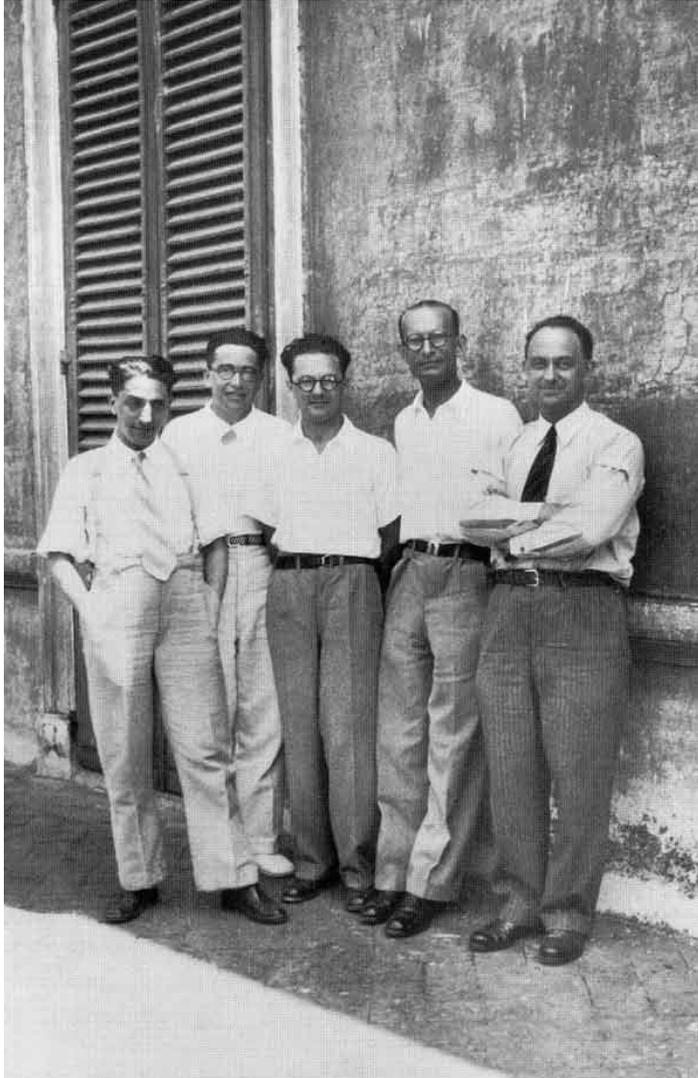


# Enrico Fermi ed i Ragazzi di via Panisperna



Gianluigi Marra  
nanimarra@gmail.com

**Ragazzi di via Panisperna** è l'appellativo del gruppo di scienziati italiani, con a capo **Enrico Fermi**, che negli anni trenta del Novecento operò presso il **Regio istituto di fisica** producendo studi di importanza storica nell'ambito della fisica nucleare.

Da sinistra: **Oscar D'Agostino, Emilio Segrè, Edoardo Amaldi, Franco Rasetti ed Enrico Fermi.**  
Foto scattata da **Bruno Pontecorvo**

# Enrico Fermi Uno dei più grandi scienziati del '900

- Fisico eccellente sia come teorico che sperimentale.
- Nel 1938 ricevette il premio Nobel e fuggì negli USA, essendo sua moglie ebrea.
- Negli USA realizzò il 1°reattore nucleare, fu tra i leader del Progetto Manhattan, e suo malgrado, membro dei massimi organi politico-scientifici per il nucleare.



# Enrico Fermi

Nasce a Roma il 29 Settembre 1901, terzogenito di Alberto Fermi, ispettore capo delle ferrovie ed Ida De Gattis, maestra elementare.

Ida non aveva molto tempo da dedicare ai figli; Enrico e Giulio furono mandati a balia e ritornarono in famiglia all'età di 3 anni.



1905: Giulio, Enrico e Maria Fermi

# Enrico e Giulio Fermi

Enrico e Giulio erano affezionatissimi tra loro,  
ed erano entrambi bambini prodigio,  
talentuosi nella passione per le scienze

Nel 1915 Giulio morì per un ascesso in gola

Enrico ne fu devastato e si immerse sempre  
più negli studi



# Enrico Persico

Al mercato di Campo dei Fiori Fermi incontra **Enrico Persico** che condividerà con lui la passione per la fisica e gli studi universitari a Pisa. Persico spenderà con Fermi quasi tutta la sua carriera scientifica.



# Gli studi alla Normale di Pisa

Fermi a Pisa conferma il suo estremo talento per le materie scientifiche; è autodidatta e studia cose nuove per lui come la relatività generale, e le appena nate fisica atomica e meccanica quantistica.

Da studente gli viene chiesto di tenere seminari per i docenti.

A Pisa incontra **Franco Rasetti** che sarà uno dei ragazzi di via Panisperna.



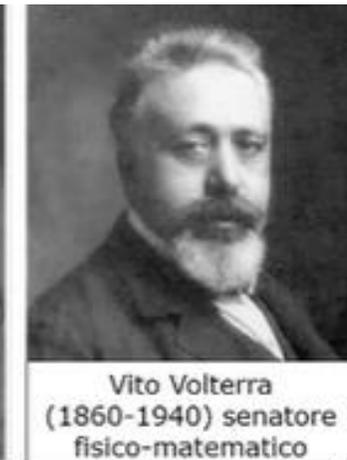
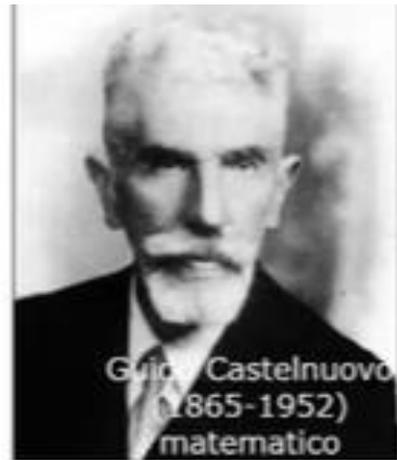
# 7 Luglio 22 Laurea presso Normale di Pisa

Fermi, non ancora maggiorenne, si laurea con una tesi sulla diffrazione dei raggi X ed ottiene successivamente l'abilitazione all'insegnamento con una dissertazione teorica sul calcolo delle traiettorie delle comete.



**Scuola Normale Superiore**

# 28 Ottobre 22. Incontro con Orso Mario Corbino



Fermi torna a Roma con una fama che già lo consacra tra i migliori scienziati del regno; ha accesso agli studi ed istituti di grandi fisici e matematici dell'epoca e qui incontra Orso Mario Corbino che è molto di più di un buon fisico

