Lise Meitner and the Nuclear Fission

Peter Nielaba
Physics Department, University of Konstanz

KWIM Festtage
7. November 2018

The protagonists

Meitner and Hahn, about 1935. (Courtesy Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin)

The protagonists

Fritz Strassmann in 1936, age 34. (© Hanne Zapp-Berghäuser, Courtesy Irmgard Strassmann)

The protagonists

Otto Robert Frisch, age 29, shortly before emigrating from Germany in 1933. (Courtesy Ulla Frisch)

Scientific publications

1906. Wärmeleitung in inhomogenen Körpern. II. *Phys. Inst. Wien*, Bd. **115**, Abt. IIa, 125. (Dissertation, Dr. phil.)
1906. Über einige Folgerungen, die sich aus den Fresnel'schen Reflexions formeln ergeben. *S. Ber. preuss Akad. Wiss.; Math. Natur-Klasse* **115**, Abt. IIa, June 1906.
1906. Über die Absorption der α- und β-Strahlen. *Phys. Z.* **7**, 588.
1907. Über die Zerstreuung der α-Strahlen. *Phys. Z.* **8**, 489.
1908. (With O. Hahn.) Über die Absorption der β-Strahlen einiger Radioelemente. *Phys. Z.* **9**, 321.
1908. (With O. Hahn.) Actinium C, ein neues kurzlebiges Produkt des Actiniums. *Phys. Z.* **9**, 649.
1908. (With O. Hahn.) Über die β-Strahlen des Actiniums. *Phys. Z.* **9**, 697.
1909. (With O. Hahn.) Eine neue Methode zur Herstellung radioaktiver Zerfallsprodukte; Thorium D, ein kurzlebiges Produkt des Thoriums. *Verh. dt. phys. Ges.* **11**, 55.
1909. Strahlen und Zerfallsprodukte des Radiums. *Verh. dt. phys. Ges.* **11**, 648.
1909. (With O. Hahn.) Die Ausstossung radioaktiver Materie bei den Umwandlungen des Radiums. *Phys. Z.* **10**, 422.
1909. (With O. Hahn.) Nachweis der komplexen Natur von Radium C. *Phys. Z.* **10**, 697.
1909. (With O. Hahn.) Über eine typische β-Strahlung des eigentlichen Radiums. *Phys. Z.* **10**, 741.
1909. (With O. Hahn.) Über das Absorptionsgesetz der β-Strahlen. *Phys. Z.* **10**, 948.
1910. (With O. Hahn.) Eine neue β-Strahlung beim Thorium X; Analogien in der Uran- und Thoriumreihe. *Phys. Z.* **11**, 493.
1911. Vorträge aus dem Gebiet der Radioaktivität. *Phys. Z.* **12**, 147.
1911. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Über die β-Strahlen des aktiven Niederschlags des Thoriums. *Phys. Z.* **12**, 273.
1911. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Nachweis von β-Strahlen bei Radium D. *Phys. Z.* **12**, 378.
1911. Über einige einfache Herstellungsmethoden radioaktiver Zerfallsprodukte. *Phys. Z.* **12**, 1094.
1911. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Magnetische Spektren der β-Strahlen des Radiums. *Phys. Z.* **12**, 1099.
1911. (With J. Franck.) Über radioaktive Ionen. *Verh. dt. phys. Ges.* **13**, 671.
1912. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen des Thoriums. *Phys. Z.* **13**, 264.
1912. (With O. Hahn.) Über die Verteilung der β-Strahlen auf die einzelnen Produkte des aktiven Niederschlags des Thoriums. *Phys. Z.* **13**, 390.
1912. Über das Zerfallsschema des aktiven Niederschlags des Thoriums. *Phys. Z.* **13**, 623.
1913. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen des Radioactiniums und seiner Zerfallsprodukte. *Phys. Z.* **14**, 321.
1913. (With O. Hahn.) Zur Frage nach der komplexen Natur des Radioactiniums und der Stellung des Actiniums im Periodischen System. *Phys. Z.* **14**, 752.
1913. (With O. Hahn.) Über das Uran X_2. *Phys. Z.* **14**, 758.

1913. (With O. Hahn.) Über die Verteilung der γ-Strahlen auf die einzelnen Produkte der Thoriumreihe. *Phys. Z.* **14**, 873.
1914. (With O. Hahn.) Über das Uran Y. *Phys. Z.* **15**, 236.
1914. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen des Uran X. *Phys. Z.* **15**, 649.
1915. Über die α-Strahlung des Wismuts aus Pechblende. *Phys. Z.* **16**, 4.
1915. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen von Radiothor und Thorium X. *Phys. Z.* **16**, 6.
1915. Über die β-Strahlen von Ra D und das Absorptionsgesetz der β-Strahlen. *Phys. Z.* **16**, 272.
1918. (With O. Hahn.) Die Muttersubstanz des Actiniums, ein neues radioaktives Element von langer Lebensdauer. *Phys. Z.* **19**, 208.
1918. Ueber das Protactinium. *Naturwissenschaften*, **6**, 324.
1918. Die Lebensdauer von Radiothor, Mesothor und Thorium. *Phys. Z.* **19**, 257.
1919. (With O. Hahn.) Über das Protactinium und die Lebensdauer des Actiniums. *Phys. Z.* **20**, 127.
1919. (With O. Hahn.) Der Ursprung des Actiniums. *Phys. Z.* **20**, 529.
1919. (With O. Hahn.) Über die chemischen Eigenschaften des Protactiniums. *Ber. dt. chem. Ges.* **52**, 1812.
1920. (With O. Hahn.) Über die Anwendung der Verschiebungsregel auf gleichzeitig α- und β-Strahlen aussendende Substanzen. *Z. Phys.* **2**, 260.
1920. (With O. Hahn.) Über die Eigenschaften des Protactiniums. *Ber. dt. chem. Ges.* **54**, Heft 1.
1921. Über die verschiedenen Arten des radioaktiven Zerfalls und die Möglichkeit ihrer Deutung aus der Kernstruktur. *Z. Phys.* **4**, 146.
1921. Radioaktivität und Atomkonstitution. *Festschrift, Kaiser Wilhelm Ges.* p. 154.
1922. (With O. Hahn.) Notiz über den Protactiniumgehalt in Pechblenderückständen und das Abzweigungsverhältnis der Actiniumreihe. *Z. Phys.* **8**, 202.
1922. Über die Entstehung der β-Strahl-Spektren radioaktiver Substanzen. *Z. Phys.* **9**, 131.
1922. Ueber den Zusammenhang zwischen β- und γ-Strahlen. *Z. Phys.* **9**, 145.
1922. Über die β-Strahl-Spektra und ihren Zusammenhang mit der γ-Strahlung. *Z. Phys.* **11**, 35.
1922. Über die Wellenlänge der γ-Strahlen. *Naturwissenschaften*, **16**, 1.
1923. Das β-Strahlspektrum von UX_1 und seine Deutung. *Z. Phys.* **17**, 54.
1923. (With O. Hahn.) Die γ-Strahlen von Uran X und ihre Zuordnung zu Uran X_1 und Uran X_2. *Z. Phys.* **17**, 157.
1923. Über eine mögliche Deutung des kontinuierlichen β-Strahlenspektrums. *Z. Phys.* **19**, 307.
1923. (With O. Hahn.) Über die Eigenschaften des Protactiniums. II. Mitteilung: seine Lebensdauer und sein Gehalt in Uranmineralien. *Ber. dt. chem. Ges.* **54**, 69.
1924. Über eine notwendige Folgerung aus dem Comptoneffekt und ihre Bestätigung. *Z. Phys.* **22**, 334.
1924. (With O. Hahn.) Das β-Strahlenspektrum von Radium und seine Deutung. *Z. Phys.* **26**, 161.
1924. Über die Rolle der γ-Strahlen beim Atomzerfall *Z. Phys.* **26**, 169.
1924. Der Zusammenhang zwischen β- und γ-Strahlen *Ergebn. Exakt. Naturwiss.* **3**, 160.
1924. (With K. Freitag.) Photographischer Nachweis von α-Strahlen langer Reichweite nach der Wilsonschen Nebelmethode. *Naturwissenschaften*, **12**, 634.
1924. Über die Energieentwicklung bei radioaktiven Zerfallprozessen. *Naturwissenschaften*, **12**, 1146.
1924. Die Sichtbarmachung der Atome. *Kaiser-Wilhelm Inst. Chem.*, Annual report.
1925. (With O. Hahn.) Die β-Strahlspektren von Radioactinium und seinen Zerfallsprodukten. *Z. Phys.* **34**, 795.

1925. Die γ-Strahlung der Actiniumreihe und der Nachweis, dass die γ-Strahlen erst nach erfolgtem Atomzerfall emittiert werden. *Z. Phys.* **34**, 807.
1926. (With K. Freitag.) Über die α-Strahlen des Th C+C' und ihr Verhalten beim Durchgang durch verschiedene Gase. *Z. Phys.* **37**, 481. (Correction *Z. Phys.* **38**, 574.).
1926. Einige Bemerkungen zur Isotopie der Elemente. *Naturwissenschaften*, **14**, 719.
1926. Neue Arbeiten über die Streuung der α-Strahlen und den Aufbau der Atomkerne. *Naturwissenschaften*, **14**, 863.
1926. Experimentelle Bestimmung der Reichweite homogener β-Strahlen. *Naturwissenschaften*, **14**, 1199.
1926. Die Kernstruktur. *Handb. d. Phys.* **22**, 124.
1927. (With M. v. Laue.) Die Berechnung der Reichweitestreuung aus Wilson-Aufnahmen. *Z. Phys.* **41**, 397.
1928. Das β-Strahlenspektrum des Radiothors als Absorptionsspektrum seiner γ-Strahlen. *Z. Phys.* **52**, 637.
1928. Das γ-Strahlenspektrum des Radiothors in Emission. *Z. Phys.* **52**, 645.
1928. Das γ-Strahlenspektrum des Protactiniums und die Energie der γ-Strahlen bei α- und β-Strahlenumwandlungen. *Z. Phys.* **50**, 15.
1928. Über geeignete Dampf-Gasgemische für verschiedene Versuche nach der Wilsonschen Nebelmethode. *Z. phys. Chem.* **139**, 717.
1929. Energieverteilung der primaeren β-Strahlen und die daraus zu folgende γ-Strahlung. *Phys. Z.* **30**, 515.
1929. Das β-Strahlenspektrum des Radiothors in Emission. *Z. Phys.* **52**, 645.
1929. Die Höhenstrahlung und ihre Beziehung zu physikalischen und kosmischen Vorgängen. *Z. angew. Chem.* **42**, 345.
1929. *Die γ-Strahlen*. Müller-Pouillet II, 3, **11**, 132.
1930. (With W. Orthmann.) Über eine absolute Bestimmung der Energie der primären β-Strahlen von Radium E. *Z. Phys.* **60**, 143.
1930. (With H. H. Hupfeld.) Prüfung der Streuungsformel von Klein und Nishina an kurzwelliger γ-Strahlung. *Phys. Z.* **31**, 947.
1930. (With H. H. Hupfeld.) Über die Prüfung der Streuungsformel von Klein und Nishina an kurzwelliger γ-Strahlung. *Naturwissenschaften*, **18**, 534.
1931. (With H. H. Hupfeld.) Über das Absorptionsgesetz für kurzwellige γ-Strahlung. *Z. Phys.* **67**, 147.
1931. (Mitglieder: M. Curie, A. Debierne, A. S. Eve, H. Geiger, O. Hahn, S. C. Lind, St. Meyer, E. Rutherford, E. Schweidler.) (Experten: J. Chadwick, I. Joliot-Curie, K. W. F. Kohlrausch, A. F. Kovarik, L. W. McKeehan, L. Meitner u. H. Schlundt.) Die radioaktiven Konstanten nach dem Stand von 1930. *Phys. Z.* **32**, 569.
1931. Die Bedeutung des Atomgewichtes in der modernen Physik. *Ber. dt. chem. Ges.* **64**, 149.
1931. Über Wechselbeziehungen zwischen Masse und Energie. *Z. Vereines dt. Ing.* **75**, 977.
1931. Über die Ionisierungswahrscheinlichkeit innerer Niveaus durch schnelle Korpuskularstrahlen und eine Methode zu ihrem Nachweis. *Naturwissenschaften*, **19**, 497.
1931. (With O. Hahn.) Lord Rutherford zum 60. Geburtstag. *Naturwissenschaften*, **19**, 729.
1931. (With O. Hahn.) Notiz über die Entdeckung des Protactiniums. *Naturwissenschaften*, **19**, 738.
1931. (With H. H. Hupfeld.) Über das Streugesetz kurzwelliger γ-Strahlen. *Naturwissenschaften*, **19**, 775.
1931. (With K. Philipp.) Das γ-Spektrum von Th C'' und die Gamowsche Theorie der α-Feinstruktur. *Naturwissenschaften*, **19**, 1007.
1932. (With O. Hahn.) Zu A. v. Grosse: Entdeckung und Isolierung der Elements 91. *Naturwissenschaften*, **20**, 363.
1932. (With H. H. Hupfeld.) Über die Streuung kurzwelliger γ-Strahlung an schweren Elementen. *Z. Phys.* **75**, 705.

