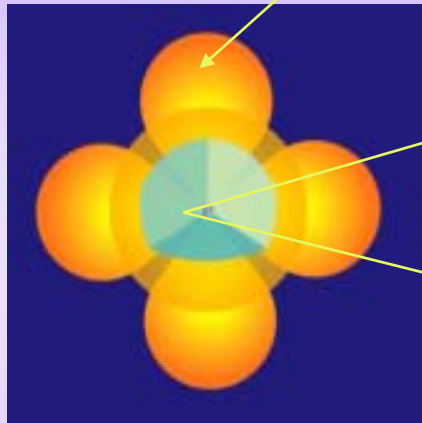
- Un microsecondo dopo il Big Bang, la materia si trovava in uno stato chiamato “plasma di quark e gluoni”: un gas molto denso e caldo (6000 miliardi di gradi).
- Appena 10 microsecondi dopo, l’espansione abbassó la temperatura di un fattore 3 e si formarono cosí i protoni e i neutroni che compongono i nuclei degli atomi.
- Nella materia ordinaria non è possibile trovare quark e gluoni liberi.

I Quark

- L'esistenza dei quark è stata ipotizzata nel 1963 da Gell-Mann e Zweig per spiegare la zoologia delle particelle elementari.
- Il loro nome deriva da una frase enigmatica tratta dal romanzo di James Joyce "Finnegans Wakes" . *Three quarks for Mr. Marks!*
- Sono stati scoperti negli anni '70 e '90.
- Costituiscono, per quanto ne sappiamo i mattoni fondamentali della materia ordinaria.
- Sono dotati di massa, carica elettrica e di un nuovo tipo di carica che può assumere tre diversi valori.

I costituenti della materia

Elettroni (10^{-18} m)



Atomo

10^{-10} m

nucleo

10^{-14} m

nucleone

10^{-15} m

quark

10^{-18} m

Modello Standard

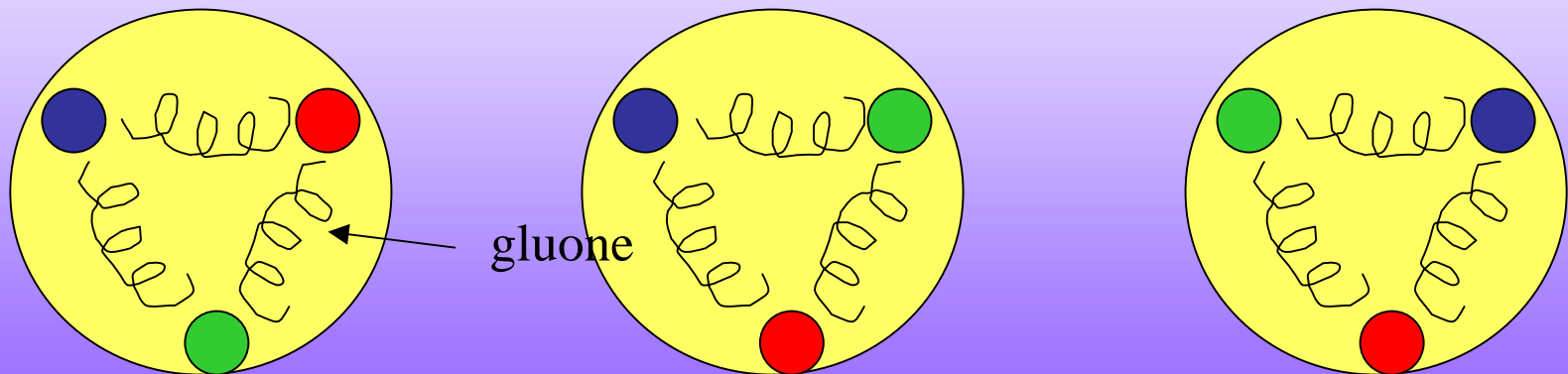
adroni		leptoni	
Up	Down	e	ν_e
Strange	Charm	μ	ν_μ
Top	Bottom	τ	ν_τ

Forza nucleare forte

- È la forza che nel nucleo controbilancia la forza elettrostatica repulsiva permettendo l'esistenza dei nuclei.
- È figlia dell'interazione di colore tra i quark che formano i nucleoni.
- Ha un raggio di azione di 10^{-15} metri.
- La teoria che descrive l'interazione tra i quark è la CromoDinamica Quantistica.