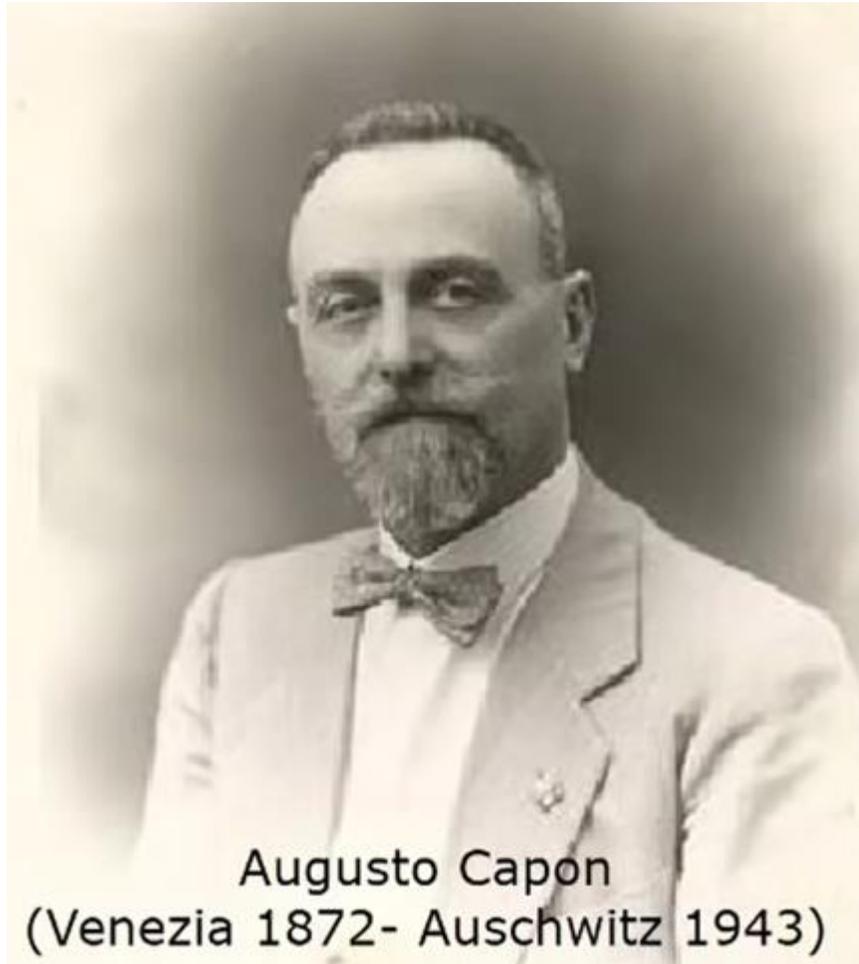
# Orso Mario Corbino

- Direttore dell'Istituto di Fisica di Roma dal 1918
- Senatore del Regno dal 1920
- Ministro della Pubblica Istruzione 1921-1922
- Ministro dell'Economia Nazionale
- Membro dei CDA di numerose aziende pubbliche nell'elettricità e del credito



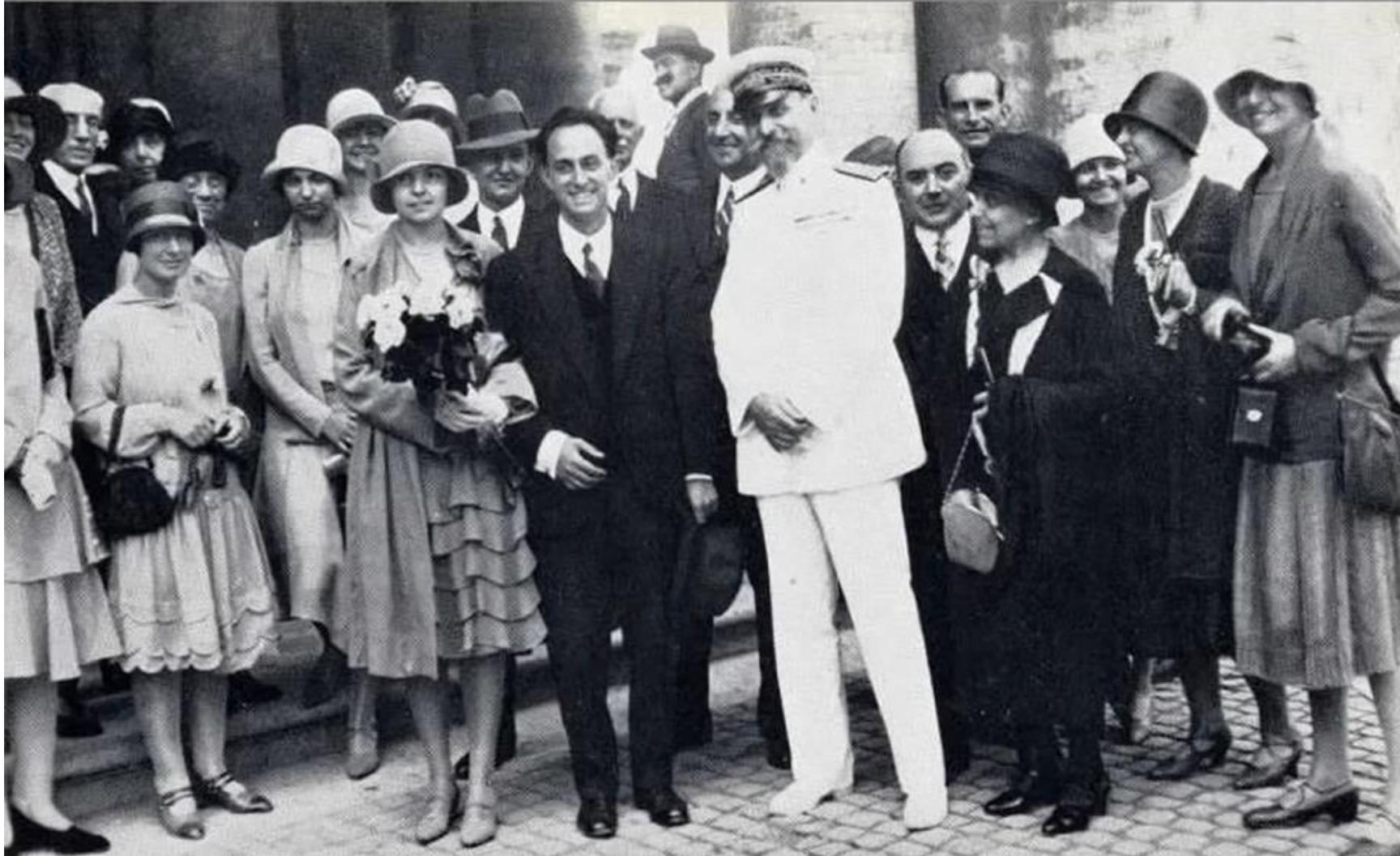
Corbino costruisce le condizioni economiche ed organizzative per fare nascere e fiorire la scuola di via Panisperna

# 1924 Fermi conosce Laura Capon



# La sposa il 19 Luglio 1928

Al centro: Laura, Enrico, Amm. Capon, Corbino (testimone per Enrico), Rasetti



# 1923-26 Corbino aiuta Fermi in Italia ed all'estero

- 1923 Corbino dà a Fermi una borsa di studio per andare a Göttingen da Max Born
- 1924 Incarico di Matematica per Chimica e Scienze Generali a Roma
- 1924 Borsa Rockefeller per andare a Leida da Paul Ehrenfest.
- 1925 Fermi assume la cattedra di Fisica Matematica a Firenze e fa assumere Persico (Torino) e Rasetti (Roma).
- Nel **1926** Corbino fa stabilire a Roma la **1<sup>a</sup> cattedra di Fisica Teorica** in Italia. Fermi a 25 anni la vince con pieno merito e si stabilisce nei laboratori di via Panisperna.

# 1928: Corbino fa eleggere Fermi nella Accademia d'Italia



# (1927) Emilio Segrè (1905-1989)

Segrè è uno studente del 4° anno di Ingegneria. Tramite Rasetti conosce Fermi, e dopo la Conferenza Volta di Como dove conosce Lorentz, Planck, Bohr, Heisenberg e Pauli; decide di passare a Fisica, e si unisce al gruppo.