1932. (With K. Philipp.) Über die Wechselwirkung zwischen Neutronen und Atomkernen. *Naturwissenschaften*, **20**, 929.
1932. Die Bedeutung der β- und γ-Strahlen für die Atomforschung. *Z. Elektrochem.* **38**, 490.
1933. (With K. Philipp.) Die γ-Strahlen von Th C und Th C'' und die Feinstruktur der α-Strahlen. *Z. Phys.* **80**, 277.
1933. (With H. Kösters.) Über die Streuung kurzwelliger γ-Strahlen. *Z. Phys.* **84**, 137.
1933. Streuung kurzwelliger γ-Strahlen. *Helvet. Phys. Acta*, **6**, 445.
1933. (With K. Philipp.) Weitere Versuche mit Neutronen. *Z. Phys.* **87**, 484.
1933. (With O. Hahn.) Zur Entstehungsgeschichte der Bleiarten. *Naturwissenschaften*, **21**, 237.
1933. (With K. Philipp.) Die bei Neutronenanregung auftretenden Elektronenbahnen. *Naturwissenschaften*, **21**, 286.
1933. (With K. Philipp.) Die Anregung positiver Elektronen durch γ-Strahlen von Th C''. *Naturwissenschaften*, **21**, 468.
1933. (With Kan Chang Wang.) Der innere Photoeffekt der γ-Strahlen. *Naturwissenschaften*, **21**, 594.
1934. (With K. Philipp.) Weitere Versuche mit Neutronen. *Z. Phys.* **87**, 484.
1934. Über die von I. Curie und F. Joliot entdeckte künstliche Radioaktivität. *Naturwissenschaften*, **22**, 172.
1934. Die Streuung harter γ-Strahlen. *Naturwissenschaften*, **22**, 174.
1934. Das Energiespektrum der positiven Elektronen aus Aluminium. *Naturwissenschaften*, **22**, 388.
1934. Über die Erregung künstlicher Radioaktivität in verschiedenen Elementen. *Naturwissenschaften*, **22**, 420.
1934. Atomkern und periodisches System der Elemente. *Naturwissenschaften*, **22**, 733.
1934. Über die Umwandlung der Elemente durch Neutronen. *Naturwissenschaften*, **22**, 759.
1934. Neuere Atomkernprozesse. (Forschung und Fortschritt.) *Kaiser Wilhelm Inst. Berl.* **10**, 246.
1935. (With O. Hahn.) Über die künstliche Umwandlung des Urans durch Neutronen. *Naturwissenschaften*, **23**, 37.
1935. (With O. Hahn.) Über die künstliche Umwandlung des Urans durch Neutronen. (II. Mitteil.) *Naturwissenschaften*, **23**, 230.
1935. (With O. Hahn.) Die künstliche Umwandlung des Thoriums durch Neutronen: Bildung der bisher fehlenden radioaktiven 4n+1 Reihe. *Naturwissenschaften*, **23**, 320.
1935. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Einige weitere Bemerkungen über die künstlichen Umwandlungsprodukte beim Uran. *Naturwissenschaften*. **23**, 544.
1936. (With O. Hahn.) Neue Umwandlungsprozesse bei Bestrahlung des Urans mit Neutronen. *Naturwissenschaften*, **24**, 158.
1936. *Kernphysikalische Vorträge am Physikalischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule*. Verlag Julius Springer.
1936. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Neue Umwandlungsprozesse bei Neutronenbestrahlung des Urans; Elemente jenseits Uran. *Ber. dt. chem. Ges.* **69**, 905.
1936. (With O. Hahn.) Künstliche radioaktive Atomarten aus Uran und Thorium. (Dt. Chem. Ges. Berlin, Sitzung 13.1.36.) *Angew. Chem.* **49**, 127.
1937. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Über die Umwandlungsreihen des Urans, die durch Neutronenbestrahlung erzeugt werden. *Z. Phys.* **106**, 249.
1937. β and γ rays of elements beyond uranium. *Ann'n Phys.* **29**, 246.
1937. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Über die Trans-Urane und ihr chem. Verhalten. *Ber. dt. chem. Ges.* **70**, 1374.
1938. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Künstliche Umwandlungsprozesse bei Bestrahlung des Thoriums mit Neutronen; Auftreten isomerer Reihen durch Abspaltung von α-Strahlen. *Z. Phys.* **109**, 538.

1938. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Ein neues langlebiges Umwandlungsprodukt in den Trans-Uranreihen. *Naturwissenschaften*, **26**, 475.
1938. (With O. Hahn.) Trans-Urane als künstliche radioaktive Umwandlungsprodukte des Urans. *Scientia*. Jan. 1938.
1939. (With O. R. Frisch.) Disintegration of Uranium by Neutrons; a new type of Nuclear Reaction. *Nature, Lond.* **143**, 239.
1939. (With O. R. Frisch.) Products of the Fission of the Uranium Nucleus. *Nature, Lond.* **143**, 471.
1939. (With O. R. Frisch.) Products of the fission of uranium and thorium under neutron bombardment. *Kgl. Danske Vid. Selskab, mat.-fys. Medd.* **17**, 5.
1939. New Products of the Fission of the Thorium Nucleus. *Nature, Lond.* **143**, 637.
1940. Capture cross-sections for thermal neutrons in thorium, lead and uranium 238. *Nature, Lond.* **145**, 422.
1941. Resonance energy of the Th capture process. *Phys. Rev.* **60**, 58.
1941. Behaviour of rare earths under neutron bombardment. *Ark. Mat. Astr. Fys.* **27A**, 3, No. 17 (18 pp.).
1942. Radiations emitted by Scandium 46. *Ark. Mat. Astr. Fys.* **28B**, 4, No. 14 (6 pp.).
1943. A simple method for the investigation of secondary electrons excited by γ rays and the interference of these electrons with measurements of primary β-ray spectra. *Phys. Rev.* **63**, 73. *Phys. Rev.* **63**, 384: Erratum. Also *Ark. Mat. Astr. Fys.* **29A**, No. 17 (14 pp.).
1945. Disintegration scheme of scandium 46. *Ark. Mat. Astr. Fys.* **32A**, No. 6 (11 pp.).
1945. Attempt to single out some fission processes of uranium by using the differences in their energy release. *Rev. Mod. Phys.* **17**, 287.
1946. Radioactive nuclei produced by irradiation of copper with deuterons. *Ark. Mat. Astr. Fys.* **33A**, 1, paper 3 (12 pp.).
1948. Einige Bemerkungen zu den Einfangsquerschnitten langsamer und schneller Neutronen bei schwereren Elementen. *Annln Phys.* **3**, 115.
1949. Otto Hahn zum 8. März 1949. *Z. f. Naturforschung*, **4a**, 81.
1950. Spaltung und Schalenmodell des Atomkerns. *Ark. Fys.* **4**, 383 (see *Nature, Lond.* 1950, **165**, 561).
1952. Die Anwendung des Ruckstosses bei Atomkernprozessen. *Z. Phys.* **133**, 141.
1954. Einige Erinnerungen an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem. *Naturwissenschaften* **41**, 97.
1960. The status of women in the professions. *Physics Today*, **13**, August, p. 17.
1964. Looking back. *Bulletin Atomic Scientists*, November 1964, p. 2.

O.R.Frisch „Lise Meitner, 1878-1968“ Biographic Memoirs of Fellows of the Royal Society 16, 405 (1970).