I Gluoni

- Sono le particelle mediatrici della forza di colore.
- Sono dotati di carica di colore.
- Quando due quark si scambiano un gluone la loro carica di colore cambia.

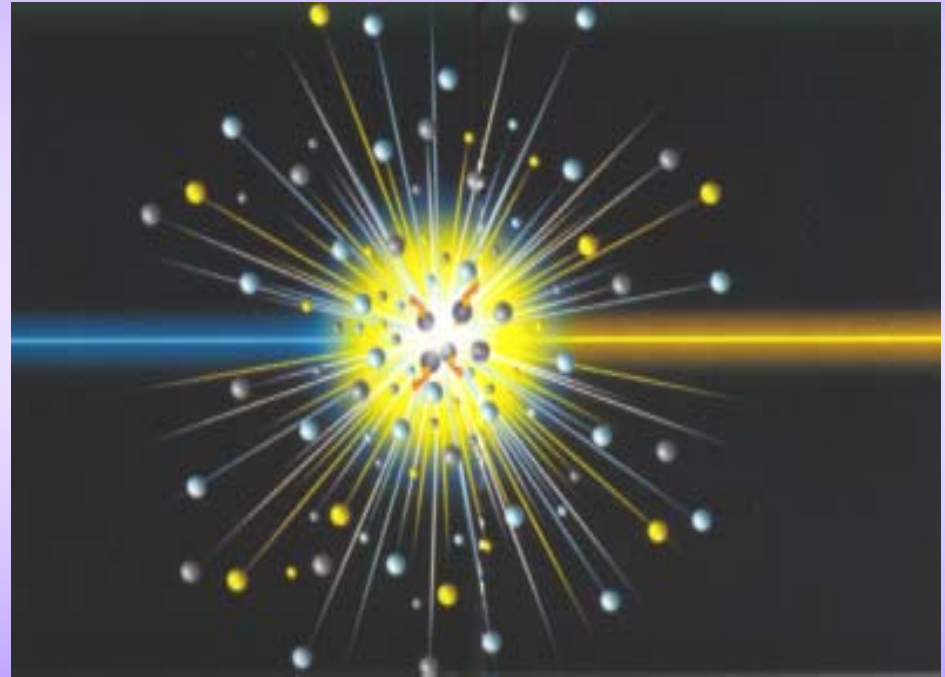
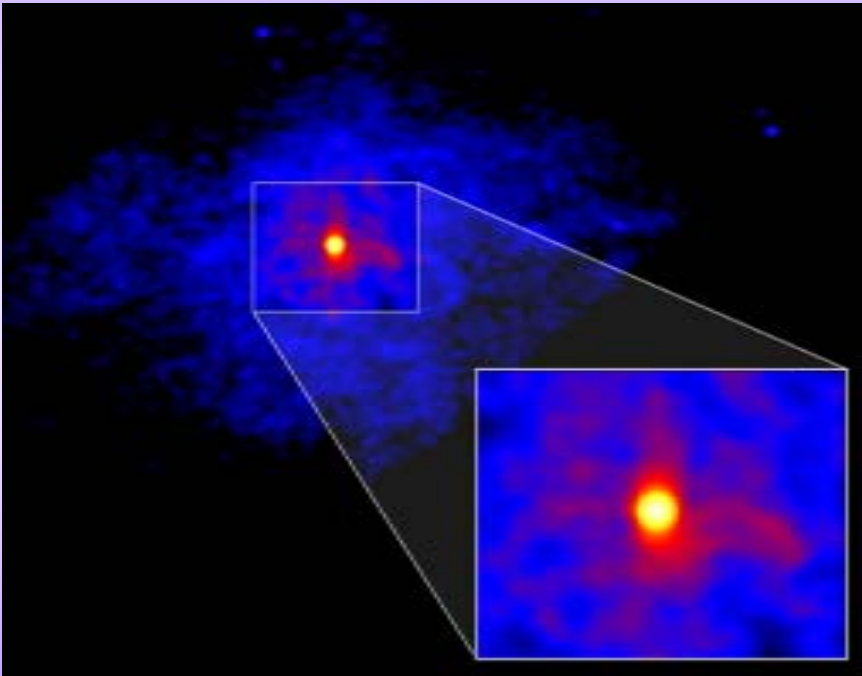


Il Confinamento dei Quark

- Si intende il fatto che in natura non possono esistere quark liberi.
- Sono costretti a legarsi in triplette nei barioni e in coppie nei mesoni.
- Infatti l'intensità della forza di colore cresce al crescere della distanza.
- All'aumentare della temperatura i quark possono liberarsi (libertà asintotica).