# (1927) Edoardo Amaldi (1908-1989)

Durante una scampagnata sulle Dolomiti, nell'estate del '25 conosce Fermi e ne rimane profondamente affascinato. Questo fatto contribuì alla scelta di Edoardo di passare a fisica al termine del secondo anno di ingegneria, raccogliendo l'accorato appello di Corbino.



**Edoardo Amaldi**

# 1927 Ettore Majorana (1905-1938?)

Majorana proviene da un'antica e prestigiosa famiglia di Catania ricca di talenti e di personalità importanti.

È un bambino prodigio: a 5 anni sa fare calcoli complicati a memoria; fin da bambino studia fisica sotto la guida del papà ingegnere.



# 1927 Ettore Majorana

Per decidere se passare a Fisica, Majorana va a trovare Fermi che gli spiega i suoi studi e gli mostra una tabella di proprietà atomiche da lui appena sviluppata.

Majorana torna a casa, nella notte sviluppa un approccio matematico diverso da quello di Fermi e ricalcola la tabella; la mattina dopo torna da Fermi, controlla che la tabella di Fermi sia giusta.... e decide di passare a Fisica

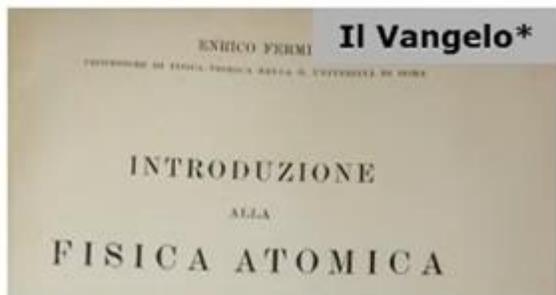
# Maiorana, il più brillante del gruppo, ma ha anche seri problemi psicologici

Ettore è superiore agli altri, per intelletto e per competenze di matematica pura: è il solo che può interagire con Fermi alla pari.

Lavora da solo, considera gli studi degli altri «Ragazzi» troppo elementari per occuparsene, ma quando lo richiedono li aiuta negli aspetti matematici.



# Gerarchia ecclesiastica



**Enrico Fermi**  
(Il Papa, perché infallibile)



**Orso Mario Corbino**  
(Il Padre Eterno)



**Ettore Majorana**  
(Il Grande Inquisitore)



**Edoardo Amaldi**  
(L'Abate)



**Emilio Segrè**  
(Il Prefetto alle Biblioteche o il Basilisco)



**Franco Rasetti**  
(Il Cardinale Vicario o Il Venerato Maestro)



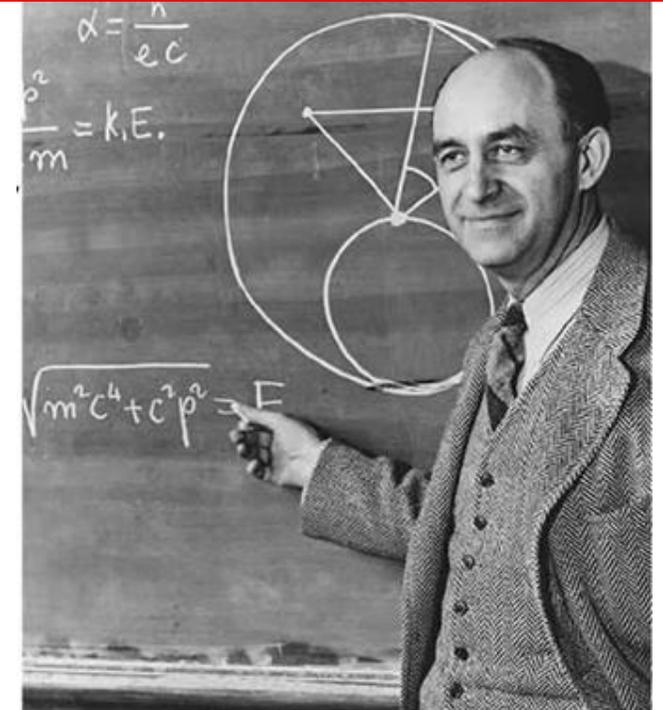
**Enrico Persico**  
(Il Cardinale di Propaganda Fide per il suo ruolo a Firenze e poi a Torino)

# 1927-1938 La fisica di Fermi e dei ragazzi di via Panisperna

Tre lavori particolarmente rilevanti

- La statistica di **Fermi-Dirac**: lavoro teorico del 1926 sviluppato da Fermi da solo.
- La **teoria del decadimento  $\beta$**  del 1933: lavoro teorico che pone le basi della forza nucleare debole
- La **Radioattività artificiale** indotta da neutroni lenti: lavoro sperimentale culminato nel 1934 e sviluppato con i ragazzi di via Panisperna; è la base per estrarre ed utilizzare l'energia nucleare; Premio Nobel a Fermi nel 1938

Segrè cataloga 128 articoli tra il 1921 ed il 1938 ed altri 142 tra il 1939 ed il 1955 (senza contare i documenti segreti)



# Il successo del 1934, che darà il Nobel a Fermi, nasce dalle priorità definite nel 1929

Il 21 Settembre 1929 Corbino dichiara che il futuro sta nella fisica nucleare: studiare i nuclei, bersagliandoli con proiettili naturali emessi da sostanze radioattive, trasmutando gli elementi e liberando energia.

Fermi lancia subito un programma pluriennale per cambiare il fuoco e le competenze della Scuola di Roma dalla fisica atomica alla **fisica nucleare**.

# Fermi manda all'estero i «Ragazzi»



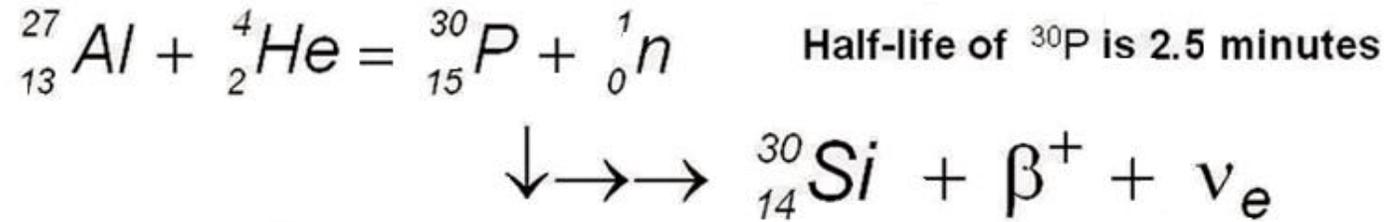
- Rasetti da **Lise Meitner** a Berlino e da **Millikan** al Caltech.
- Amaldi da **Debye** a Lipsia
- Segrè da **Otto Stern** ad Amburgo e da **Zeeman** ad Amsterdam.



# Convegno Volta (1931) a Roma con i grandi della Fisica



# (1934) La radioattività artificiale



Fermi si rende subito conto dell'importanza dei risultati dei Joliot-Curie e si mette all'opera cambiando però l'aspetto sperimentale: usare i neutroni come proiettili invece delle particella  $\alpha$ .

# Fermi vuole bombardare con i neutroni tutti gli elementi della tavola periodica

I neutroni sono preferibili alle particelle  $\alpha$  perché non sono respinti dai nuclei positivi.

Anche se devono essere prodotti indirettamente ed il loro flusso è centomila volte inferiore alle particelle  $\alpha$ .

Bisogna acquistare tutti gli elementi disponibili a Roma che però sono spesso costituenti di composti chimici.

Serve quindi un chimico.....



# 1933 Oscar D'Agostino (1901-75)

Laurea in Chimica nel 1926

Nel 1932 lavora con Rasetti per ottenere Polonio dal Radio per sviluppare sorgenti di neutroni.

