

Bruno Touschek ai Laboratori Nazionali di Frascati

Andrea Ghigo

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

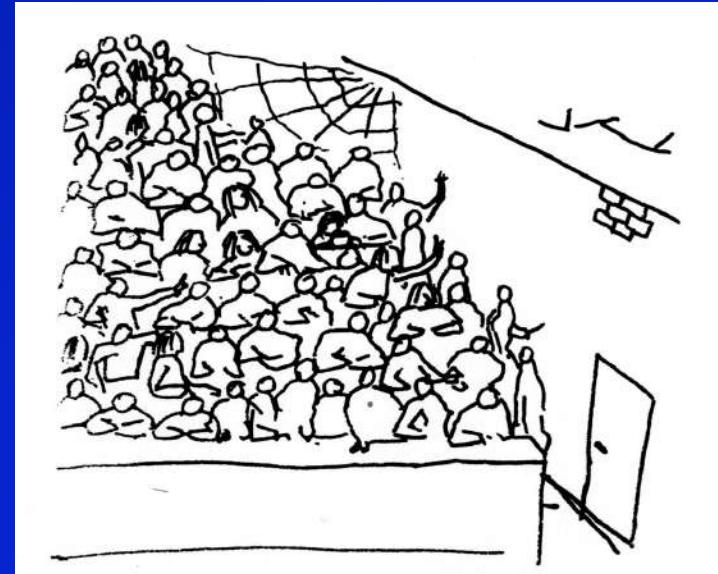
Bruno Touschek

- Touschek nacque a Vienna nel 1921 da un ufficiale dell'esercito Austriaco e madre ebrea
- Il padre dovette lasciare l'esercito nel 1932 quando il potere fu preso dai filo fascisti.
- Nel '36 fu ricostituito il partito nazional socialista con una recrudescenza dell'antisemitismo e nel '37 Bruno dovette lasciare la scuola per l'entrata in vigore delle leggi razziali a causa del suo "sangue misto"
- Continuò a frequentare i compagni di scuola che lo tennero al corrente degli avvenimenti e gli suggerirono di andare sostenere gli esami finali in un'altra scuola dove non conoscessero la sua situazione: così fece e passò gli esami con ottimi voti.



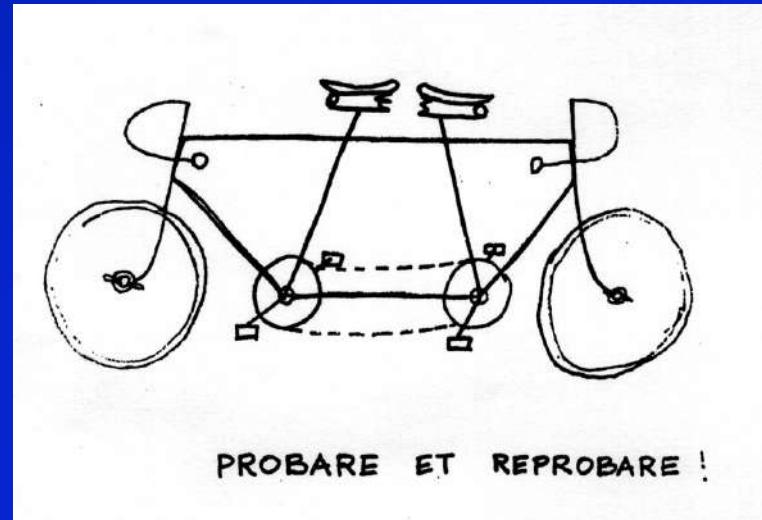
Università in Italia

- Nel 1938 venne a Roma a passare le vacanze di fine scuola, ospite della zia Ada, come era tradizione della borghesia dell' epoca. Nello stesso periodo avvenne l'annessione dell' Austria alla Germania di Hitler.
- Anche se Mussolini era favorevole al governo di Hitler, l' atteggiamento verso gli ebrei era più morbido e Bruno trovò più prudente, invece di tornare a Vienna, di iscriversi ai primi due anni di Ingegneria dell' Università di Roma dove seguì i corsi di Analisi Matematica tenuti da Francesco Severi
- Nello stesso tempo chiese il visto per andare in Gran Bretagna per studiare chimica a Manchester.
- Gli fu detto che poteva ottenere il visto attraverso una organizzazione di Quaccheri che aveva sede a Vienna, quindi tornò a Vienna. Ma nel settembre del '39 scoppiò la seconda guerra mondiale e fu impossibile per Touschek andare a studiare in Gran Bretagna



Università in Germania

- Bruno rimase a Vienna e frequentò i corsi di fisica e matematica cercando di non dare nell'occhio, ma nel giugno del '40 gli fu comunicato che non poteva più frequentare l'università per ragioni razziali.
- Nel frattempo, studiando un libro di fisica atomica di Sommerfeld, un famosissimo professore di Monaco, scovò piccoli errori e, consigliato dal suo professore di matematica Hlawka, scrisse a Sommerfeld. Questi lo ringraziò e gli fece revisionare un altro importante trattato
- Gli consigliò inoltre di andare all'università di Amburgo, dove non lo conosceva nessuno, da un famoso chimico-fisico, Harteck, al quale scrisse una lettera di presentazione.
- Touschek visse ad Amburgo facendo più lavori contemporaneamente per mantenersi e cambiando casa continuamente per non farsi individuare.