Dove posso trovare il QGP?

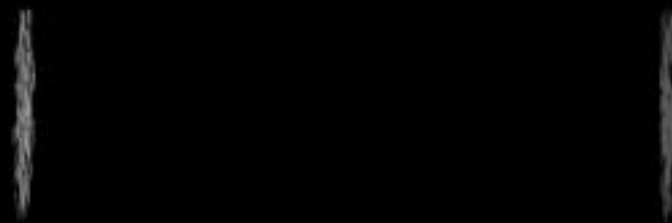
- All'interno dei buchi neri e delle stelle ai neutroni (pulsar).



- Portando la materia alle stesse densità e temperature presenti $1 \mu\text{s}$ dopo il Big Bang.

Pb+Pb $E_{cm}=5.5$ TeV

$t=-19.00$ fm/c



H. Weber / UrQMD Frankfurt/M



PLAY



PAUSE



STOP

I laboratori in cui si crea il QGP

- Questi esperimenti vengono svolti in laboratori internazionali quali il Cern di Ginevra e il Brookhaven National Laboratory di New York
- Il plasma è stato creato per la prima volta nell'esperimento NA50 del Cern negli anni '90.
- Attualmente al BNL è in atto l'esperimento RHIC in cui è stato creato il QGP a energie maggiori. Si sono scoperte proprietà imprevedute e che dovranno essere comprese alle energie maggiori di LHC.

Il Cern

- Il Cern è stato fondato a Ginevra nel 1954 da 12 paesi
- Si trova sul confine tra Francia e Svizzera e ha due siti: Meyrin e Preveessin
- Troviamo 3000 dipendenti fissi e circa 6500 visiting scientists





05/06/2007

Liceo classico Gioberti - 5 alfa
Progetto "Seguendo Alice ..."

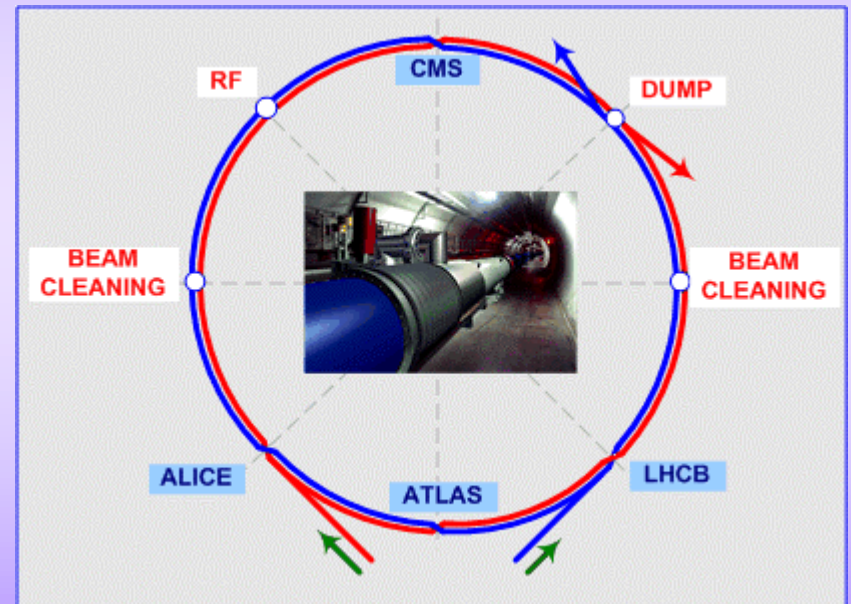


05/06/2007

Liceo classico Gioberti - 5 alfa
Progetto "Seguendo Alice ..."

Large Hadron Collider

- LHC è stato approvato nel dicembre '94
- È progettato per far collidere fasci di protoni o ioni pesanti
- I fasci si muovono in tubi a vuoto guidati da magneti superconduttori a -271°C
- Il tunnel, lungo 27 km, si trova tra i 50 e 175 m di profondità
- Sono previsti 4 esperimenti





05/06/2007

Liceo classico Gioberti - 5 alfa
Progetto "Seguendo Alice ..."