Nel 1933 tramite Prof. Trabacchi (Ist. Sup. Sanità) conosce Fermi che lo cattura ed inserisce nel gruppo.



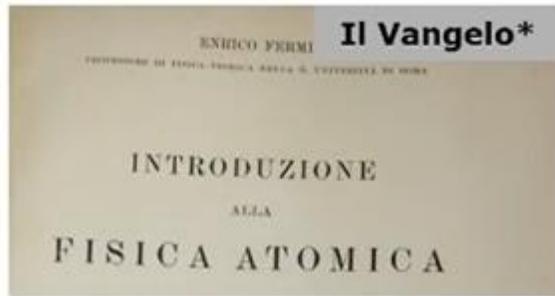
# Bruno Pontecorvo (1913-93)

Bruno Pontecorvo proviene da una famiglia pisana di industriali tessili di fede ebraica. Iscritto ad Ingegneria a Pisa a 16 anni, due anni dopo Fermi e Rasetti lo catturano e passa al 3° anno di Fisica a Roma. Nel 1934 è ammesso al gruppo dei Ragazzi di via Panisperna.





# Aggiornamento della Gerarchia Ecclesiastica al 1934



**Enrico Fermi**  
(Il Papa, perché infallibile)



**Orso Mario Corbino**  
(Il Padre Eterno)



**G.C. Trabacchi**  
(La Divina Provvidenza)



**Franco Rasetti**  
(Il Cardinale Vicario o Il Venerato Maestro)



**Enrico Persico**  
(Il Cardinale di Propaganda Fide per il suo ruolo a Firenze e poi a Torino)



**Edoardo Amaldi**  
(L'Abate)



**Emilio Segrè**  
(Il Prefetto alle Biblioteche o il Basilisco)



**Ettore Majorana**  
(Il Grande Inquisitore)

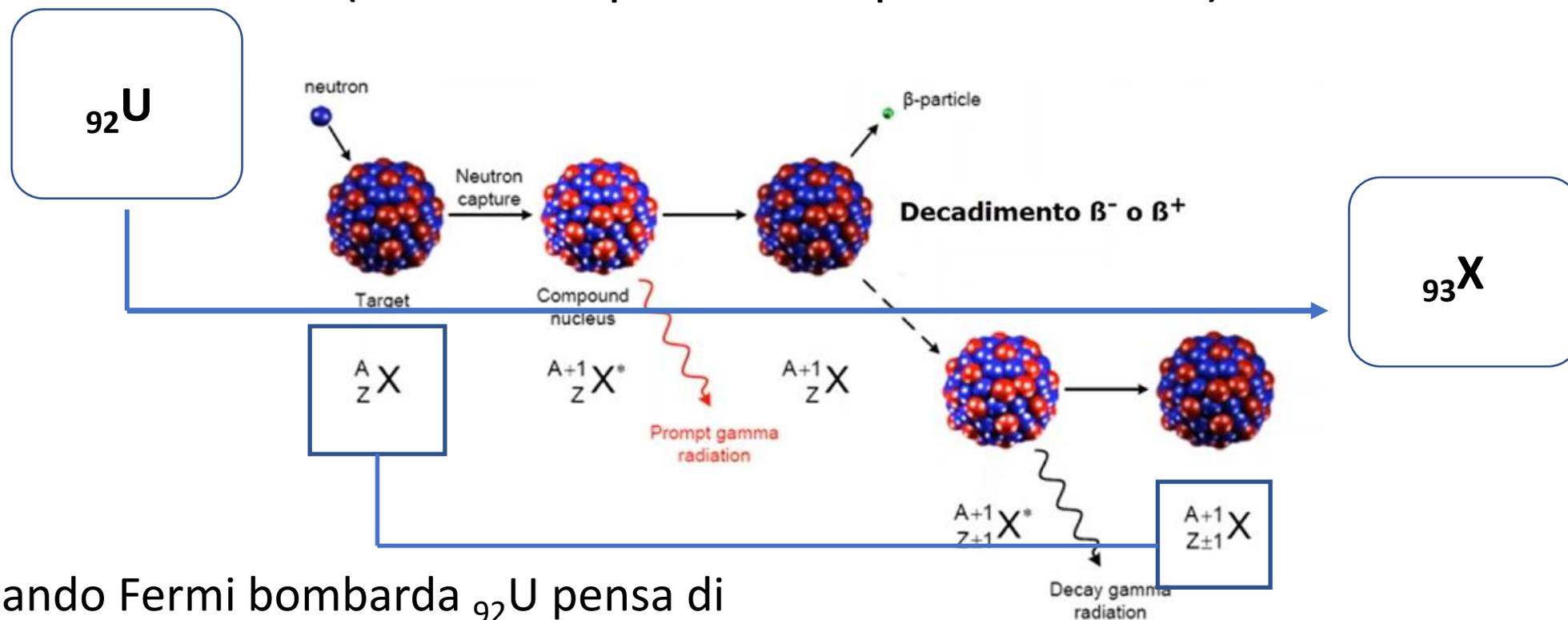


**Bruno Pontecorvo**  
(Il Cucciolo)

# Giugno 1934-Una grande scoperta mancata

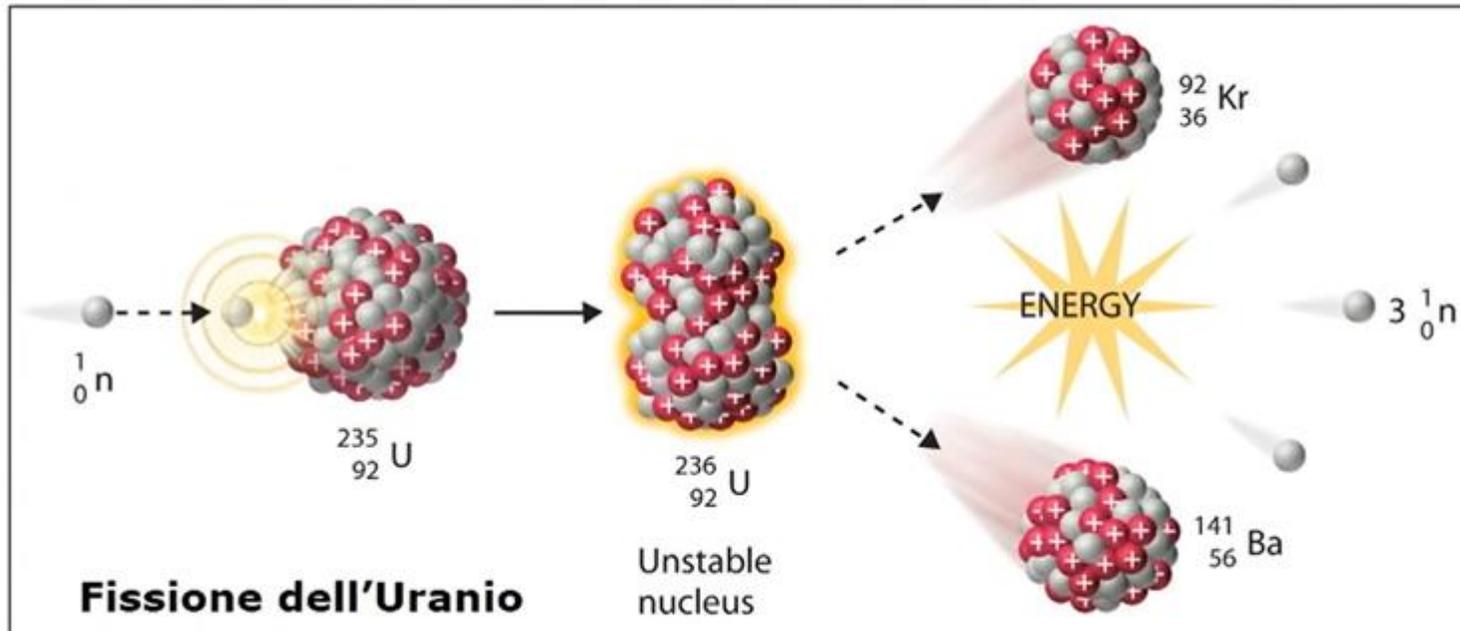
## La fissione nucleare

L'elemento radioattivo creato col bombardamento di neutroni è di solito un elemento «contiguo» all'elemento  ${}_Z X$  bombardato: cioè  ${}_{z+1} X$  (che ha un protone in più o in meno)



