

I MANOSCRITTI DI FERMI ALLA DOMUS GALILAEANA DI PISA

MATTEO LEONE,* NADIA ROBOTTI*, CARLO ALBERTO SEGNINI**

* Dipartimento di Fisica, Università di Genova

** Domus Galilaeana, Pisa

La Domus Galilaeana, Istituto italiano di Storia della scienza, con sede in Pisa, Palazzo della Specola, via S. Maria 26, è una Fondazione avente come scopo la promozione di “studi e ricerche sull’opera di Galileo Galilei e sull’intero corso storico della scienza antica, moderna e contemporanea”.¹

In particolare, la Domus Galilaeana ospita attualmente i documenti originali relativi a tutta l’attività scientifica portata avanti da Enrico Fermi durante il periodo in cui visse in Italia, a partire dai suoi primi studi effettuati quando ancora frequentava il Liceo Classico (1918) fino alla sua partenza per gli Stati Uniti (1938). Edoardo Amaldi, che fu uno dei primi collaboratori di Fermi, descrisse la storia di questi documenti nel suo articolo “The Fermi Manuscripts at the Domus Galilaeana”, pubblicato sul primo numero di *Physis* nel 1959:

Quando Enrico Fermi abbandonò l’Italia nel Novembre 1938, io raccolsi, con l’aiuto di L. Zanchi, del Dipartimento di Fisica dell’Università di Roma, vari manoscritti e documenti legati all’attività scientifica di Fermi. Questi documenti erano conservati in una cassapanca nel mio ufficio al Dipartimento di Fisica, tuttavia, dopo la prematura scomparsa di Fermi nel Novembre 1954, mi convinsi che tale documentazione necessitava di essere conservata in luogo più adeguato. Dopo essermi consultato col Prof. F. Giordani, Presidente dell’Accademia dei Lincei, e con vari colleghi, tra i quali E. Persico, F. Rasetti ed E. Segrè, scelsi la Domus Galilaeana di Pisa come depositaria di tutti i documenti di Fermi, oltre che di alcuni strumenti usati da Fermi presso l’Università di Roma nel periodo 1932-1938. Il trasloco effettivo, tramite il Prof. G. Polvani, Presidente della Domus, e il Prof. T. Derenzini, Direttore del medesimo istituto, ebbe luogo nella primavera del 1956. [...] Sono lieto che questi manoscritti siano ora conservati alla Domus Galilaeana a beneficio delle generazioni future, a fianco dei documenti di altri uomini che hanno onorato l’umanità con i loro pensieri e con i loro esperimenti.²

¹ Domus Galilaeana, *Statuto. Testo omologato dal Ministero per i Beni culturali*, Art. 2 – Scopi.

² E. Amaldi, “The Fermi Manuscripts at the Domus Galilaeana”, *Physis* 1 (1959), 69-72.

Questo ingente patrimonio archivistico venne ulteriormente arricchito nel 1959 dallo stesso Amaldi tramite la donazione di un secondo insieme di manoscritti, rinvenuti presso l'abitazione della sorella di Fermi, Maria, e donati ad Amaldi dalla moglie di Fermi, Laura Capon. Il "Fondo Fermi" della Domus è stato oggetto di un preliminare lavoro di catalogazione negli anni Sessanta, soltanto per quanto riguarda la prima donazione, da parte di Tullio Derenzini, allora Direttore dell'istituto pisano.³ Al fine di realizzare un inventario completo, ed ottenere un quadro più approfondito del materiale conservato alla Domus, nel 2001, in occasione delle celebrazioni per il centenario dalla nascita di Fermi, abbiamo studiato l'intero "Fondo Fermi", realizzando un catalogo pubblicato dalla rivista *Physis*.⁴

L'analisi particolareggiata di questi manoscritti è particolarmente significativa in riferimento alla comprensione dell'attività di ricerca di Fermi poiché egli aveva la tendenza a mettere per iscritto i suoi pensieri relativi alle questioni teoriche e sperimentali via via affrontate. Questo studio ci consente quindi di gettare uno sguardo complessivo sulla sua attività scientifica in Italia, in particolare al fine di comprendere la sua metodologia di lavoro, di scoprire come le sue scoperte vennero alla luce, e di ricostruire l'effettiva organizzazione del lavoro sperimentale portato avanti da Fermi e collaboratori (Edoardo Amaldi, Oscar D'Agostino, Franco Rasetti, Emilio Segrè e Bruno Pontecorvo).