Cosa si studierà a LHC

- L'energia oscura
- La materia oscura
- Altre dimensioni
- La particella di Higgs
- Le teorie supersimmetriche

- ..e i primi istanti del Big Bang



Acorde: Mexico

HMPID: CERN, Croatia, Italy & Russia

ITS Pixel: CERN, Italy & Slovak Rep.

ITS Drift: Czech Rep., Italy, Russia, Ukraine & USA

ITS Strip: CERN, Finland, France, Italy, Netherlands, Russia & Ukraine

TPC: CERN, Croatia, Denmark, Germany, Poland, Slovak Rep. & Sweden

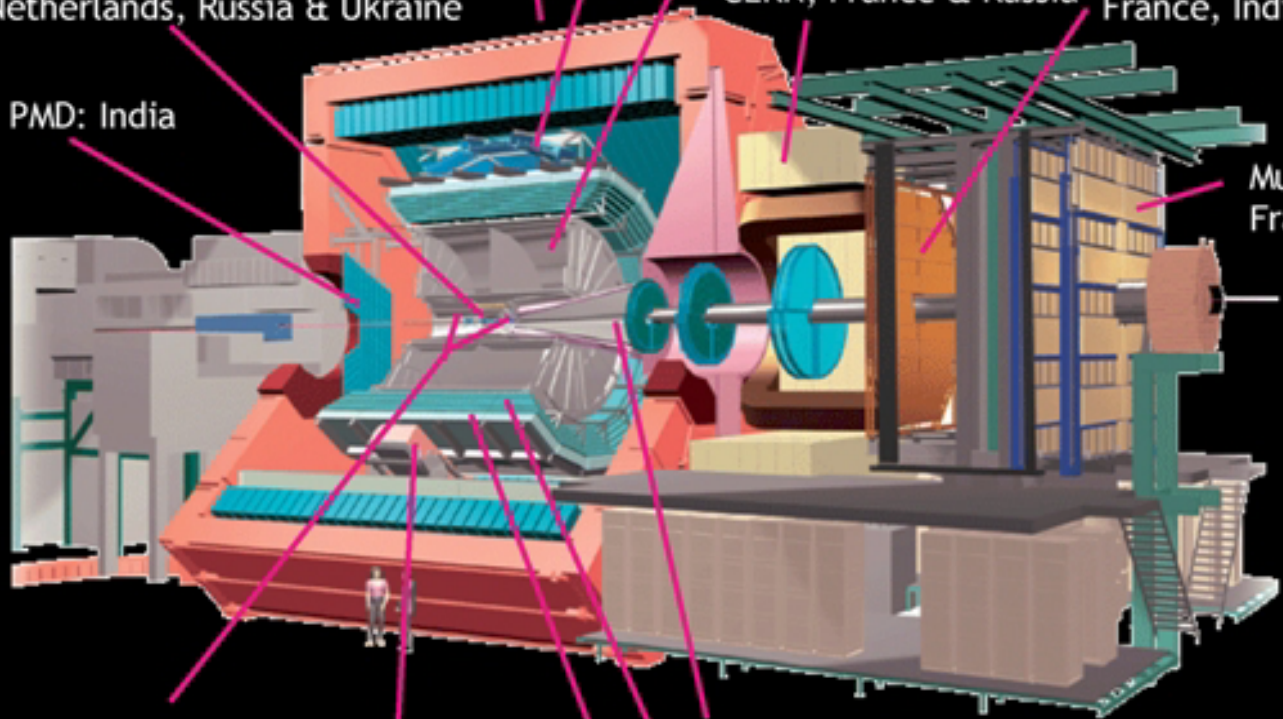
Dipole Magnet: CERN, France & Russia

Muon Tracking: Armenia, France, India, Italy & Russia

PMD: India

Muon Trigger: France & Italy

ZDC: Italy
not visible,
installed next to
the beampipe
inside the LHC
tunnel.



