

**Nadia Robotti**

**Dipartimento di Fisica, Università di Genova, I.N.F.N. , Sezione di Genova**

**Francesco Guerra**

**Dipartimento di Fisica, Sapienza Università di Roma, I.N.F.N. , Sezione di Roma**

**THE BEGINNING OF A GREAT  
ADVENTURE:  
BRUNO PONTECORVO IN ROME AND PARIS**

**“The legacy of Bruno Pontecorvo: the Man and the Scientist”**

**Rome, September” 11-12, 2013**

By resorting on primary sources, i.e. **scientific literature of the time and archive documents**:

*Churchill Archive Center (Cambridge), Chicago University Library (Chicago), Joliot-Curie Archives (Paris), College de France (Paris), Prefecture de Paris, University La Sapienza Archives (Rome), Domus Galilaeana Archives (Pisa),\_*

**we reconstruct the period spent by Pontecorvo in Rome, starting from the graduation in November 1933 up to the departure to Paris in April 1936, and give also some details on the period spent in France until his departure for the United States in 1940.**

**We gratefully acknowledge the support of I.N.F.N. for the consultation of these archives.**

**Obviously, we will touch only **the main points**.**

**A more extended version appears in a forthcoming paper (EPJ-H)**

# 1. Bruno Pontecorvo in Rome: the beginning



*The Royal Institute of Physics at via Panisperna*

**In an autobiographic note (1988), Pontecorvo recalls the period spent in Rome, at the side of Enrico Fermi, by saying:**

**“It was by far the most important event of my scientific life”**

**Everything starts from a precise strategic choice taken by Bruno Pontecorvo in 1931.**

**After having attended the first two years of the School of Engineering in Pisa, willing to dedicate himself to Physics, he decides to move to the University of Rome, “where there are Fermi and Rasetti”.**



**As Pontecorvo recalls, after an informal colloquium with Fermi and Rasetti, (*“improvvisarono per me un esame non ufficiale”*) on May 12, 1932, he enrolls as a student of the third year of the **Course for doctoral degree in Mathematics and Physics**.**

**He earns the degree on November 10, 1933, at the age of **only 20 years**.**

**His doctoral Thesis is an experimental study on the “Geometric optics of the electron and the electron microscope”.**

**He gets **the maximum mark of 110/110 “summa cum laude”**.**

**“Processo Verbale dell’ esame di laurea”:**      **title of the Dissertation**  
**(E. Fermi handwriting)**

Compiute le suindicate prove, in conformità delle prescrizioni regolamentari, la Commissione ha proceduto alla votazione, che è riuscita come appresso:		Annotazioni
NUMERO dei voti dati da ciascun commissario	Cognome e Nome dei Commissari	
sei	Castellano Mario	
sei	Lo Iudice Antonio	
sette	Levi-Civita Tullio	
sette	Castellano Mario	
sette	Rossetti Francesco	
sette	Enriques Federico	
sette	Penna Alberto	
sette	Bioncini Giulio	
sette	Fermi Enrico	
sette	Trabacchi Guido	
sette	Pomphiani Enrico	
set		

In seguito a tali risultanze, la Commissione ha dichiarato il Candidato *Mario Esio* approvato con voti *settantacinque* sopra *centodici*  
 lo ha quindi proclamato Dottore in *matematica e fisica*  
 Addì 10 novembre 1933/XII  
 LA COMMISSIONE  
 Il Presidente  
*Castellano*

I Commissari  
*G. Castellano*  
*F. Enriques*  
*A. Lo Iudice*  
*T. Levi-Civita*  
*E. Fermi*  
*F. Rossetti*  
*E. Pomphiani*

I Commissari  
*G. Trabacchi*  
*E. Bioncini*  
*G. Penna*

Regia Università degli Studi di Roma  
 Mod. 67  
 PROCESSO VERBALE dell'esame di Laurea in *Matematica e fisica* ~15606~  
 Sostentate dal Signor *Pontecorvo Bruno*

Oggi 10 novembre 1933/XII  
 il candidato, dopo di avere adempiuto alle condizioni stabilite dall'attuale regolamento universitario, è stato ammesso a sostenere il suddetto esame di Laurea.

La sottoscritta Commissione, all'uopo adunata, ha invitato il Candidato, alla disputa sulla sua dissertazione, avente il titolo

*Optica geometrica dell'elettrone e microscopio a elettroni*

e presso atto dell'esito positivo della prova pratica

e quindi allo svolgimento delle sottonotate tesi:

- 1 *L'elettrone positivo*
- 2
- 3



# “Processo Verbale dell’ esame di laurea”, final marking

Compiute le suindicate prove, in conformità delle prescrizioni regolamentari, la Commissione ha proceduto alla votazione, che è riuscita come appresso:		Annotazioni
NUMERO dei voti dati da ciascun commissario	Cognome e Nome dei Commissari	
dieci	Corbino O. Mario	Si delibera la lode
dieci	Lo Sardo Antonio	
dieci	Enriques Federico	
dieci	Levi-Civita Tullio	
dieci	Fermi Enrico	
dieci	Rastri Franco	
dieci	Bompiani Enrico	
dieci	Trabacchi Giulio C.	
dieci	Segre Emilio	
dieci	Perma Alfredo	
dieci	Biscocchini Giulio	

In seguito a tali risultanze, la Commissione ha dichiarato il Candidato Pascher approvato con voti centodieci e lode sopra centodieci  
 lo ha quindi proclamato Dottore in scienze matematiche e fisiche  
 Addì 10 novembre 1933/XI  
 LA COMMISSIONE  
 Il Presidente  
Corbino

I Commissari	<u>O. Lo Sardo</u> <u>F. Enriques</u> <u>T. Levi-Civita</u> <u>E. Fermi</u> <u>F. Rastri</u> <u>E. Segre</u> <u>A. Perma</u>
--------------	--

I Commissari	<u>G. Trabacchi</u> <u>E. Bompiani</u> <u>G. Biscocchini</u>
--------------	--

## Regia Università degli Studi di Roma

Mod. 67

PROCESSO VERBALE dell'esame di Laurea in Matematica e fisica  
 sostenuto dalla Signorina Monzi Clara - 11805-

	Annotazioni
Oggi 10 novembre 1933/XI il candidato, dopo di avere adempiuto alle condizioni stabilite dall'attuale regolamento universitario, è stato ammesso a sostenere il suddetto esame di Laurea. La sottoscritta Commissione, all'uopo adunata, ha invitato il Candidato, alla disputa sulla sua dissertazione, avente il titolo <u>Il teorema di Pitagora</u>	
e preso atto dell'esito positivo della prova pratica e quindi allo svolgimento delle sottoelencate tesi: 1. <u>Legge di Paschen</u>	1
2.	
3.	

After graduation, he immediately is engaged in **scientific research activity** at the Institute of Physics.

His research refers to **atomic spectroscopy**, a topic which shares an old tradition in Rome, and it is still an advanced argument at the time.

The duty of Pontecorvo (“chosen by Fermi and Segrè”) is to study in the particular case of Mercury a new phenomenon discovered by Amaldi and Segrè and immediately explained theoretically by Fermi i.e.

**“The displacement of high spectral lines of alkali vapors when these are immersed in the atmosphere of a foreign gas”**

The experimental apparatus used by Pontecorvo is the same used by Amaldi and Segrè. However in the case of Mercury **the experiment is quite delicate, and data analysis is very complicated.**

In any case, Pontecorvo is able to conclude the experiment at the beginning of Summer 1934.

The results **are presented** at the “Accademia dei Lincei” on July 18 by the Member Orso Mario Corbino, the influential Director of the Institute of Physics, and **immediately published** in the Proceedings of the Academy.



This is the **first scientific publication** of Bruno Pontecorvo.

It is published on a **Journal of high reputation**, under his name alone.

At the time he is only **21 year old**.

**Fisica.** — *Effetto del vapore di mercurio sopra i termini alti degli alcalini* <sup>(1)</sup>. Nota <sup>(2)</sup> di B. PONTECORVO, presentata dal Socio O. M. CORBINO.

L'effetto della pressione di gas estranei ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $He$ ,  $A$ ) sopra i termini alti delle serie spettrali è stato studiato recentemente da E. Amaldi e E. Segré <sup>(3)</sup>. E. Fermi <sup>(4)</sup> ha dato una teoria quantitativa dell'effetto, il quale consiste in uno spostamento del limite della serie, proporzionale alla concentrazione del gas estraneo; tale spostamento inoltre, almeno nei casi sin qui studiati, dipende soltanto dalla natura del gas perturbatore e non da quella del vapore assorbente. L'effetto può ascrivarsi a due azioni distinte degli atomi perturbatori: a) Poichè nei termini elevati delle serie entro il volume dell'atomo assorbente viene a trovarsi un gran numero di atomi perturbatori, si comprende come questi ultimi si polarizzino nel campo del resto atomico; quest'azione, dipendente dalla costante dielettrica del gas estraneo, genera un abbassamento dei termini elevati rispetto al termine fondamentale ossia uno spostamento delle righe verso il rosso. b) Gli atomi del gas perturbatore possono descriversi come buche di potenziale disseminate sul cammino dell'elettrone luminoso. Questa azione tende a spostare le righe elevate verso il rosso o verso il violetto, a seconda dei casi; dalla teoria di Fermi si ricava la grandezza dello spostamento del termine in funzione della concentrazione del gas perturbatore e della sezione d'urto limite per velocità nulla di elettroni contro gli atomi del gas estraneo. I gas fin qui studiati hanno sezioni d'urto relativamente piccole, per elettroni lenti; è quindi interessante studiare l'effetto sopra il limite delle serie di  $Na$  e  $K$  di un gas, come il mercurio, il quale abbia una sezione d'urto molto grande, per elettroni di 0.5 volt, e di cui nulla è noto per valori più bassi dell'energia.

Nel § 2 si descrivono le esperienze; nel § 3 si discutono i risultati.

§ 2. Lo spettrografo usato è l' $E_1$  di Hilger, che dà all'incirca una dispersione di  $53 \frac{cm^{-1}}{mm}$  presso il limite della serie del  $K$  ( $2856 \text{ \AA}$ ) e di  $40.5 \frac{cm^{-1}}{mm}$  presso il limite della serie di  $Na$  ( $2412 \text{ \AA}$ ). La sorgente per lo spettro continuo è una lampada a idrogeno di pyrex alimentata con 5000 volt e 0.4 ampère in corrente alternata a 50 periodi. Le pose erano di 25 minuti; si sono usate lastre Cappelli rosse.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Roma.

(2) Pervenuta all'Accademia il 18 luglio 1934.

(3) E. AMALDI ed E. SEGRÉ, «Nuovo Cimento», 11, 145, 1934.

(4) E. FERMI, «Nuovo Cimento», 11, 157, 1934.

## 2. The effect of slow neutrons

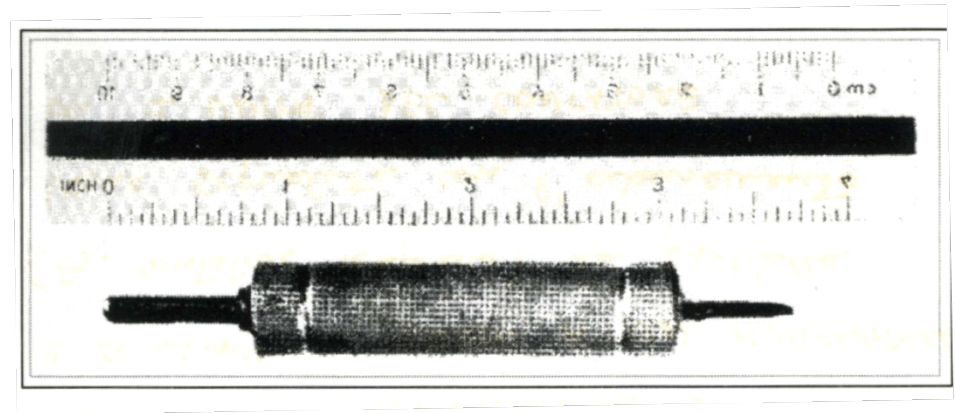
While Pontecorvo is involved in this spectroscopic research, Enrico Fermi, working alone and guided by his theory of the beta decay, in the night of March 20, 1934, **discovers that neutrons can induce artificial radioactivity on the nuclei of some elements.**

The experimental apparatus exploited by Fermi is very simple: **a Radon-Berillium neutron source** to irradiate the various materials and a **Geiger-Müller counter** to detect the induced radioactivity.

**The neutron source** is provided by Giulio Cesare Trabacchi, director of the physical laboratory of the “Institute of Public Health”, *located on the basement of the Institute of Physics in via Panisperna*. **The Geiger-Müller counter** is personally constructed by Fermi, by following some hints given by Bruno Rossi in Florence.



**Neutron source (Rn-Be)**  
*(Domus Galilaeana, Pisa)*



**Geiger-Müller counter.**  
*(Department of Physics, University Rome La Sapienza)*

Fermi discovery **initially** involves only two light elements (*Aluminum and Fluorine*).

However, by taking into account that neutrons can easily penetrate also the nuclei of heavy elements, Fermi decides to start **a systematic exploration of the entire table of elements**.

In this enterprise, he calls to participate firstly **Oscar D'Agostino**, a young Chemist of Rome, then **Amaldi** and **Segrè** and finally **Rasetti**.

By the Summer of 1934, the well organized team is able to activate and study **more than** 40 elements, out of the 60 tested.

Bruno Pontecorvo **is not involved** in this first frenetic and exalting phase of research.

He is invited to participate **only at the end of the summer vacation, in September 1934**, and he immediately succeeds to become **one of the most important protagonists**, after Fermi, of the discovery of the effects of slow neutrons, which together with that of the neutron induced radioactivity will motivate the Nobel prize in Physics for Fermi in 1938.

The duty given to Pontecorvo, with Amaldi, is to establish **a quantitative scale of neutron induced activity**, until then classified only qualitatively (*as strong, medium, low*).

As a first step, Amaldi and Pontecorvo **try to find optimal irradiating conditions** by taking as sample a silver cylinder, and its 2.3 minutes induced activity.



