

I PERCHE' DELLE PARTICELLE ELEMENTARI E LA STORIA DI BRUNO TOUSCHEK

Frascati Open Day, 14 marzo 2005, Frascati

Giulia Pancheri

INFN Laboratori Nazionali dell'INFN di
Frascati



La cupola di ADONE- DAPHNE ai Laboratori

RINGRAZIAMENTI

- <http://www.scienzapertutti.it>
- C. Federici, SIS LNF
- L. Bonolis, film di Touschek

ALCUNE DOMANDE FAMOSE NELLA STORIA DELLA FISICA

- Archimede 254 b.c.
 - Perche' galleggio ?
- Isaac Newton 1666
 - Perche' la mela cade?
- Alessandro Volta 1800
 - Perche' le zampe di rana appoggiate al balcone producono elettricitá'?
- Henry Bequerel 1896
 - Perche' questo minerale emette radiazioni anche quando piove?
- Albert Einstein 1905
 - L'inerzia di un corpo dipende dalla sua energia?
- 2005 :
 - da dove viene la massa delle particelle elementari?

ARCHIMEDE E LA LEGGE SUI LIQUIDI

- Archimede, 287-212, uno dei più famosi scienziati e matematici dell'antichità, era amico e parente di Gerone II, re di Siracusa, che lo consultava spesso e per il quale contribuì molte invenzioni utili alla difesa di Siracusa contro i Romani
- Fu peraltro ucciso da un soldato romano durante la presa di Siracusa nel 212, come racconta Plutarco



La morte di Archimede
in un mosaico del 1500

LA DOMANDA DI GERONE DI SIRACUSA

- Vitruvio racconta che a un certo punto, Gerone voleva sapere se la corona che aveva fatto fare da un orefice di Siracusa era veramente d'oro o solo dorata
- Come scoprire se la corona era veramente tutta d'oro?
- Il re si rivolse ad Archimede che si pose il problema, giorno e notte, in casa e alle Terme...



Il teatro greco di Siracusa

ARCHIMEDE E LA SPINTA IDROSTATICA

- Archimede era alle Terme, a Siracusa, ed osservando l'acqua spostata dal suo corpo mentre si immergeva, comprese come risolvere il problema che il re gli aveva posto
- Salto' fuori dalla vasca tutto nudo esclamando



IL PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

Archimede scoprì che la corona era d'argento dorato semplicemente confrontando gli spostamenti di acqua provocati dall'immersione di uguali quantità di oro, argento e la corona stessa.



IL PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

- Sul principio di Archimede funzionano per esempio i palloni aerostatici, che salgono grazie alla 'Spinta dell'aria' che e' proporzionale al peso del volume spostato dall'oggetto



KIM TODD



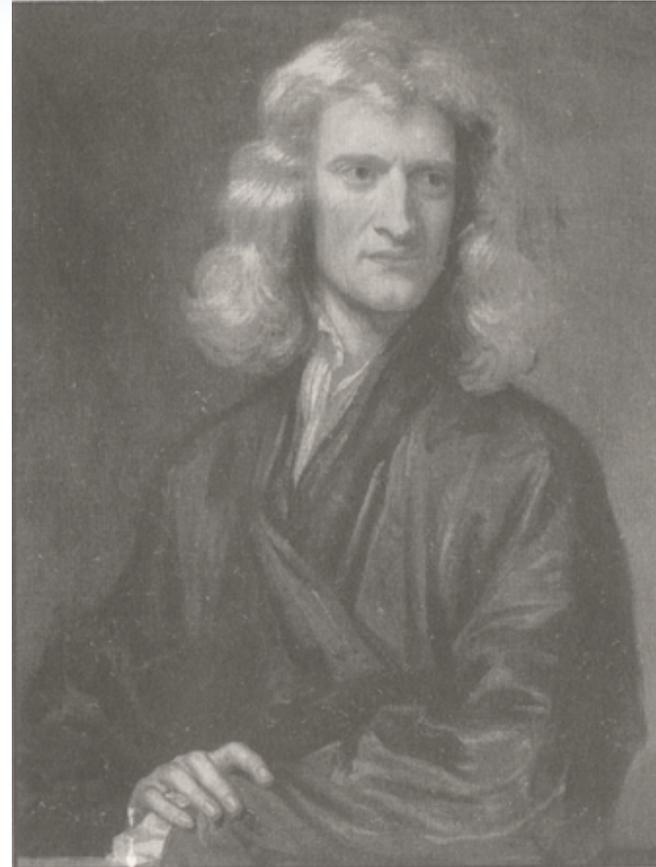
- **Nel 1665 Newton aveva appena preso la sua laurea (breve e senza distinzione..) a Cambridge, quando scoppio' la peste a Londra**
- **L'Universita' di Cambridge chiuse e mando' tutti a casa, per evitare il diffondersi del contagio**
- **Newton torno' nella fattoria della madre nel Lincolnshire dove passo' quasi due anni solitario studiando e ragionando**
- **Quando, alla fine di questi due anni, Newton torno' a Cambridge la sua mente aveva gia' risolto alcuni dei piu' grandi problemi di scienza e di matematica mai posti all'umanita'**

NEWTON E LA DOMANDA
PER ECCELLENZA : PERCHE'
CADONO LE MELE?



ISAAC NEWTON

- In realta' la storia della mela e' una leggenda alimentata da Newton stesso che, avanti negli anni, e passeggiando con un amico in un frutteto vicino a Cambridge, ricordo' di aver raggiunto certe conclusioni tanti anni prima proprio in un simile frutteto