Scientific publications

1906. Wärmeleitung in inhomogenen Körpern. II. Phys. Inst. Wien, Bd. 115, Abt. IIa, 125. (Dissertation, Dr. phil.)
1906. Über einige Folgerungen, die sich aus den Fresnel'schen Reflexions formeln ergeben. S. Ber. preuss Akad. Wiss.; Math. Natur-Klasse 115, Abt. IIa, June 1906.
1906. Über die Absorption der α- und β-Strahlen. Phys. Z. 7, 588.
1907. Über die Zerstreuung der α-Strahlen. Phys. Z. 8, 489.
1908. (With O. Hahn.) Über die Absorption der β-Strahlen einiger Radioelemente. Phys. Z. 9, 321.
1908. (With O. Hahn.) Actinium C, ein neues kurzlebiges Produkt des Actiniums. Phys. Z. 9, 649.
1908. (With O. Hahn.) Über die β-Strahlen des Actiniums. Phys. Z. 9, 697.
1909. (With O. Hahn.) Eine neue Methode zur Herstellung radioaktiver Zerfallsprodukte; Thorium D, ein kurzlebiges Produkt des Thoriums. Verh. dt. phys. Ges. 11, 55.
1909. Strahlen und Zerfallsprodukte des Radiums. Verh. dt. phys. Ges. 11, 648.
1909. (With O. Hahn.) Die Ausstossung radioaktiver Materie bei den Umwandlungen des Radiums. Phys. Z. 10, 422.
1909. (With O. Hahn.) Nachweis der komplexen Natur von Radium C. Phys. Z. 10, 697.
1909. (With O. Hahn.) Über eine typische β-Strahlung des eigentlichen Radiums. Phys. Z. 10, 741.
1909. (With O. Hahn.) Über das Absorptionsgesetz der β-Strahlen. Phys. Z. 10, 948.
1910. (With O. Hahn.) Eine neue β-Strahlung beim Thorium X; Analogien in der Uran- und Thoriumreihe. Phys. Z. 11, 493.
1911. Vorträge aus dem Gebiet der Radioaktivität. Phys. Z. 12, 147.
1911. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Über die β-Strahlen des aktiven Niederschlags des Thoriums. Phys. Z. 12, 273.
1911. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Nachweis von β-Strahlen bei Radium D. Phys. Z. 12, 378.
1911. Über einige einfache Herstellungsmethoden radioaktiver Zerfallsprodukte. Phys. Z. 12, 1094.
1911. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Magnetische Spektren der β-Strahlen des Radiums. Phys. Z. 12, 1099.
1911. (With J. Franck.) Über radioaktive Ionen. Verh. dt. phys. Ges. 13, 671.
1912. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen des Thoriums. Phys. Z. 13, 264.
1912. (With O. Hahn.) Über die Verteilung der β-Strahlen auf die einzelnen Produkte des aktiven Niederschlags des Thoriums. Phys. Z. 13, 390.
1912. Über das Zerfallsschema des aktiven Niederschlags des Thoriums. Phys. Z. 13, 623.
1913. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen des Radioactiniums und seiner Zerfallsprodukte. Phys. Z. 14, 321.
1913. (With O. Hahn.) Zur Frage nach der komplexen Natur des Radioactiniums und der Stellung des Actiniums im Periodischen System. Phys. Z. 14, 752.
1913. (With O. Hahn.) Über das Uran X_2. Phys. Z. 14, 758.

1913. (With O. Hahn.) Über die Verteilung der γ-Strahlen auf die einzelnen Produkte der Thoriumreihe. Phys. Z. 14, 873.
1914. (With O. Hahn.) Über das Uran Y. Phys. Z. 15, 236.
1914. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen des Uran X. Phys. Z. 15, 649.
1915. Über die α-Strahlung des Wismuts aus Pechblende. Phys. Z. 16, 4.
1915. (With O. v. Baeyer & O. Hahn.) Das magnetische Spektrum der β-Strahlen von Radiothor und Thorium X. Phys. Z. 16, 6.
1915. Über die β-Strahlen von Ra D und das Absorptionsgesetz der β-Strahlen. Phys. Z. 16, 272.
1918. (With O. Hahn.) Die Muttersubstanz des Actiniums, ein neues radioaktives Element von langer Lebensdauer. Phys. Z. 19, 208.
1918. Ueber das Protactinium. Naturwissenschaften, 6, 324.
1918. Die Lebensdauer von Radiothor, Mesothor und Thorium. Phys. Z. 19, 257.
1919. (With O. Hahn.) Über das Protactinium und die Lebensdauer des Actiniums. Phys. Z. 20, 127.
1919. (With O. Hahn.) Der Ursprung des Actiniums. Phys. Z. 20, 529.
1919. (With O. Hahn.) Über die chemischen Eigenschaften des Protactiniums. Ber. dt. chem. Ges. 52, 1812.
1920. (With O. Hahn.) Über die Anwendung der Verschiebungsregel auf gleichzeitig α- und β-Strahlen aussendende Substanzen. Z. Phys. 2, 260.
1920. (With O. Hahn.) Über die Eigenschaften des Protactiniums. Ber. dt. chem. Ges. 54, Heft 1.
1921. Über die verschiedenen Arten des radioaktiven Zerfalls und die Möglichkeit ihrer Deutung aus der Kernstruktur. Z. Phys. 4, 146.
1921. Radioaktivität und Atomkonstitution. Festschrift, Kaiser Wilhelm Ges. p. 154.
1922. (With O. Hahn.) Notiz über den Protactiniumgehalt in Pechblenderückständen und das Abzweigungsverhältnis der Actiniumreihe. Z. Phys. 8, 202.
1922. Über die Entstehung der β-Strahl-Spektren radioaktiver Substanzen. Z. Phys. 9, 131.
1922. Ueber den Zusammenhang zwischen β- und γ-Strahlen. Z. Phys. 9, 145.
1922. Über die β-Strahl-Spektra und ihren Zusammenhang mit der γ-Strahlung. Z. Phys. 11, 35.
1922. Über die Wellenlänge der γ-Strahlen. Naturwissenschaften, 16, 1.
1923. Das β-Strahlspektrum von UX_1 und seine Deutung. Z. Phys. 17, 54.
1923. (With O. Hahn.) Die γ-Strahlen von Uran X und ihre Zuordnung zu Uran X_1 und Uran X_2. Z. Phys. 17, 157.
1923. Über eine mögliche Deutung des kontinuierlichen β-Strahlenspektrums. Z. Phys. 19, 307.
1923. (With O. Hahn.) Über die Eigenschaften des Protactiniums. II. Mitteilung: seine Lebensdauer und sein Gehalt in Uranmineralien. Ber. dt. chem. Ges. 54, 69.
1924. Über eine notwendige Folgerung aus dem Comptoneffekt und ihre Bestätigung. Z. Phys. 22, 334.
1924. (With O. Hahn.) Das β-Strahlenspektrum von Radium und seine Deutung. Z. Phys. 26, 161.
1924. Über die Rolle der γ-Strahlen beim Atomzerfall. Z. Phys. 26, 169.
1924. Der Zusammenhang zwischen β- und γ-Strahlen. Ergebn. Exakt. Naturwiss. 3, 160.
1924. (With K. Freitag.) Photographischer Nachweis von α-Strahlen langer Reichweite nach der Wilsonschen Nebelmethode. Naturwissenschaften, 12, 634.
1924. Über die Energieentwicklung bei radioaktiven Zerfallprozessen. Naturwissenschaften, 12, 1146.
1924. Die Sichtbarmachung der Atome. Kaiser-Wilhelm Inst. Chem., Annual report.
1925. (With O. Hahn.) Die β-Strahlspektren von Radioactinium und seinen Zerfallsprodukten. Z. Phys. 34, 795.

1925. Die γ-Strahlung der Actiniumreihe und der Nachweis, dass die γ-Strahlen erst nach erfolgtem Atomzerfall emittiert werden. Z. Phys. 34, 807.
1926. (With K. Freitag.) Über die α-Strahler des Th C+C' und ihr Verhalten beim Durchgang durch verschiedene Gase. Z. Phys. 37, 481. (Correction Z. Phys. 38, 574.).
1926. Einige Bemerkungen zur Isotopie der Elemente. Naturwissenschaften, 14, 719.
1926. Neue Arbeiten über die Streuung der α-Strahlen und den Aufbau der Atomkerne. Naturwissenschaften, 14, 863.
1926. Experimentelle Bestimmung der Reichweite homogener β-Strahlen. Naturwissen-, schaften, 14, 1199.
1926. Die Kernstruktur. Handb. d. Phys. 22, 124.
1927. (With M. v. Laue.) Die Berechnung der Reichweitestreuung aus Wilson-Aufnahmen. Z. Phys. 41, 397.
1928. Das β-Strahlenspektrum des Radiothors als Absorptionsspektrum seiner γ-Strahlen. Z. Phys. 52, 637.
1928. Das γ-Strahlenspektrum des Radiothors in Emission. Z. Phys. 52, 645.
1928. Das γ-Strahlenspektrum des Protactiniums und die Energie der γ-Strahlen bei α- und β-Strahlenumwandlungen. Z. Phys. 50, 15.
1928. Über geeignete Dampf-Gasgemische für verschiedene Versuche nach der Wilsonschen Nebelmethode. Z. phys. Chem. 139, 717.
1929. Energieverteilung der primaeren β-Strahlen und die daraus zu folgende γ-Strahlung. Phys. Z. 30, 515.
1929. Das β-Strahlenspektrum des Radiothors in Emission. Z. Phys. 52, 645.
1929. Die Höhenstrahlung und ihre Beziehung zu physikalischen und kosmischen Vorgängen. Z. angew. Chem. 42, 345.
1929. Die γ-Strahlen. Müller-Pouillet II, 3, 11, 132.
1930. (With W. Orthmann.) Über eine absolute Bestimmung der Energie der primären β-Strahlen von Radium E. Z. Phys. 60, 143.
1930. (With H. H. Hupfeld.) Prufung der Streuungsformel von Klein und Nishina an kurzwelliger γ-Strahlung. Phys. Z. 31, 947.
1930. (With H. H. Hupfeld.) Über die Prüfung der Streuungsformel von Klein und Nishina an kurzwelliger γ-Strahlung. Naturwissenschaften, 18, 534.
1931. (With H. H. Hupfeld.) Über das Absorptionsgesetz für kurzwellige γ-Strahlung. Z. Phys. 67, 147.
1931. (Mitglieder: M. Curie, A. Debierne, A. S. Eve, H. Geiger, O. Hahn, S. C. Lind, St. Meyer, E. Rutherford, E. Schweidler.) (Experten: J. Chadwick, I. Joliot-Curie, K. W. F. Kohlrausch, A. F. Kovarik. L. W. McKeehan, L. Meitner u. H. Schlundt.) Die radioaktiven Konstanten nach dem Stand von 1930. Phys. Z. 32, 569.
1931. Die Bedeutung des Atomgewichtes in der modernen Physik. Ber. dt. chem. Ges. 64, 149.
1931. Über Wechselbeziehungen zwischen Masse und Energie. Z. Vereines dt. Ing. 75, 977.
1931. Über die Ionisierungswahrscheinlichkeit innerer Niveaus durch schnelle Korpuskularstrahlen und eine Methode zu ihrem Nachweis. Naturwissenschaften, 19, 497.
1931. (With O. Hahn.) Lord Rutherford zum 60. Geburtstag. Naturwissenschaften, 19, 729.
1931. (With O. Hahn.) Notiz über die Entdeckung des Protactiniums. Naturwissenschaften, 19, 738.
1931. (With H. H. Hupfeld.) Über das Streugesetz kurzwelliger γ-Strahlen. Naturwissenschaften, 19, 775.
1931. (With K. Philipp.) Das γ-Spektrum von Th C'' und die Gamowsche Theorie der α-Feinstruktur. Naturwissenschaften, 19, 1007.
1932. (With O. Hahn.) Zu A. v. Grosse: Entdeckung und Isolierung der Elements 91. Naturwissenschaften, 20, 363.
1932. (With H. H. Hupfeld.) Über die Streuung kurzwelliger γ-Strahlung an schweren Elementen. Z. Phys. 75, 705.