However, from the beginning, they realize that it is very difficult **“to reproduce the results”** (*later it became clear that this was related to the influence of scattering and slowing down of neutrons by the surrounding objects*).

For example, as Pontecorvo remarks, there are some **wooden tables** which have **miraculous properties**: silver irradiated on those tables gains more activity than when it is irradiated on the usual marble table.

Moreover, the induced activity seems strongly influenced by the position of the source with respect to a lead structure (*“castelletto”*) built to study the anomalies.

These observations are reported daily to Fermi, who gets interested in the problem. He immediately finds the way to explain the anomalies, and arrives to **the discovery of the effects of the neutron slowing down.**

In fact, on Saturday October 20, Fermi decides to study **the effects of the irradiation** on the induced radioactivity by interposing **a paraffin block directly** between the source and the Silver sample and finds that **the activity** , in the presence of the paraffin “absorber”, does not diminish but it **is much more intense**.

*(Similar effects are obtained also in presence of large amounts of water, and with other samples).*

The explanation given by Fermi is very simple and disconcerting.

The **slow neutrons**, which are produced in the elastic collisions with hydrogen atoms in paraffin or other hydrogenated materials, **more easily interact with the nuclei**, and therefore are more effective in inducing radioactivity.

**On Monday 22, Fermi communicates the discovery to his collaborators, and a Letter is written to “La Ricerca Scientifica”, with authors: “E.Fermi, E.Amaldi, B.Pontecorvo, F.Rasetti, E.Segrè”.**

**The name of Fermi is at the first place, the others in strict alphabetic order, so as to say that the discovery was made by Fermi, but also thanks to the contribution of the others.**



# The short communication on slow neutrons

282

LA RICERCA SCIENTIFICA

è risultato infatti che molti particolari si possono soltanto comprendere, quando si conoscano già le leggi proprie dei vari effetti che determinano i fenomeni d'isteresi e se ne tenga conto. Lo stesso si deve dire per ciò che riguarda la possibilità di uno studio quantitativo.

Abbiamo trovato che si debbono distinguere due specie d'isteresi, che chiameremo isteresi «lenta» e «media», perchè supponiamo che una terza specie, un'isteresi «rapida», debba manifestarsi in conseguenza dell'inerzia delle cariche spaziali, quando i processi abbiano a svolgersi ancor più celermente.

1. L'isteresi lenta nelle scariche elettriche in regime stazionario è nota già da lungo tempo ed è dovuta essenzialmente ad azioni termiche residue. Nello studio delle caratteristiche dinamiche essa si estrinseca nell'indeterminatezza della caratteristica statica, che rende impossibile di riferire gli stati dinamici a una curva o, più oltre, a un diagramma di stato univocamente definiti. Abbiamo cercato perciò un mezzo che consentisse di eliminare l'accennata indeterminatezza e ne abbiamo trovato uno che permette di raggiungere benissimo lo scopo.

Lasciata passare per un certo tempo la scarica elettrica a carico costante, sicchè il processo abbia modo di stabilizzarsi completamente, si produce a un certo momento — p. es. con uno spostamento parallelo della retta di resistenza — una rapida variazione del carico intorno al suo primitivo valore, coprendo con una velocità di variazione dell'ordine di grandezza di  $10^{-3}$  Watt/sec una sola volta in un senso e nell'altro il campo entro cui occorre assumere la caratteristica. La curva che si ottiene in questo modo, che chiameremo «caratteristica quasi-statica», è priva d'isteresi e segue nel piano (I, V) un andamento generalmente diverso da quello della vera caratteristica statica. Essa si sposta tutta verso tensioni maggiori, quando il carico costante di riferimento venga aumentato. Mediante la schiera di curve che così si ottiene e i corrispondenti valori del carico di riferimento che ne costituisce il parametro, un tratto di scarica risulta già di gran lunga meglio definito che non come sinora dalla vera caratteristica statica. Un'opportuna tecnica nell'assunzione oscillografica delle curve consente poi di riferire simultaneamente la caratteristica quasi-statica e il processo dinamico, oggetto di studio, allo stesso carico costante e di eliminare così tutte le perturbazioni dovute agli effetti termici residui. In questo modo soltanto ci è stato possibile di semplificare l'andamento di fenomeni che altrimenti sembrava incomprensibile e di isolare gli effetti dovuti a quella che abbiamo chiamata isteresi media.

2. Se si aumenta la velocità di variazione del carico momentaneo, la caratteristica quasi-statica, rimasta fino allora univoca e invariabile, si risolve, quando si raggiungano circa i  $10^{-2}$  Watt/sec, di nuovo in un cappio. Questa isteresi media s'è fatta d'altra parte riconoscere in modo molto strano negli oscillogrammi del processo d'accensione di certi tubi da scarica, mostrandoci una discontinuità nell'andamento delle curve d'accensione, la cui interpretazione avrebbe incontrato le maggiori difficoltà, se non si fossero conosciuti gli effetti dell'isteresi media. Quest'isteresi ha, per piccole intensità di corrente, andamento opposto della lenta. Abbiamo però riscontrato anche un andamento normale per intensità di corrente più elevate. In base alle esperienze sinora fatte e all'ordine di grandezza della corrispondente velocità di variazione del carico, non dovrebbe trattarsi, nell'isteresi media, nè di una seconda manifestazione di effetti termici residui, nè di un'azione delle cariche spaziali. E' più facile che vi abbiano parte effetti di polarizzazione degli elettrodi o cariche superficiali delle pareti. Le leggi cui obbedisce l'isteresi media, rivelabili soltanto dopo l'eliminazione degli effetti dell'isteresi lenta, sono attualmente oggetto delle nostre ricerche.

Il dott. H. Gawehn di Berlino vi partecipa come stipendiato della «Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft».

Istituto di Fisica della R. Università,  
Parma, 20 ottobre 1934-XII.

GIORGIO VALLE  
HERBERT GAWEHN

## Azione di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata da neutroni

Nel corso di esperienze sulla radioattività provocata nell'argento da bombardamento di neutroni si sono notate anomalie nella intensità della attivazione; uno spessore di alcuni centimetri di paraffina interposto fra la sorgente e l'argento invece di diminuire l'attivazione la aumenta. In seguito abbiamo potuto constatare che la presenza di grossi blocchi di paraffina circondanti la sorgente e l'oggetto irradiato esalta

LETTERE ALLA DIREZIONE

283

l'intensità della attivazione per un fattore che, a seconda delle condizioni geometriche, varia da alcune decine ad alcune centinaia.

In seguito a questa constatazione abbiamo cercato di riconoscere, in modo per ora sommario, le circostanze in cui si presenta questo fenomeno. I fatti che sono emersi fino ad ora sono i seguenti:

a) un preparato di radio senza berillio non produce effetto, ciò che induce ad attribuire i fenomeni ai neutroni e non ai raggi  $\gamma$ ;

b) un effetto approssimativamente della stessa intensità di quello ottenuto colla paraffina si ha coll'acqua. Riteniamo molto probabile che esso dipenda dalla presenza dell'idrogeno perchè sostanze ossigenate prive di idrogeno ( $\text{NaNO}_3$ ) non producono un aumento di attività, almeno nello stesso ordine di grandezza;

c) il fenomeno osservato nel caso dell'argento non si presenta in tutti gli elementi che si attivano con i neutroni. Abbiamo finora constatato che per il silicio, zinco e fosforo non si ha un aumento apprezzabile di intensità, mentre il rame, l'argento e lo iodio danno luogo ad effetti enormemente maggiori di quelli che si avrebbero senza la presenza dell'acqua.

Da questi pochi casi sembra valga la regola che siano sensibili solo quegli elementi che per bombardamento danno luogo a sostanze radioattive isotopiche con l'elemento di partenza.

Notevole è il caso dell'alluminio, il quale si attiva nell'acqua con un periodo di poco inferiore a tre minuti che corrisponde a quello del  $\text{Al}^{28}$  estratto dal silicio irradiato. Questa attività, prodotta in condizioni normali, è così debole che quasi sparisce di fronte alle altre dello stesso elemento.

Parimenti lo zinco ed il rame, che danno origine agli stessi prodotti attivi (1) isotopi del rame, in condizioni normali hanno attività dello stesso ordine di grandezza, mentre nell'acqua il rame lascia a grande distanza lo zinco.

Una possibile spiegazione di questi fatti sembra essere la seguente: i neutroni per urti multipli contro nuclei di idrogeno perdono rapidamente la propria energia. E' plausibile che la sezione di urto neutrone-protoni cresca al calare della energia e può quindi pensarsi che dopo alcuni urti i neutroni vengano a muoversi in modo analogo alle molecole diffondendosi in un gas, eventualmente riducendosi fino ad avere solo l'energia cinetica competente alla agitazione termica. Si formerebbe così intorno alla sorgente qualcosa di simile ad una soluzione di neutroni nell'acqua o nella paraffina. La concentrazione di questa soluzione in ogni punto dipenderebbe dalla intensità della sorgente, dalle condizioni geometriche della diffusione e da eventuali processi di cattura del neutrone da parte dell'idrogeno o di altri nuclei presenti.

Non è escluso che un simile punto di vista possa avere importanza nella spiegazione degli effetti osservati da Lea (2).

Sono in corso indagini su tutto questo complesso di fenomeni.

Istituto Fisico della R. Università,  
Roma, 22 ottobre 1934-XII.

E. FERMI  
E. AMALDI  
B. PONTECORVO  
F. RASETTI  
E. SEGRÈ

(1) T. BJERRE e C. H. WESTCOTT: «Nature» 134, 286, 1934.

(2) D. E. LEA: «Nature» 133, 24, 1934.



On October 26, 1934, only four days after the submission of the Letter, the discovery becomes the subject of a **patent**. The owners are **the authors of the Letter**, with the addition of **Oscar D'Agostino**, the first and always present coworker of Fermi, and **Giulio Cesare Trabacchi**, the provider of the essential neutron sources.

27561

Ing. Letterio Laboccetta

 **MINISTERO DELLE CORPORAZIONI**  
**UFFICIO DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE**

Vaglia N. 17 per la somma di Lire 200.- più L. \_\_\_\_\_ per \_\_\_\_\_ mes. di  
sopratassa emesso il 25.10.1937 dall'Ufficio Postale di Roma.

È pervenuto a questo Ufficio il vaglia postale sopra indicato in pagamento della 4a annualità della **privativa Industriale N. 324458**

chiesta  
rilasciata in data 26.10.1934 al nome di Enrico FERMI, Edoardo  
AMALDI, Oscar D'AGOSTINO, Bruno PONTICORVO, Franco RASETTI, Emilio  
SEGRE, G. Cesare TRABACCHI, sul trovato dal titolo: Metodo ecc.

18 NOV. 1937 Anno XVI  
Roma, \_\_\_\_\_ 193 - XV.

 **IL SEGRETARIO**  


1000-6-37.



The patent, registered in the main industrial countries, will prove very useful for the inventors.

After the War, the patent owners are obliged to a long court trial with the American Authorities to defend their rights. An agreement is reached **only in 1953, when Pontecorvo is already in URSS:**

Each owner **receives 27.500 \$**, after expense deduction.

Pontecorvo share is **“deposited in a special account in the Treasury subject to claim by him at a later date”.**

*(Fermi Archive, Chicago Library)*

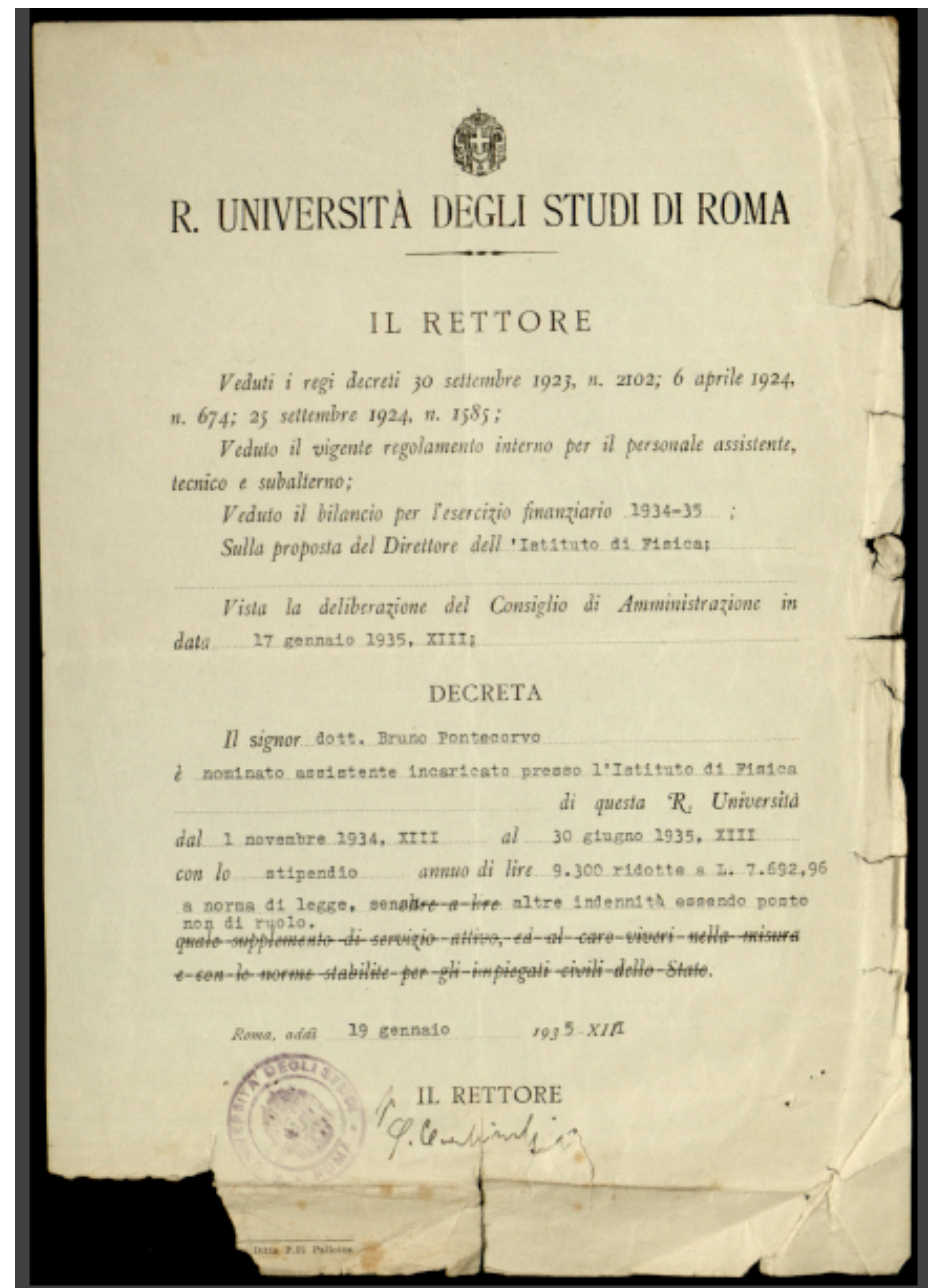
Pontecorvo writes in his autobiography (1988):

“A respectable amount of money was paid to the inventors since a long time **(but not to me until now!)**”

May be that he was never informed.