ALESSANDRO VOLTA E L'INVENZIONE DELLA PILA

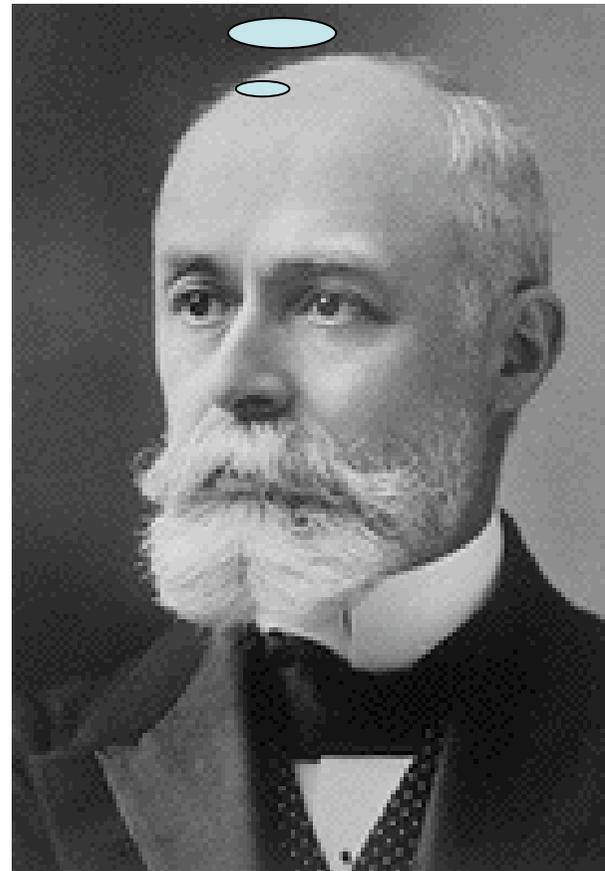
- L'idea nacque da Luigi Galvani, uno studioso di anatomia, che stava dissensionando una rana quando la gamba della rana si mosse. Galvani penso' fosse dovuto a qualche fenomeno di elettricita' esterna, un lampo, per esempio.
- Volta cerco' di ripetere l'esperimento, in un giorno senza lampi o temporali.
- Continuando a sperimentare Volta comprese che la causa del movimento poteva venire dal fatto che c'erano due metalli differenti che toccavano la zampa della rana. E dopo molti anni di ricerche capi' che il tessuto acquoso della zampa era un conduttore di elettricita' fra i due diversi tipi di metallo
- Dopo altri anni pote' produrre il primo flusso continuo di corrente elettrica.
- E nel 1800 invento' la Pila di Volta



HENRY BECQUEREL
E LA SCOPERTA DELLA
RADIOATTIVITA'
NATURALE

Perche' questo minerale
irraggia anche quando piove?

- All'inizio del 1896, il fisico francese Henri Becquerel era venuto a conoscenza dei risultati di Roentgen sui raggi X
- Per estenderne le ricerche, penso' di utilizzare dei minerali di uranio che suo padre, un famoso studioso di chimica e mineralogia, aveva raccolto in una vastissima collezione



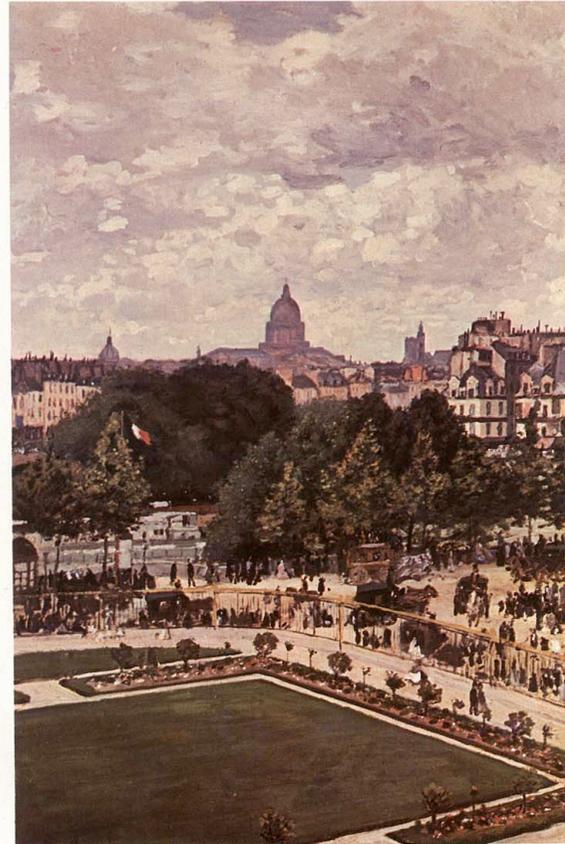
- Becquerel era convinto che la fluorescenza fosse dovuta a irraggiamento esterno, dovuto ad esempio ai raggi del sole
- Mise dunque i suoi sali di uranio su una lastra fotografica avvolta in una carta scura , mise il tutto sul davanzale della finestra e osservò che, dopo un paio d'ore di esposizione alla luce del sole, la lastra era impressionata
- Ripeté un paio di volte il tutto, e sempre compariva una macchia scura sulla lastra fotografica

PARIGI, GENNAIO 1896



SE L'INVERNO 1896 A
PARIGI NON FOSSE STATO
COSI' PIOVOSO...

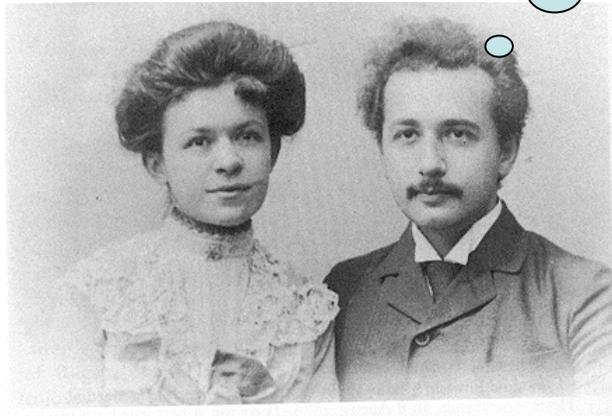
- Il 26 e il 27 febbraio piovve a dirotto e Becquerel, avvilito, mise il suo pacchetto, sali di uranio e lastra fotografica, in un cassetto della scrivania
- Il 1 marzo torno' a splendere il sole, anche se intermittente e Becquerel tiro' fuori il suo pacchetto per esporlo di nuovo ma.....
- La lastra era tutta scura, come se i sali fossero sati esposti al sole per giorni e giorni!!!