Il corpus del materiale conservato presso l'archivio della Domus Galilaeana riflette tutta l'attività di ricerca realizzata da Fermi in Italia, dagli anni del Liceo fino alla sua emigrazione nel 1938. Tra i manoscritti troviamo, ad esempio, la sua Tesi sui Raggi Röntgen, comprensiva di tre diverse versioni di alcuni capitoli (1922), gli studi preliminari su quella che è ora nota come "statistica di Fermi-Dirac" (1927) e sulla struttura iperfine (1930-33), alcune diverse formulazioni della teoria del decadimento beta (1933-34), e i quaderni di laboratorio sulle misure di radioattività indotta per bombardamento neutronico (1934-35) e sulle misure di assorbimento e diffusione dei neutroni lenti (1935-37).

Oltre al materiale cartaceo, nell'ambito dell'archivio abbiamo individuato anche una collezione di sorgenti radioattive (radon-berillio), costruite dallo stesso Fermi (Fig. 1) ed utilizzate nelle ricerche che portarono

³ T. Derenzini, "Analisi dei manoscritti di Enrico Fermi conservati presso la Domus Galilaeana di Pisa", *Physis* 6 (1964), 75-85.

⁴ M. Leone, N. Robotti, C.A. Segnini, "Fermi Archives at the Domus Galilaeana in Pisa", *Physis* 37 (2000), 501-33.

alla scoperta della radioattività artificiale indotta da neutroni (25 marzo 1934).

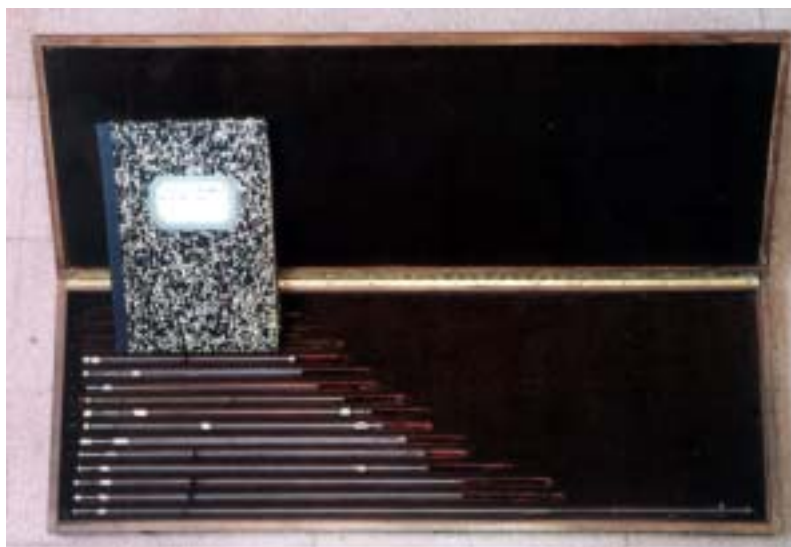


Fig. 1 – Sorgenti radon-berillio conservate alla Domus.

1. Il catalogo delle fonti archivistiche

I documenti conservati presso il Fondo Fermi della Domus Galilaeana sono stati da noi suddivisi in vari gruppi:

1) Quaderni di appunti (27 Notebook dei quali 22 numerati da 1 a 22 e cinque recanti la notazione N1-N5, di questi 19 coprono il periodo dal 1926 al 1937, 8 sono di data incerta).

Si osservi che i quaderni classificati come N1-N5 (per un totale di più di 300 pagine) sono assenti dall'originale catalogazione di Derenzini.

In particolare, il quaderno N1, benché non datato, risale verosimilmente al periodo 1916-18: è quindi un quaderno giovanile (probabilmente il più antico tra i quaderni di Fermi conservati alla Domus), risalente ai tempi del Liceo. In esso sono contenute varie note su argomenti eterogenei (termodinamica, ottica, elettromagnetismo, principio di relatività ecc.).