FMD: Denmark & Russia

T0: Finland & Russia

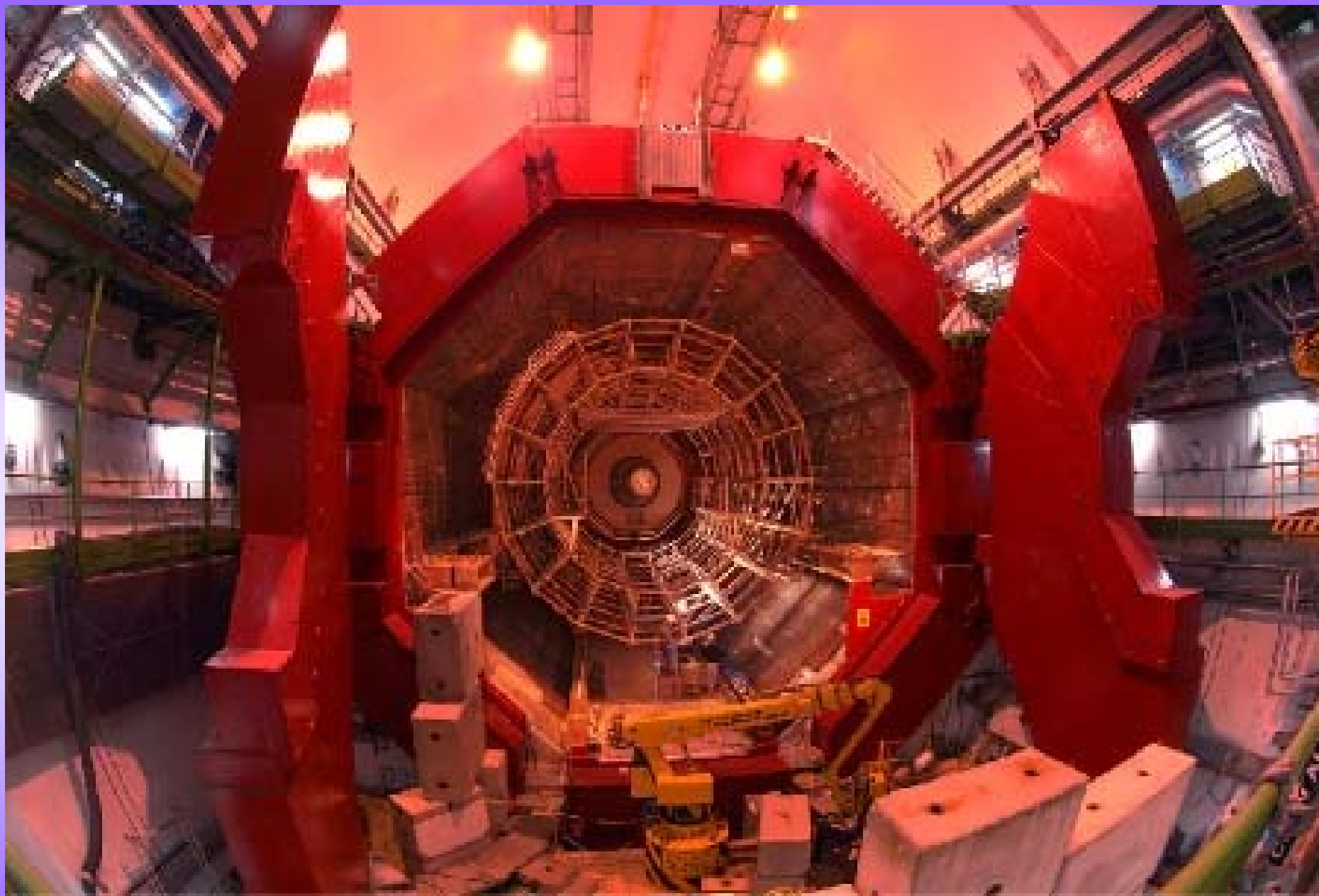
V0: France & Mexico

Muon Absorbers: CERN, France & Russia

TRD: Germany, Russia JINR & Romania

PHOS: China, Czech Rep., France, Norway, Poland & Russia

TOF: Italy & Russia



05/06/2007

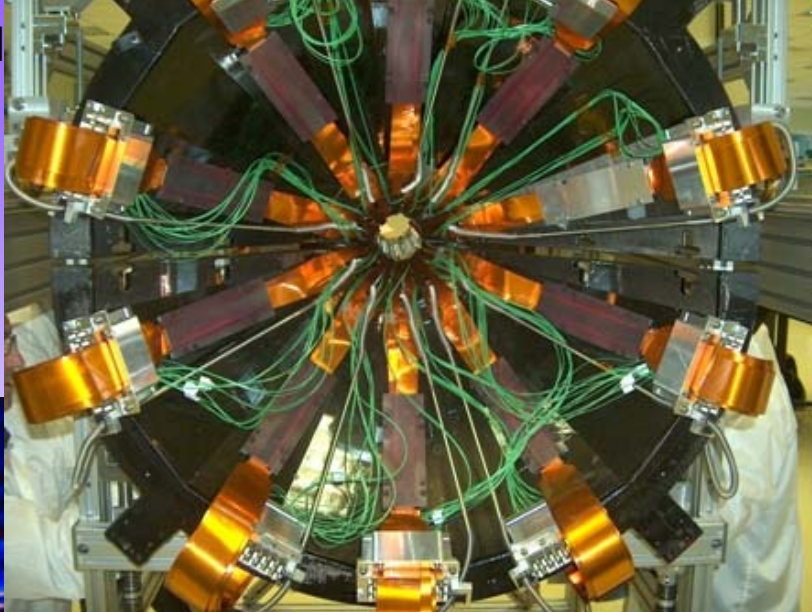
Liceo classico Gioberti - 5 alfa
Progetto "Seguendo Alice ..."