...così quando Fermi bombarda  ${}_{92}U$  pensa di aver prodotto un elemento transuranico  ${}_{93}X$

# In realtà Fermi aveva ottenuto la fissione dell'Uranio senza accorgersene

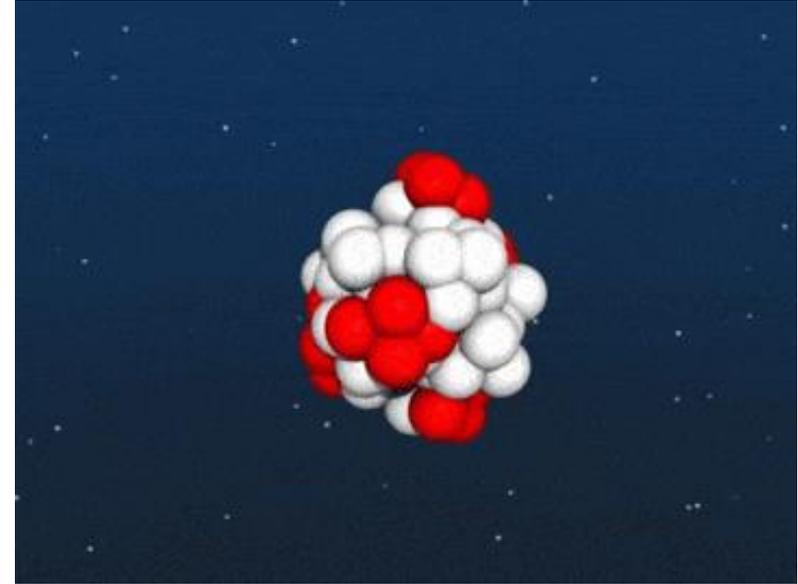
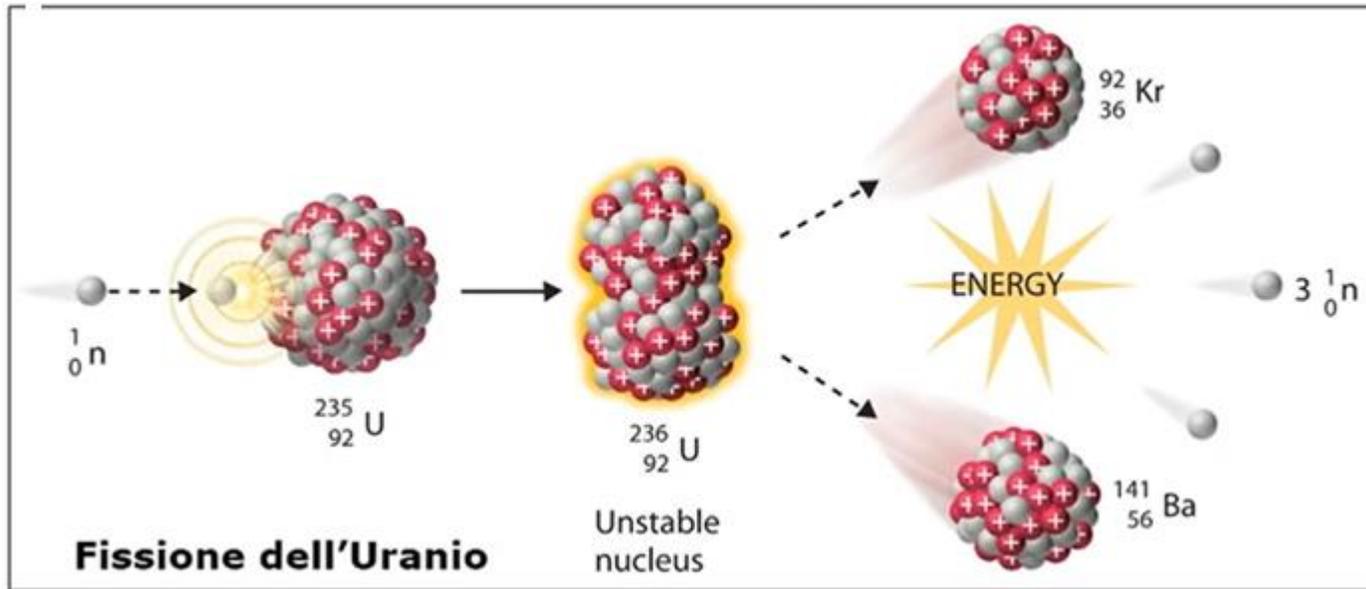


Solo **Ida Noddak** suggerisce a Fermi la fissione, ma nel 1934 non si conoscono fenomeni fisici che possano spezzare un nucleo



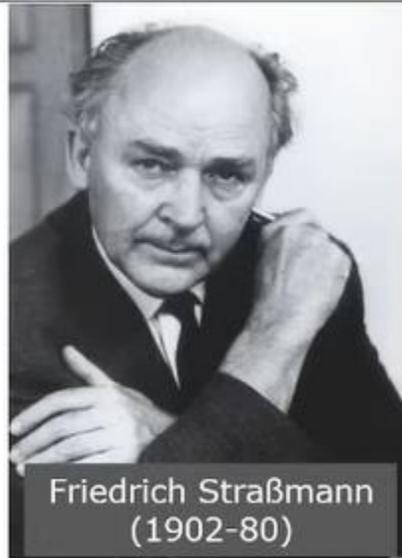
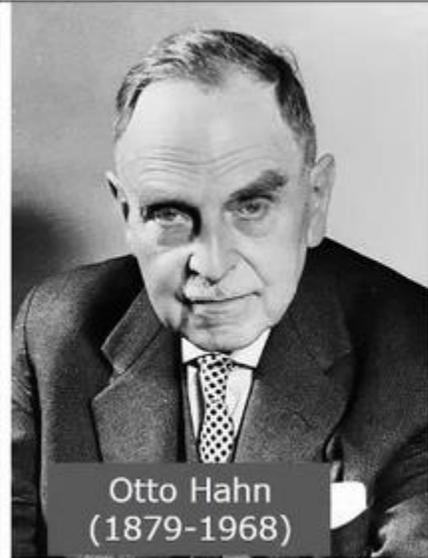
Ida Noddack (1896-1978)  
proposta tre volte per il  
Nobel per la Chimica

# In realtà Fermi aveva ottenuto la fissione dell'Uranio senza accorgersene



....se Fermi avesse accolto la proposta di Noddack sarebbe stato lo scopritore della fissione nucleare già nel 1934