Touschek studente lavoratore

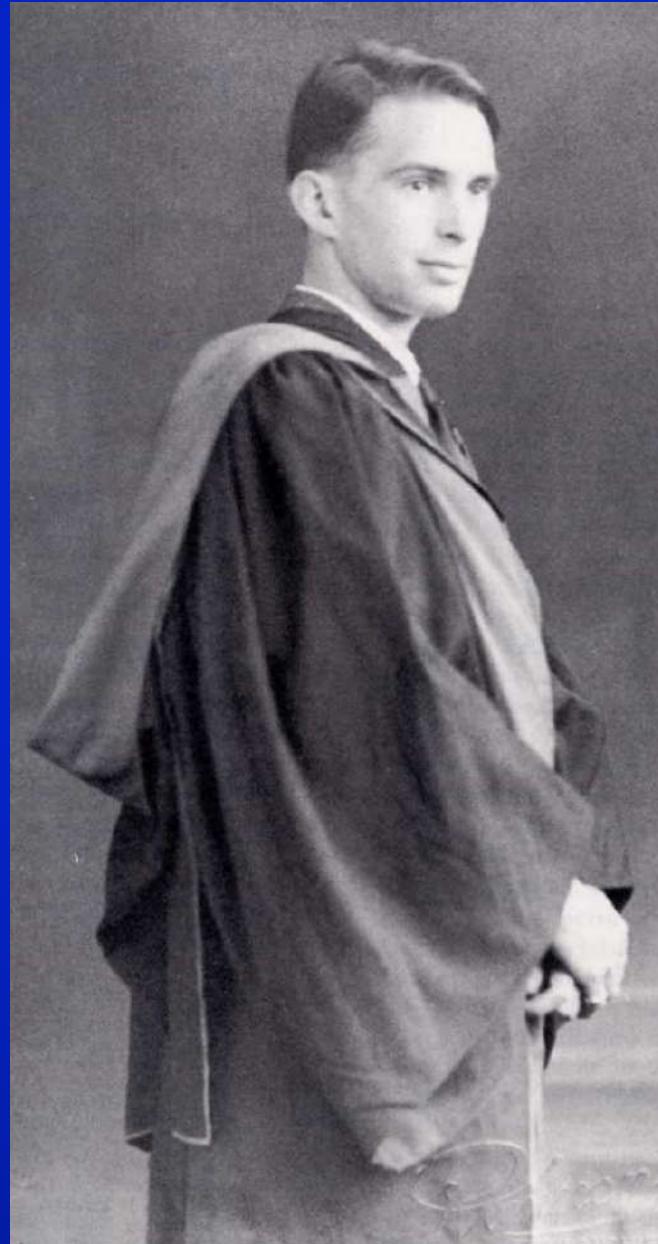
- Lavorò anche in un ditta, affiliata della Philips, che sviluppava i Klystron, tubi che producono potenza elettromagnetica a radiofrequenza importanti nelle telecomunicazioni.
- All' Università seguiva i corsi senza registrarsi e in particolare quelli del Prof.Lenz che lo ospitò a lungo in casa sua e di Jensen, che vinse il premio Nobel vent' anni dopo.
- Conobbe una ragazza, M.Hatschek, anche lei per metà ebrea, che lavorava in una ditta, la Lowenradio (poi Opta), che lo presentò ai responsabili. Touschek fu impegnato sullo sviluppo di particolari tubi catodici compatti.
- Lì venne a sapere della proposta di Rolf Wideroe di costruire un acceleratore di particelle, detto betatron dell' energia di 15 MeV.
- Letta la trattazione della parte teorica riguardante la stabilità delle orbite delle particelle, Touschek trovò degli errori e scrisse a Wideroe che subito lo chiamò a partecipare al progetto
- Il principale contributo fu teorico, nello studio con l' utilizzo del formalismo Hamiltoniano delle traiettorie delle particelle, della loro iniezione e stabilizzazione nell' acceleratore.

La prigionia

- Bruno Touschek aveva preso l' abitudine di andare alla Camera di Commercio di Amburgo dove poteva leggere i giornali stranieri, fu notato per queste ripetute visite e all' inizio del '45 la Gestapo lo arrestò in base alle leggi razziali .
- Fu portato in prigione e Rolf Wideroe lo andava a trovare portandogli cibo, I suoi cari libri e soprattutto le sigarette.
- Durante le visite continuaron a parlare del betatron
- In prigione Touschek concepì la teoria del “radiation damping”, per la quale la luce emessa dagli elettroni curvati da un campo magnetico contribuiva a stabilizzare gli elettroni circolanti nel betatrone.
- A Marzo del '45 arrivò l' ordine di trasferire I prigionieri da Amburgo al campo di concentramento Kiel. Nonostante la febbre alta che in quel momento aveva, fu costretto a lasciare la prigione. Mentre marciava, portando con sè un pesante pacco con I suoi libri, Touschek svenne. Un ufficiale delle SS prese la pistola e gli sparò alla testa. Lo colpì vicino all' orecchio sinistro. La ferita non era grave ma uscì molto sangue e pensando che fosse morto lo lasciarono lì svenuto.

La liberazione

- Passò un gruppo di civili e mentre discutevano se l'uomo abbandonato sulla strada fosse morto lui si riprese e chiese di telefonare. Gli indicarono un edificio che si rivelò essere un ospedale dove lo curarono. Il direttore greco chiamò la polizia. Lo arrestarono di nuovo e lo portarono nel carcere di Altona.
- Touschek descrisse ad Amaldi il carcere, antico, con guardie vecchie e gentili con i prigionieri. Nel frattempo gli Inglesi arrivarono e liberarono Touschek. Lui andò a lavorare al betatrone che nel frattempo era stato trasferito a Wrist, vicino al confine Danese.
- All'inizio del '46 si recò alla prestigiosa Università di Gottinga dove incontrò molti illustri fisici del tempo. Finalmente si laureò con una tesi sul betatrone da 6 MeV.

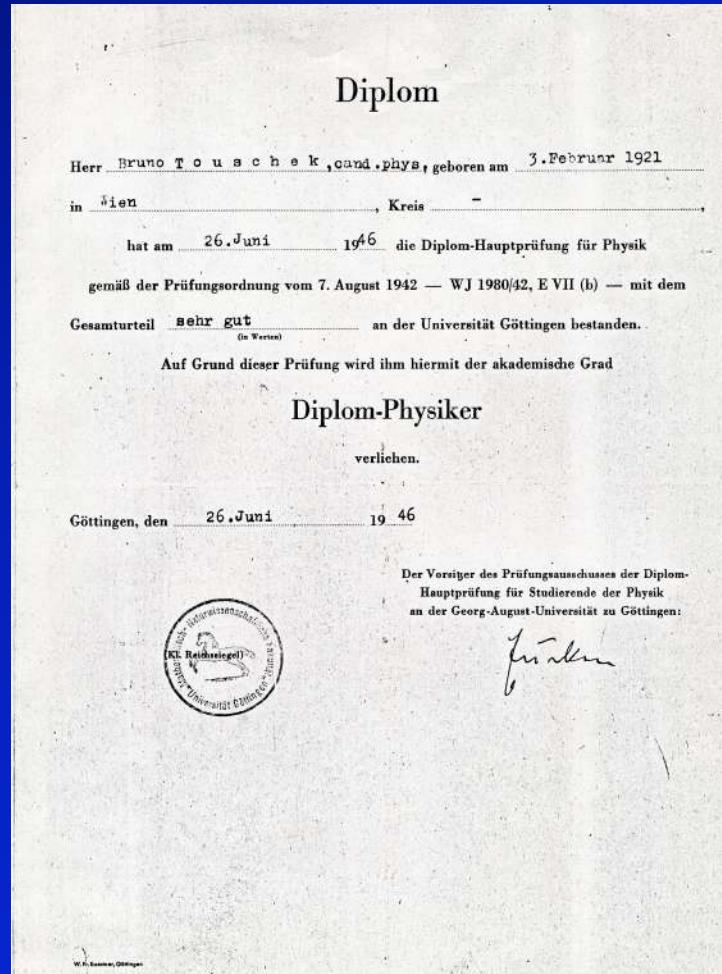


Glasgow

➤ Nel Febbraio del 1947 Touschek partì per Glasgow dove era in costruzione un acceleratore di particelle di alta energia (per l'epoca): un sincrotrone di 350 MeV.