05/06/2007

Liceo classico Gioberti - 5 alfa
Progetto "Seguendo Alice ..."

Silicon pixel



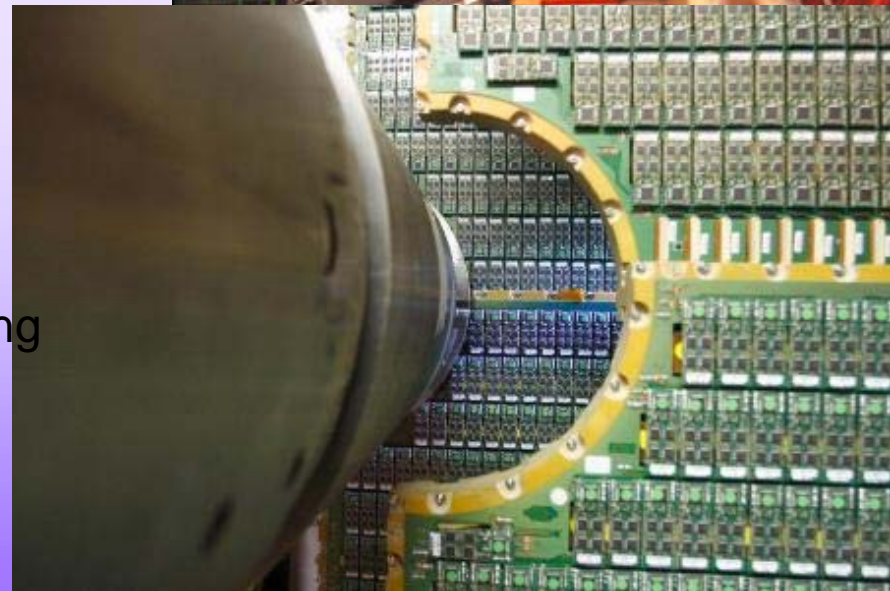
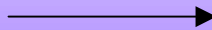
tpc



rpc



Muon Tracking



05/06/2007

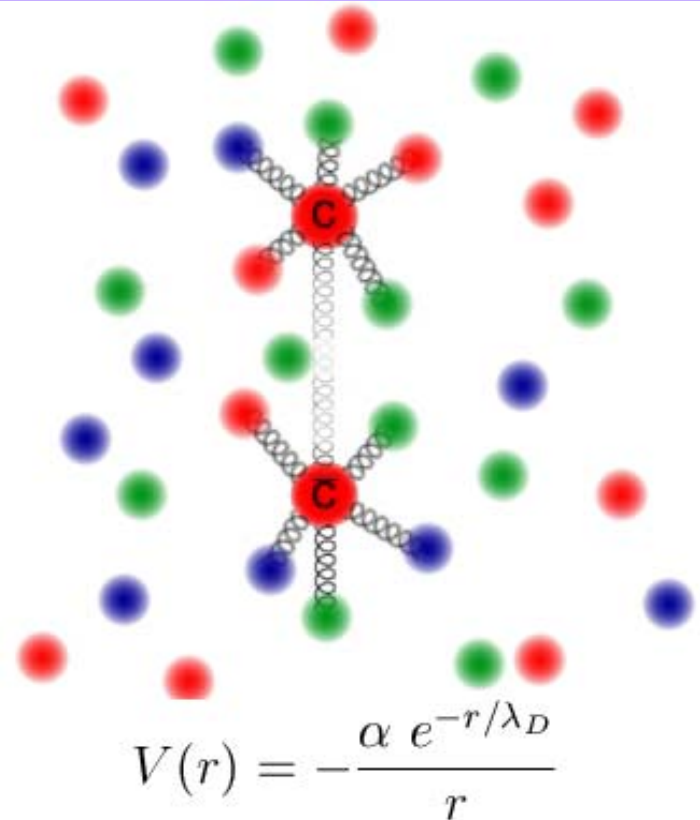
Liceo classico Gioberti - 5 alfa
Progetto "Seguendo Alice ..."