L'INERZIA DI UN CORPO DIPENDE DALLA SUA ENERGIA? OVVERO
L'EQUIVALENZA FRA MASSA ED ENERGIA

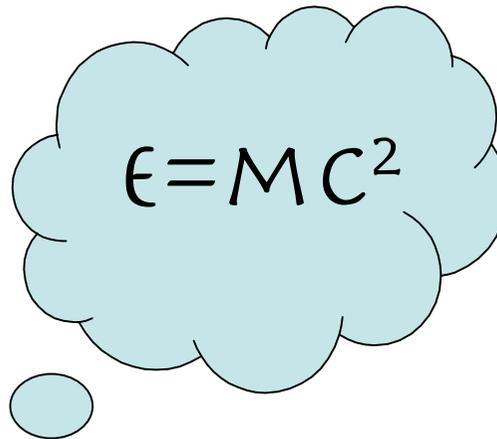


Esame di maturita', 1896



Con la prima moglie Mileva, 1903

14 Marzo 2005



A Berlino, 1922

Settimana della Scienza 2005

15

2005

- Ad ognuna delle domande e' seguita una grande scoperta anche se chi faceva le domande raramente ne immaginava le conseguenze
- La domanda di oggi e'
Da dove vengono le masse delle particelle?
- I fisici delle particelle elementari stanno cercando la risposta con una grande macchina il Large Hadron Collider di Ginevra che fa scontrare fra di loro protoni di altissima energia

I MATTONI DELLA RICERCA SULLE PARTICELLE ELEMENTARI

La **Fisica teorica** propone modelli su

- come sono fatte le particelle,
- come interagiscono fra loro

Le **macchine acceleratrici** fanno scontrare le particelle ad un'energia nota e così si può studiare cosa succede

Gli esperimenti e i grandi **rivelatori di particelle** mostrano il moto delle particelle dall'infinitamente piccolo alla nostra scala tramite

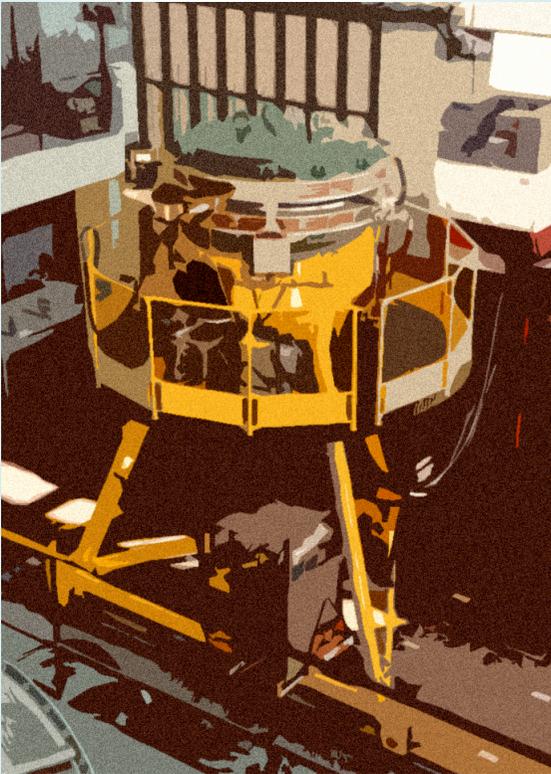
- amplificazione di segnali elettronici,
- programmi di computer estremamente complessi

LE MACCHINE ACCELERATRICI DI PARTICELLE

- ✦ Elettroni contro positroni
 - Protoni contro antiprotoni
 - Protoni contro protoni
 - Elettroni contro protoni
 - Elettroni contro nuclei composti
 - Ioni contro ioni
 -
- Materia contro antimateria

LA LUNGA STRADA DELLE MACHINE MATERIA- ANTIMATERIA, DAL 1960 AD OGGI

- La prima macchina ad elettroni-positroni: AdA a Frascati

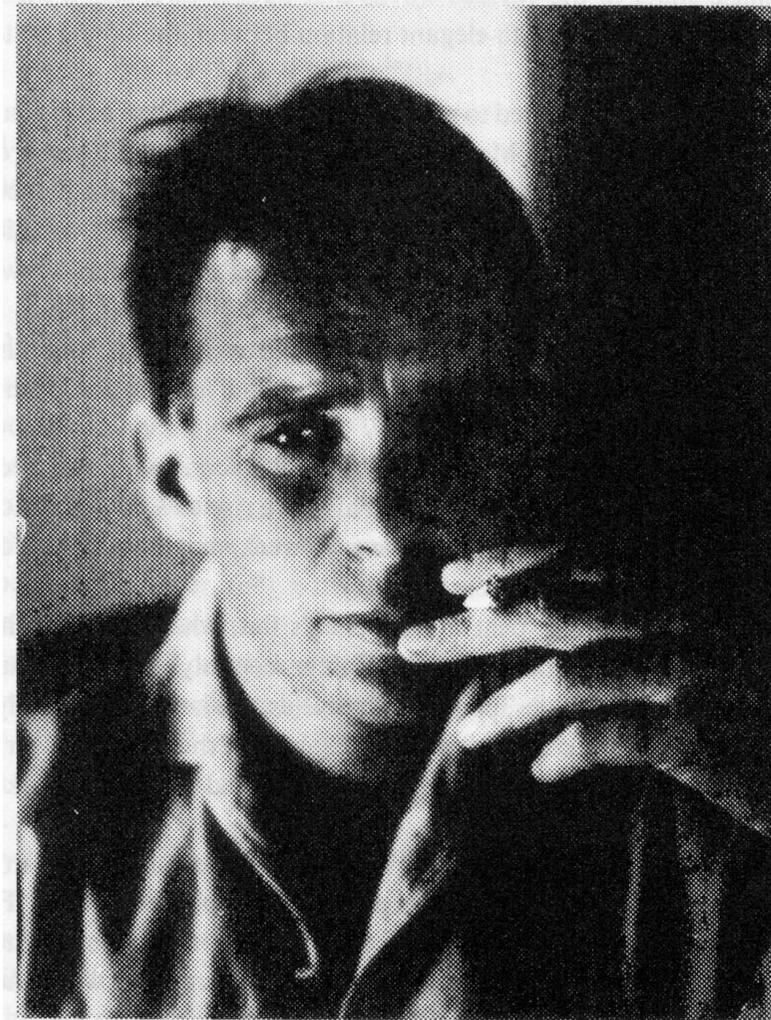


L'ultima : il LEP di Ginevra
con 27 Km di circonferenza



BRUNO TOUSCHEK

Bruno Touschek e' stato uno dei grandi fisici della seconda meta' del novecento che ha utilizzato la sua conoscenza della fisica teorica e l'esperienza fatta in Germania con Wideroe per concepire, proporre e costruire la prima macchina acceleratrice di materia e anti-materia e portare una maggior conoscenza del mondo in cui viviamo : particelle, antiparticelle etc. etc....