➤ Lavorò sulla teoria dell'acceleratore e prese il diploma PhD con una tesi sulla produzione di mesoni (particella di energia intermedia fra elettrone e protone) con gli elettroni.

➤ Scrisse molti articoli teorici sui modelli nucleari, sulla produzione di pioni nell'urto protone-protone, sulla densità dei livelli di energia dei nuclei, ma soprattutto sul formalismo dell'elettrodinamica quantistica che riteneva una teoria tanto elegante che si potesse estendere alle interazioni deboli precorrendo la teoria unificatrice elettro-debole.



Bruno Touschek a Roma

- Nel Dicembre del 1952 Touschek tornò a Roma, ospite della zia Ada che aveva sposato un italiano, per incontrare Bruno Ferretti, professore di Fisica teorica, del quale aveva letto gli articoli scientifici.
- Edoardo Amaldi, che era un vero “talent scout”, si ricordò del brillante giovane teorico Austriaco che era stato a Roma nel 1938, gli offrì un posto all’Università di Roma e Touschek accettò.
- All’inizio lavorò con Radicati, Morpurgo e Cini su problemi fondamentali ed in particolare sull’ inverso del tempo e le interazioni deboli. Ferretti raccontò poi ad Amaldi che Touschek aveva avuto l’idea, poi sviluppata da Weinberg e Salam, che si potessero unificare la teoria elettromagnetica e debole



Touschek fuori dal lavoro

Nel 1955 Touschek sposa Elspeth Jennifer figlia di Sir. Maurice Yonge

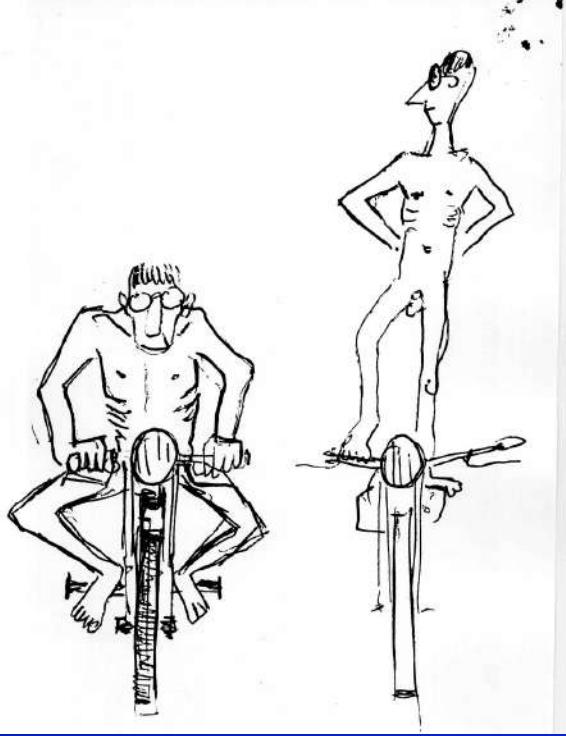
Dal loro matrimonio nasceranno due figli: Francis nel 1958 e Stefan nel 1961

Bruno era un gran nuotatore e appena poteva praticava la pesca subacquea anche in acque con temperature non confortevoli.

Le nostre famiglie si frequentavano spesso ed ero un gran amico dei figli

Lo ricordo in atteggiamenti a volte severi a volte malinconici ma il più delle volte ironici, pronto a castigare le stupidità specialmente dei politici.

Come gran parte dei colleghi dell'epoca beveva e fumava a volontà e durante le fasi sperimentali lavorava notte e giorno senza sosta.



La motocicletta che Bruno chiamava Josephin e che riteneva in grado di portarlo a casa senza pericolo anche quando aveva bevuto troppo con gli amici.

Nonostante questa sua convinzione una notte andò a sbattere contro una macchina e picchiò la testa. Quando lo portarono all'ospedale si arrabbiò moltissimo con il primario. Mandarono a chiamare Valentino Braitemberg, giovane psichiatra che poi divenne il direttore del Max Plank Institute di Gottinga, che parlava tedesco e lo sottrasse da una denuncia dicendo che era il trauma e non l'alcool che aveva provocato la sfuriata: divennero grandissimi amici!



Touschek non perdeva occasione con i suoi disegni di ironizzare sui comportamenti dei colleghi e studenti dell'Università.



Touschek e i Laboratori di Frascati

- Per capire il legame di Bruno Touschek con il nostro territorio ed il contributo importantissimo dato alla fisica degli acceleratori di particelle è bene ricordare la nascita dei laboratori di Frascati

Edoardo Amaldi e Gilberto Bernardini
Pensavano che sarebbe stato
importante costruire un acceleratore di
alta energia in Italia



Il Ministro dell'Industria Campilli,
illustre frascatano, approvò la
costruzione e convinse l'amico
senatore Pietro Micara, sindaco di
Frascati, a regalare un terreno dal
curioso nome di Macchia dello Sterparo
per la costruzione del centro di ricerca

The Boss

La costruzione del Sicrotrone e del Centro di Ricerca fu affidato al fisico 31enne Giorgio Salvini che reclut una squadra di motivati fisici e ingegneri provenienti dalle migliori Università Italiane



G. SALVINI
1954 - N. 1
Supplemento al Nuovo Cimento
12, 77-100

**NON CONSULTABILE
FUORI SEDE**

C.N.R.N.
EDIFICATORI
DI LASCATI
BIBLIOTECA
Pos.
VA/66

Il progetto italiano di un eletrosincrotrone.