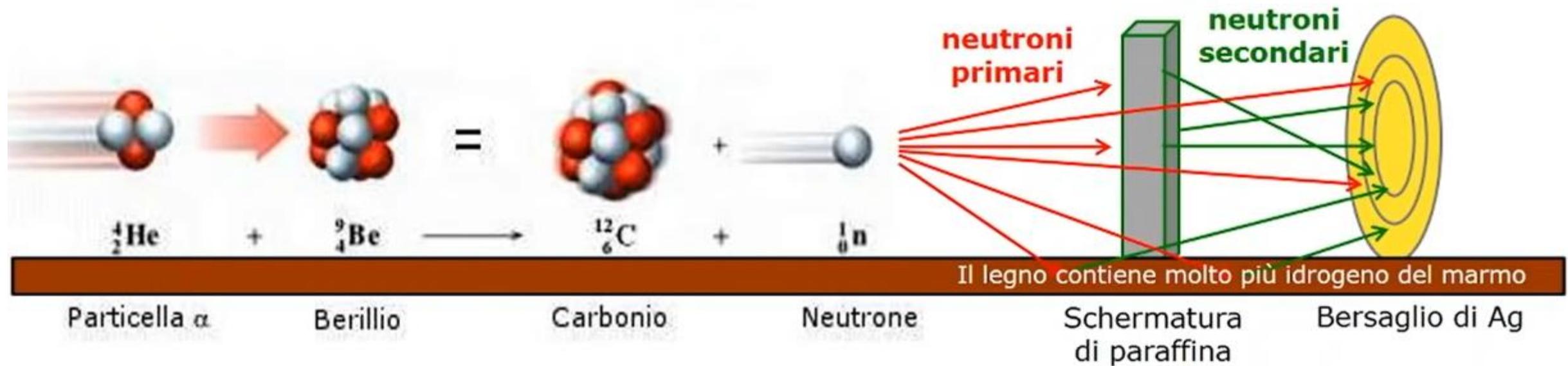
# La fissione nucleare è riconosciuta nel Gennaio '39



Il 13 Gennaio 1939 Lise Meitner e Otto Frisch identificano la fissione nucleare nei risultati di Otto Hahn e Friederich Straßmann

# 22 Ottobre 1934: Grande Scoperta, i neutroni lenti

Fermi intuisce, dopo innumerevoli esperimenti, il ruolo dei neutroni lenti



I nuclei di Idrogeno, di cui la paraffina è ricca, rallentano i neutroni con urti elastici neutrone-protone

# Neutroni lenti: il ruolo del Cadmio

Si scopre che alcune sostanze, come il Cadmio, hanno sezioni d'urto di assorbimento, inaspettatamente grandi: un sottile foglio di cadmio assorbe più neutroni che un mattone di piombo.

Questo fatto sarà fondamentale per controllare la reazione a catena nella prima pila atomica a Chicago nel 1942.



# Corbino ordina di brevettare

Il 26 Ottobre Fermi, Amaldi, D'Agostino, Pontecorvo, Rasetti, Sagrè e Trabacchi fanno domanda di brevetto in Italia; **Brevetto Italiano (N 324458)** è ottenuto il 2 Febbraio 1935.

Il 2 Luglio 1940 il brevetto è esteso agli Stati Uniti. È la base della pila atomica e delle bombe nucleari.

Si cercarono società americane, per es. GE, interessate al brevetto, ma gli industriali risposero che l'energia nucleare interessava solo ai **cultori di fantascienza**.



Patented July 2, 1940

2,206,634

## UNITED STATES PATENT OFFICE

2,206,634

### PROCESS FOR THE PRODUCTION OF RADIOACTIVE SUBSTANCES

Enrico Fermi, Edoardo Amaldi, Bruno Pontecorvo, Franco Rasetti, and Emilio Segre, Rome, Italy, assignors to G. M. Giannini & Co., Inc., New York, N. Y., a corporation of New York

Application October 3, 1935, Serial No. 43,462  
In Italy October 26, 1934

7 Claims. (Cl. 204-31)

This invention relates to the production of isotopes of elements from other isotopes of the same element; and that if, instead of charged particles, neutrons are used for the nuclear reactions, the greatest efficiencies are in some cases attained with low energy or "slow" neutrons, e. g., of the order of a few hundred electron volts, or even much less down to a small fraction of an electron volt.

used which require tremendous energy to break through the potential barrier surrounding the nucleus; and that if, instead of charged particles, neutrons are used for the nuclear reactions, the greatest efficiencies are in some cases attained with low energy or "slow" neutrons, e. g., of the order of a few hundred electron volts, or even much less down to a small fraction of an electron volt.

# La diaspora dei Ragazzi di via Panisperna

La stagione dei Ragazzi di via Panisperna, che culminò nel 1934, durò 11 anni dal 1927 al 1938, ma la diaspora iniziò già nel 1933

- Misteri: la scomparsa di Majorana
- Opportunità: cattedre ed incarichi accademici fuori Roma
- Lutti: l'improvvisa morte di Corbino (1937)
- Situazione politica: le leggi razziali

Nel 1936 a Roma restavano stabilmente solo Fermi ed Amaldi, nel 1938 solo Amaldi.

# La diaspora dei Ragazzi di via Panisperna

- Nel 1933 Majorana va in Germania per qualche mese, torna a Roma ma non mette più piede in facoltà; si occupa sempre meno di Fisica, studia economia, politica e filosofia.
- Nel 1937 cattedra di Fisica Teorica a Napoli
- Scompare nel 1938



**Ettore Majorana**

# La diaspora dei Ragazzi di via Panisperna

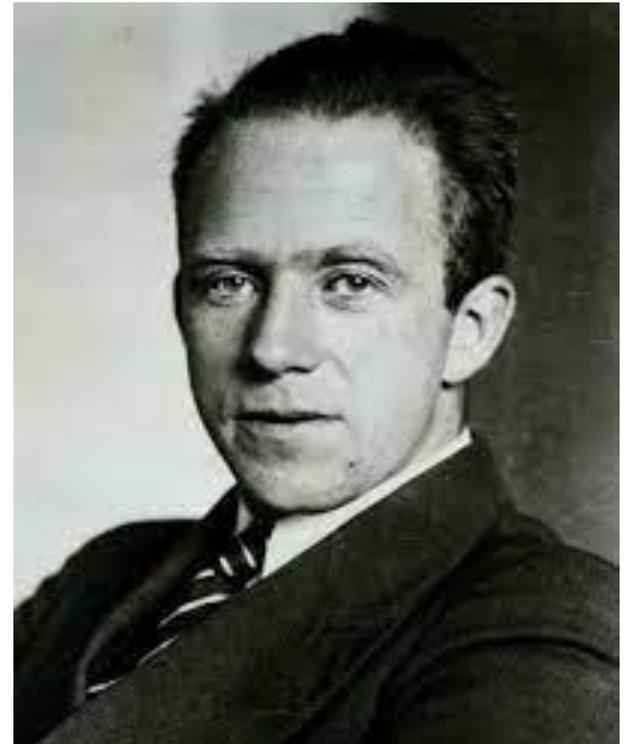
- Nel 1935 va a NY alla Columbia University e nel 1937 lascia l'Italia per le leggi razziali
- Nel 1939 va in Canada all'Université Laval di Quebec City dove rimane fino al 1947
- Nel 1947 Professore alla Johns Hopkins University di Baltimora fino al 1967
- Muore centenario in Belgio nel 2001