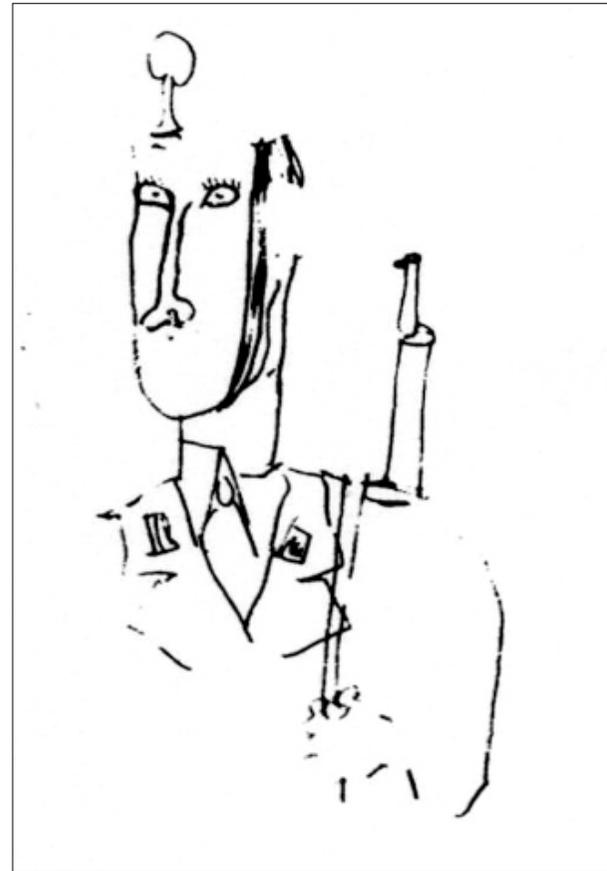
LA STORIA DI BRUNO TOUSCHEK

- Touschek era nato a Vienna nel 1921
- Brillante negli studi, bravissimo nel disegno, sensibile,
- All'ultimo anno di liceo fu costretto a lasciare la scuola a causa del fatto che sua madre era ebrea
- Riusci' pero' a prendere la maturita' privatamente ed iscriversi all'Universita' l'anno successivo



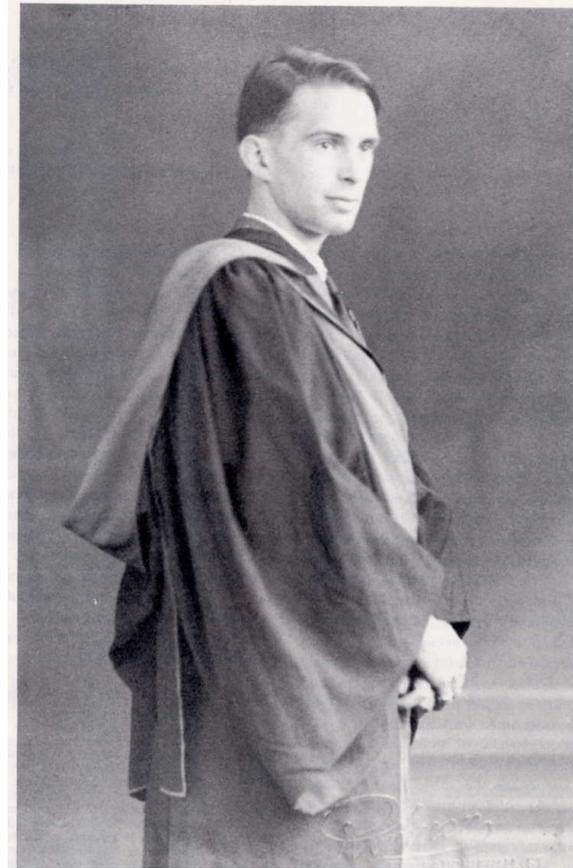
BRUNO TOUSCHEK

- Ben presto deve lasciare anche l'Università e Vienna
- Trova però accoglienza in Germania dove lavora con Wideroe che stava iniziando i suoi studi sulle macchine acceleratrici di particelle
- Verso la fine della guerra è scoperto dalle SS, ma alla fine è libero



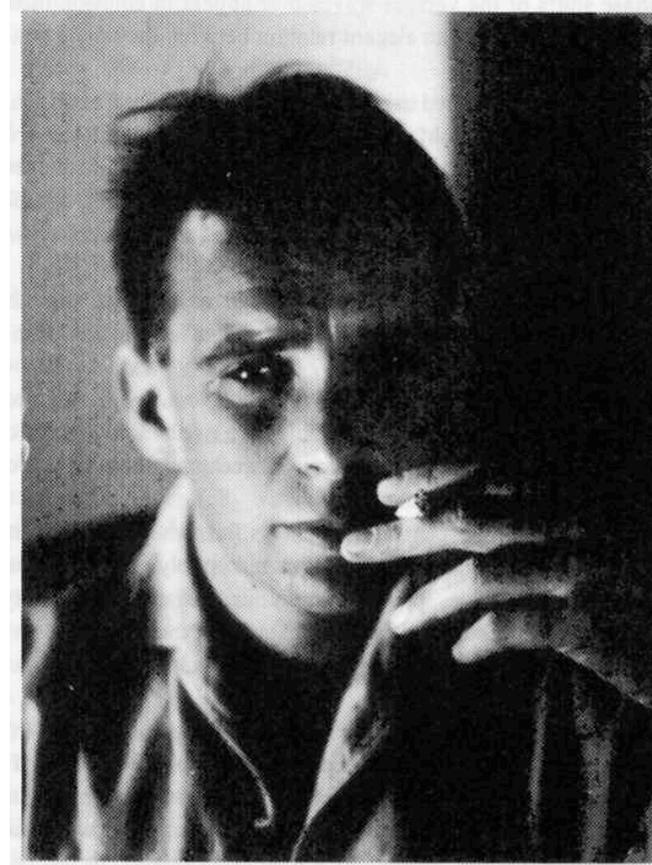
DOTTORATO A GLASGOW

Finita la guerra va a Glasgow dove prende il PhD e lavora con un altro grande studioso di macchine acceleratrici
Dee



TOUSCHEK A ROMA

- Touschek veniva a Roma dove aveva una zia, la zia Ada, e così, nei primi anni 50, inizia a frequentare l'Università di Roma
- L'ambiente scientifico favorevole e anche altre affinità spirituali con la città lo portano a decidere di stabilirsi in Italia





Bruno Touschek con Edoardo e Ginestra Amaldi ai Castelli nel
1953

LA PROPOSTA DI TOUSCHEK

- Nel 1960 Touschek propose di costruire a Frascati una macchina in cui elettroni si scontrassero frontalmente con positroni
- Particelle contro antiparticelle :
l'annichilazione avrebbe dato luogo a un rilascio di energia dal vuoto, cioè' una totale trasformazione di materia in energia
- E cosa si poteva trovare nel vuoto quantistico?