G. SALVINI

Istituto di Fisica dell'Università - Pisa
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione Acceleratore

1. - Decisione di costruire una macchina nucleare.

1-1. - Nel mese di Febbraio del 1953 si sono iniziati in Italia gli studi per la costruzione di un sincrotron per elettroni (eletrosincrotrone) da porsi a disposizione di tutti i fisici nucleari italiani.

22

G. SALVINI

[98]

per irraggiamento. In Tab. II, osservando i dati della seconda e terza colonna, è possibile fare il confronto tra la macchina da 600 MeV, e le dimensioni corrispondenti (approssimative) per un eletrosincrotrone da 1 000 MeV. Analogi confronti può farsi esaminando le fig. 4 e 5. Come si vede, maggiore deve essere

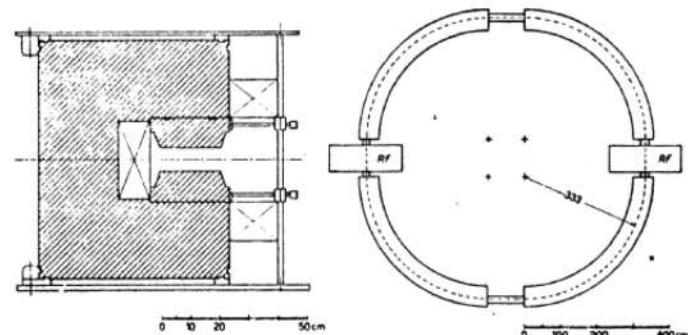


Fig. 5. - Sezione e vista dall'alto (disegno solo approssimativo) dell'eletrosincrotrone da 1 000 MeV considerato in tab. II, col. (3).

L' ELETTROSINCROTRONE DI FRASCATI



L' elettrosincrotrone è stato il *primo acceleratore ad alta energia* realizzato in Italia. Fu approvato nel 1953 e la sua costruzione inizi nel 1957. Dopo appena due anni l' acceleratore era operativo.

Foto di gruppo del personale di Frascati alla fine della costruzione del Sincrotrone



Frascati

La proposta “indecente”

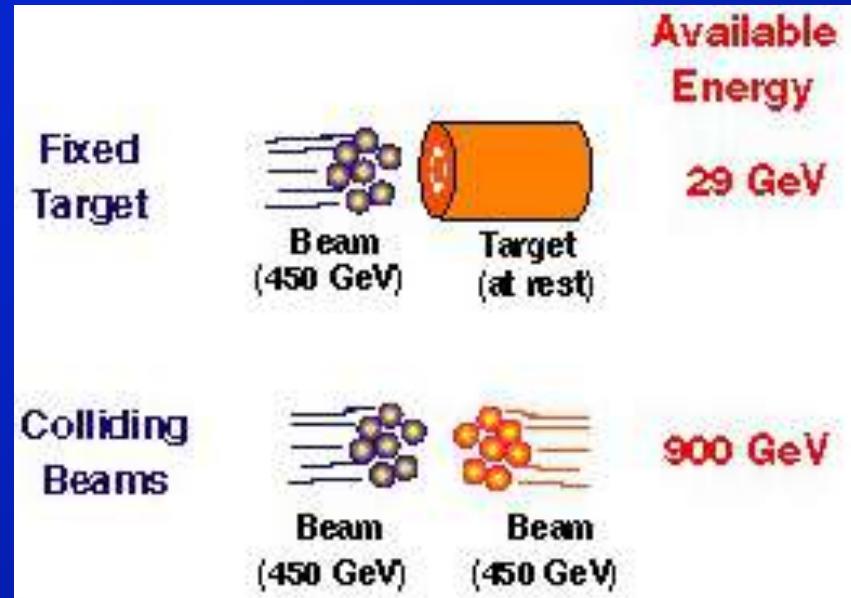
- Bruno Touschek il 7 Marzo 1960 diede un seminario a Frascati nel quale espose la sua idea per la quale un elettrone e il suo corrispondente di antimateria l'antielettrone meglio il positrone avrebbero in un acceleratore viaggiato sulla stessa orbita in verso contrario perché la teoria dell'elettrodinamica quantistica è invariante per carica parità. I colleghi un pò scettici non ebbero il coraggio di dubitare di lui ... (credeteci anche voi)
- Propose poi di convertire il Sincrotrone appena andato in funzione per gli utenti nel primo collisore di materia e antimateria al mondo.
- Salvini gli rispose che non se ne parlava proprio c'era già una lista di esperimenti che non vedeva l'ora di usare il fascio del Sincrotrone
- Intervenne Giorgio Ghigo proponendo di costruire un apposito acceleratore prototipo per provare il principio. Questo acceleratore era costituito di un unico magnete opportunamente sagomato nel quale iniettare ed accumulare elettroni e positroni

Bruno Touschek e la nascita dei moderni “Collider”

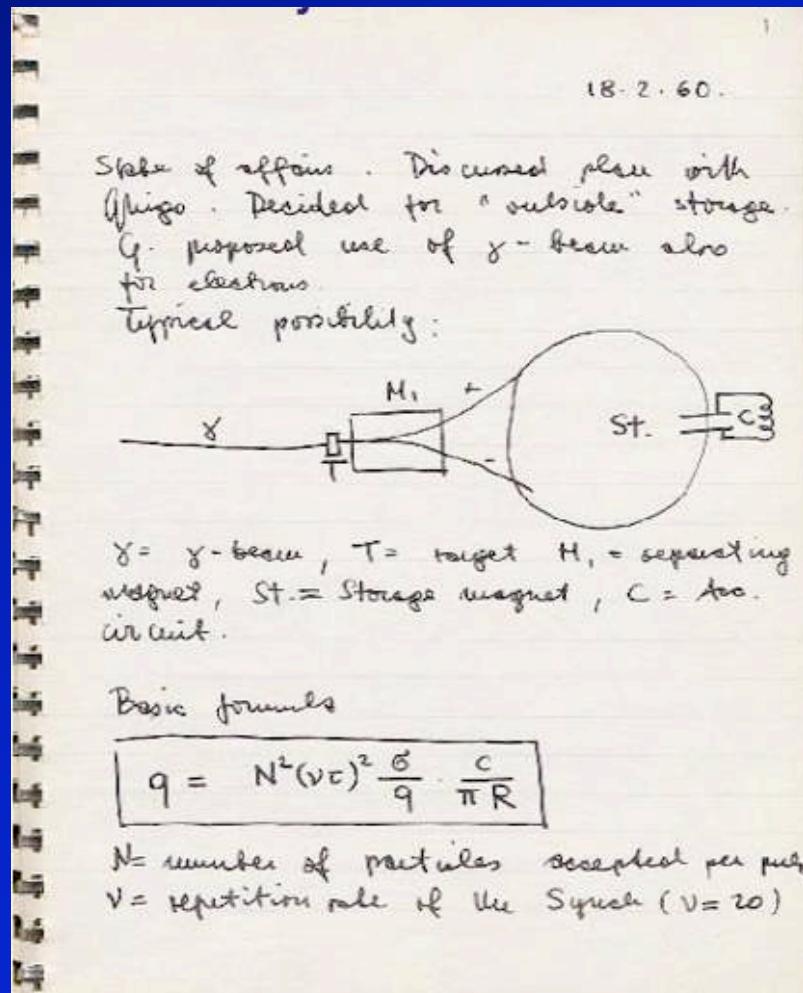
L'idea di Touschek:
collisioni materia-antimateria
Frascati