Degno di particolare menzione è anche il quaderno N2, intitolato "Riassunto di memorie di fisica", contenente i riassunti di numerosi lavori scientifici

letti da Fermi, nonché suoi scritti risalenti al periodo giovanile (anteriori al 1920). Questo quaderno si segnala in particolare per l'ampia rassegna di lavori di fisica moderna citati (dalla relatività alla meccanica quantistica), in controtendenza rispetto agli interessi dominanti nella fisica italiana dell'epoca.

2) Quaderni di laboratorio (9 Reports classificati con le lettere A, B1, B2, B3, B4, C, D, E ed F, datati dal 1934 al 1937).

3) Schede con registrazione dei dati sperimentali sugli esperimenti di radioattività indotta da bombardamento neutronico (553 schede raccolte in 9 fascicoli R1-R9). Si tratta di schede pre-stampate sul fronte e sul retro, e compilate in corrispondenza di ogni singola misura effettuata.

Dall'esame delle Schede e dei Quaderni di laboratorio conservate alla Domus Galilaeana si può facilmente osservare che queste danno una copertura completa di tutto il lavoro sperimentale compiuto a partire dal 20 aprile 1934, fino alla fine del 1935. Purtroppo però, poiché il primo lavoro pubblicato da Fermi sulla radioattività indotta risale al 25 marzo 1934, sembrerebbe che più di un mese di attività di ricerca, il periodo riguardante la fase decisiva della scoperta, non abbia lasciato nessuna traccia scritta.⁵

4) Manoscritti e Dattiloscritti (32 fascicoli suddivisi in: folder 1 (18 cartelle corrispondenti a manoscritti poi divenuti pubblicazioni) e folder 2 (14 cartelle su lavori non pubblicati), dei quali 25 di data incerta, e 7 del periodo 1921- 1936).

5) Corrispondenza (38 lettere del periodo 1927-1941, delle quali 4 di data incerta).

6) Miscellanea di documenti (ritagli di giornali, certificati, fotografie, ecc.).

⁵ Posteriormente alla comunicazione in oggetto è stato rinvenuto, in Avellino, presso l'Istituto "Oscar D'Agostino" il primo quaderno di laboratorio di Enrico Fermi. Su questo si veda: G. Acocella, F. Guerra, N. Robotti, "The first Fermi laboratory notebook on the discovery of the artificial radioactivity induced by neutrons," *Phys. Persp.* **6** (2004), in stampa.

2. Un percorso per immagini

Nelle pagine che seguono ripercorreremo, per immagini, il contenuto del Fondo Fermi, attraverso alcuni tra i documenti più significativi di ciascun gruppo. Il percorso, lungi dal voler essere esauriente, si propone semplicemente di dare un'idea dell'importanza di questo importante patrimonio archivistico, relativo a una delle figure centrali della fisica italiana.

2.1 Quaderni di appunti

L'esempio qui riprodotto è tratto dal "Notebook N3"⁶. Il quaderno in oggetto è composto da 74 pagine e 3 fogli sciolti. Pur non essendo datato, risale verosimilmente al 1934, e contiene alcune formulazioni della teoria del decadimento beta, successivamente pubblicate nell'articolo "Tentativo di una teoria dei raggi Beta", *N. Cim.* 11 (1934), 1-19. Altre notazioni relative a tale teoria sono riportate nei notebook 15 e 16.⁷ Questo quaderno contiene anche note sulla radioattività artificiale.



Fig. 2 – Notebook N3.

⁶ M. Leone, N. Robotti, C.A. Segnini, "Fermi Archives..." cit., 510.

⁷ *Ibid.*, 508.

2.2 Quaderni di laboratorio

L'immagine seguente è tratta dal "Registro B.1".⁸ Tale quaderno di laboratorio, composto da 174 pagine, è suddiviso in due sezioni: la prima copre il periodo compreso tra il 18 ottobre 1934 e il 26 luglio 1935; la seconda, è relativa al periodo tra il 1° ottobre 1935 e il 6 novembre 1935. La prima sezione, dalla quale è tratta l'immagine qui di seguito riportata, verte su misure riguardanti l'effetto delle sostanze idrogenate (in particolare, paraffina) sull'attivazione per bombardamento neutronico. In particolare: rallentamento di neutroni in Argento e Cadmio; attività indotta sull'Uranio; studio del processo di disintegrazione di Boro e Litio prodotto da neutroni lenti, tramite camera a ionizzazione; attivazione del Rodio come funzione della distanza in acqua; esperimenti con fotoneutroni prodotti da raggi gamma del mesotorio in acqua pesante.