1932. (With K. Philipp.) Über die Wechselwirkung zwischen Neutronen und Atomkernen. Naturwissenschaften, 20, 929.
1932. Die Bedeutung der β- und γ-Strahlen für die Atomforschung. Z. Elektrochem. 38, 490.
1933. (With K. Philipp.) Die γ-Strahlen von Th C und Th C'' und die Feinstruktur der α-Strahlen. Z. Phys. 80, 277.
1933. (With H. Kösters.) Über die Streuung kurzwelliger γ-Strahlen. Z. Phys. 84, 137.
1933. Streuung kurzwelliger γ-Strahlen. Helvet. Phys. Acta, 6, 445.
1933. (With K. Philipp.) Weitere Versuche mit Neutronen. Z. Phys. 87, 484.
1933. (With O. Hahn.) Zur Entstehungsgeschichte der Bleiarten. Naturwissenschaften, 21, 237.
1933. (With K. Philipp.) Die bei Neutronenanregung auftretenden Elektronenbahnen. Naturwissenschaften, 21, 286.
1933. (With K. Philipp.) Die Anregung positiver Elektronen durch γ-Strahlen von Th C''. Naturwissenschaften, 21, 468.
1933. (With Kan Chang Wang.) Der innere Photoeffekt der γ-Strahlen. Naturwissenschaften, 21, 594.
1934. (With K. Philipp.) Weitere Versuche mit Neutronen. Z. Phys. 87, 484.
1934. Über die von I. Curie und F. Joliot entdeckte künstliche Radioaktivität. Naturwissenschaften, 22, 172.
1934. Die Streuung harter γ-Strahlen. Naturwissenschaften, 22, 174.
1934. Das Energiespektrum der positiven Elektronen aus Aluminium. Naturwissenschaften, 22, 388.
1934. Über die Erregung künstlicher Radioaktivität in verschiedenen Elementen. Naturwissenschaften, 22, 420.
1934. Atomkern und periodisches System der Elemente. Naturwissenschaften, 22, 733.
1934. Über die Umwandlung der Elemente durch Neutronen. Naturwissenschaften, 22, 759.
1934. Neuere Atomkernprozesse. (Forschung und Fortschritt.) Kaiser Wilhelm Inst. Berl. 10, 246.
1935. (With O. Hahn.) Über die künstliche Umwandlung des Urans durch Neutronen. Naturwissenschaften, 23, 37.
1935. (With O. Hahn.) Über die künstliche Umwandlung des Urans durch Neutronen. (II. Mitteil.) Naturwissenschaften, 23, 230.
1935. (With O. Hahn.) Die künstliche Umwandlung des Thoriums durch Neutronen: Bildung der bisher fehlenden radioaktiven $4n+1$ Reihe. Naturwissenschaften, 23, 320.
1935. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Einige weitere Bemerkungen über die künstlichen Umwandlungsprodukte beim Uran. Naturwissenschaften. 23, 544.
1936. (With O. Hahn.) Neue Umwandlungsprozesse bei Bestrahlung des Urans mit Neutronen. Naturwissenschaften, 24, 158.
1936. Kernphysikalische Vorträge am Physikalischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule. Verlag Julius Springer.
1936. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Neue Umwandlungsprozesse bei Neutronenbestrahlung des Urans; Elemente jenseits Uran. Ber. dt. chem. Ges. 69, 905.
1936. (With O. Hahn.) Künstliche radioaktive Atomarten aus Uran und Thorium. (Dt. Chem. Ges. Berlin, Sitzung 13.1.36.) Angew. Chem. 49, 127.
1937. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Über die Umwandlungsreihen des Urans, die durch Neutronenbestrahlung erzeugt werden. Z. Phys. 106, 249.
1937. β and γ rays of elements beyond uranium. Ann'n Phys. 29, 246.
1937. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Über die Trans-Urane und ihr chem. Verhalten. Ber. dt. chem. Ges. 70, 1374.
1938. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Künstliche Umwandlungsprozesse bei Bestrahlung des Thoriums mit Neutronen; Auftreten isomerer Reihen durch Abspaltung von α-Strahlen. Z. Phys. 109, 538.

1938. (With O. Hahn & F. Strassmann.) Ein neues langlebiges Umwandlungsprodukt in den Trans-Uranreihen. Naturwissenschaften, 26, 475.
1938. (With O. Hahn.) Trans-Urane als künstliche radioaktive Umwandlungsprodukte des Urans. Scientia, Jan. 1938.
1939. (With O. R. Frisch.) Disintegration of Uranium by Neutrons; a new type of Nuclear Reaction. Nature, Lond. 143, 239.
1939. (With O. R. Frisch.) Products of the Fission of the Uranium Nucleus. Nature, Lond. 143, 471.
1939. (With O. R. Frisch.) Products of the fission of uranium and thorium under neutron bombardment. Kgl. Danske Vid. Selskab, mat.-fys. Medd. 17, 5.
1939. New Products of the Fission of the Thorium Nucleus. Nature, Lond. 143, 637.
1940. Capture cross-sections for thermal neutrons in thorium, lead and uranium 238. Nature, Lond. 145, 422.
1941. Resonance energy of the Th capture process. Phys. Rev. 60, 58.
1941. Behaviour of rare earths under neutron bombardment. Ark. Mat. Astr. Fys. 27A, 3, No. 17 (18 pp.).
1942. Radiations emitted by Scandium 46. Ark. Mat. Astr. Fys. 28B, 4, No. 14 (6 pp.).
1943. A simple method for the investigation of secondary electrons excited by γ rays and the interference of these electrons with measurements of primary β-ray spectra. Phys. Rev. 63, 73. Phys. Rev. 63, 384: Erratum. Also Ark. Mat. Astr. Fys. 29A, No. 17 (14 pp.).
1945. Disintegration scheme of scandium 46. Ark. Mat. Astr. Fys. 32A, No. 6 (11 pp.).
1945. Attempt to single out some fission processes of uranium by using the differences in their energy release. Rev. Mod. Phys. 17, 287.
1946. Radioactive nuclei produced by irradiation of copper with deuterons. Ark. Mat. Astr. Fys. 33A, 1, paper 3 (12 pp.).
1948. Einige Bemerkungen zu den Einfangsquerschnitten langsamer und schneller Neutronen bei schwereren Elementen. Annln Phys. 3, 115.
1949. Otto Hahn zum 8. März 1949. Z. f. Naturforschung, 4a, 81.
1950. Spaltung und Schalenmodell des Atomkerns. Ark. Fys. 4, 383 (see Nature, Lond. 1950, 165, 561).
1952. Die Anwendung des Ruckstosses bei Atomkernprozessen. Z. Phys. 133, 141.
1954. Einige Erinnerungen an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem. Naturwissenschaften 41, 97.
1960. The status of women in the professions. Physics Today, 13, August, p. 17.
1964. Looking back. Bulletin Atomic Scientists, November 1964, p. 2.

O.R.Frisch „Lise Meitner, 1878-1968" Biographic Memoirs of Fellows of the Royal Society 16, 405 (1970).

Nuclear Fission paper

No. 3615, FEB. 11, 1939 NATURE 239

Letters to the Editor

The Editor does not hold himself responsible for opinions expressed by his correspondents. He cannot undertake to return, or to correspond with the writers of, rejected manuscripts intended for this or any other part of NATURE. *No notice is taken of anonymous communications.*

NOTES ON POINTS IN SOME OF THIS WEEK'S LETTERS APPEAR ON P. 247.

CORRESPONDENTS ARE INVITED TO ATTACH SIMILAR SUMMARIES TO THEIR COMMUNICATIONS.

Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of Nuclear Reaction

ON bombarding uranium with neutrons, Fermi and collaborators[1] found that at least four radioactive substances were produced, to two of which atomic numbers larger than 92 were ascribed. Further investigations[2] demonstrated the existence of at least nine radioactive periods, six of which were assigned to elements beyond uranium, and nuclear isomerism had to be assumed in order to account for their chemical behaviour together with their genetic relations.

that the surface tension of a charged droplet is diminished by its charge, and a rough estimate shows that the surface tension of nuclei, decreasing with increasing nuclear charge, may become zero for atomic numbers of the order of 100.

It seems therefore possible that the uranium nucleus has only small stability of form, and may, after neutron capture, divide itself into two nuclei of roughly equal size (the precise ratio of sizes depending on finer structural features and perhaps partly on chance). These two nuclei will repel each other and should gain a total kinetic energy of *c.* 200 Mev., as

the compound state must have a life-time a million times longer than the time it would take the nucleus to divide itself. Perhaps this state corresponds to some highly symmetrical type of motion of nuclear matter which does not favour 'fission' of the nucleus.

LISE MEITNER.

Physical Institute,
Academy of Sciences,
Stockholm.

O. R. FRISCH.

Institute of Theoretical Physics,
University,
Copenhagen.

Jan. 16.

1 Fermi, E., Amaldi, F., d'Agostino, O., Rasetti, F., and Segrè, E. *Proc. Roy. Soc.*, A, **146**, 483 (1934).
2 See Meitner, L., Hahn, O., and Strassmann, F., *Z. Phys.*, **106**, 249 (1937).
3 Curie, I., and Savitch, P., *C.R.*, **208**, 906, 1643 (1938).
4 Hahn, O., and Strassmann, F., *Naturwiss.*, **26**, 756 (1938).
5 Hahn, O., and Strassmann, F., *Naturwiss.*, **27**, 11 (1939).
6 Bohr, N., NATURE, **137**, 344, 351 (1936).
7 Bohr, N., and Kalckar, F., *Kgl. Danske Vid. Selskab, Math. Phys. Medd.*, 14, Nr. 10 (1937).
8 See Meitner, L., Strassmann, F., and Hahn, O., *Z. Phys.*, **109**, 538 (1938).
9 Bethe, A. H., and Placzek, G., *Phys. Rev.*, **51**, 450 (1937).

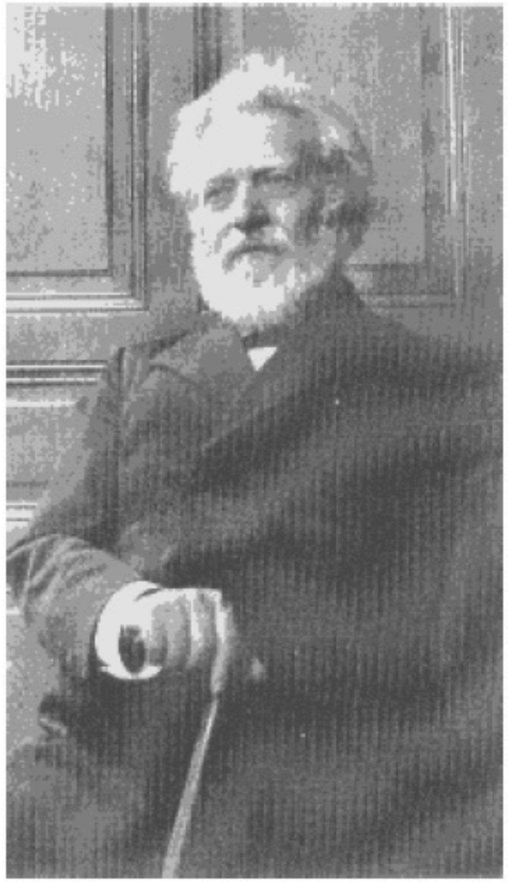
A resistance thermometer is formed by winding a single layer coil of copper wire around and in good thermal contact with the microscope condenser which forms part of the apparatus the temperature of which is under control. (In the accompanying illustration the condenser tube is on the right.) This coil forms one arm of a Wheatstone bridge, the other arms being of manganin resistances. Any change in temperature of the apparatus deflects the light spot of the galvanometer connected to this bridge, and for one direction of deflection the spot falls on a photo-electric cell, which operates a polarized relay, which in turn puts off two 30-watt lamps placed on opposite sides of the apparatus. The amplification of the galvanometer current by the photo-electric cell is 10^5, and including the relay about 10^7.