La geniale idea di *Bruno Touschek* fu quella di utilizzare come particelle collidenti *particelle ed antiparticelle* che, nella loro annichilazione, avrebbero rilasciato *tutta la loro energia* per creare nuove particelle. Inoltre i *prodotti delle collisioni* sarebbero stati relativamente “semplici” rispetto a quelli prodotti dalla collisione contro un bersaglio complesso.



La prima pagina del quaderno di appunti di Bruno Touschek su AdA

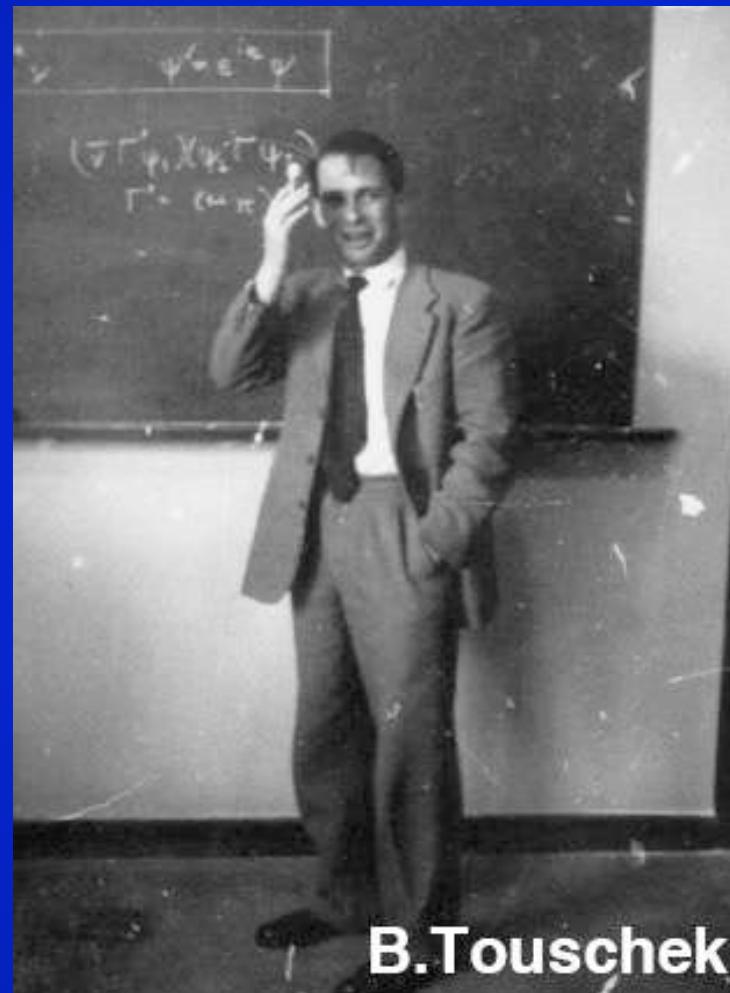


γ = γ -beam, T = target H₁ = separating
magnet, St. = Storage magnet, C = arc
circuit.

Basic formula

$$q = N^2(v\tau)^2 \frac{\sigma}{9} \frac{C}{\pi R}$$

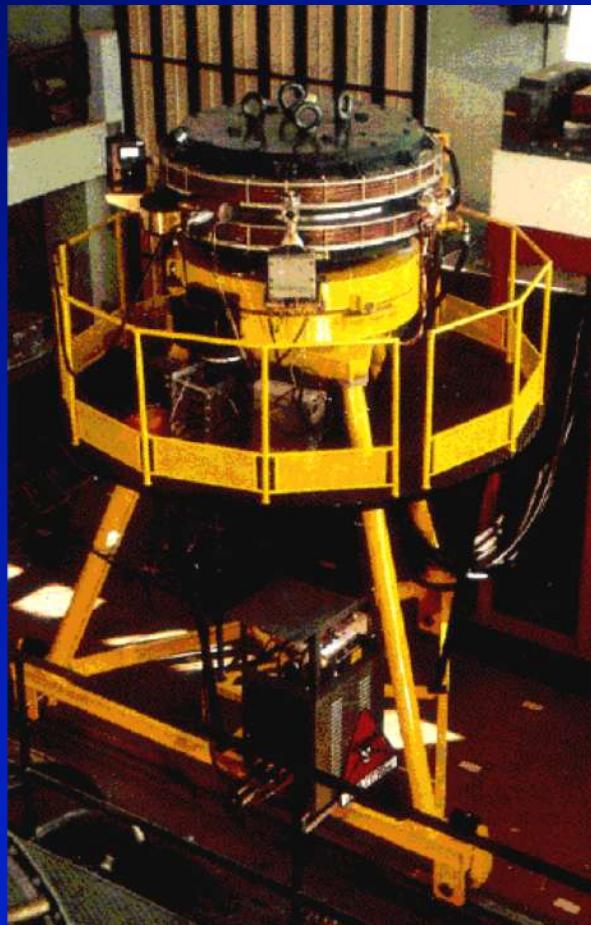
N = number of particles accepted per pulse
v = repetition rate of the Synch ($v=20$)



B.Touschek

AdA venne finanziata con un contributo speciale del ministero e
dopo nemmeno un anno era pronta per funzionare !

AdA (Anello di Accumulazione) 1960-1965



AdA è costituito da un magnete a focaggio debole in grado di far circolare particelle (e^+/e^-) con una energia di 250 MeV.