The participation **as a protagonist** to the discovery of the slow neutron effect, even though he is the last member to join the team, is surely a great success for the young Pontecorvo.

From November 1, 1934, up to June 30, 1935, he is appointed **“temporary assistant at the Royal Institute of Physics of the University of Rome”**.



*“Churchill Archive Centre” (Cambridge)*

### **3. Bruno Pontecorvo more and more active**

**After the discovery of the slow neutron effect, the role of Pontecorvo in the team becomes more and more relevant.**

**On November 7, 1934, a second Letter is sent to “la Ricerca Scientifica” on the subject of **slow neutrons**.**

**This time there are only three names:**

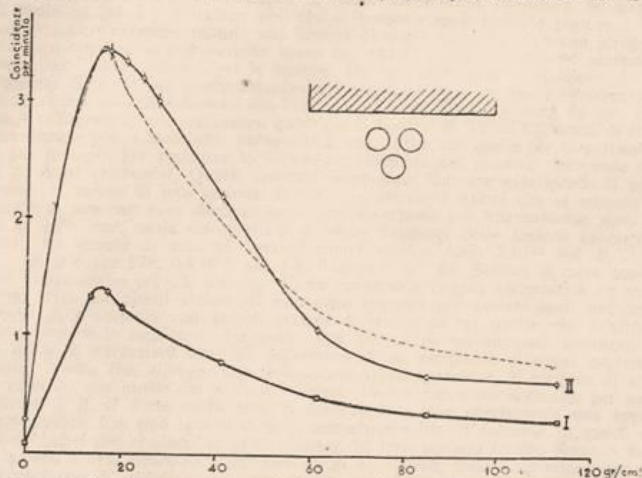
**“E. Fermi, B. Pontecorvo, F. Rasetti”.**

**It is an outstanding achievement for the “temporary assistant” Pontecorvo, who finds his name **alone between the two Professors of the team**.**



scala delle ordinate scelta in modo da portare il suo punto di ascissa 16,9 a coincidere col punto corrispondente della curva degli sciami ottenuta allo Stelvio.

Si riconosce che, all'aumentare dell'altezza sul livello del mare, non solo aumenta il numero degli sciami, ma si modifica pure alquanto la forma della curva degli sciami. Non è facile, per il momento, interpretare questa modificazione la quale probabilmente dipende anche dalle condizioni geometriche dell'esperienza; essa comunque non altera sostanzialmente il carattere del fenomeno. In particolare le curve ottenute a 40 m. e a 2760 m. presentano ambedue, dopo il massimo, quella rapida discesa da cui si dedu-



ce (2) che gli sciami vengono generati da una radiazione considerevolmente più molle che la radiazione corpuscolare primaria. Il meccanismo con cui si producono gli sciami appare dunque essenzialmente analogo alle due altezze.

Ringraziamo vivamente il dott. E. Curiel che ci ha aiutati nella esecuzione dei conteggi.

Istituto Fisico della R. Università  
Padova, 1° novembre 1934-XIII.

BRUNO ROSSI  
SERGIO DE BENEDETTI

## Effetto di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata da neutroni - II.

In una precedente comunicazione abbiamo riferito sulla azione di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata da bombardamento di neutroni, accennando anche alla ipotesi che l'esaltazione dell'effetto fosse dovuta al rallentamento dei neutroni emessi dalla sorgente.

Abbiamo ora eseguito le seguenti esperienze:

1. — Osservato che l'attivazione diretta da parte di una sorgente di 350 mC di  $Em + Be$  posta a 20 cm. di distanza da un cilindretto di argento è trascurabile, abbiamo immerso la sorgente al centro di un vaso cilindrico di acqua del diametro di 14 cm. Si nota allora che l'argento, nelle stesse condizioni geometriche si attiva fortemente dando, nei nostri contatori, un centinaio di impulsi al minuto, cioè circa quanti se ne otterrebbero ponendo il cilindretto a contatto della sorgente, senza acqua.

Nella ipotesi che l'azione delle sostanze idrogenate sia effettivamente dovuta alla diffusione e conseguente rallentamento dei neutroni, questa esperienza può interpretarsi al modo seguente: i neutroni, o almeno molti di essi, prima di uscire dal vaso

(2) B. Rossi "Nature" 152, 173, 1933.

di acqua, sono rallentati così che pur rimanendo costante, o se mai diminuito, il flusso dei neutroni uscenti, la loro velocità media è considerevolmente diminuita. La esperienza permette allora di confrontare l'azione dello stesso numero di neutroni con velocità differente e rivela la enorme efficacia di quelli lenti.

2. — Il fatto che i neutroni lenti siano così efficaci nell'attivare le sostanze, fa pensare che essi debbano anche essere molto assorbiti. Per verificare questo punto abbiamo fatto una seconda serie di esperienze: una lastrina di rodio in una cavità praticata in un blocco di paraffina viene attivata una volta senza schermi e una volta circondando il rodio con assorbitori di spessore fino a 0,5 cm.; la ricerca è stata finora limitata solo a forti assorbimenti. E' stato scelto come rivelatore dei neutroni lenti il rodio perchè è attivissimo, così che si possono comodamente seguire i fenomeni all'elettroscopio anche usando una lamina di pochi cm<sup>2</sup>. In ambiente idrogenato si attiva praticamente solo il periodo breve del rodio, che è di circa 44 secondi, ed ha dunque un valore comodo per le misure. Da tali esperienze è risultato che esistono enormi disparità nel potere assorbente dei diversi elementi per i neutroni lenti; per citare alcuni estremi noteremo che l'attivazione vien ridotta a metà da uno strato di circa 4 milligrammi per centimetro quadrato di boro o da 15 milligrammi di ittrio; si hanno dunque poteri assorbenti paragonabili addirittura con quelli per le particelle  $\alpha$ . Invece per esempio per produrre lo stesso assorbimento col piombo, occorrono spessori di parecchi centimetri. Questi risultati si possono indicare esprimendo il potere assorbente per mezzo di una sezione di urto per atomo. I valori che si trovano per tali sezioni di urto nel caso degli elementi che assorbono più intensamente sono dell'ordine di  $10^{-21}$  cm<sup>2</sup>, ossia un migliaio di volte maggiori delle sezioni geometriche dei nuclei. Le sezioni di urto più grandi finora trovate sono  $3,10 \cdot 10^{-21}$  per  $B$ ,  $7,10 \cdot 10^{-21}$  per  $Li$ ,  $0,8,10 \cdot 10^{-21}$  per  $Li$ ,  $0,4,10 \cdot 10^{-21}$  per  $Rh$ ,  $0,16,10 \cdot 10^{-21}$  per  $Li$ . Sezioni di urto considerevoli si hanno anche per  $Cl$ ,  $Co$ ,  $Ag$ . E' in corso una ricerca sistematica su questo argomento, dato che simili sezioni di urto sono inusuali per assorbimenti nucleari.

Alcune delle sostanze con grandi sezioni di urto sono tra quelle che si attivano più energeticamente in ambiente idrogenato. Per queste, da un computo sommario del numero totale di attivazioni ottenibili all'esterno di un recipiente di acqua contenente la sorgente, risulta che, almeno come grossolana approssimazione, il numero di atomi attivati coincide con quello dei neutroni emessi. Invece per altre sostanze, per esempio il  $Li$  ed il  $B$ , al forte coefficiente di assorbimento non corrisponde una apprezzabile attivabilità. Ciò può interpretarsi o ammettendo che si formino in questi casi dei prodotti attivi che ci siano sfuggiti a causa del loro periodo (molto lungo o molto corto), o della scarsa penetranza dei loro raggi  $\beta$ ; ovvero, colla formazione per cattura del neutrone di isotopi stabili, per esempio trasformazione del  $Li^6$  in  $Li^7$  o del  $B^{10}$  in  $B^{11}$ .

Abbiamo anche ricercato con esito negativo se degli assorbimenti anomali si avessero nella attivazione diretta, senza l'uso di sostanze idrogenate. Ciò fa pensare che l'azione sia specifica per neutroni lenti.

Si è fatta infine una esperienza sulla attivazione del rodio tenuto ad una distanza fissa dalla sorgente, in un vaso contenente soluzioni di acido bórico di concentrazione variabile. Come era da prevedere bastano concentrazioni assai piccole per ridurre grandemente l'attivazione. La presenza di boro elemento al 2% riduce l'attivazione a metà, nelle nostre condizioni geometriche ( $Rh$  a circa 3 cm. dalla sorgente). Concentrazioni maggiori non producono una ulteriore riduzione nello stesso rapporto. Per esempio per concentrazione tripla l'assorbimento è circa del 70%.

Istituto Fisico della R. Università.  
Roma, 7 novembre 1934-XIII.

E. FERMI  
B. PONTECORVO  
F. RASETTI

## Radioattività provocata da bombardamento di neutroni - VI.

In questa notizia preliminare riferiamo su alcune nuove attività provocate da bombardamento di neutroni osservate negli ultimi tempi. Alcune di queste attività sono molto esaltate interponendo tra la sorgente e la sostanza da attivarsi un mezzo idrogenato. Esse sono notate con (a). Il fattore per cui viene moltiplicata in tal modo l'attivazione è di alcune decine e dipende comunque in modo essenziale dalle condizioni geometriche di irradiazione. Tutte le volte che è stata fatta una separazione chimica del principio attivo delle sostanze che presentano un aumento di attività nel

**In this second Letter, (explicitly marked as –II.), the results of some experiments are reported, devised to systematically verify two important open questions, all confirmed, that is:**

**1) the action of the hydrogenated substance is really due to the diffusion and consequent slowing down of neutrons,**

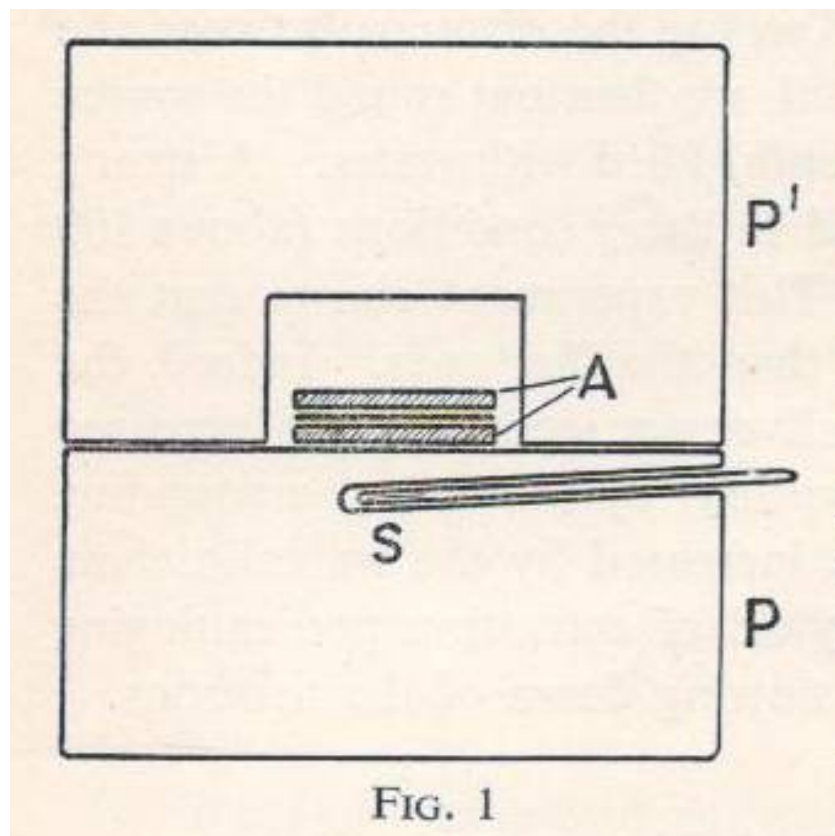
*(a positive answer is found by using the customary “silver cylinder”, and comparing the induced activities under different irradiation conditions, with the source immersed in water, or without water).\_*

**2) the slow neutrons, so effective for activation, are also “strongly absorbed”.**

*In fact, there are “enormous disparities in the absorbing power of various substances for slow neutrons”.*



**This is the apparatus used to study the absorption properties:**



*\* Rhodium is chosen because it is a “very active” material, with a mean life of 44 seconds, very convenient for the measures.*

**PP' is a paraffin block, S a neutron source and A the substance under investigation.**

*A small plate of Rhodium\* is put in a cavity of a paraffin cylinder block, which can be opened horizontally (P',P). The Rhodium plate is activated by a neutron source (S), firstly without any screen, and then by surrounding it with plates of different substances (A,A).*

**Immediately after the publication of this second Letter, a systematic and comprehensive investigation is started on the effect of hydrogenated substances.**