The bridge is adjusted to be balanced at a temperature a few degrees above the maximum temperature to which the room rises during a day. The lamps flash on and off every few seconds and maintain the temperature of the external surface of the apparatus constant to about 0·002° C. After the thermostat has been in operation for an hour, we have not been able to detect, by means of a thermocouple, any change of temperature inside the apparatus.

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

17.11.1878	Born in Vienna, parents: Hedwig Meitner-Skovran, Dr. Philip Meitner Third of eight children

Hedwig Skovran Meitner, Lise's mother. (Courtesy Churchill College Archives Centre, Cambridge)



Philipp Meitner, Lise's father. (Courtesy Churchill College Archives Centre, Cambridge)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

17.11.1878 Born in Vienna, parents: Hedwig Meitner-Skovran, Dr. Philip Meitner
Third of eight children

Surname: Meietheiner -> Meitheiner -> Meithner -> Meitner
First name: Elise -> Lise
Birth date: 17.11. -> 7.11.
Religion: Jewish -> Protestant

School: Mädchen-Bürgerschule (Girls were not admitted to Gymnasium)
Höhere Töchterschule: -> French teacher

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Lise Meitner, about 1900, age twenty-two. (Courtesy Churchill College Archives Centre, Cambridge)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

17.11.1878	Born in Vienna, parents: Hedwig Meitner-Skovran, Dr. Philip Meitner Third of eight children Surname: Meietheiner -> Meitheiner -> Meithner -> Meitner First name: Elise -> Lise Birth date: 17.11. -> 7.11. Religion: Jewish -> Protestant School: Mädchen-Bürgerschule (Girls were not admitted to Gymnasium) Höhere Töchterschule: -> French teacher
1901	Private lessions: -> Matura (external) at Akademisches Gymnasium Wien Begin of the Studies of Physics, Mathematics and Philosophy at the University of Vienna Most important teacher: Ludwig Boltzmann

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

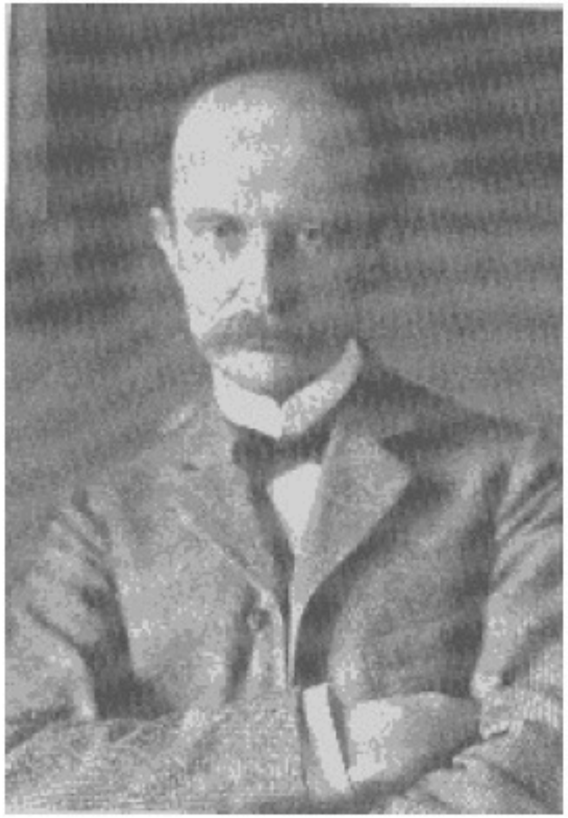
Ludwig Boltzmann, 1898, shortly before he became Lise's teacher.
(Courtesy Bildarchiv der Österreichischen Nationalbibliothek)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

17.11.1878	Born in Vienna, parents: Hedwig Meitner-Skovran, Dr. Philip Meitner Third of eight children
	Surname: Meietheiner -> Meitheiner -> Meithner -> Meitner First name: Elise -> Lise Birth date: 17.11. -> 7.11. Religion: Jewish -> Protestant
	School: Mädchen-Bürgerschule (Girls were not admitted to Gymnasium) Höhere Töchterschule: -> French teacher
1901	Private lessions: -> Matura (external) at Akademisches Gymnasium Wien
	Begin of the Studies of Physics, Mathematics and Philosophy at the University of Vienna Most important teacher: Ludwig Boltzmann
1906	Ph.D. in Physics (Wärmeleitung in inhomogenen Stoffen) second woman obtaining a Physics Ph.D. at the University of Vienna
1906/07	Work at the Institut für Theoretische Physik (U. Vienna)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1907 Berlin
Attended lectures of Max Planck as guest listener
(Females were not yet admitted to Universities in Prussia)

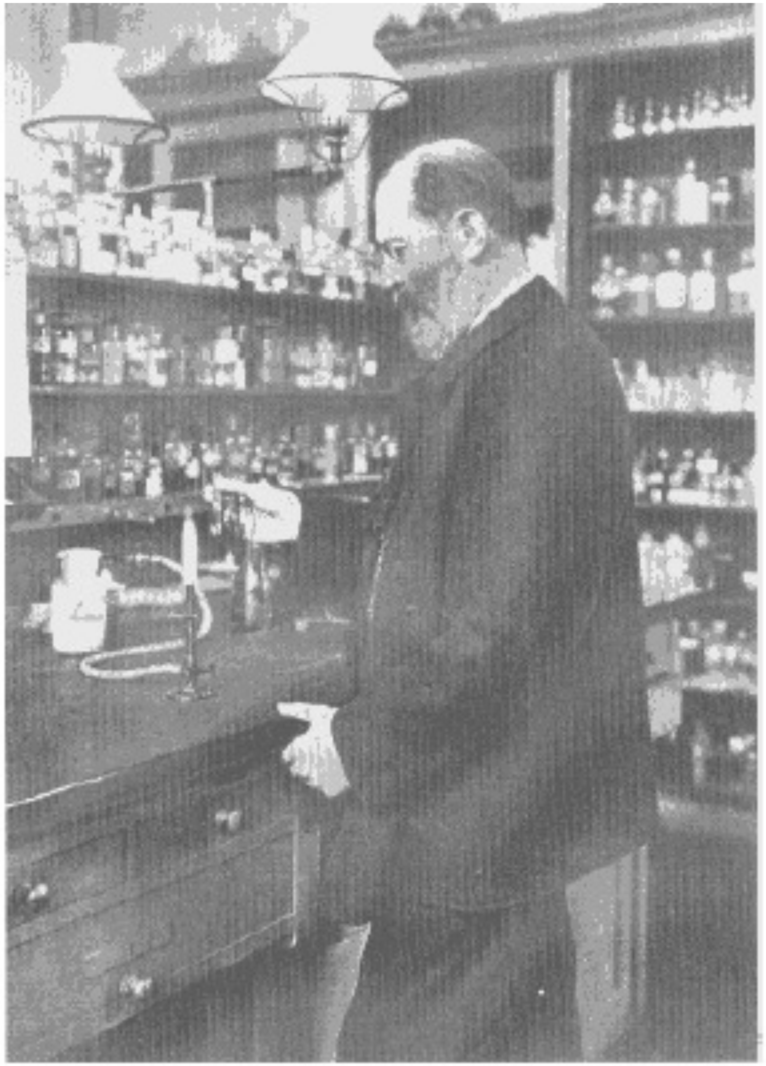


Max Planck, as he appeared around 1900.
(Courtesy Deutsches Museum, Munich)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1907	Berlin Attended lectures of Max Planck as guest listener (Females were not yet admitted to Universities in Prussia) Here she met Otto Hahn (1879 – 1968, Radio-Chemist) Begin of their joint work on radiactivity Location: ”Holzwerkstatt” of the Chemistry Insitute of the Berlin Univ. Lise Meitner had to use the back entrance and was not allowed to enter the main part of the institute. This situation ended 1908, after Prussia officially permitted University studies for women.

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner



Emil Fischer, the great organic chemist, about 1900. He reluctantly allowed Meitner to work in his institute in 1907. (Courtesy Deutsches Museum, Munich)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Meitner and Otto Hahn, in their laboratory in Fischer's institute, about 1910. (Courtesy Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1907	Berlin Attended lectures of Max Planck as guest listener (Females were not yet admitted to Universities in Prussia) Here she met Otto Hahn (1879 – 1968, Radio-Chemist) Begin of thier joint work on radiactivity Location: ”Holzwerkstatt” of the Chemistry Insitute of the Berlin Univ. Lise Meitner had to use the back entrance and was not allowed to enter the main part of the institute. This situation ended 1908, after Prussia officially permitted University studies for women.
1909	Hahn and Meitner discover radioactive recoil and in later years several radioactive nuclides. Einstein: ”our Marie Curie”
1912 − 1915	Assistant of Max Planck - as first woman at the University Continuation of the cooperation with Otto Hahn at the new Institute for Chemistry of the Kaiser-Wilhelm Society

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Kaiser Wilhelm Institute for Chemistry, about 1930; view from Thielallee. The smaller building at the left is the institute villa, where Meitner lived in an apartment during this period. (Courtesy Churchill College Archives Centre, Cambridge)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1913	Scientific member of the Kaiser-Wilhelm Gesellschaft - as first woman
1915/16	During the war: X-ray nurse at the east front
1917	Discovery of Protaktinum (together with Otto Hahn)
1918-1938	Head of physical/radioactivity section of the Kaiser-Wilhelm Institute
1922	Habilitation in physics The subject „cosmic physics“, of her inaugural lecture was reported as „cosmetic physics“ in the press
1926	Professorship for Physics at the University of Berlin - as first woman in Germany
1933	Hitler came to power Many Jewish scientists were dismissed or forced to resign from their posts. Lise Meitner lost her venia legendi, but felt safe, since she had the Austrian citizenship and the Kaiser-Wilhelm Institute was not a governmental („staatliches“) institute.

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Lise Meitner, about 1930. (© Atelier Lotte Meitner-Graf, Courtesy Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

In the laboratory, about 1930. (Courtesy Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Solvay Congress, Brussels, 1933, which was attended by the leading atomic and nuclear physicists of the time.