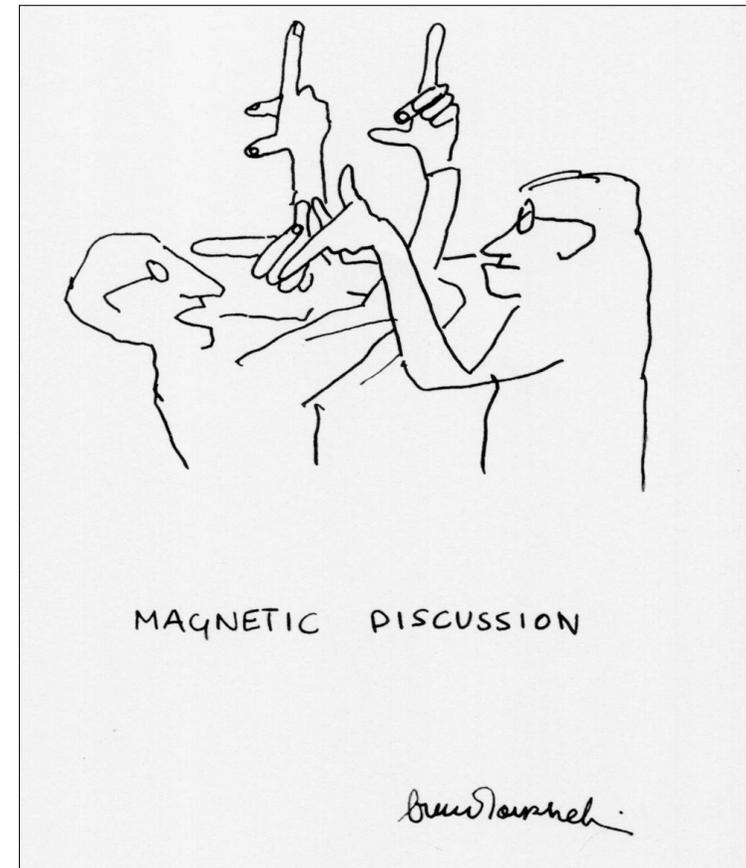
ADΛ

- La macchina si fece in meno di un anno
- Touschek la volle chiamare AdA (come sua zia) ma anche Anello di Accumulazione
- (perche' era necessario accumulare elettroni e positroni in gran quantita')

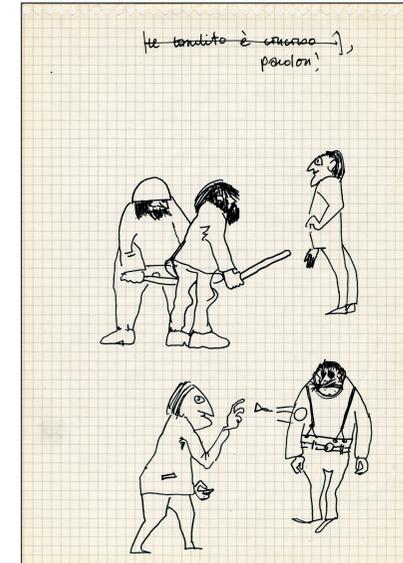
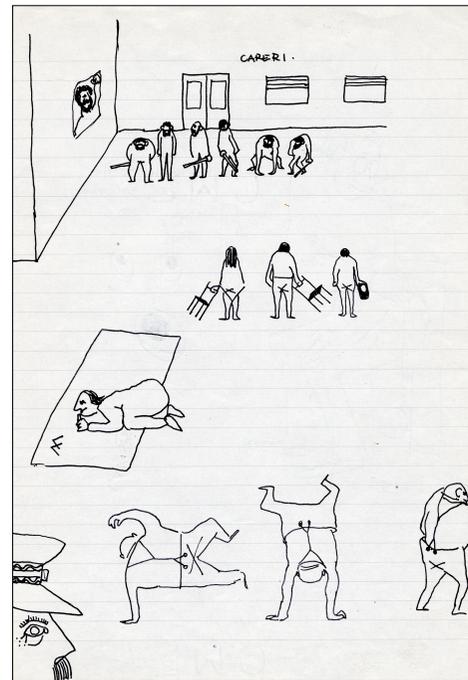
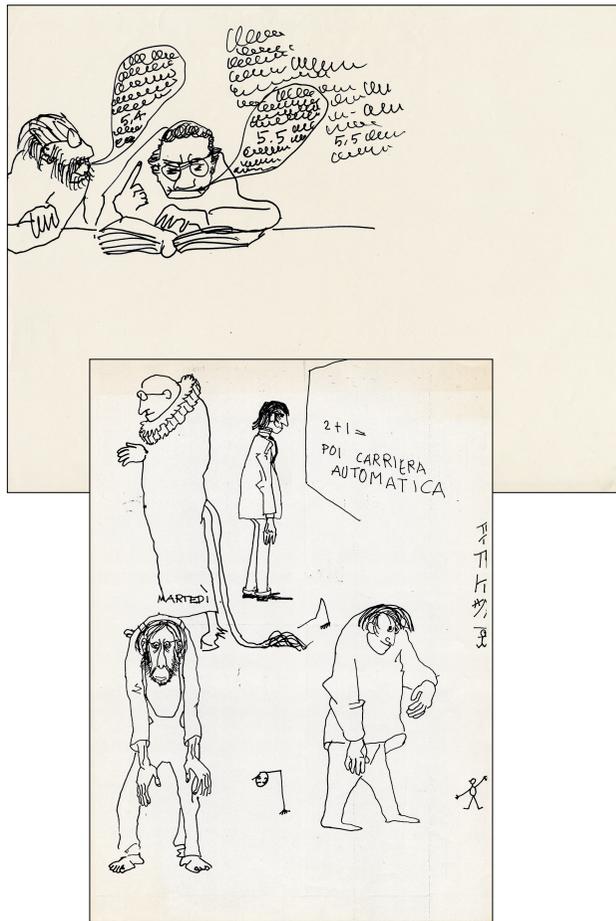