**All members of the team are involved, but with different duties.**

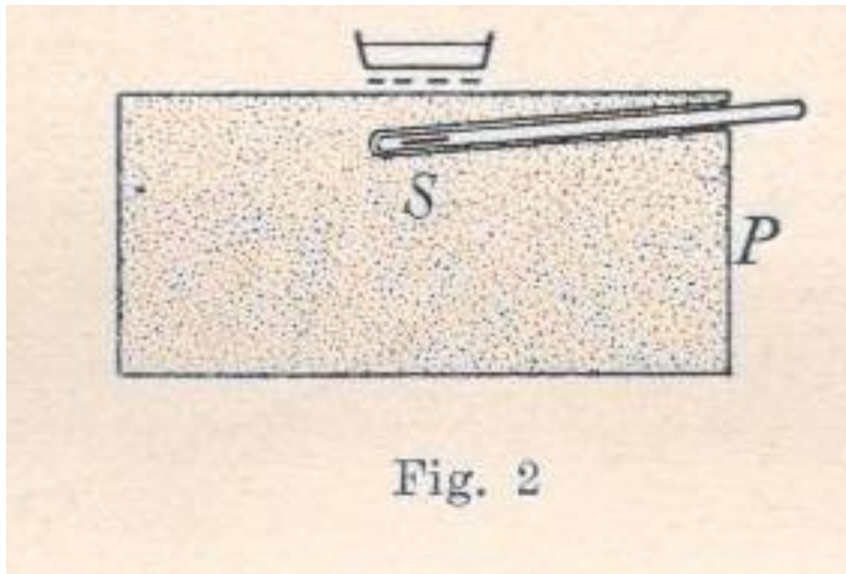
**In particular, Pontecorvo is involved in the study of the behavior of slow neutrons, and publishes alone in April 1935, a paper (“Sulle proprietà dei neutroni lenti”) on Nuovo Cimento.**

**It is impressive to recognize how he has been able to conquest his own scientific territory, in few months.**

**Pontecorvo research aims to extend some questions, already present in the Letter with Fermi and Rasetti, concerning the efficacy of slow neutrons, their diffusion in various substances, and their energy.**

**He studies also the effect of non-hydrogenated substances.**

Of high importance is **the study of slow neutron diffusion**, never attacked before. For this study he realizes **a new experimental set up**, where measurements are done on the exterior of the paraffin block (P) containing the neutron source (S)



*Rhodium plate is put on the upper surface of the paraffin block. The induced activity is compared with that obtained by covering the plate with various substances acting as neutron reflectors in the back direction. In particular, he finds that a Carbon layer, many centimeters thick, increases the activity by a factor five. While Boron, with its enormous absorption for slow neutrons, does not give an appreciable increase of the activity.*

# Pontecorvo paper on the properties of slow neutrons

*Il Nuovo Cimento, 12(4), 211-222 (April 1935).*

## SULLE PROPRIETÀ DEI NEUTRONI LENTI <sup>(1)</sup>

Nota di BRUNO PONTECORVO

**Sunto.** - Si descrive una serie di esperimenti che permettono di studiare le proprietà geometriche (diffusione, efficacia in funzione della distanza ecc.) dei neutroni rallentati attraverso urti multipli contro nuclei di idrogeno. Si discute quindi il problema della velocità dei neutroni e si descrivono alcuni esperimenti in proposito. Si studia infine l'effetto di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata da bombardamento di neutroni.

Recentemente nell'Istituto Fisico della R. Università di Roma è stato osservato <sup>(2)</sup> che la radioattività provocata da bombardamento di neutroni è molto influenzata dalla presenza di sostanze idrogenate circostanti la sorgente di neutroni e il corpo irradiato; precisamente quando il principio attivo dell'elemento irradiato è isotopo dell'elemento stesso, si trova che la presenza di sostanze idrogenate aumenta enormemente l'intensità della attivazione, del resto in maniera differente a seconda dell'elemento irradiato; se invece il principio attivo dell'elemento irradiato non è isotopo dell'elemento stesso, la presenza di sostanze idrogenate non altera sensibilmente l'intensità della attivazione. Sembra naturale spiegare l'effetto delle sostanze idrogenate con l'ipotesi dei neutroni lenti, con l'ipotesi cioè che i neutroni per urti multipli contro nuclei d'idrogeno perdano rapidamente la propria energia; non insistiamo sull'ipotesi dei neutroni lenti e sulle considerazioni teoriche connesse <sup>(3)</sup> rimandando agli

<sup>(1)</sup> Questo lavoro va letto in connessione con quelli di E. FERMI e F. RASETTI, E. AMALDI, E. SEGRÈ pubblicati su questo numero del « Nuovo Cimento » e con quello di O. D'AGOSTINO pubblicato sulla « Gazzetta Chimica »; di queste note la presente fa parte integrante.

<sup>(2)</sup> FERMI, AMALDI, PONTECORVO, RASETTI, SEGRÈ, « Ric. Scient. », **2**, 280, 1934; FERMI e RASETTI, loc. cit..

<sup>(3)</sup> FERMI e RASETTI, loc. cit..



In any case, **the involvement of Pontecorvo** in the team does not concern only the behavior of slow neutrons, but **is total**.

In fact, he participates also to the research on the activation of the **whole periodic table**, resumed after the discovery of the slow neutron effect.

His name is present **in the last four Letters** on the subject, sent to “La Ricerca Scientifica” between December 6, 1934, and June 14, 1935, and **signed in alphabetic order** by E. Amaldi, O. D’Agostino, E. Fermi, B. Pontecorvo, F. Rasetti, E. Segrè, and also in the **conclusive paper sent to the Proceedings of the Royal Society on February 15, 1935**.

We wish to express our gratitude to Professor G. E. Uhlenbeck for his many helpful suggestions and valuable advice so generously given throughout the course of this work.

One of the authors (A. S. R.) also wishes to express his indebtedness to the Commonwealth Fund of New York for a Fellowship.

# SUMMARY

The dispersion of sound in hydrogen is investigated. The results show that no variation of velocity occurs below frequencies of the order  $10^6$  cycles per second. This is to be expected from the classical theory of Jeans as well as from the quantum treatment of the inelastic collision between two hydrogen molecules as the calculation shows.

## Artificial Radioactivity produced by Neutron Bombardment—II

By E. AMALDI, O. D'AGOSTINO, E. FERMI, B. PONTECORVO, F. RASETTI, and E. SEGRÈ

(Communicated by Lord Rutherford, O.M., F.R.S.—Received February 15, 1935)

# INTRODUCTION

We describe in this paper some further results on artificial radioactivity induced by neutron bombardment, which have been obtained in the Physical Laboratory of the University of Rome, after the publication of our first paper on the same subject.\* Preliminary reports containing the main results have been already published by several of us.†

\* Fermi, Amaldi, D'Agostino, Rasetti, Segrè, 'Proc. Roy. Soc.,' A, vol. 146, p. 483 (1934).

† Fermi, Amaldi, Pontecorvo, Rasetti, Segrè, 'Ric. Scient.,' vol. 2, p. 280 (1934); Fermi, Pontecorvo, Rasetti, 'Ric. Scient.,' vol. 2, p. 380 (1934); Amaldi, D'Agostino, Segrè, 'Ric. Scient.,' vol. 2, p. 381 (1934); Amaldi, D'Agostino, Fermi, Pontecorvo, Rasetti, Segrè, 'Ric. Scient.,' vol. 2, p. 467 (1934); vol. 1, p. 123 (1935). Some of our experiments have been repeated with analogous results by Bjerge and Westcott 'Proc. Camb. Phil. Soc.,' vol. 31, p. 145 (1935); we thank them for having submitted their manuscript to us.

detector of the slow neutrons, a rhodium plate (sometimes also a silver plate), was put inside this hole and its activation measured, after irradiation during a standard length of time, once without absorbing layers and once interposed between two layers A of the absorbing material, as shown in the figure. The ratio of the activities without or with absorbing layers gives the absorption. In these as well as in many other experiments, we generally used rhodium as detector of the slow neutrons, because the activity induced in this element is very large and can be measured very exactly with an ionization chamber; moreover, of the two periods of Rh, 44 s and 3.9 m, practically the first only is of importance, which makes the reduction of the measurements very easy.

As a result of these absorption measures, we found that the half-value thickness  $\delta$  for the absorption of slow neutrons for the different elements

varies over a very wide range. For several elements it is exceedingly small. As an example we found for boron  $\delta = 0.004$  gm/cm<sup>2</sup>; for yttrium  $\delta = 0.015$  gm/cm<sup>2</sup>; for cadmium  $\delta = 0.014$  gm/cm<sup>2</sup>; for some other elements instead,  $\delta$  is several thousands times larger; for instance, several centimetres of lead absorb less than a few milligrams per cm<sup>2</sup> of boron.

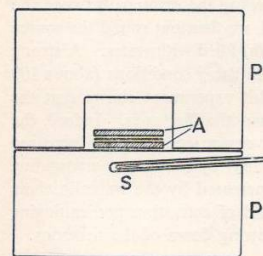


FIG. 1

Expressing the absorption coefficients in terms of a nuclear cross-section  $\sigma$  for the activating impact of a slow neutron, we find in some cases surprisingly large values, e.g.,  $\sigma = 3000 \cdot 10^{-24}$  for B;  $\sigma = 7000 \cdot 10^{-24}$  for Y;  $10,000 \cdot 10^{-24}$  for Cd. This last is the largest cross-section as yet found. It is remarkable how much larger these cross-sections are than the geometrical cross-sections of nuclei, while, as is well known, fast neutrons have cross-sections comparable to the geometrical cross-sections.\* Indeed, we found directly that the absorption of boron for ordinary fast neutrons is at least 1000 times less than the absorption found for slow neutrons in the same element.

These absorption measurements do not refer to homogeneous neutrons. Indeed, the absorption curves are by no means exponentials; the absorption coefficient decreases with increasing thickness, as shown, for instance, by the absorption curve of cadmium, fig. 2. It must also be noticed that the half-value thickness depends to some extent upon the arrangement of

\* Dunning, 'Phys. Rev.,' vol. 45, p. 586 (1934).



#### 4. Bruno Pontecorvo more and more independent

**On March 11, 1935, while Pontecorvo is in full activity, the Ministry of the National Education announces a competition for 16 fellowships at some foreign Institute, and also 8 fellowships at some national Institute, for the a.y. 1935-36**

**Official Bulletin  
of the Kingdom of  
Italy, n. 59,**

*Archivio Centrale  
dello stato (Rome)*



**The application deadline is April 30, 1935.**

**Pontecorvo holds a position of temporary assistant, valid up to June 30, 1935, but surely bound to be renewed for the next academic year.**

**However, he decides to participate to both competitions**  
**(*“Churchill Archive Centre”*)**



**In Summer 1935, the research team, organized around Fermi on the neutron induced radioactivity, begins to dissolve.**

**Rasetti** goes to the United States, at Columbia University, to stay there for at least one year. **Segrè**, after a visit in the U.S., moves to the University of Palermo in Sicily, where he is appointed as Professor of Experimental Physics.

Therefore, by the end of the Summer, only **Fermi, Amaldi and Pontecorvo** remain in Rome, with **D'Agostino**, who will find soon a stable position at the Institute of Chemistry of C.N.R., to work on completely different subjects.

**Pontecorvo in Rome  
continues alone his  
research on slow  
neutrons, and publishes,  
under his name alone, a  
paper ("Research on the  
absorption of slow  
neutrons" ) on "La  
Ricerca Scientifica" in the  
second half of September  
1935.**

## Ricerche sugli assorbimenti dei neutroni lenti

Nota del dott. BRUNO PONTECORVO

**Riassunto:** Si descrivono alcuni esperimenti sugli assorbimenti selettivi dei neutroni lenti; in una tabella sono riassunti i risultati, che mostrano notevoli differenze negli assorbimenti di alcuni nuclei, quando si usano diversi rivelatori di neutroni. Si determina infine la sezione d'urto per cattura del gadolinio, che risulta grandissima.

E' noto che i neutroni rallentati in ambiente idrogenato per urti multipli contro protoni (1) sono assorbiti enormemente da alcuni nuclei (2).

In un recente lavoro (3) è stata data per diversi nuclei una tabella delle sezioni d'urto per cattura di neutroni lenti; i valori delle sezioni d'urto contenute in tale tabella sono stati determinati rilevando l'intensità dei neutroni lenti da misure di radioattività provocata nel rodio (periodo di 44<sup>s</sup>): ora dalla teoria delle disintegrazioni nucleari prodotte da neutroni lenti (3) (4), teoria nella quale si ammette che le forze agenti tra un neutrone e un nucleo si estendono circa fino alla distanza del raggio nucleare, sarebbe da attendersi che per la sezione d'urto di un nucleo per cattura di neutroni lenti si trovasse lo stesso valore, usando differenti rivelatori di neutroni lenti. Tuttavia, anche prima che esperienze conclusive in proposito fossero fatte, l'esistenza di assorbimenti selettivi per i neutroni lenti, nel senso che risulta chiaramente da quanto è stato detto sopra, sembrava essere suggerita dai seguenti indizi:

a) Dunning e altri (5) hanno fatto alcune misure di assorbimento dei neutroni lenti, rivelandoli con un amplificatore proporzionale dal numero di disintegrazioni che i neutroni stessi producono nel litio: ora alcuni dei valori che essi danno per le sezioni d'urto, presentano, rispetto a quelli da noi ottenuti usando per rivelatore il rodio, una discrepanza maggiore di quella che potrebbe attendersi in base a differenze esistenti nelle condizioni geometriche degli esperimenti.

b) Alcune esperienze (6) hanno mostrato un incremento della attivazione di alcuni radioelementi formati per bombardamento di neutroni, quando il rallentamento dei neutroni avviene in paraffina alla temperatura dell'aria liquida invece che alla temperatura ordinaria; ora l'effetto della temperatura non è lo stesso per tutti gli elementi.

Recentissimamente Tillman e Moon (7) hanno osservato in modo in-

(1) E. FERMI, E. AMALDI, B. PONTECORVO, F. RASETTI, E. SEGRÈ: «La Ricerca Scientifica» 2, 280, 1934.

(2) E. FERMI, B. PONTECORVO, F. RASETTI «La Ricerca Scientifica» 2, 380, 1934.

(3) E. AMALDI, O. D'AGOSTINO, E. FERMI, B. PONTECORVO, F. RASETTI, E. SEGRÈ: «Proc. Roy. Soc.» 149, 535, 1935.