**Franco Rasetti**

# La diaspora dei ragazzi di via Panisperna

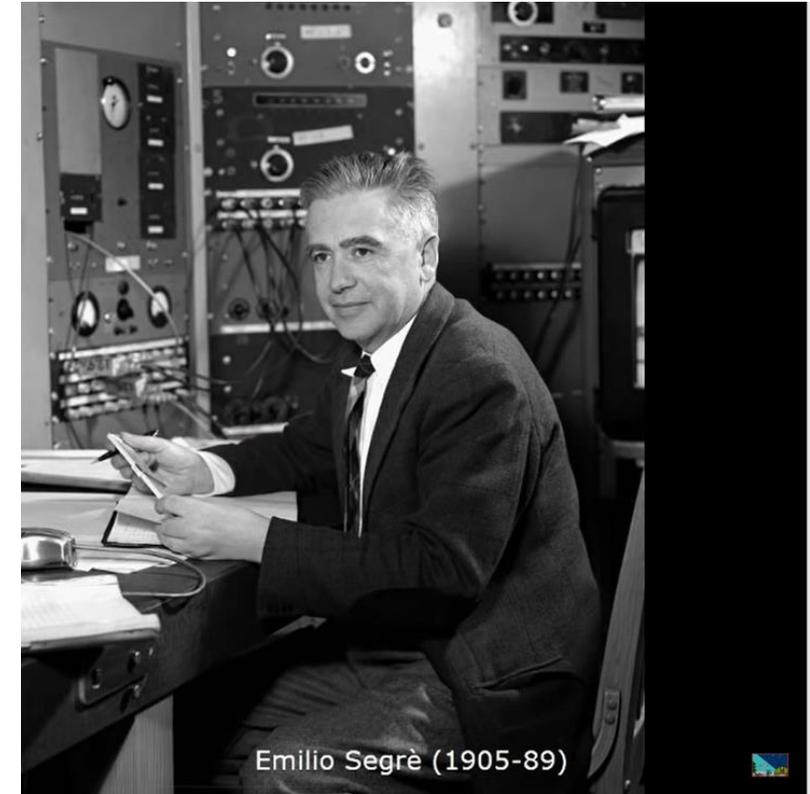
- Nel 1947 va in Canada all'Università Laval di Quebec City dove eredita la cattedra di Rasetti
- Nel 1951 rientra in Italia a Roma dove ricoprì la cattedra di Fisica Superiore e di Fisica Teorica
- Si occupa di fisica della alte energie, dei plasmi e dei reattori nucleari
- Muore a Roma nel 1969



**Enrico Persico**

# La diaspora dei Ragazzi di via Panisperna

- Nel 1935 cattedra a Palermo, direttore del Dipartimento di Fisica nel 1936
- Nel 1937 collabora con Lawrence a Berkeley  
Identifica due nuovi elementi: il Tecnezio e l'Astato
- Nel 1938 fugge dall'Italia per le leggi razziali
- Nel 1944 si trasferisce a Los Alamos
- Professore a Berkeley dal 1946 al 1972; **Nobel** nel 1959 per la scoperta dell'antiprotone

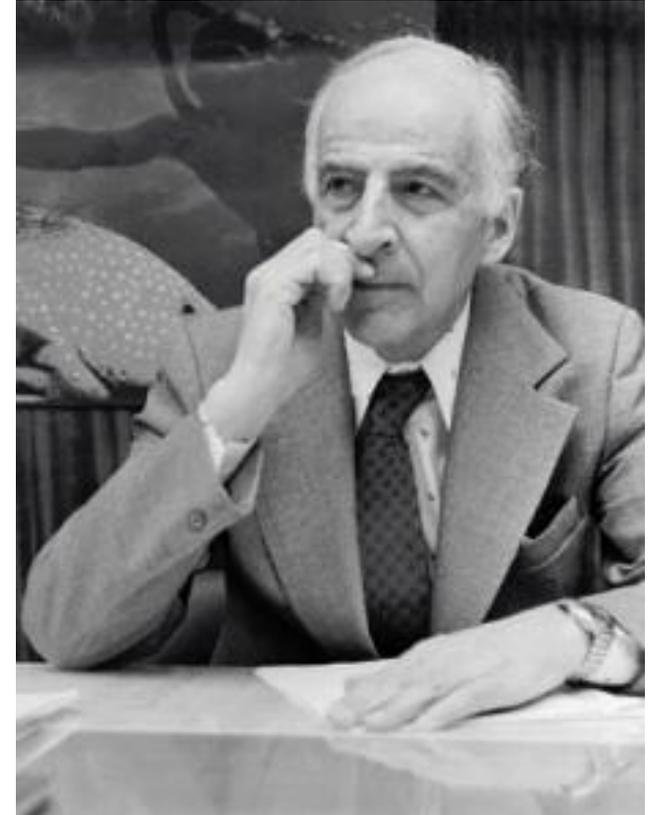


Emilio Segrè (1905-89)

**Emilio Segrè**

# La diaspora dei Ragazzi di via Panisperna

- Nel 1936 va a Parigi da Frèderic Joliot e diventa comunista
- Nel 1940 fugge dai nazisti entrati a Parigi e va a Tusla in Oklaoma dove si occupa anche di scienze legate all'estrazione del petrolio
- Nel 1943 entra nel progetto nucleare britannico e ne diventa cittadino
- Nel 1950 sparisce e nessuno sa dove sia fino al 1955: è in Unione Sovietica dove si occupa di fisica dei neutrini



**Bruno Pontecorvo**

# La diaspora dei Ragazzi di via Panisperna

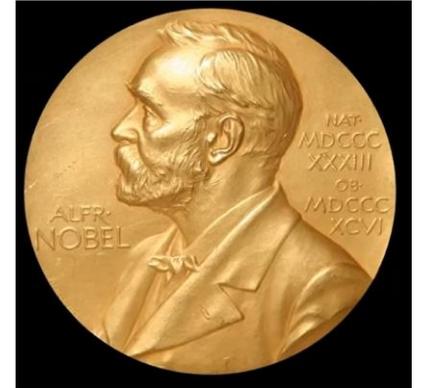
- Dopo l'uscita di scena di Fermi, è l'unico che rimane a Roma
- Dopo la guerra contribuisce a creare INFN, il CERN e ESA
- Dal 1939 per oltre 40 anni tiene la Cattedra di Fisica Sperimentale alla Sapienza a Roma



Edoardo Amaldi (1908-89)

# La diaspora dei Ragazzi di via Panisperna

- Nel 1938 Fermi decide di sfruttare la consegna del Nobel per fuggire dall'Italia
- Dal 1939-42 Fermi a Chicago progetta e realizza il primo reattore nucleare
- Dal 1942 al 1945 Fermi ha un ruolo chiave per la bomba a fissione nel Progetto Manhattan ed è chiamato a supporto dell'Interim Committee di Truman
- Dal 1945-54 Fermi chiamato nel General Advisory Committee, riluttante, collabora alla bomba H
- Nello stesso periodo crea la Scuola di Chicago e lavora sulla fisica delle alte energie ed astrofisica



# 1939-1942 Fermi progetta e realizza il primo reattore nucleare

La pila atomica contiene **Uranio naturale** (19 mila blocchetti) **grafite purissima** (40mila mattoni) e barre di **Cadmio** mobili per controllare la reazione a catena assorbendo i neutroni in eccesso

- Il reattore è indispensabile sia per produrre energia sia per creare isotopi fissili per le bombe
- Il controllo dei neutroni è cruciale per il progetto
- Il reattore è operativo il 2 Dicembre 1942



# Progetto Manhattan (1939)

- Il Gen. **Leslie Groves** è il capo del Progetto Manhattan
- **J. Robert Oppenheimer** è il Direttore Scientifico
- Le ricerche sulla bomba si concentrano a **Los Alamos (Site Y)**



# Oppenheimer nomina Fermi Direttore aggiunto del Progetto Manhattan

Oppenheimer mette Fermi a capo della **Divisione F**.