ADONE

- Nel 1960 Touschek propose di fare una macchina piu' grande, che chiamo' ADONE
- ADONE fu costruito fra il 1965 e il 1968 nell'edificio dove ora c'e' DAFNE



IL MONDO UNIVERSITARIO VISTO DA TOUSCHEK



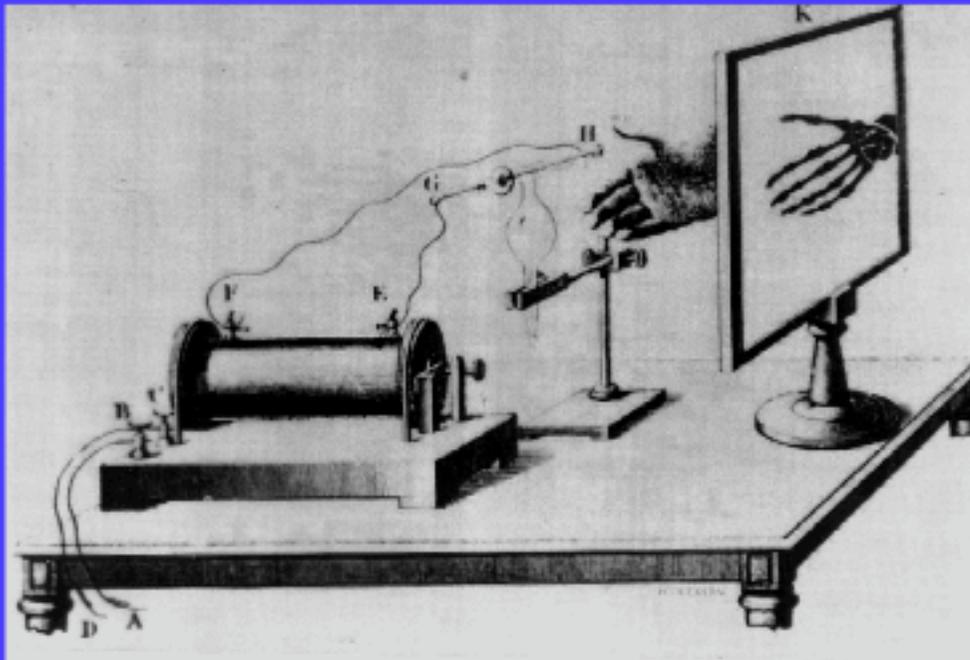
A COSA SERVE LA RICERCA NELLE PARTICELLE ELEMENTARI?

- Il lavoro di Touschek e' un esempio illuminante su come da un'intuizione teorica e realizzazione pratica, si arriva, magari molti anni dopo a grandi applicazioni pratiche