(4) H. A. BETHE: «Phys. Rev.» 47, 747, 1935.

(5) J. R. DUNNING, G. B. PEGRAM, G. A. FINK, D. P. MITCHELL: «Phys. Rev.» 47, 416, 1935.

(6) P. B. MOON, J. A. TILLMAN: «Nature» 135, 904, 1935; E. AMALDI, O. D'AGOSTINO, E. FERMI, B. PONTECORVO, E. SEGRÈ: «La Ricerca Scientifica».

(7) J. R. TILLMAN, P. B. MOON: «Nature», 136, 66, 1935.

The argument of this research is of interest at the time, and concerns **the selective absorption of slow neutrons** on various nuclei, recently discovered by J.R. Tillman and P.B. Moon (July 13, 1935).

**He changes the geometry of the experiment.**

*According to his well known strategy, he measures the absorption on the exterior of the paraffin block, by putting the absorber and the detector directly on the top of the block.*

With the new set up, he measures **the slow neutron absorption cross section for various substances.**

His results are very interesting, **in full agreement with those obtained by Tillman and Moon in different conditions**, and confirm “beyond any doubt the selective absorption for slow neutrons”.

After the Pontecorvo pioneering work, also Fermi and Amaldi start a systematic research on **the selective absorption of slow neutrons**, then extended also to **their diffusion and slowing down**.

A conclusive paper, signed by Fermi and Amaldi, is published on Physical Review on November 15, 1936.

The experimental setup exploited for the selective absorption of slow neutrons **is identical to that designed by Pontecorvo**.

It is **peculiar** that Pontecorvo does not collaborate with Fermi and Amaldi in these researches, not even in the initial phase.

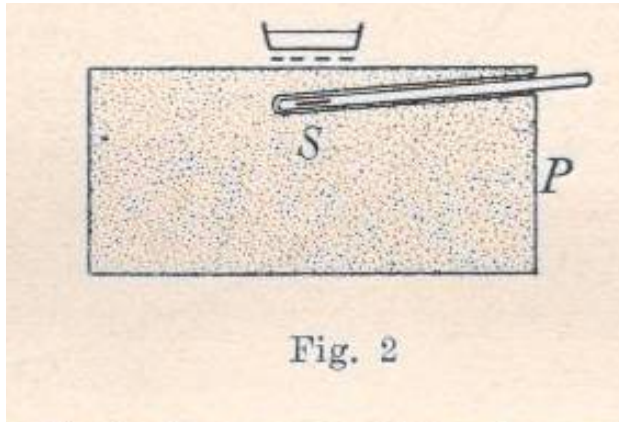
In any case, his work is cited by Fermi and Amaldi, together with those of Tillman and Moon, and others.



**After the work on the selective absorption of September 1935, the name of Pontecorvo **seems to disappear** from the official scientific literature.**

**However, **it reappears at the end of February 1936**, with a research on **slow neutron diffusion** in intermediate and heavy nuclei, done in collaboration with **Gian Carlo Wick**, then a young theoretical physicist and Fermi assistant.**

**This research is in parallel to that of Fermi and Amaldi, and develops in full autonomy.**



The experimental set up is the same as exploited by Pontecorvo in his previous work for similar measurements.

The results are reported in **two Letters** sent to “Ricerca Scientifica”, on February 29, 1936, and March 15, 1936, signed by **Pontecorvo and Wick**.

In these papers, in the frame of a systematic investigation with neutrons belonging to different “groups”, it is shown that **the scattering cross section, on various nuclei, does not vary much with neutron velocity**.

Moreover, the results give a new proof that the “groups” of neutrons differ by their velocities.

## 5. An irreversible decision

In the meantime, during the period when Pontecorvo seems to be scientifically absent **(October 1935)** the Minister of National Education, communicates to Pontecorvo that he is **in the first place with mark 30/30 in the two competitions**, for the requested fellowships abroad and in the Kingdom.

He is given **thirty days** to choose between the two fellowships, and to communicate the name of the Institute where he has the intention to exploit the chosen fellowship.  
*(“Churchill Archive Centre”).*



Mod. 1

Roma,

19 OTT. 1935

RaccomandataMinistero  
dell'Educazione Nazionale

DIREZIONE GENERALE DELLA ISTRUZIONE SUPERIORE

Al Sig. Dott. Bruno Pontecorvo

Via Bonanno n. 3

P I S A

L. 28

Prot. N. 12951/12952

Ripresenta l'f. del 29 aprile 1935-XIII

Oggetto: Concorsi a borse di perfezionamento all'interno ed all'estero a favore di laureati dalle Facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali, per 1935-36.

La S.V. è stata classificata al primo posto, con punti trenta su trenta, sia nel concorso ad una borsa per studi di perfezionamento nel Regno che nel concorso a due borse per studi di perfezionamento all'estero a favore di laureati dalle Facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali, per il prossimo anno accademico 1935-36.

V.S. ha quindi facoltà di scegliere tra la borsa di L. 6.000 e la borsa di L. 11.000, per il perfezionamento in fisica nucleare, presso un Istituto d'istruzione superiore, rispettivamente, del Regno o dell'estero.

La invito quindi a comunicarmi subito per quale borsa intende optare, indicando nello stesso tempo l'Istituto nazionale o straniero nel quale desidera compiere gli studi di perfezionamento.

ALLEGATI  
N° 05386

L'importo della borsa sarà pagato in due rate uguali: la prima all'atto del conferimento - che avverrà dopo che la S.V. avrà accettato l'offerta e indicato l'Istituto straniero presso cui desidera compiere gli studi di perfezionamento - e la seconda dopo i primi sei mesi di frequenza all'Istituto prescelto.

Avverto che, giusta il disposto dell'art. 111, comma 3°, del regolamento generale universitario, la borsa non può essere cumulata con retribuzioni di qualsiasi natura per uffici alla dipendenza dello Stato, delle Provincie, dei Comuni o di altri Enti pubblici. Pertanto V.S. dovrà dichiarare che non presta opera retribuita presso nessuno di detti uffici oppure dovrà chiedere il collocamento in aspettativa senza stipendio.

Avverto inoltre che se Ella non avrà accettato l'offerta e indicato l'Istituto prescelto entro un mese dalla data della presente decadrà dal diritto alla borsa medesima.

Qualora optasse per la borsa per l'estero dovrebbe inviare una Sua fotografia fatta di recente e firmata da Lei, da servire per rilasciarle apposita tessera di riconoscimento.

I titoli e documenti presentati Le vengono restituiti per il tramite del Podestà di codesta città.

IL MINISTRO

“Churchill Archive Centre” (Cambridge)



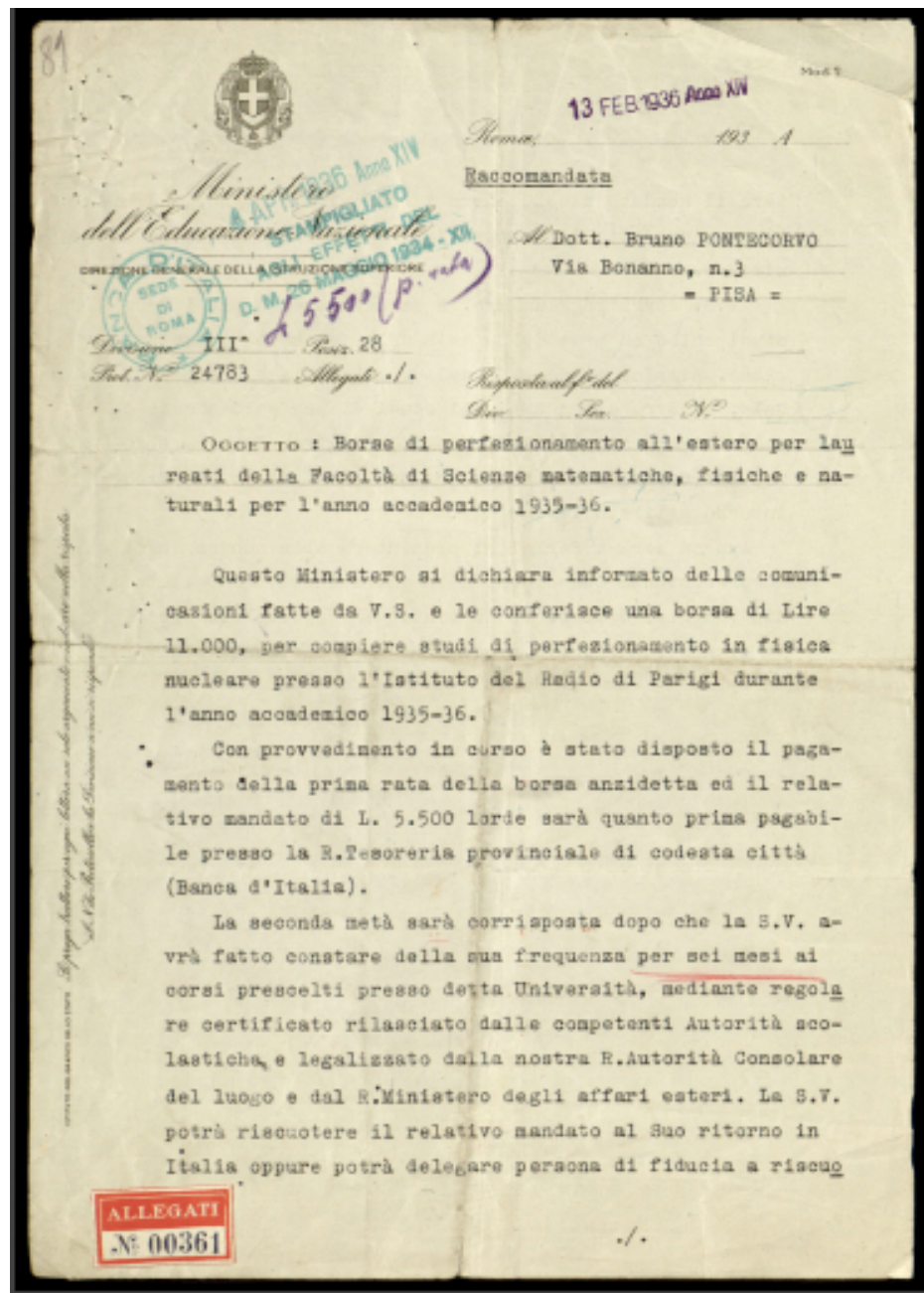
In agreement with the strict deadline, on **November 18, 1935**, Pontecorvo informs the Minister of his option for the foreign fellowship, and boldly **communicates** that he will go to the **“Institute du Radium” in Paris.**

It can be reasonably conjectured that he had already some contacts with the host Institution in Paris, in order to be sure that he will be accepted.

**Probably some political or cultural affinity is involved,** my be through the presence of the Pontecorvo cousin Emilio Sereni (a strong opponent of fascism) in Paris.

On February 13, 1936, the Minister officially confers to Pontecorvo the foreign fellowship at the **Institut du Radium in Paris.**

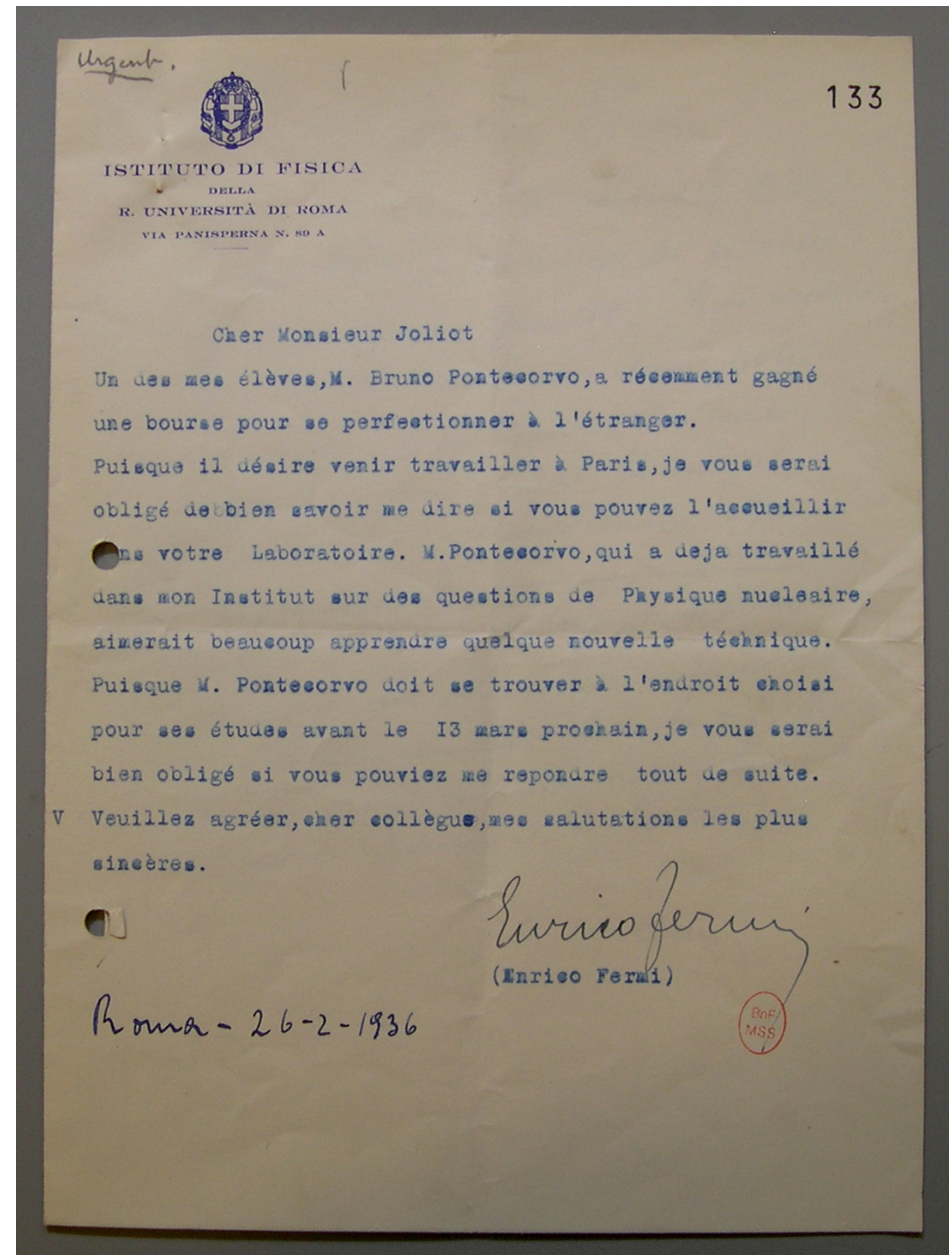
He is also ordered to reach the French Institution in **thirty days**, therefore before **March 12, 1936**, otherwise he will loose all rights.