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Seated, from left: Erwin Schrödinger, Irène Joliot-Curie, Niels Bohr, Abram Joffé, Marie Curie, Paul Langevin, Owen Richardson, Ernest Rutherford, Théophile de Donder, Maurice de Broglie, Louis de Broglie, Lise Meitner, James Chadwick. Standing: E. Henriot, Francis Perrin, Frédéric Joliot, Werner Heisenberg, Hendrik A. Kramers, E. Stahel, Enrico Fermi, Ernest Walton, Paul Dirac, Peter Debye, Nevill Mott, B. Cabrera, George Gamow, Walther Bothe, Patrick M. S. Blackett, M. Rosenblum, J. Herrera, E. Bauer, Wolfgang Pauli, M. Cosyns, J. Verschaffelt, E. Herzen, John D. Cockcroft, Charles D. Ellis, Rudolf Peierls, Auguste Piccard, Ernest O. Lawrence, Léon Rosenfeld.
(International Institute of Physics and Chemistry, Courtesy American Institute of Physics, Emilio Segrè Visual Archives)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

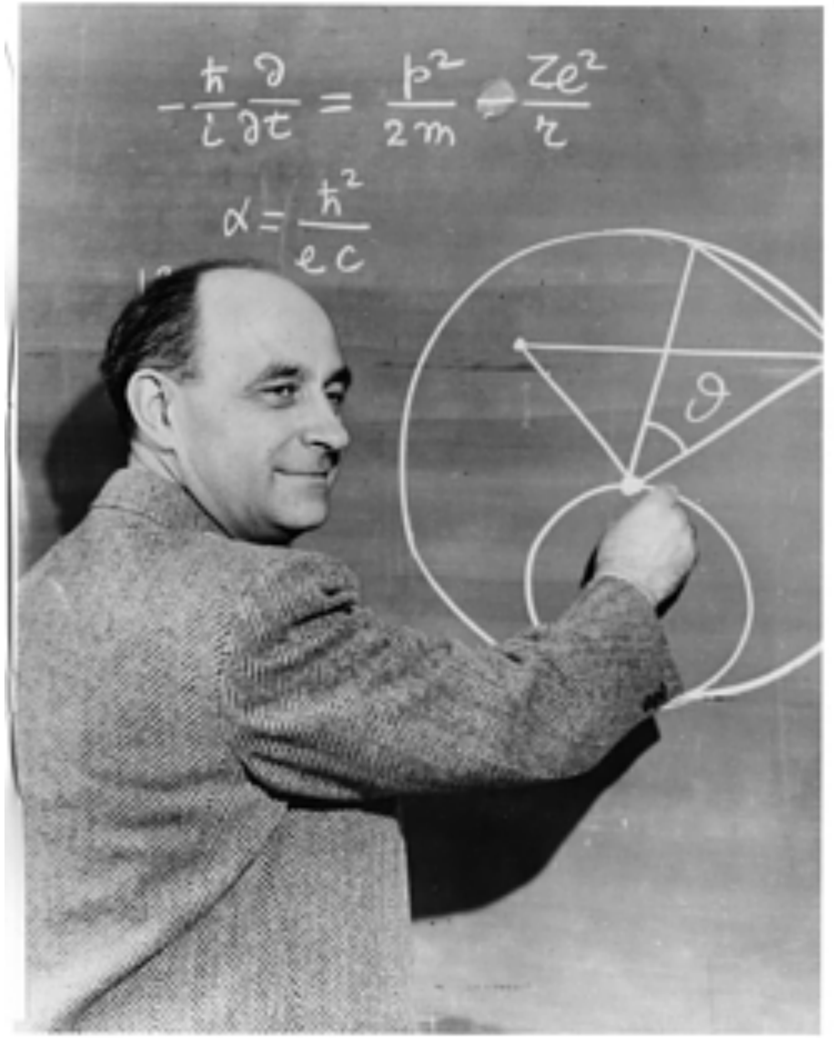
1932	Discovery of the Neutron by Chadwick
	E. Fermi investigates the effect of Neutrons bombardement on Uranium
	Search for „Transuranes“
1934	Frederic and Irene Curie work on artificial radioactive nuclids

Nuclear Fission – The Discovery

Hydrogen 1 H 1.008																		Helium 2 He 4.0026
Lithium 3 Li 6.94	Beryllium 4 Be 9.0122												Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305												Aluminium 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.085	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.06	Chlorine 17 Cl 35.45	Argon 18 Ar 39.948
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956		Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933	Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.38	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.630	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.971	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906		Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.95	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29
Caesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33	Lanthanum 57 La 138.91	*	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po [209]	Astatine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinium 89 Ac [227]	‡	Rutherfordium 104 Rf [267]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [269]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [270]	Meitnerium 109 Mt [278]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [290]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]
			*	Cerium 58 Ce 140.12	Praseodymium 59 Pr 140.91	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150.36	Europium 63 Eu 151.96	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.93	Dysprosium 66 Dy 162.50	Holmium 67 Ho 164.93	Erbium 68 Er 167.26	Thulium 69 Tm 168.93	Ytterbium 70 Yb 173.05	Lutetium 71 Lu 174.97	
			‡	Thorium 90 Th 232.04	Protactinium 91 Pa 231.04	Uranium 92 U 238.03	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]	Lawrencium 103 Lr [266]	

en.wikipedia.org

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner



Enrico Fermi (1901-1954)
Credits: Smithonian Institute Archives

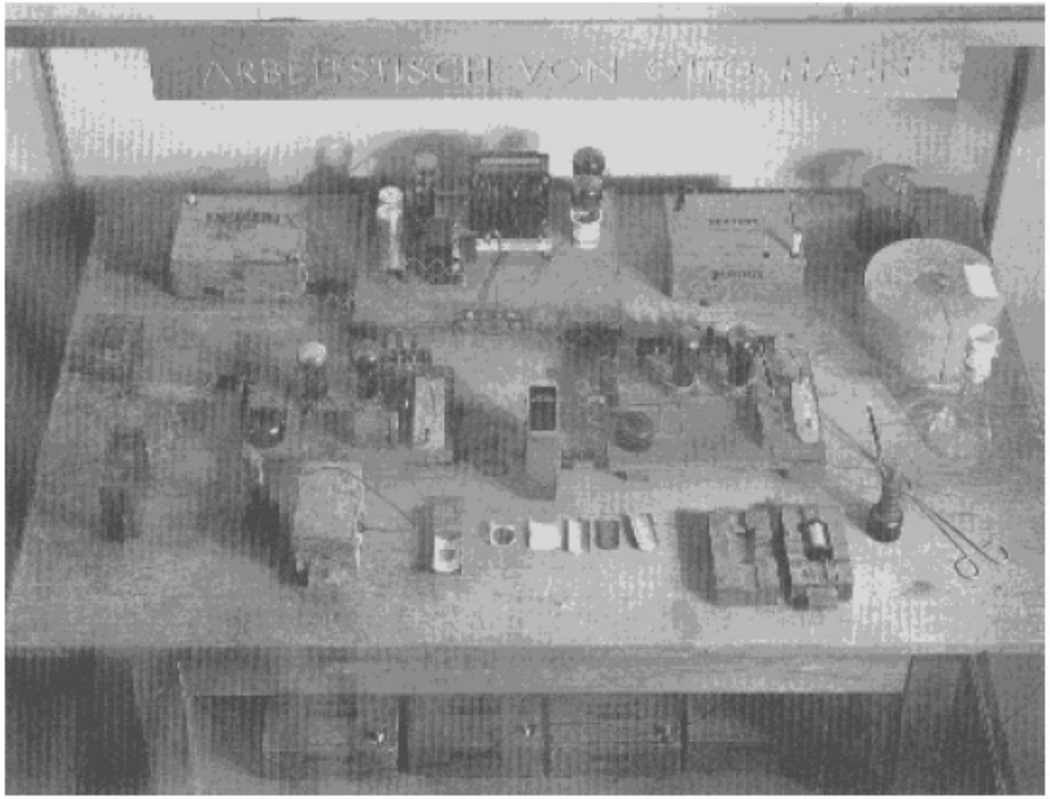
Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Irène (1897-1956) und Frédéric Joliot-Curie (1900 -1958) um 1935

Bettmann/Corbis; britannica.com

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1935-1938 Repetition of the radioactivity experiments of E. Fermi together with O. Hahn and F. Straßmann



Meitner's physical apparatus, used by the Berlin team from 1934 to 1938 for the work that led to the discovery of nuclear fission. Erroneously displayed in the Deutsches Museum, Munich, as the "Worktable of Otto Hahn." (Courtesy Deutsches Museum, Munich)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1935-1938	Repetition of the radioactivity experiments of E. Fermi together with O. Hahn and F. Straßmann
1938	Annexion of Austria („Anschluss“) Lise Meitner thus lost her special status and got in great danger due to her Jewish ancestry. She had to leave in a rush, first to the Netherlands, then to Denmark and finally to Sweden Her poperty was 10 marks, a suitcase and a diamond ring Otto Hahn gave her in order to pass the border (was not used).

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Miep and Dirk Coster in Groningen on their silver wedding anniversary, 1944. (Courtesy Ada Klokke-Coster, Epse)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1935-1938	Repetition of the radioactivity experiments of E. Fermi together with O. Hahn and F. Straßmann
1938	Annexion of Austria („Anschluss“) Lise Meitner thus lost her special status and got in great danger due to her Jewish ancestry. She had to leave in a rush, first to the Netherlands, then to Denmark and finally to Sweden Her poperty was 10 marks, a suitcase and a diamond ring Otto Hahn gave her in order to pass the border (was not used). She got a position at the institute of Anne Sigbahn (Physics Department of the Nobel Institute).

Nuclear Fission

de.wikipedia.org - Kernspaltung

$$^{235}U + n \rightarrow {}^{139}Ba + {}^{94}Kr + 3\,n$$

Mass defect: 0.183 amu

$$E = \Delta m\, c^2 \approx 170\, MeV$$

Isotop	Masse des Isotops (amu)
Neutron	1,008664
^{235}U	235,043922
^{139}Ba	138,908835
^{140}Ba	139,910599
^{93}Kr	92,931265
^{94}Kr	93,934362
^{95}Kr	94,939840

Nuclear Fission – The Discovery

Hahn to Meitner, 19 December 1938

19.12.38 Monday eve. in the lab. Dear Lise! ... It is now just 11 P.M. ; at 11:45 Strassmann is coming back so that I can eventually go home. Actually there is something about the "radium isotopes" that is so remarkable that for now we are telling only you. The half-lives of the three isotopes have been determined quite exactly, they can be separated from *all* elements except barium, all reactions are consistent [with radium]. Only one is not—unless there are very unusual coincidences: the fractionation doesn't work. Our Ra isotopes act like *Ba* .[13]

Meitner Collection, Churchill College Archives Centre, Cambridge

Nuclear Fission – The Discovery

Hydrogen 1 H 1.008																		Helium 2 He 4.0026
Lithium 3 Li 6.94	Beryllium 4 Be 9.0122												Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305												Aluminium 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.085	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.06	Chlorine 17 Cl 35.45	Argon 18 Ar 39.948
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956		Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933	Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.38	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.630	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.971	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906		Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.95	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29
Caesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33	Lanthanum 57 La 138.91	*	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po [209]	Astatine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinium 89 Ac [227]	‡	Ruther- fordium 104 Rf [267]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [269]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [270]	Meitnerium 109 Mt [278]	Darm- stadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [290]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]
			*	Cerium 58 Ce 140.12	Praseo- dymium 59 Pr 140.91	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150.36	Europium 63 Eu 151.96	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.93	Dysprosium 66 Dy 162.50	Holmium 67 Ho 164.93	Erbium 68 Er 167.26	Thulium 69 Tm 168.93	Ytterbium 70 Yb 173.05	Lutetium 71 Lu 174.97	
			‡	Thorium 90 Th 232.04	Protactinium 91 Pa 231.04	Uranium 92 U 238.03	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]	Lawrencium 103 Lr [266]	

en.wikipedia.org

Nuclear Fission – The Discovery

Hahn to Meitner, 19 December 1938

Now last week I fractionated ThX [^{224} Ra] on the first floor; it went exactly as it should. Then on Saturday Strassmann and I fractionated our "Ra" isotopes with MsTh$_1$ [^{228} Ra] as indicator. The mesothorium became enriched [in the barium bromide fractionation], our Ra did not. It could still be an extremely strange coincidence. But we are coming steadily closer to the frightful conclusion: our Ra isotopes do not act like Ra but like Ba. ... All other elements, transuranes, U, Th, Ac, Pa, Pb, Bi, Po are out of the question. I have agreed with Strassmann that for now we shall tell only *you* . Perhaps you can come up with some sort of fantastic explanation. We know ourselves that it *can't* actually burst apart into Ba. Now we want to test whether the Ac-isotopes derived from the "Ra" behave not like Ac but La. All very complicated experiments! But we must clear it up.