La seconda sezione contiene invece misure del cammino di diffusione di neutroni termici in paraffina; vari esperimenti di termalizzazione; vari esperimenti di assorbimento con Rodio, Argento e Cadmio (come rilevatori e assorbitori). I contributi a questa sezione provengono esclusivamente da Fermi e Amaldi.

Nella figura qui di seguito riportata sono riprodotte le pagine ove per la prima volta viene evidenziato l'effetto di sostanze idrogenate sull'attivazione per bombardamento con neutroni (cfr. la successiva pubblicazione: E. Fermi, E. Amaldi, B. Pontecorvo, F. Rasetti, E. Segrè, "Azione di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata da neutroni", *Ric. Sci.* 5 (2) (1934), 282-83).

⁸ *Ibid.*, 512.

⑧ 20 ottobre 34

Accensione neutroni Em + Be che
attivano l'Ag in 4 cm di Paraffina

N.E. $\frac{2000 - 1920}{8} = \frac{80}{8} = 10$

Tot 19 $\frac{2357 - 2070}{3} = \frac{287}{3} = 96$

Con 4 cm paraffina	senza
0' 24 00 } 31	0' 26 10 } 49
1' 25 04 } 31	1' 26 59 } 49
2' 26 11 } 39	0' 28 24 } 58
3' 28 10 } 39	1' 29 28 } 58
4' 30 01 } 70	0' 30 24 } 58
5' 30 51 } 70	1' 31 32 } 58
6' 31 58 } 79	0' 32 49 } 70
7' 33 30 } 79	1' 34 07 } 70

Con 4 cm paraffina	senza
0' 33 36 } 62	0' 34 08 } 41
1' 33 46 } 62	1' 34 50 } 41
2' 34 72 } 72	0' 35 20 } 49
3' 35 49 } 72	1' 36 13 } 49
	468
	102
	570

4770

Fig. 3 – Registro B.1.

2.3 Schede con registrazione dei dati sperimentali

La scheda qui di seguito riportata (Figura 4 fronte/retro) è classificata all'interno del "Registro R2",⁹ contenente 47 moduli prestampati, relativi ad esperimenti di attivazione condotti sull'Uranio tra il 28 aprile 1934 e il 5 luglio 1934.

I dati riportati sul retro della scheda riguardano intervallo di conteggio (t), numero di conteggi (N), conteggi parziali (Diff.) e impulsi al minuto (Imp/min).

⁹ *Ibid.*, 513.

Numero 11234
 Data 11 maggio 1955
 Conto n. 12, 45 di 10, 15 verso di
 Conto indicazione Spese in servizio

Spese da pagare vedere agente

Spese di Conto Sp
 Spese in Conto Sp

Paga da pagare di Conto Sp
 Spese di Conto Sp

BANCHE

471

Conto	Spese	Conto	Spese	Conto	Spese
10	1000	10	1000	10	1000
11	1000	11	1000	11	1000
12	1000	12	1000	12	1000
13	1000	13	1000	13	1000
14	1000	14	1000	14	1000
15	1000	15	1000	15	1000
16	1000	16	1000	16	1000
17	1000	17	1000	17	1000
18	1000	18	1000	18	1000
19	1000	19	1000	19	1000
20	1000	20	1000	20	1000
21	1000	21	1000	21	1000
22	1000	22	1000	22	1000
23	1000	23	1000	23	1000
24	1000	24	1000	24	1000
25	1000	25	1000	25	1000
26	1000	26	1000	26	1000
27	1000	27	1000	27	1000
28	1000	28	1000	28	1000
29	1000	29	1000	29	1000
30	1000	30	1000	30	1000

Fig. 4- Esempio di scheda tratta da Registro R2 (fronte/retro).