The arrival of Pontecorvo in Paris is preceded by an “urgent” and very formal letter of **Fermi** (February 26, 1936) to **Joliot**, in which he asks Joliot to accept Pontecorvo in his laboratory “to learn some new technique”.

This letter is written **after that** the Minister has officially approved the decision of Pontecorvo to go to Paris.

Bruno Pontecorvo is **very firm and independent**, indeed.



*Joliot-Curie Archives (Paris)*



**Joliot replays to Fermi,**  
saying that

**“Pontecorvo is gladly  
accepted in the Laboratory”,  
and that during his stay in  
Paris “he will be shown  
some techniques, Wilson  
apparatuses, High  
Tension, ...”.**

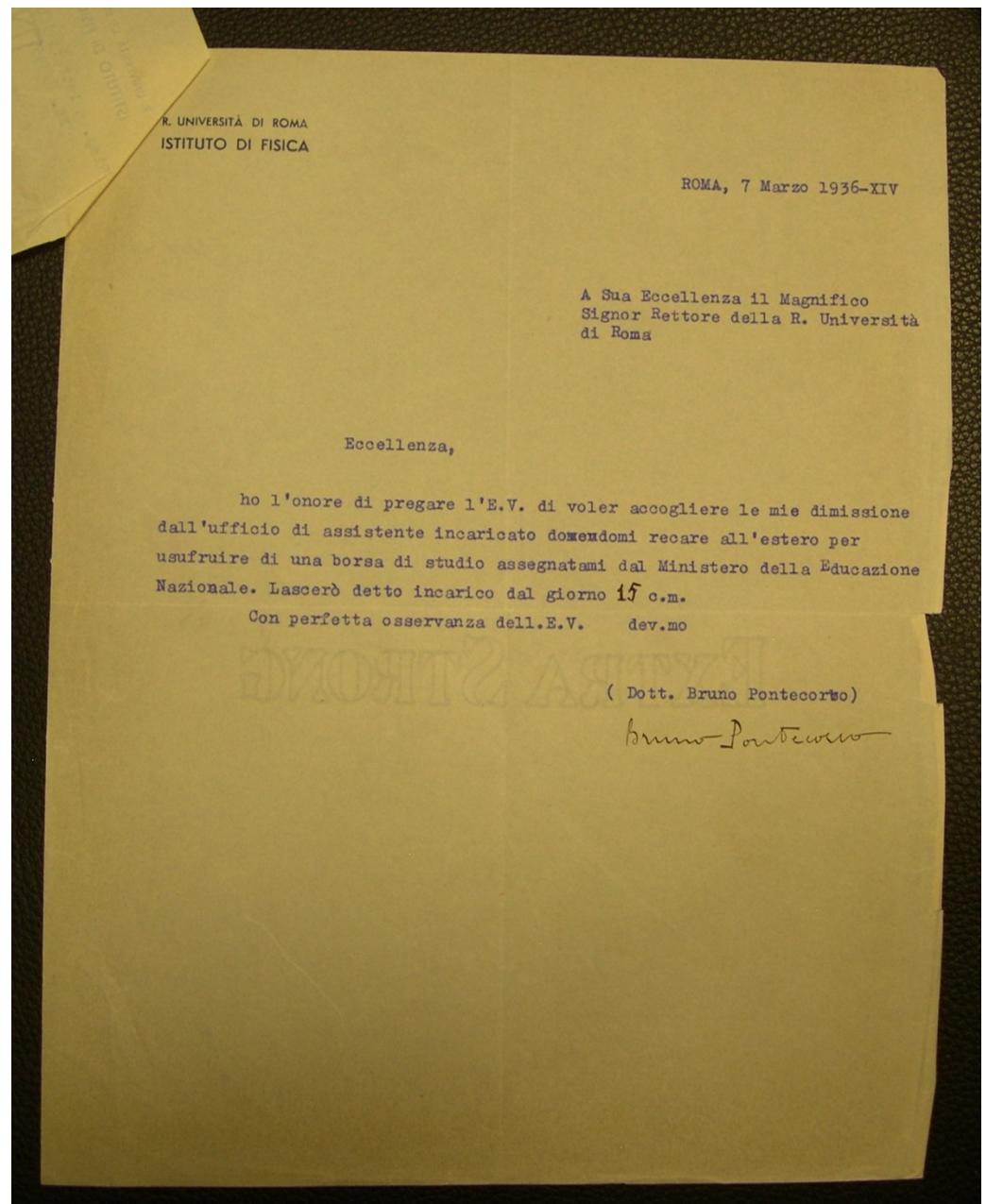
Cher Monsieur Fermi  
Voici bien une note aimable datée  
du 26 f/2 en raison de laquelle j'ai  
pu vous répondre plus tôt. Nous accueillons  
volontiers M. Pontecorvo dans notre  
Laboratoire. Vous pourriez lui montrer  
pendant sa séjour quelques techniques,  
appareils Wilson, Haute tension, etc.  
Bonne nuit  
Cher M. Pontecorvo  
Nous avons un grand  
intérêt à vos idées relatives à l'interaction avec  
les neutrons et les protons. Les données de  
l'expérience sont très importantes pour nous, car elles  
permettent de valider nos calculs de hauteurs.

V —————  
Le maréchal

Orig  
MSB

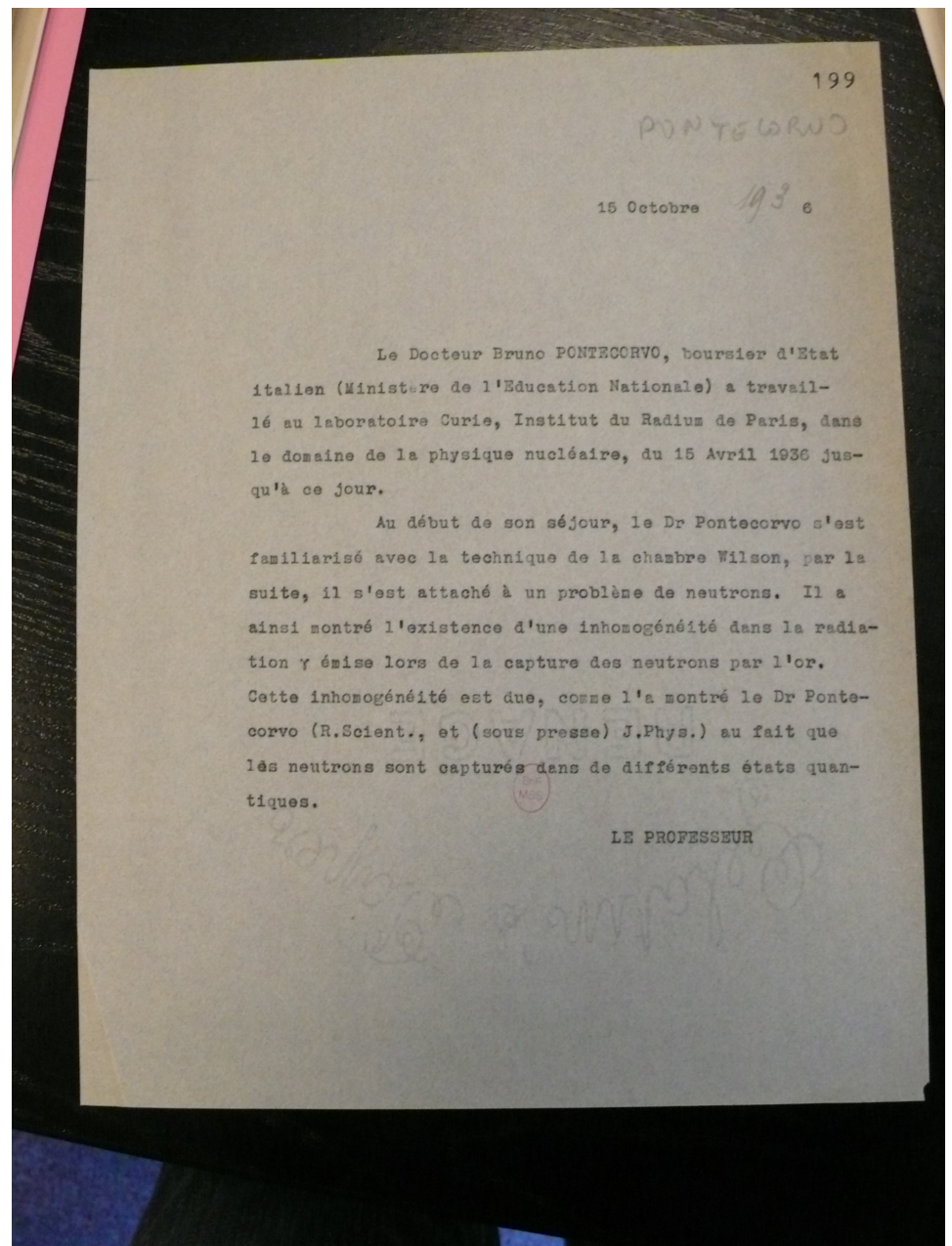


On March 7, 1936, with  
a letter to the Rector,  
Pontecorvo offers his  
“voluntary resignation”  
from his position of  
temporary assistant  
at the University of  
Rome.



*“Archivio Personale” La Sapienza (Roma)*

On April 15, 1936, he is on duty at the “Laboratoire Curie, Institut du Radium de Paris” with his six month Italian foreign fellowship.



*Joliot-Curie Archives (Paris)*

## **6. Pontecorvo in Paris and in America**

**In Paris he continues his research on the absorption of slow neutrons, initiated in Rome, with the Geiger-Müller counter as detector, a well familiar instrument. In particular, he undertakes a very interesting experimental research on the gamma rays emitted in the capture of slow neutrons by Gold nuclei.**

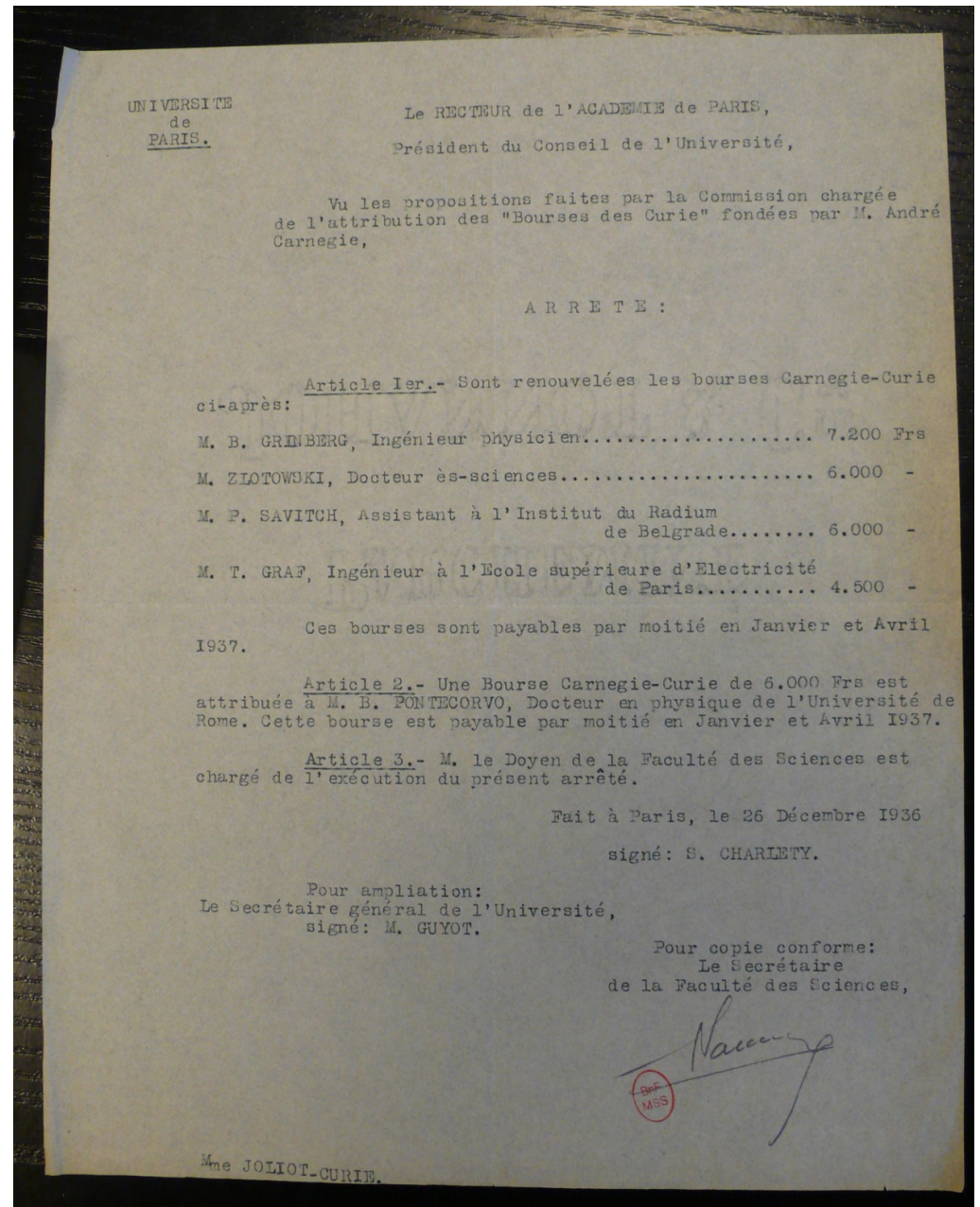
**The results of this research are published in two papers. The first, already in July 22, 1936, on an Italian journal (La Ricerca Scientifica), the second on a prestigious French journal (Journal de Physique, submitted on October 30).**