Now Christmas vacation begins, and tomorrow is the usual Christmas party. You can imagine how much I'm looking forward to it, after such a long time without you. Before the institute closes we do want to write something

for *Naturwissenschaften* about the so-called Ra-isotopes, because we have very nice [decay] curves.

So please think about whether there is any possibility—perhaps a Baisotope with much higher atomic weight than 137? If there is anything you could propose that you could publish, then it would still in a way be work by the three of us![15]

Meitner Collection, Churchill College Archives Centre, Cambridge

Nuclear Fission – The Discovery

24. Meitner to Hahn, 21 December 1938 (MC). Reproduced in Jost Lemmerich, ed., Die Geschichte der Entdeckung der Kernspaltung: Austellungskatalog (Berlin: Technische Universität Berlin, Universitätsbibliothek, 1988), 176

Your radium results are very startling. A reaction with slow neutrons that supposedly leads to barium! By the way, are you quite sure that the radium isotopes come before actinium? ... And what about the resulting thorium isotopes? From lanthanum one must get cerium. At the moment the assumption of such a thoroughgoing breakup [*weitgehenden Zerplatzens*] seems very difficult to me, but in nuclear physics we have experienced so many surprises, that one cannot unconditionally say: it is impossible.[24]

Nuclear Fission – The Discovery

Publication by O. Hahn and F. Strassmann
Die Naturwissenschaften 1, 11 (1939)

Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle[1].

Von O. Hahn und F. Strassmann, Berlin-Dahlem.

In einer vor kurzem an dieser Stelle erschienenen vorläufigen Mitteilung[2] wurde angegeben, daß bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen außer den von Meitner, Hahn und Strassmann im einzelnen beschriebenen Trans-Uranen — den Elementen 93

Glieder beschrieben werden. Aus dem Aktivitätsverlauf der einzelnen Isotope ergibt sich ihre Halbwertszeit und lassen sich die daraus entstehenden Folgeprodukte ermitteln. Die letzteren werden in dieser Mitteilung aber im einzelnen noch nicht beschrieben,

Im folgenden soll kurz die Abscheidung des Isotopengemisches und die Gewinnung der einzelnen

menten der vierten Gruppe des Periodischen Systems (Trägersubstanz Zr) gefunden. Eingehender untersucht wurden zunächst die Bariumfällungen, die offensichtlich die Anfangsglieder der beobachteten isomeren Reihen enthielten. Es soll gezeigt werden, daß Transurane, Uran, Protactinium, Thorium und Actinium

[1] Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem. Eingegangen 22. Dezember 1938.

[2] O. Hahn u. F. Strassmann, Naturwiss. 26, 756 (1938).

Nuclear Fission – The Discovery

Later statement by F. Strassmann:

What difference does it make that Lise Meitner did not *directly* participate in the "discovery"?? Her initiative was the beginning of the joint work with Hahn—*4 years later she belonged to our team* —and she was bound to us intellectually from Sweden [through] the correspondence Hahn-Meitner. ... [She] was the intellectual leader of our team, and therefore she belonged to us—even if she was not present for the "discovery of fission."[40]

40. Strassmann, *Kernspaltung* , 23, and Krafft, *Im Schatten der Sensation* , 221.

Nuclear Fission – The Discovery

Meeting of L. Meiter with O.R. Frisch (Christmas/New Year 1938/1939)

Memoirs of O.R. Frisch

When I came out of my hotel room after my first night in Kungälv, I found Lise Meitner studying a letter from Hahn and obviously very puzzled by it. I wanted to discuss with her a new experiment that I was planning, but she wouldn't listen; I had to read that letter. Its content was indeed so startling that I was at first inclined to be skeptical. Hahn and Strassmann had found that those three substances were not radium ... [but] barium.

The suggestion that they might after all have made a mistake was waved aside by Lise Meitner; Hahn was too good a chemist for that, she assured me. ... We walked up and down in the snow, I on skis and she on foot (she said and proved that she could get along just as fast that way), and gradually the idea took shape that this was no chipping or cracking of the nucleus but rather a process to be explained by Bohr's idea that the nucleus is like a liquid drop; such a drop might elongate and divide itself. ... We knew that there were strong forces that would resist such a process, just as the surface tension of an ordinary liquid drop resists its division into two smaller ones. But nuclei differed from ordinary drops in one important way: they were electrically charged, and this was known to diminish the effect of the surface tension.

29. Frisch, "Interest Is Focussing," 143-148, and *What Little I Remember* , 115-116; the part between ... and ... is taken from Frisch, "Discovery of Fission."

Nuclear Fission – The Discovery

Meeting of L. Meiter with O.R. Frisch (Christmas/New Year 1938/1939)

Memoirs of O.R. Frisch

At this point we both sat down on a tree trunk, and started to calculate on scraps of paper. The charge of a uranium nucleus, we found, was indeed

large enough to destroy the effect of surface tension almost completely; so the uranium nucleus might indeed be a very wobbly, unstable drop, ready to divide itself at the slightest provocation (such as the impact of a neutron).

But there was another problem. When the two drops separated they would be driven apart by their mutual electric repulsion and would acquire a very large energy, about 200 MeV in all; where could that energy come from? Fortunately Lise Meitner remembered how to compute the masses of nuclei from the so-called packing fraction formula, and in that way she worked out that the two nuclei formed by the division of a uranium nucleus would be lighter than the original uranium nucleus by about one-fifth the mass of a proton. Now whenever mass disappears energy is created, according to Einstein's formula $E = mc^2$, and one-fifth of a proton mass was just equivalent to 200 MeV. So here was the source for that energy; it all fitted![29]

29. Frisch, "Interest Is Focussing," 143-148, and *What Little I Remember* , 115-116; the part between ... and ... is taken from Frisch, "Discovery of Fission."

Nuclear Fission paper

No. 3615, Feb. 11, 1939 NATURE 239

Letters to the Editor

The Editor does not hold himself responsible for opinions expressed by his correspondents. He cannot undertake to return, or to correspond with the writers of, rejected manuscripts intended for this or any other part of NATURE. *No notice is taken of anonymous communications.*

NOTES ON POINTS IN SOME OF THIS WEEK'S LETTERS APPEAR ON P. 247.

CORRESPONDENTS ARE INVITED TO ATTACH SIMILAR SUMMARIES TO THEIR COMMUNICATIONS.

Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of Nuclear Reaction

ON bombarding uranium with neutrons, Fermi and collaborators[1] found that at least four radioactive substances were produced, to two of which atomic numbers larger than 92 were ascribed. Further investigations[2] demonstrated the existence of at least nine radioactive periods, six of which were assigned to elements beyond uranium, and nuclear isomerism had to be assumed in order to account for their chemical behaviour together with their genetic relations.

that the surface tension of a charged droplet is diminished by its charge, and a rough estimate shows that the surface tension of nuclei, decreasing with increasing nuclear charge, may become zero for atomic numbers of the order of 100.

It seems therefore possible that the uranium nucleus has only small stability of form, and may, after neutron capture, divide itself into two nuclei of roughly equal size (the precise ratio of sizes depending on finer structural features and perhaps partly on chance). These two nuclei will repel each other and should gain a total kinetic energy of *c.* 200 Mev., as

the compound state must have a life-time a million times longer than the time it would take the nucleus to divide itself. Perhaps this state corresponds to some highly symmetrical type of motion of nuclear matter which does not favour 'fission' of the nucleus.

LISE MEITNER.

Physical Institute,
Academy of Sciences,
Stockholm.

O. R. FRISCH.

Institute of Theoretical Physics,
University,
Copenhagen.

Jan. 16.

[1] Fermi, E., Amaldi, F., d'Agostino, O., Rasetti, F., and Segrè, E. *Proc. Roy. Soc.*, A, **146**, 483 (1934).

[2] See Meitner, L., Hahn, O., and Strassmann, F., *Z. Phys.*, **106**, 249 (1937).

[3] Curie, I., and Savitch, P., *C.R.*, **208**, 906, 1643 (1938).

[4] Hahn, O., and Strassmann, F., *Naturwiss.*, **26**, 756 (1938).

[5] Hahn, O., and Strassmann, F., *Naturwiss.*, **27**, 11 (1939).

[6] Bohr, N., NATURE, **137**, 344, 351 (1936).

[7] Bohr, N., and Kalckar, F., *Kgl. Danske Vid. Selskab, Math. Phys. Medd.*, 14, Nr. 10 (1937).

[8] See Meitner, L., Strassmann, F., and Hahn, O., *Z. Phys.*, **109**, 538 (1938).

[9] Bethe, A. H., and Placzek, G., *Phys. Rev.*, **51**, 450 (1937).

A resistance thermometer is formed by winding a single layer coil of copper wire around and in good thermal contact with the microscope condenser which forms part of the apparatus the temperature of which is under control. (In the accompanying illustration the condenser tube is on the right.) This coil forms one arm of a Wheatstone bridge, the other arms being of manganin resistances. Any change in temperature of the apparatus deflects the light spot of the galvanometer connected to this bridge, and for one direction of deflection the spot falls on a photo-electric cell, which operates a polarized relay, which in turn puts off two 30-watt lamps placed on opposite sides of the apparatus. The amplification of the galvanometer current by the photo-electric cell is 10^5, and including the relay about 10^7.