Alcune trasparenze da una relazione di U. Amaldi



The starting point



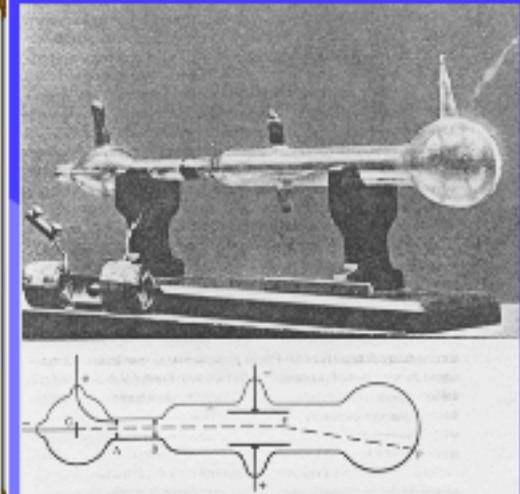
1895
discovery of X rays

Wilhelm Conrad
Röntgen



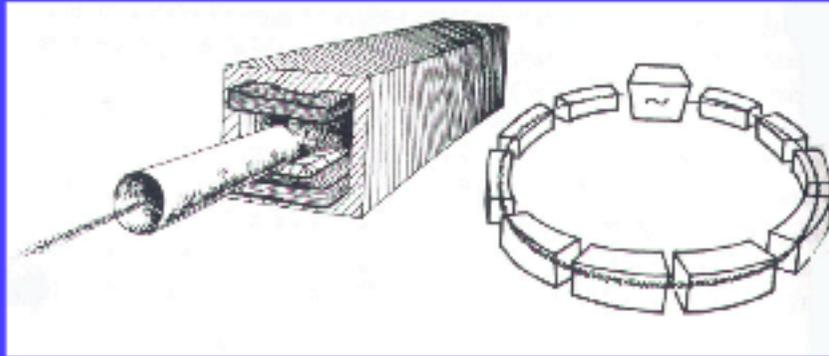
J.J. Thompson

1897
“discovery” of the
electron



1945: E. McMillan and V.J.Veksler

discover the
principle of phase stability

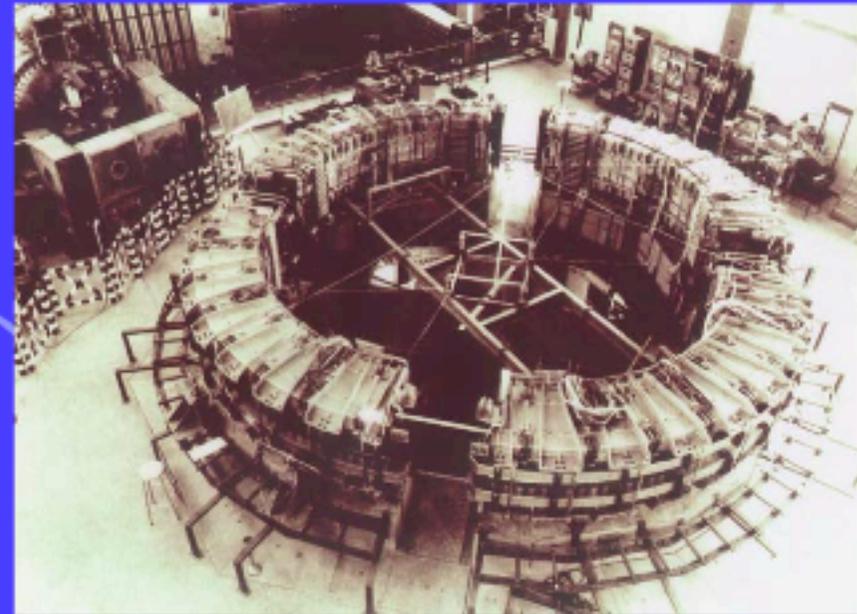


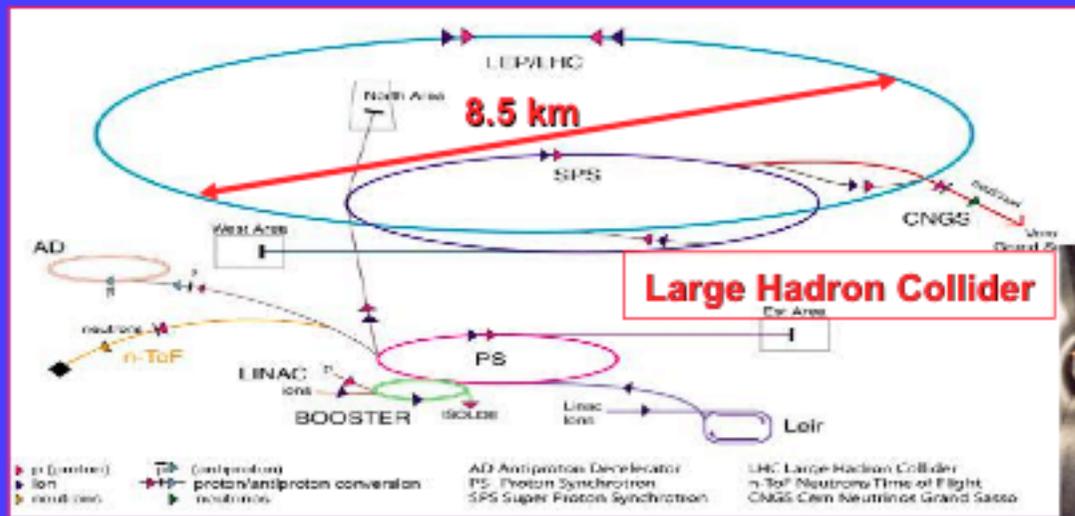
1959: Veksler visits McMillan at Berkeley

The synchrotron

1 GeV electron synchrotron

Frascati - INFN - 1959



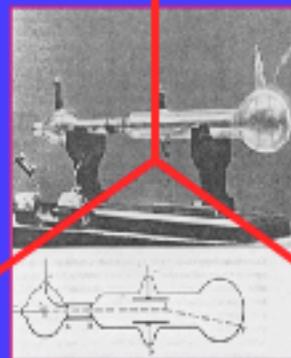
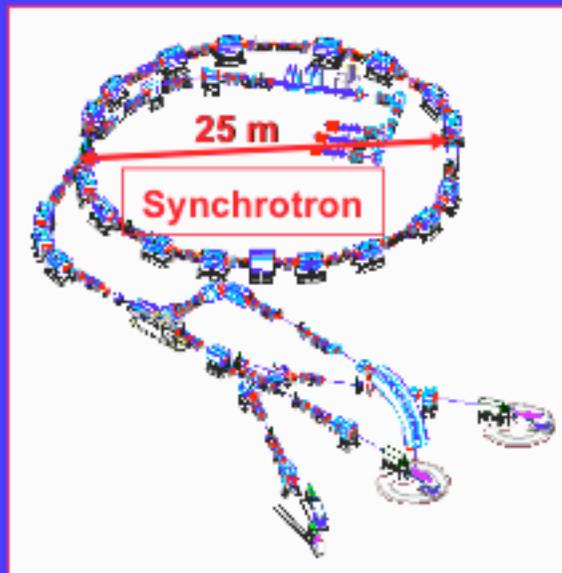