**He thanks “F. Joliot for his continued interest in this work”, and also “Madame Joliot pour l’interesse bienveillant”\_**



**After the expiration of the Italian foreign fellowship (October 15, 1936), he is awarded a six month French fellowship by the “Fondation Curie-Carnegie”, under proposal of Joliot.**

*(always at the Institut du Radium) .*



*Joliot-Curie Archives (Paris)*



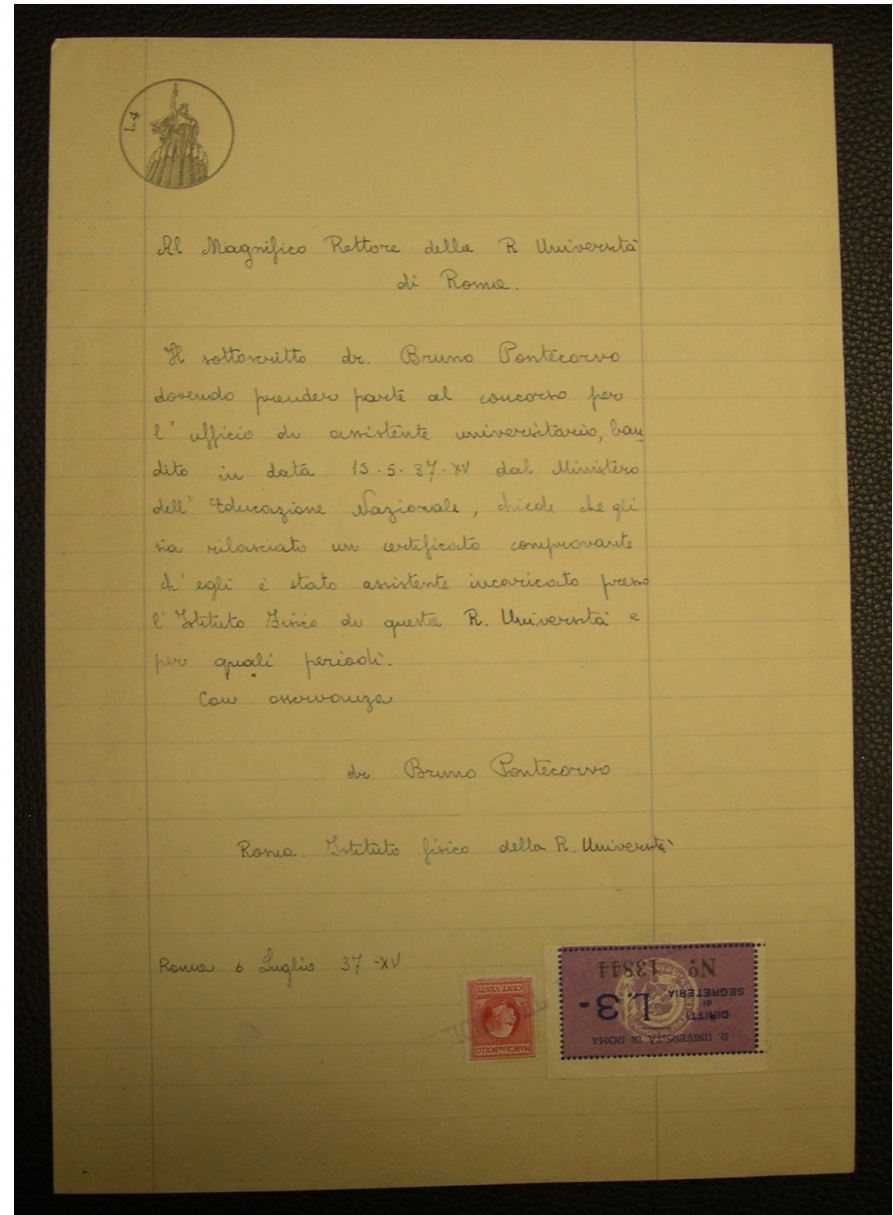
On May 15, 1937 finally the University of Rome opens a competition for **a stable assistant position**, transforming the temporary position **already held by Pontecorvo** into a stable one.

At this point Pontecorvo has the **possibility to go back to Rome**, with a solid permanent position.

He asks the Rector in Rome all documents relative to his previous position, but at the end he does not participate.

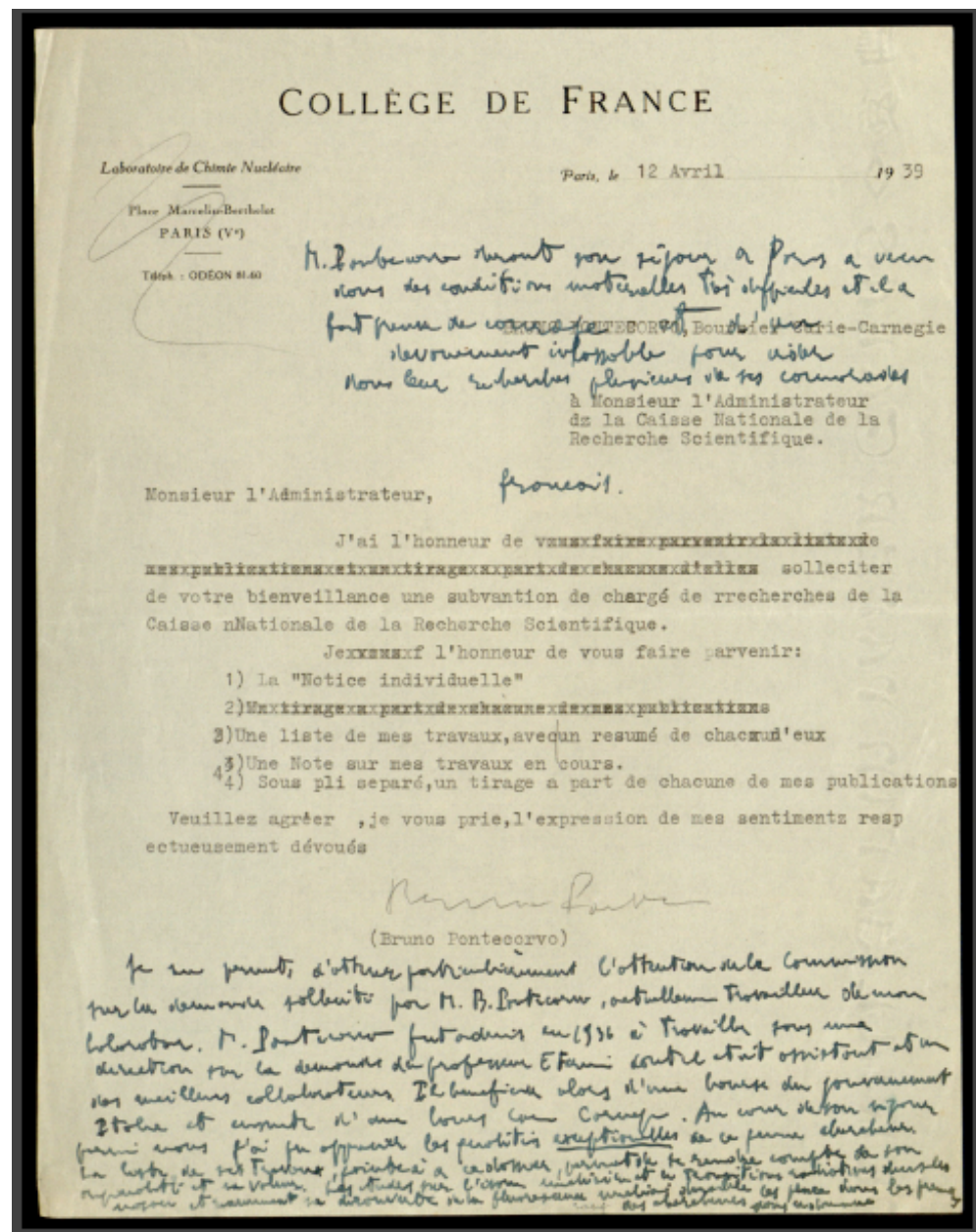
**He decides to stay in Paris.**

**He will never be back again!**



*“Archivio Personale” La Sapienza (Roma)*

The Curie-Carnegie fellowship is **renewed** six months by six months, **until December 1939**, when he is finally appointed as **Chargé de Recherches de la Caisse National de la Recherche Scientifique**,



“Churchill Archive Centre” (Cambridge)

**There is a strong analogy between his move from Italy to France in 1936 and the move from the West to Soviet Union in 1950. These moves are irreversible, and strongly motivated by deep scientific, political, cultural reasons.**

The scientific activity performed in France, firstly at the Institut du Radium, then at the Collège de France, earns **him international recognition.**

**Starting from** the study on the inhomogeneity of the  $\gamma$  radiation for **slow neutron capture**, the interests of Pontecorvo grow toward **nuclear isomerism**, intended as a new way to study the nuclear structure. With this, the idea comes that **nuclear  $\beta$  stable nuclear isomers** may possibly exist.

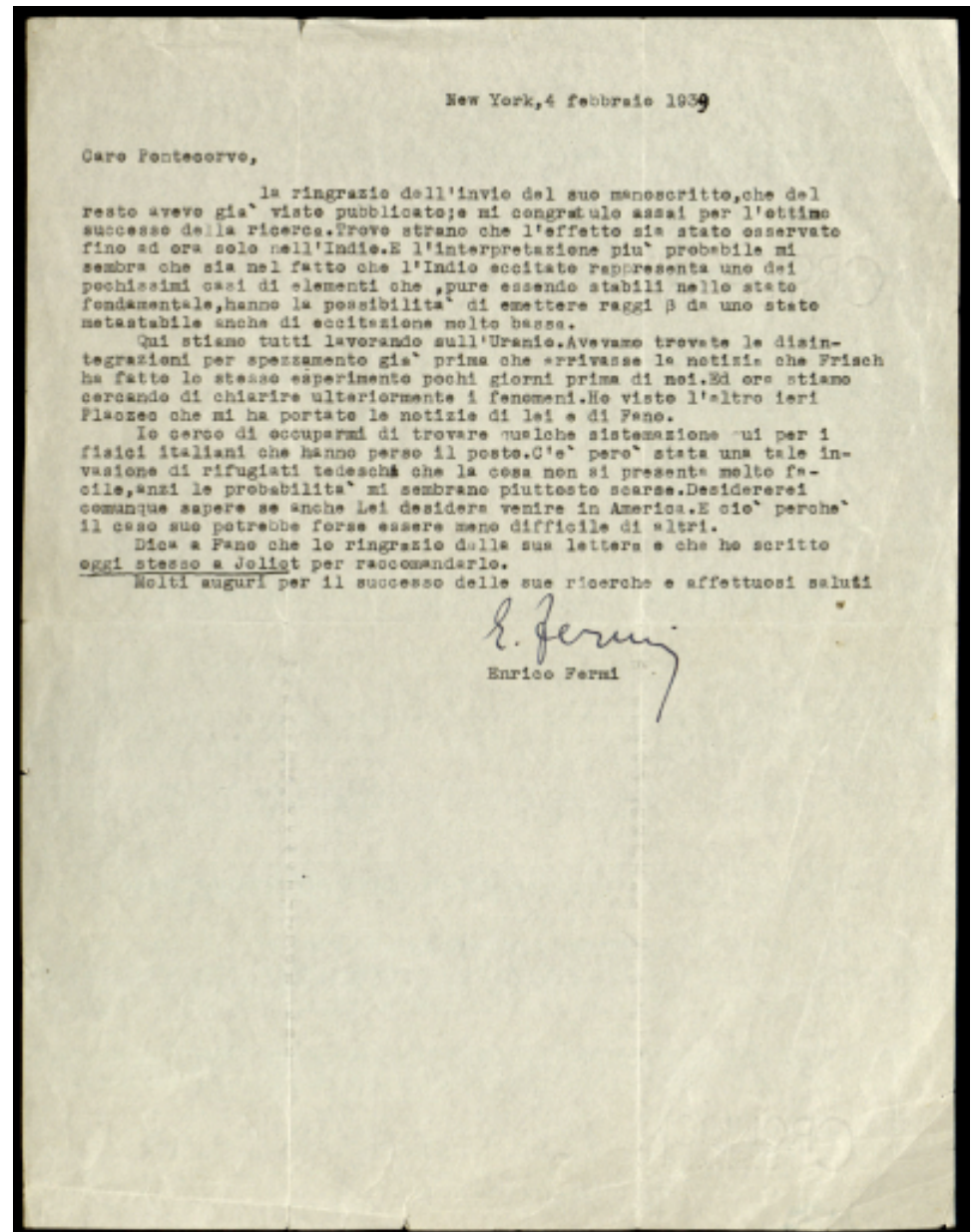
This idea is pursued with great tenacity, and at the end it will lead him (with M. Dodé) to the **discovery** of the first  $\beta$  stable isomer (fast neutron excitation on Cadmium) in 1939, and then, in the same year (with A. Lazard) to the **production** of the first  $\beta$  stable isomers (Indium and others), through hard X-ray nuclear bombardment.



Concerning this last result, **Fermi** writes from New York, on February 4, 1939:

“Dear Pontecorvo,

... I highly congratulate with you for the **excellent results** of the research”.



“Churchill Archive Centre” (Cambridge)

The expertise and interest of Pontecorvo toward **slow neutrons** find a natural outlet not only in his research in Paris, but also in his successive activity in the **United States** and **Canada**.

**In the United States**, where he emigrates in 1940 (when the German army invades Paris), hired by a private petrol society in Oklahoma, he invents a very brilliant technique for the survey of oil fields, “the neutron well-logging”, **based on the absorption of slow neutrons**, still up to date.

**In 1943 he moves to Canada** (Montreal and Chalk River), where he is called to contribute to the nuclear Anglo-Canadian project. In particular he participates to the planning and construction of a research reactor (NRX) based on Uranium and heavy water. **His expertise on slow neutrons**, developed in so many years of hard work, will play **a fundamental role**, by leading him to a forefront position in the frame of the Anglo-Canadian project.