Segnatura del QGP: soppressione della J/ψ

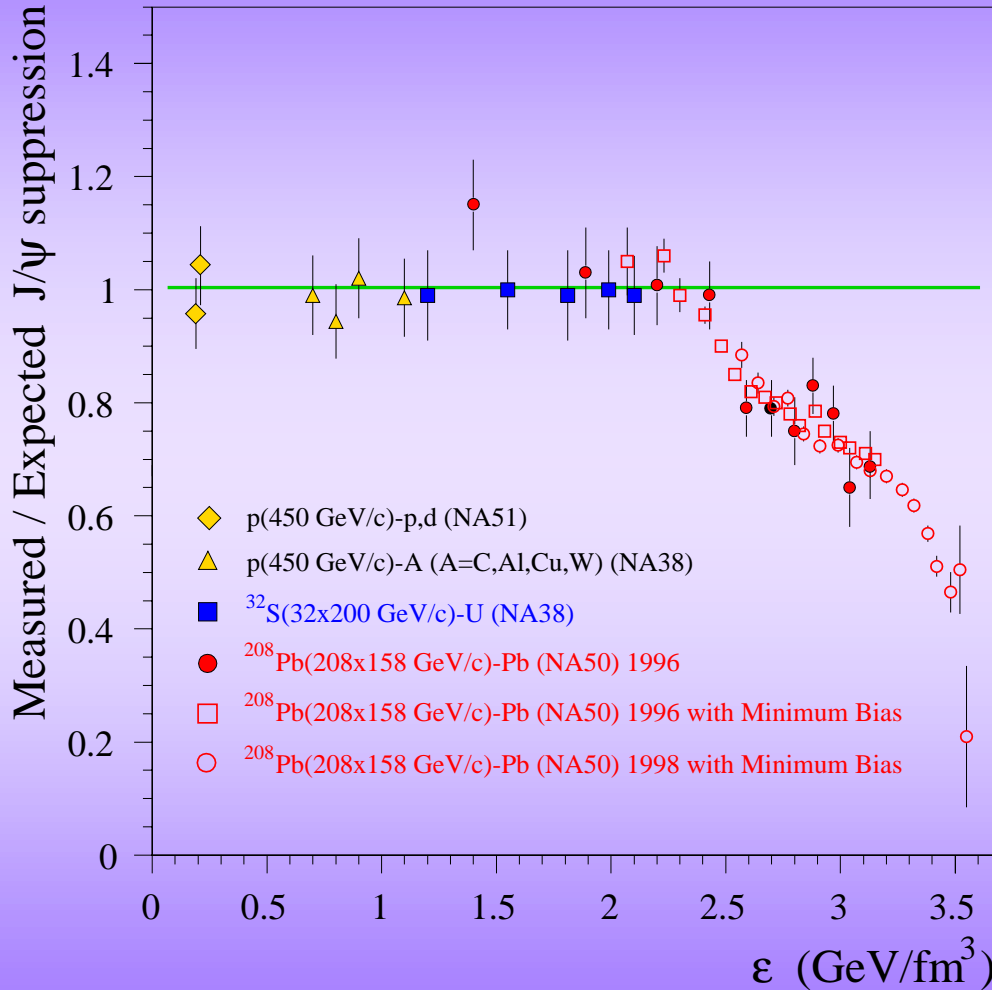
Il *charmonio* (J/ψ) e' uno dei vari tipi di particelle che si creano negli urti iniziali. E' composto da un quark di tipo c e dal suo anti-quark.

Il legame che unisce i due quark puo' essere spezzato all'interno del QGP. Infatti, l'interazione tra loro e' ridotta se l'ambiente circostante e' densamente popolato da altre particelle colorate.

La forza di legame e' schermata, e i due quark si separano: la produzione della J/ψ e' soppressa!



I risultati dell'esperimento NA50



- Prima evidenza in favore della formazione del QGP in laboratorio.

- Il QGP si forma a elevate densità di energia
($\epsilon > 1 \text{ GeV}/\text{fm}^3$)