2007 – 110 years later



Research in fundamental physics

2007

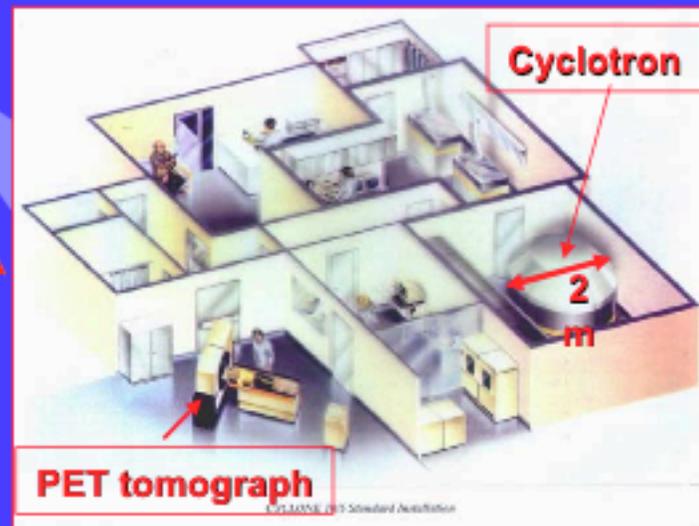


1897

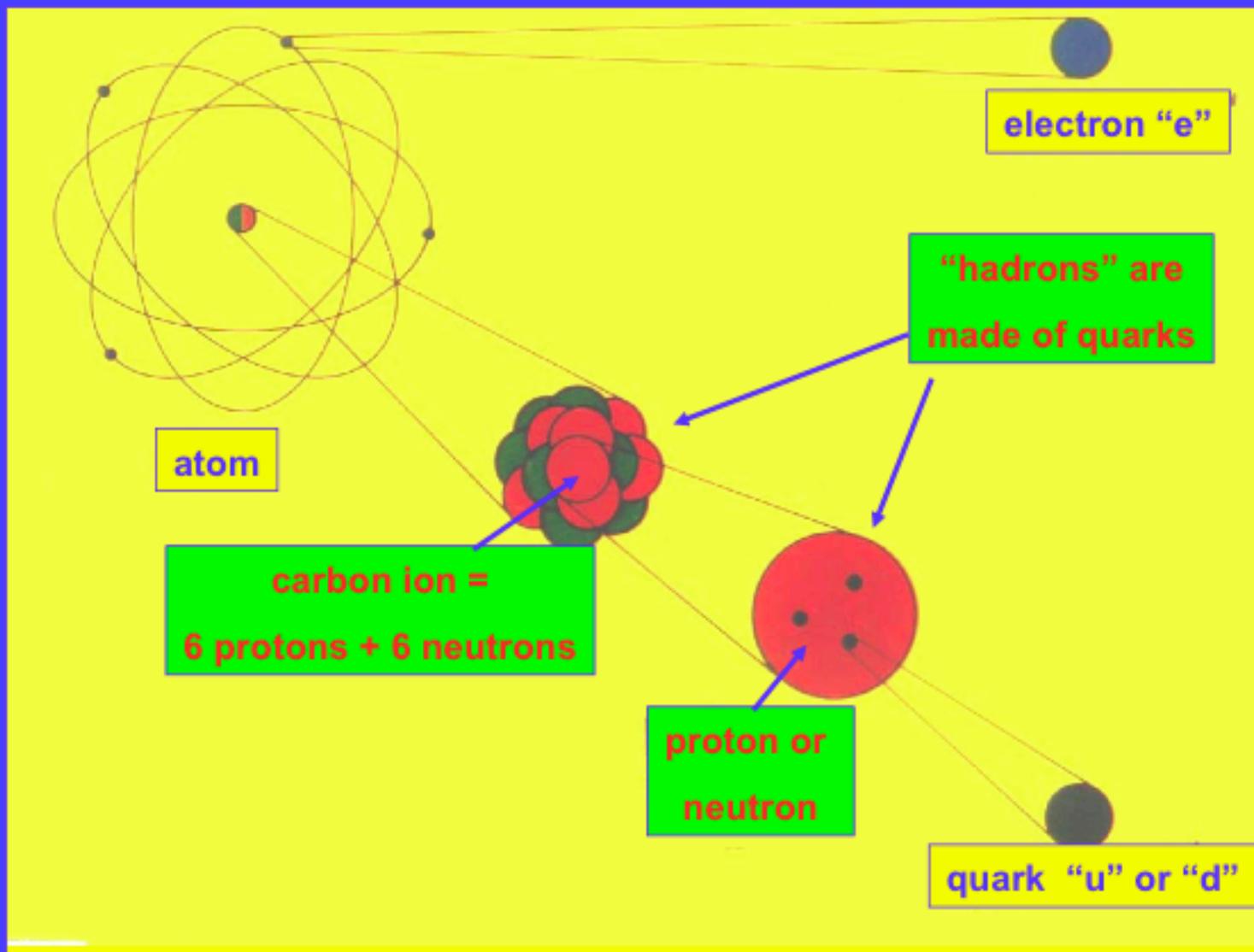
Therapy

Diagnostics

Cyclotron



"Hadrontherapy" uses beams of hadrons



Hospital centres for deep protontherapy (>500 pts/year)

5 in USA, 4 in Japan, 2 in China, 1 in Switzerland, 1 in Germany,
1 in Korea, 1 in Italy

(running or financed)

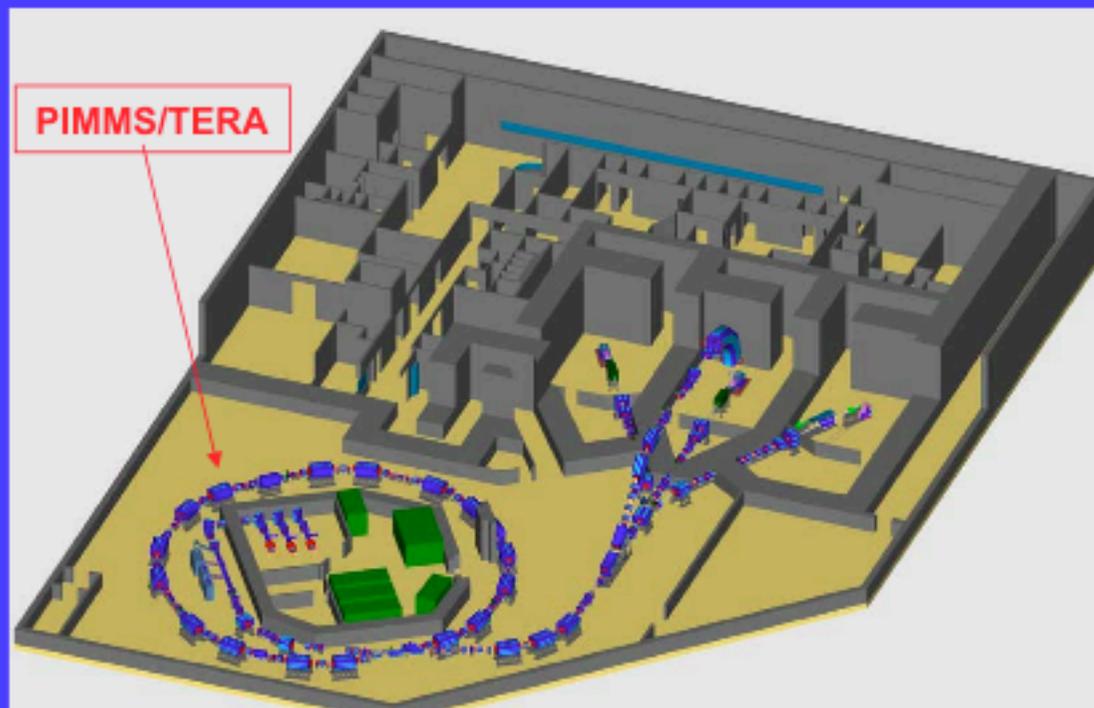


Four companies offer turn-key centres

CNAO = Centro Nazionale di Adroterapia

**CNAO Foundation was created by the Italian Government in 2001
to realize CNAO: 4 Hospitals in Milan, 1 Hospital in Pavia and TERA
INFN is Institutional Participant**

**In September 2003 TERA has completed and passed to CNAO
the design of the high-tech part of CNAO and 25 people**



President: E. Borloni

**Med. Dir.: R. Orecchia
Tech. Dir: S. Rossi**