## 7. Conclusion

**This analysis on the early Pontecorvo activity shows a **very strong scientific personality**, sharing great autonomy and independence.**

**Already in his first investigation on atomic spectroscopy, Pontecorvo exhibits his great capabilities as a scientist, which will become more and more evident during his participation, initiated with some delay with respect to the other “Panisperna boys”, to the program of neutron induced radioactivity.**

**Along this program, Pontecorvo plays a great role, not only in the discovery of the slow neutron effect, but also in the start of an autonomous research line on the diffusion and absorption of slow neutrons.**

**This line developed by Pontecorvo in Paris, and then expanded toward the nuclear isomerism, at the end of the Thirties will lead Pontecorvo to a **relevant international position in nuclear physics.****

**As a matter of fact, in contrast to what is frequently asserted, when Pontecorvo arrives in Paris in 1936, he is not a young naive researcher, but he is a **well formed researcher**, importing his expertise, already at high level, and succeeds in conquering his own scientific territory, where he operates with great success.**

**To the distorted vision of Pontecorvo as “young novice” has surely contributed the legend of his being named in Rome “**il cucciolo**” (the youngling), just to underline the fact that he is young, in need to learn and to grow.**

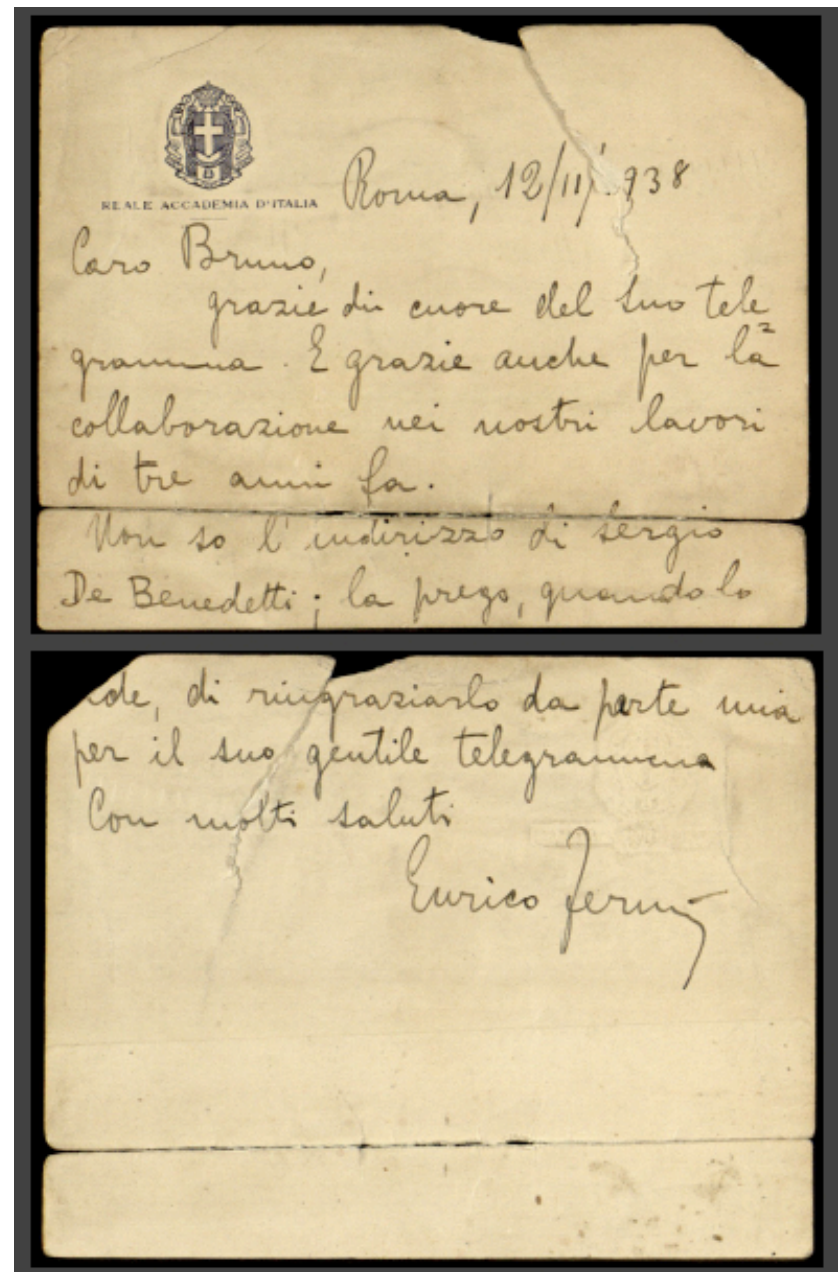


**In a letter dated November 12, 1938, Fermi thanks Pontecorvo for the congratulations received about the Nobel Prize, calling him by name (Bruno):**

**“Dear Bruno, I heartily thank you for your telegram. And thanks also for our collaboration in the work of three year ago.....”**

**The unusual very special thanking sentence of Fermi is impressive.**

**Perhaps the role of Pontecorvo in Rome has been greater than we think....**



***“Churchill Archive Centre” (Cambridge)***

In an official report, written in 1951, to the Senator Brien McMahon, after Pontecorvo disappearance, (*Fermi Archive, Chicago Library*) **Fermi writes on the scientific and strategic relevance of Pontecorvo decision to go away in Russia:**

“I do not know of course what are the reasons that prompted his alleged escape to Russia. My personal impression of his research activities has been that he did not have much interest in the atomic developments **except as a tool for scientific research**. In particular I do not remember any instances in which he took up with me any subject connected with atomic technology and he did not seem to have **any special interest in atomic weapons**.

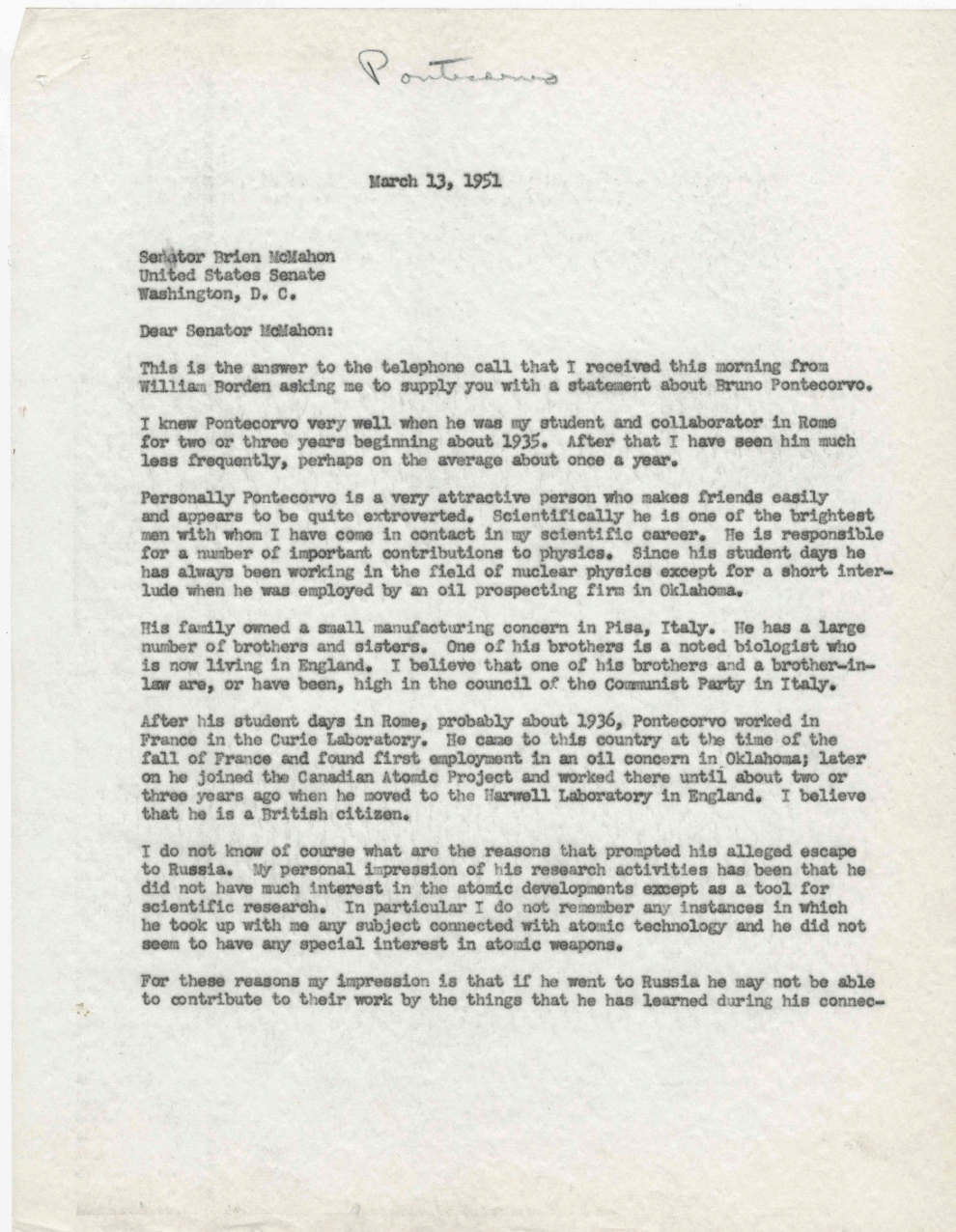
For these reasons my impression is that if he went to Russia he may not be able to contribute to their work by the things that he has learned during his connection with the Canadian and the English projects but rather **through his general scientific competence**”

In the same report to the  
Senator Brien McMahon,  
Fermi writes about  
Pontecorvo:

“Scientifically **he is one of  
the brightest men** with  
whom I have come in  
contact in my scientific  
career”.

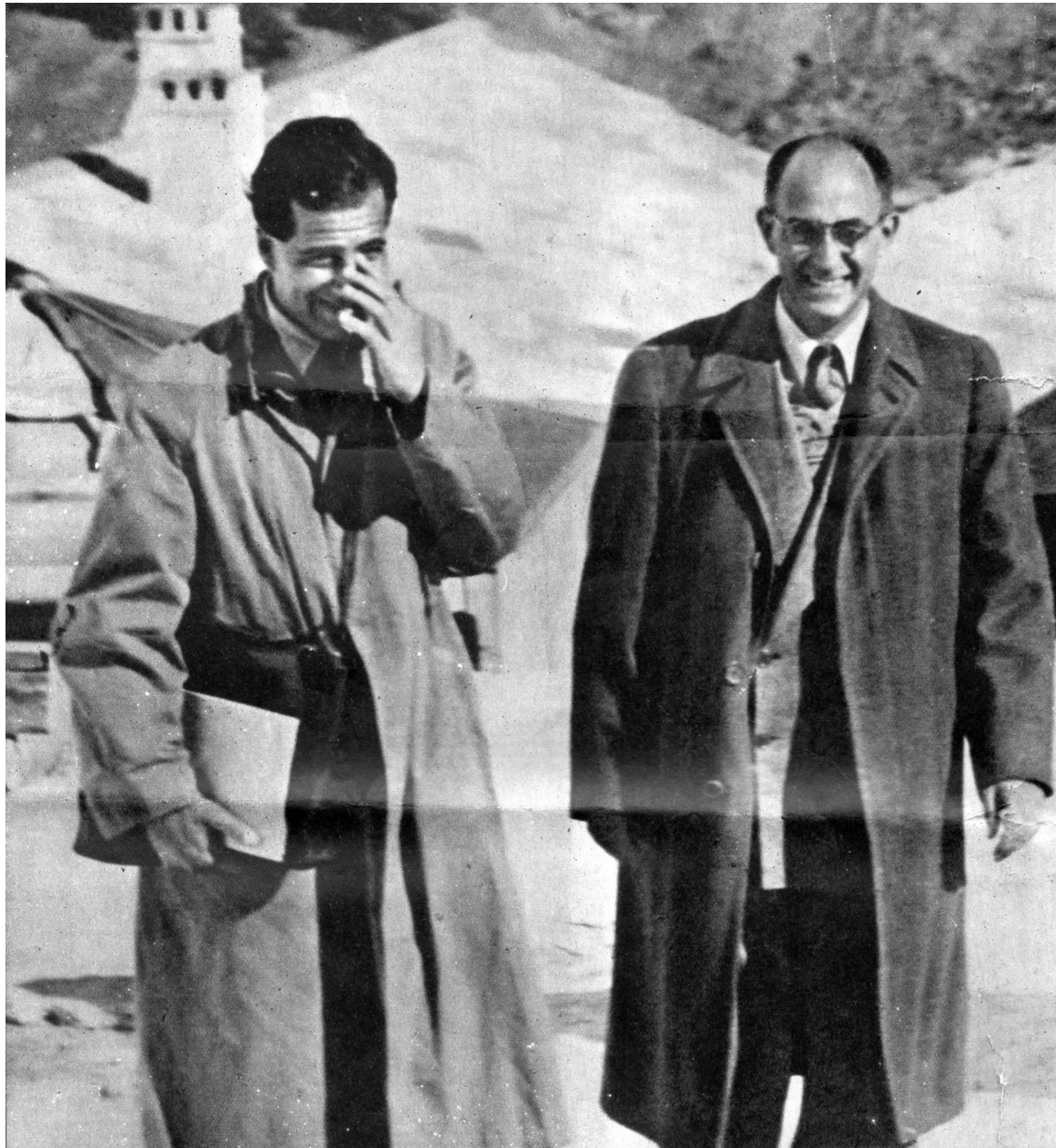
It is a pity that Pontecorvo  
could never know this  
document buried in the  
American Archives.

**Surely he would have been  
very happy!**



*(Fermi Archive, Chicago Library)*





**Their last encounter (visit to Olivetti, 1949)**





Senator McMahon - Page 2

tion with the Canadian and the English projects but rather through his general scientific competence. This naturally is only a surmise.

I do not remember that Pontecorvo seemed very much interested in politics and I do not remember ever to have had political discussions with him.

Sincerely yours,

EF:HL

Enrico Fermi