IL NUOVO CIMENTO

The Frascati Storage Ring.

C. BERNARDINI, G. F. CORAZZA, G. GHIGO
Istituto Nazionale del CNEN - Frascati

B. TOUSCHER

Istituto di Fisica dell'Università - Roma
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Roma

(ricevuto il 7 Novembre 1960)

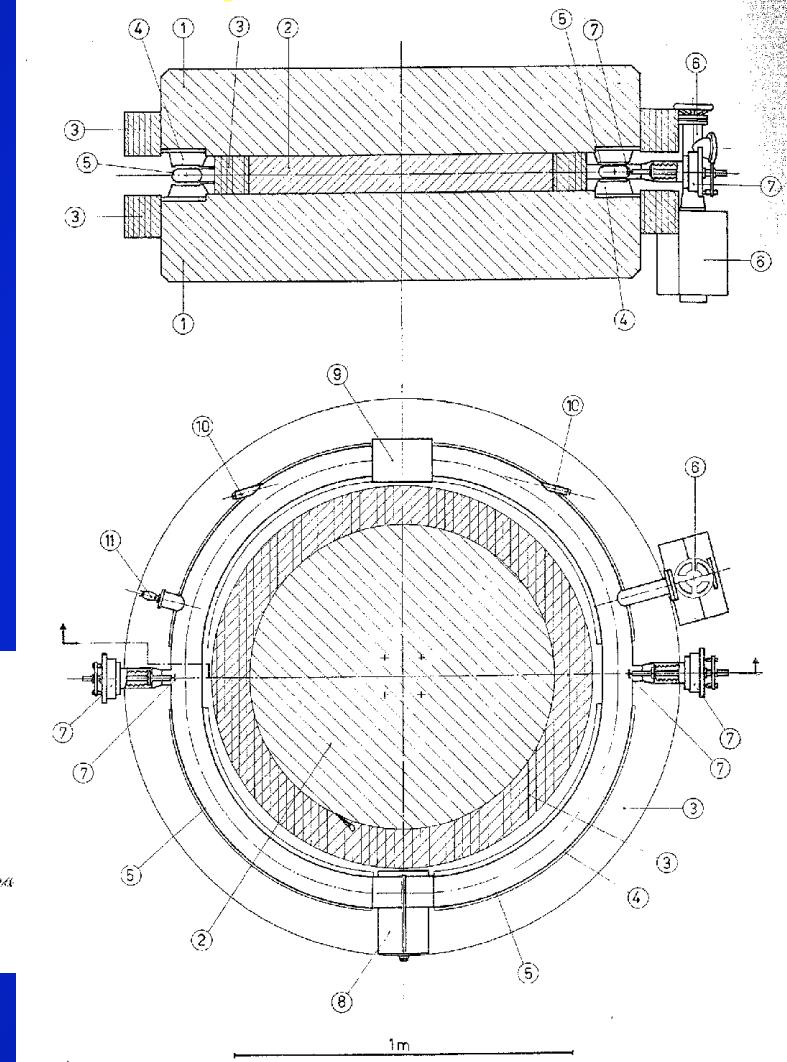
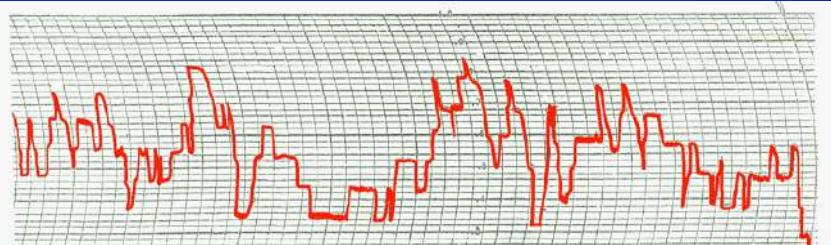


Fig. 1. - Elevation and plan section of the Frascati Storage Ring (anello di accumulazione = AdA): 1) magnet yoke; 2) magnet core; 3) coils; 4) polepieces; 5) doughnut; 6) titanium pump; 7) injection ports; 8) RF cavity; 9) experimental section; 10) windows for the observation of the synchrotron radiation; 11) vacuum gauge.

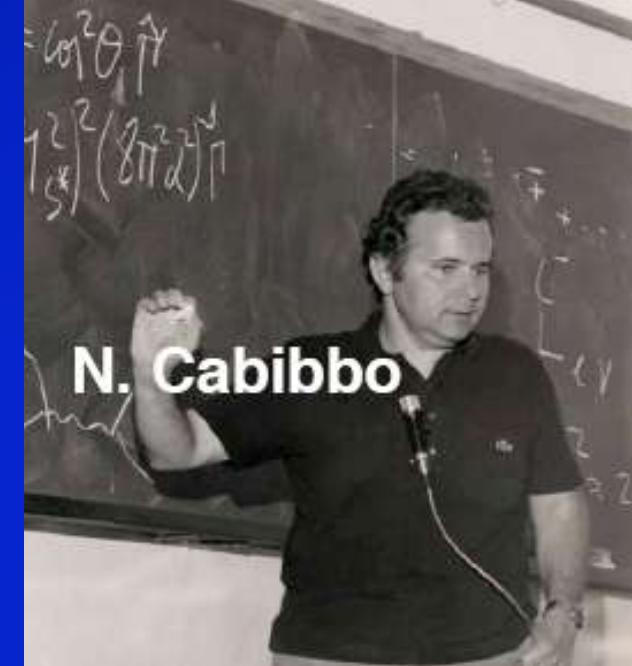
← Registrazione dei primi elettroni accumulati in AdA. La vita media era 21 sec, il numero medio 2.3.