2.4 Manoscritti e dattiloscritti

Tra i manoscritti conservati all'interno del Fondo Fermi vi sono due versioni della sua "Tesi di abilitazione" discussa in data 20 giugno 1922 presso la Scuola Normale Superiore di Pisa, classificate rispettivamente come Box III, Folder 1, fascicoli "M1k" e "M1l".¹⁰ Nel primo è contenuto un dattiloscritto di 6 pagine, incompleto e non datato, intitolato "Un nuovo teorema di calcolo delle probabilità". Si tratta di una bozza della prima parte della Tesi di abilitazione (poi pubblicata come: "Sopra una formula di calcolo delle probabilità", *N. Cim.* 3 (1926), 313-18). Il secondo fascicolo contiene invece una bozza manoscritta di 13 pagine, non datata e ricca di correzioni, intitolata "Un nuovo teorema di calcolo delle probabilità".¹¹



Fig. 5 – Tesi di abilitazione (Scuola Normale Superiore, Pisa).

¹⁰ *Ibid.*, 516-17.

¹¹ Sulla Tesi di abilitazione cfr. G. Polvani, in E. Fermi, *Note e Memorie*, Accademia dei Lincei – Chicago University Press, Roma – Chicago 1963; p. 227.

2.5 Corrispondenza

L'esempio di lettera qui di seguito riportato (catalogato come "Lettera L7"¹²) concerne la ben nota comunicazione inviata a Fermi in data 23 aprile 1934, nella quale Ernest Rutherford si complimenta per l'esito degli esperimenti di radioattività indotta condotti dal fisico italiano e si congratula con lui "per il successo della fuga dalla sfera della fisica teorica". Presso il Fondo Fermi della Domus sono conservate altre tre lettere di Rutherford a Fermi (L11-L13).

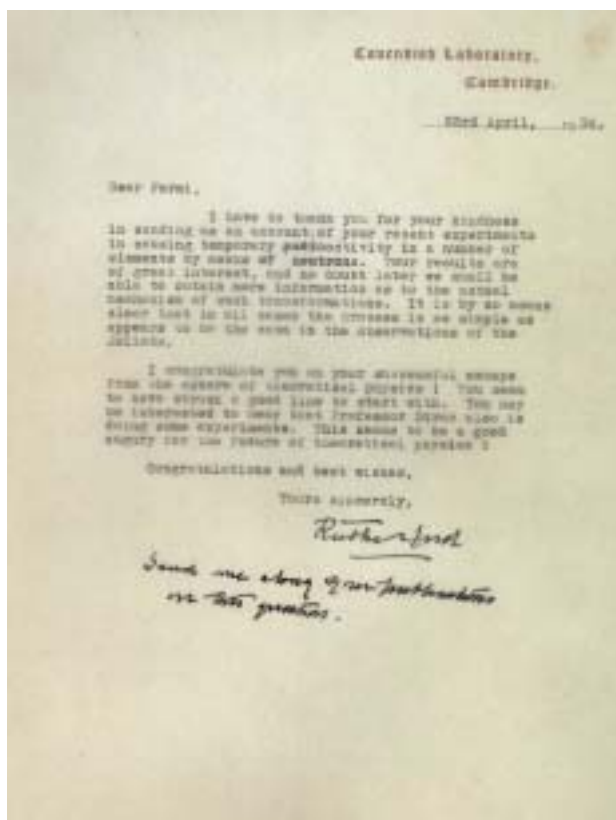


Fig. 6 – Lettera L7.

¹² *Ibid.*, 520.

2.6 Miscellanea

Tra il materiale conservato in questa sezione vi sono alcune foto, come quella di seguito riportata, scattata ad Amburgo, in data 27 febbraio 1931, e ritraente Fermi in compagnia di Franck. La foto in oggetto è classificata come “V8” nell’archivio della Domus.¹³



Fig. 7 – Fotografia V8.

3. Conclusioni

Come abbiamo cercato di mostrare, l’archivio Fermi della Domus Galilaeana custodisce materiale molto interessante, che merita senza dubbio di essere studiato a fondo. Si tenga inoltre presente che le scoperte di Fermi sono state finora ricostruite soltanto dai suoi collaboratori (Edoardo Amaldi, Oscar D’Agostino, Bruno Pontecorvo, Franco Rasetti, Emilio Segrè) sulla base di ricordi personali molto posteriori, o da storici che hanno fatto di queste ricostruzioni il loro punto di partenza. Di conseguenza, un’analisi storica, fondata sugli scritti originali di Fermi, può sicuramente gettare una luce originale sulle scoperte fatte da questo nostro grande fisico, nel suo periodo di permanenza in Italia.

¹³ *Ibid.*, 525.