Deve assistere le altre divisioni nel raggiungere i loro obiettivi.

Fermi è visto come un oracolo a cui ogni scienziato può rivolgersi.



# Aprile 1945 Interim Committee

**Truman**, succeduto a Roosevelt, costituisce l'**Interim Committee** che lo assista in tutte le decisioni sul nucleare.

Panel di quattro esperti: R. Oppenheimer, A.H. Compton, E. Lawrence e E. Fermi



# 6-9 Agosto 1945 Hiroshima e Nagasaki

## Fine Il Guerra Mondiale



**6 Agosto 1945 Hiroshima;** Little Boy Gun  
Uranio arricchito 15kT 60-120K morti



**9 Agosto 1945 Nagsaki;** Fat Man Implosione  
Pu arricchito 21kT 26-45K morti

**14 Agosto 1945 Hiroshima:** Il Giappone si arrende

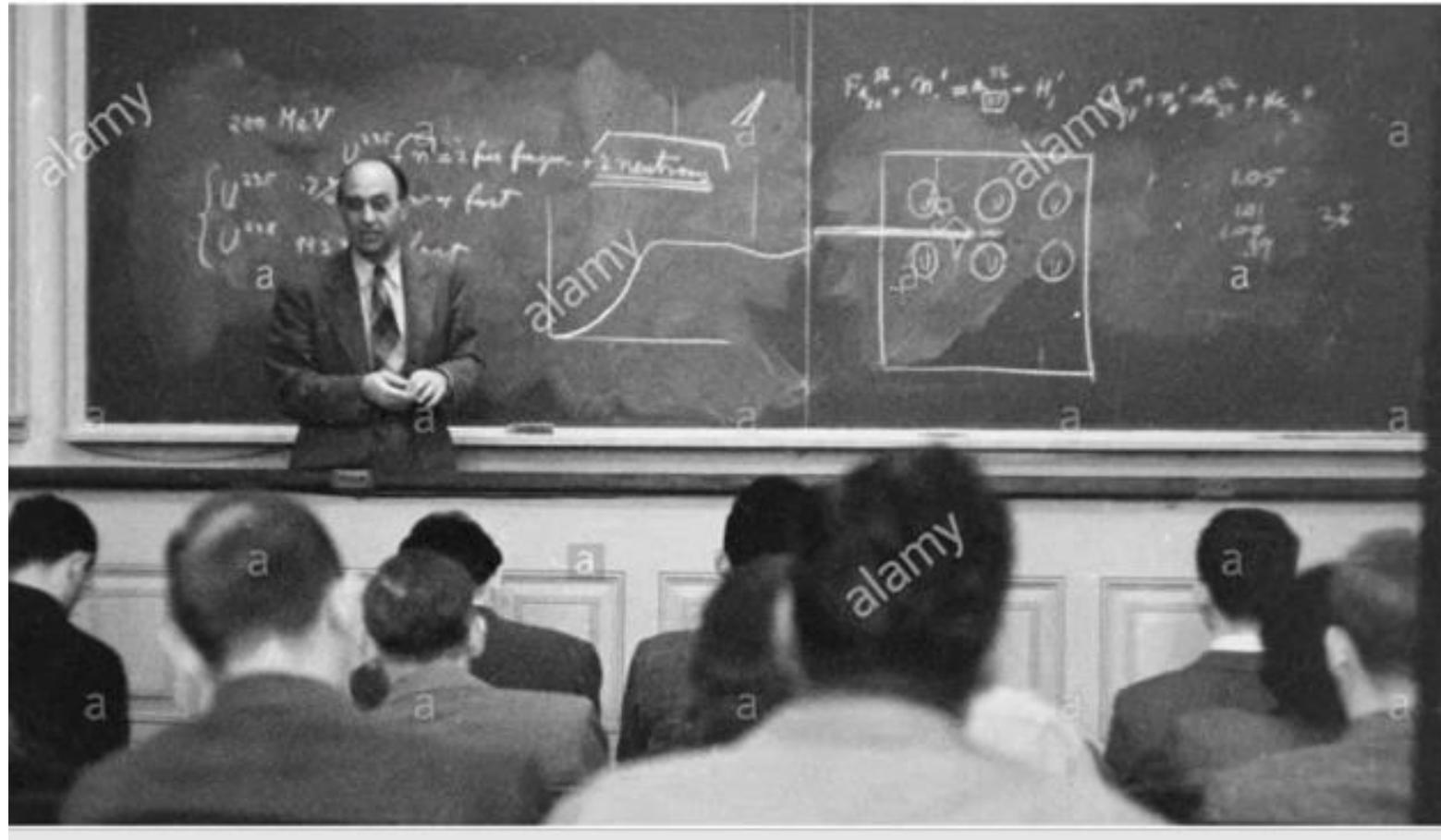
# Medal for Merit (1946)



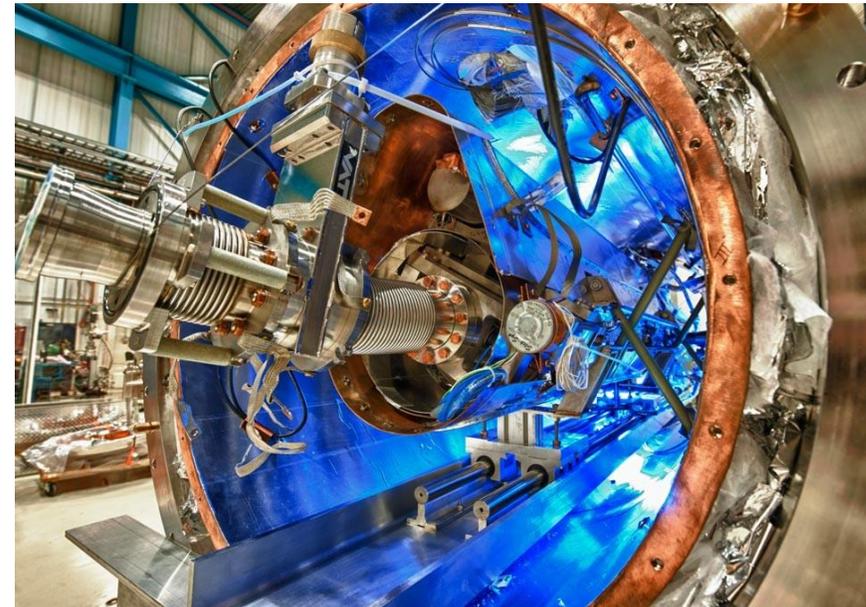
19 Marzo 1946: Enrico Fermi  
riceve dal Gen. Groves la  
***Medal for Merit***

# 31 Dicembre 1945 Fermi lascia Los Alamos e torna a Chicago Fonda una nuova scuola

**Fermi a capo del dipartimento di Fisica Nucleare dell'Università di Chicago**



# Fermilab (Fermi National Accelerator Laboratory)



# La scuola di Chicago (1945-54)

Sono tanti gli studenti ed i giovani ricercatori di talento attratti a Chicago nella scuola di Fermi, per esempio



Owen Chamberlain  
(1920-2006)  
Nobel 1959



Tsung-Dao Lee  
(1926 vivente)  
Nobel 1957



Chen-Ning Yang  
(1922 vivente)  
Nobel 1957



Hans Jakob Steinberger  
(1921-2020)  
Nobel 1988

# Fermi si spegne a 53 anni il 29 Novembre del 1954