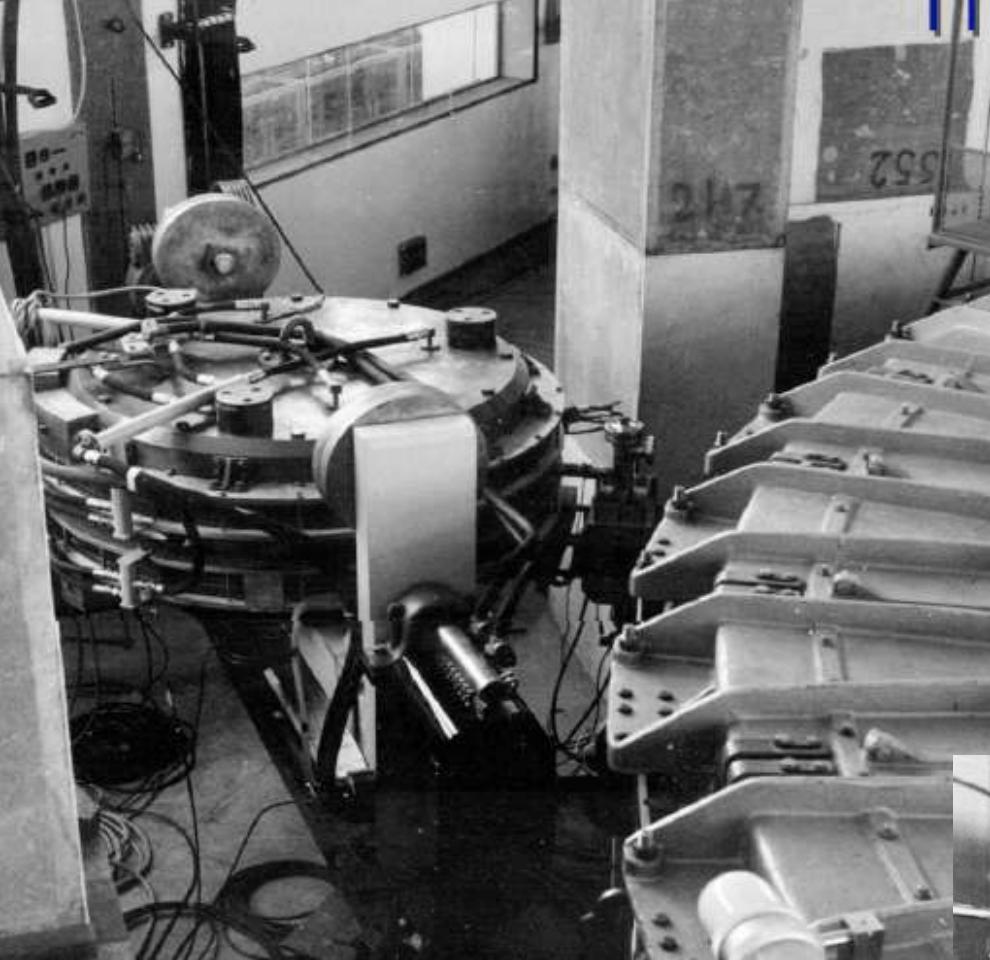
I primi seguaci di AdA

Fisici Teorici



Fisici Sperimentali

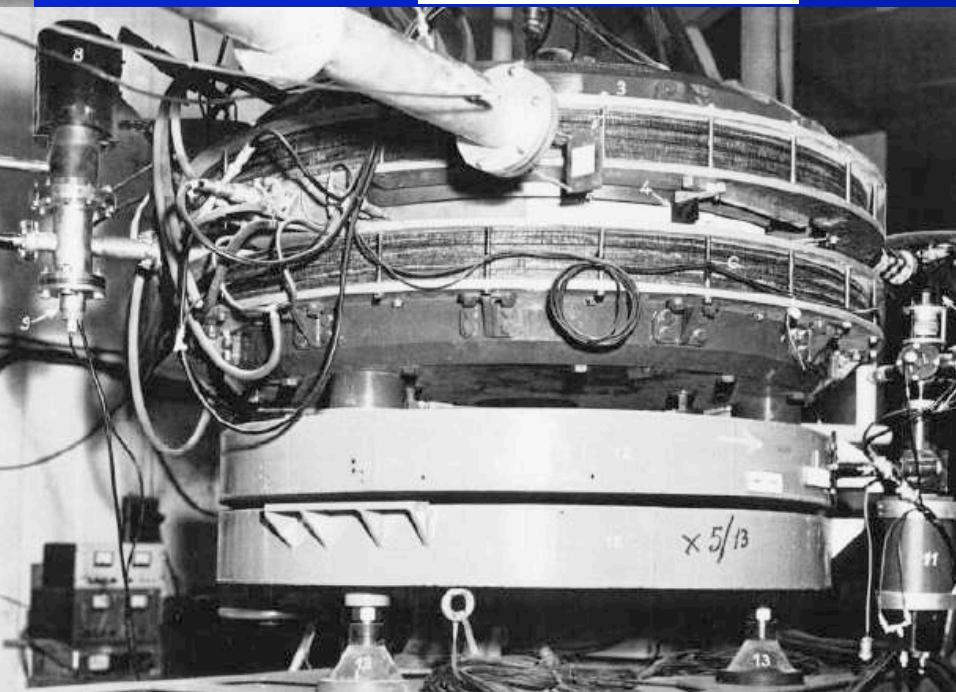




Frascati: Elettroni vengono estratti dal Sincrotrone per essere iniettati in AdA
Per passare da elettroni a positroni
I' acceleratore veniva ruotato intorno al suo asse
“Il girarrosto”



Orsay: Elettroni vengono iniettati in AdA dall' acceleratore lineare.
Per passare da elettroni a positroni
I' acceleratore veniva spostato e ruotato intorno al suo centro



Touschek e ADONE



- Bruno partecipò allo studio dell' evoluzione di AdA, che essendo l' acceleratore di più alta energia al mondo di quell' epoca, fu chiamato Adone.
- Già per AdA aveva studiato la perdita di particelle per urto all' interno del pacchetto di elettroni e positroni, detto "effetto Touschek".
- Studiò la teoria della stabilità del fascio e la dinamica delle traiettorie delle particelle.

DA ADA A DAΦNE: LA STORIA DEI MODERNI ACCELERATORI INIZIA A FRASCATI



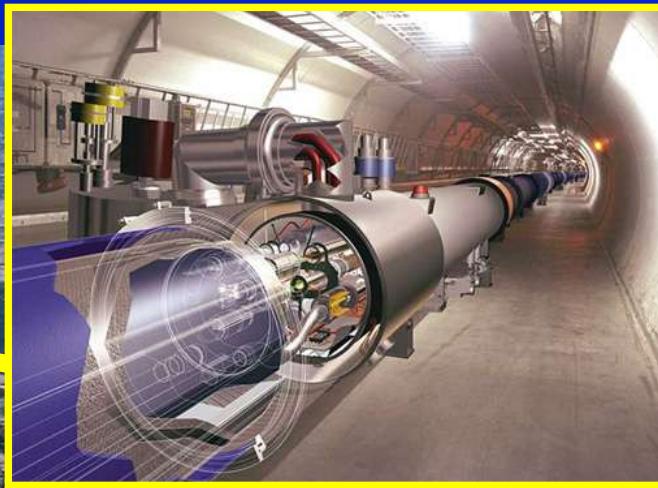
ADA

ADONE

DAΦNE



LEP E LHC A GINEVRA



27 km

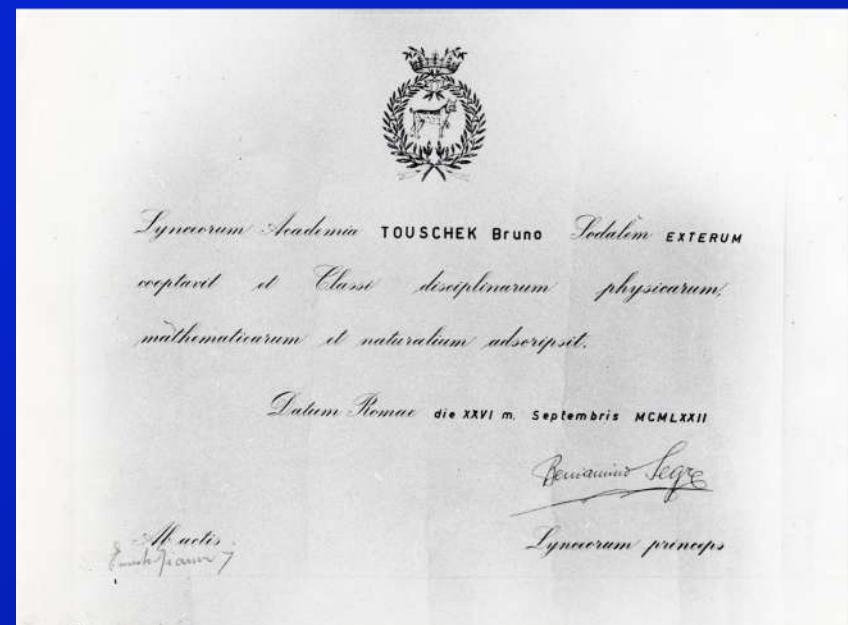


"Lavori in corso @LNF» Frascati 12 Maggio 2020

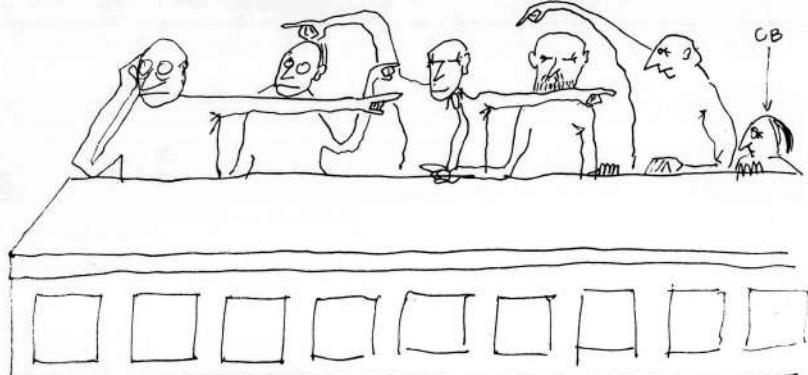
Touschek professore

- Nel '65 Touschek riprende ad insegnare prima alla Scuola di Perfezionamento in Fisica a Roma tenendo il corso di "Teoria dei Campi" poi di "Complementi di Fisica Teorica"
- Nel '69 organizza con mia madre il corso Internazionale della SIF su "Fisica degli anelli di accumulazione che si intersecano" nella Villa Monastero a Varenna
- Da fine '69 è nominato professore aggregato di "Metodi matematici per la Fisica" e diventerà poi professore straordinario nel '73.

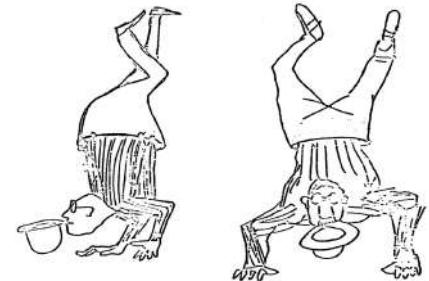
➤ **Nel '75 viene cooptato in una commissione dell'Accademia Nazionale dei Lincei istituita allo scopo di creare un Centro della scienza**



Direzione dell'Istituto di Fisica Maria Montessori.
la Scelta del Direttore.



b) ATTITUDINE ATTUALE NEI CONFRONTI
DEI SUPERIORI.



➤Fu un docente stimato soprattutto dagli studenti in quanto era disponibile con loro quanto intollerante con i difetti dei colleghi. Ma criticò duramente i metodi di contestazione del '68

➤Non perse mai occasione di ironizzare sulle procedure inutili e sui comportamenti negativi sia dei docenti che degli studenti attraverso disegni che faceva durante le riunioni troppo lunghe



Gli ultimi anni...

- Fra il '75 e il '77 organizz per l'Accademia dei Lincei una serie di conferenze su importanti argomenti di Fisica Moderna
- Nel '75 gli venne conferita la Medaglia Matteucci dall'Accademia per "L'ideazione degli anelli e+e- e per i suoi contributi nello sviluppo di questo tipo di macchine"
- Nel '77 il suo stato di salute peggior ed ebbe un primo coma epatico e venne ricoverato al Policlinico di Roma
- Appena ripreso si trasferì a Ginevra come Visiting Professor al CERN ma poco dopo venne ricoverato prima all'Ospedale Cantonale e poi all'ospedale La Tour vicino al CERN.
- Fortemente intollerante e disturbato dalla malattia chiede di essere trasferito a Innsbruk dove morirà dopo pochi mesi



Bruno Touschek lavorò su argomenti di fisica teorica fondamentale quali elettrodinamica quantistica, meccanica statistica, termodinamica, la reversibilità del mondo microscopico.

Morì nel 1978 a 57 anni lasciando un' eredità scientifica enorme attraverso i suoi studi e l'influenza che aveva avuto sui suoi allievi.



**Touschek è ora il nome del
Liceo Scientifico di Grottaferrata:**

Grazie dell'attenzione

Bibliografia

- Edoardo Amaldi
- Carlo Bernardini
- Giorgio Salvini
- Gianni Battimelli
- Vincenzo Valente