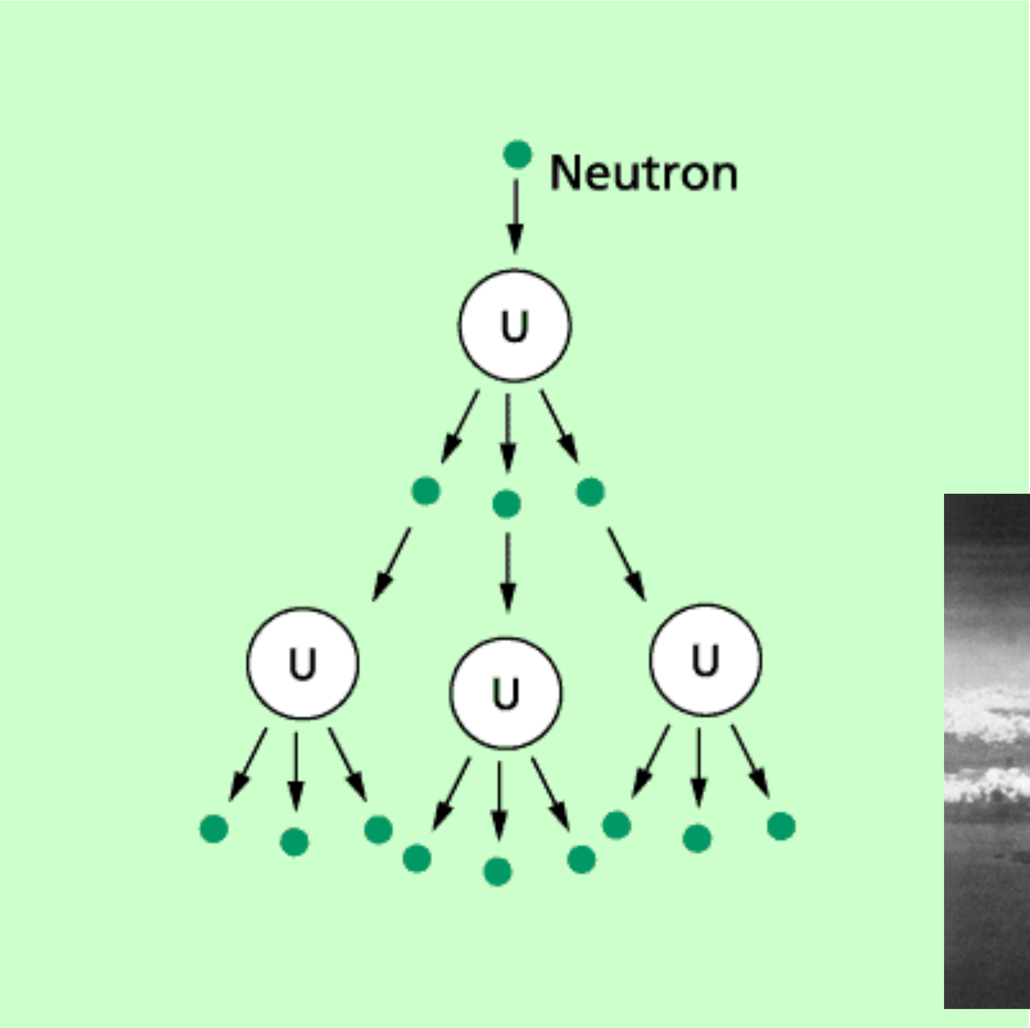
The bridge is adjusted to be balanced at a temperature a few degrees above the maximum temperature to which the room rises during a day. The lamps flash on and off every few seconds and maintain the temperature of the external surface of the apparatus constant to about 0·002° C. After the thermostat has been in operation for an hour, we have not been able to detect, by means of a thermo-couple, any change of temperature inside the apparatus.

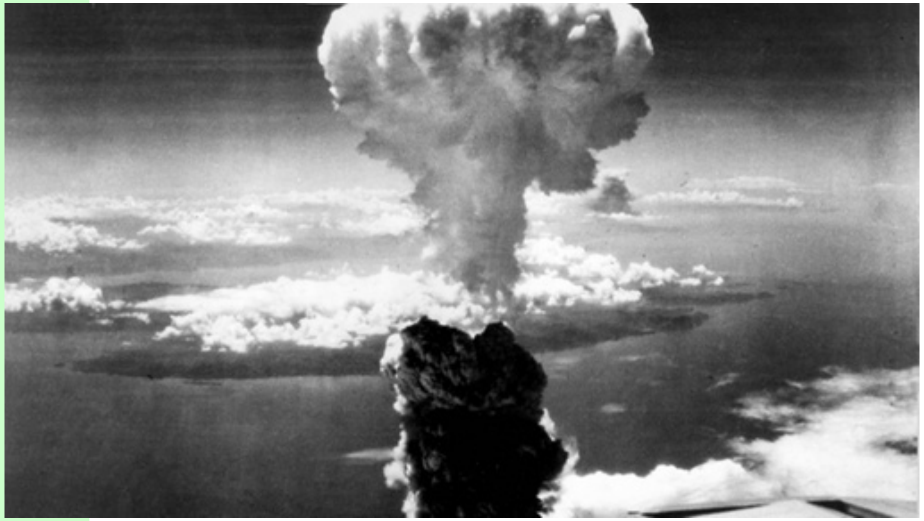
Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1935-1938	Repetition of the radioactivity experiments of E. Fermi together with O. Hahn and F. Straßmann
1938	Annexion of Austria („Anschluss“) Lise Meitner thus lost her special status and got in great danger due to her Jewish ancestry. She had to leave in a rush, first to the Netherlands, then to Denmark and finally to Sweden Her poperty was 10 marks, a suitcase and a diamond ring Otto Hahn gave her in order to pass the border (was not used). She got a post at the institue of Anne Sigbahn (Physics Department of the Nobel Insitute).
1939	Publication of Otto Hahn and Fritz Strassmann and by Lise Meitner and Otto R. Frisch („fission“). First theoretical explanation of fission in the work of Meitner and Frisch.
1939-1945	She rejected an offer to work at the atomic bomb project for the Allies.
1945	Three atomic bom explosions.

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

uncontrolled chain reaction:





lernhelfer.de

ard.de / gemeinfrei

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1945	Otto Hahn receives the Nobel prize for Chemistry 1944
	The press calls her „mother of the bomb“.
1947-1960	Research Professor and head of the nuclear physics department at the Technical University Stockholm
1948	Swedish and Austrian citizenship

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Kaiser Wilhelm Institute for Chemistry and the institute villa (right) after air raids,

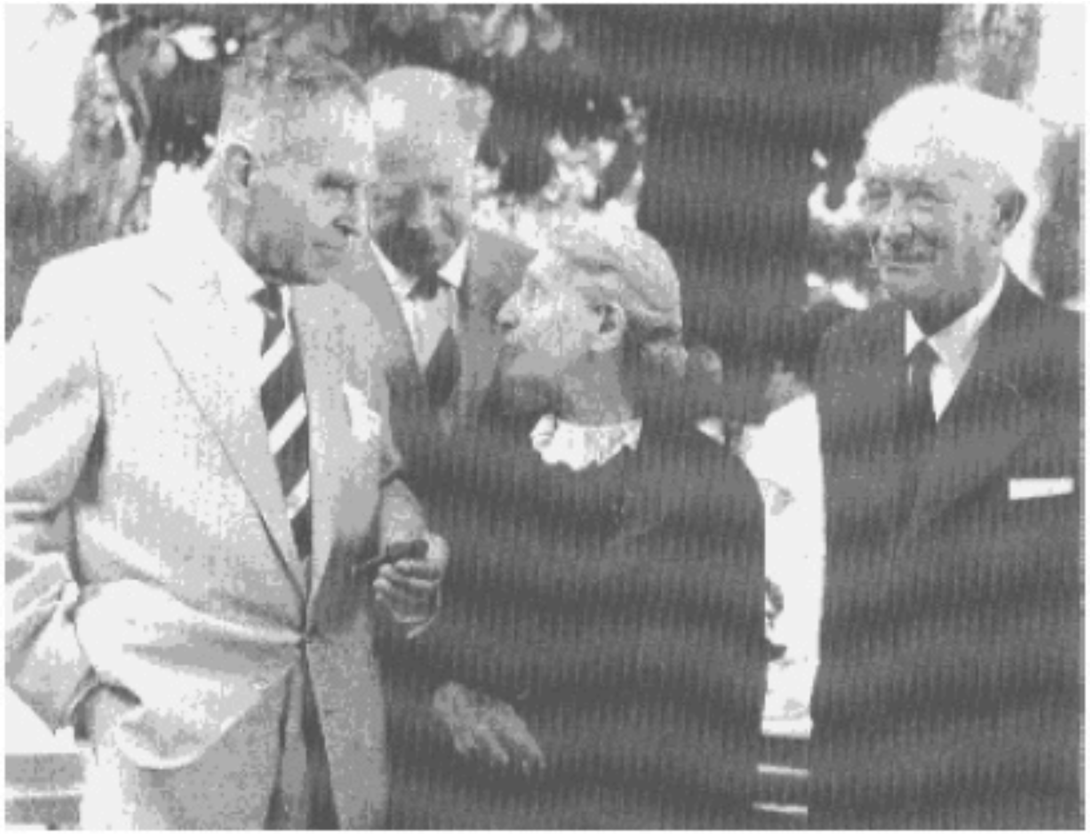
Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Meitner and President Harry S. Truman, 9 February 1946, Washington, D.C.
Meitner
was honored as "Woman of the Year" by the National Women's Press Club.
(Courtesy
Churchill College Archives Centre, Cambridge)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Meitner lecturing in Bonn after receiving the Max Planck Medal of the German Physics Society, 23 September 1949. (Courtesy Theodore Von Laue)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner



Hahn, Werner Heisenberg, Meitner, and Max Born at the Lindau conference of Nobel Laureates, 1962. (© Franz Thorbeck, Courtesy Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

The 1966 Enrico Fermi Prize, presented to Lise Meitner in October 1966 in Cambridge by Glenn T. Seaborg,
chairman of the United States Atomic Energy Commission. Otto Frisch is at Meitner's right. (Courtesy Max Perutz)

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

Videos (Max Planck − Ein Portrait / youtube) at:

08:40
10:32

Prof. Dr. phil. Dr. h.c. mult. Lise Meitner

1945	Otto Hahn receives the Nobel prize for Chemistry 1944
	The press calls her „mother of the bomb“. She insists on a peaceful usage of nuclear energz.
1947-1960	Research Professor and head of the nuclear physics department at the Technical University Stockholm
1948	Swedish and Austrian citizenship
1960	Emerititierung and move to Cambridge
27.10.1968	Death in Cambridge Tomb stone inscription *Lise Meitner : A Physicist Who Never Lost Her Humanity*.

Nobel price nominations: (48)

- Physics 1937 by Werner Heisenberg
- Physics 1937 by Max von Laue
- Physics 1940 by Arthur Compton
- Physics 1940 by James Franck
- Physics 1940 by Dirk Coster
- Physics 1941 by James Franck
- Physics 1943 by James Franck
- Physics 1945 by Oskar Klein
- Physics 1946 by Max von Laue
- Physics 1946 by Niels Bohr
- Physics 1946 by Oskar Klein
- Physics 1946 by Egil Hylleraas
- Physics 1946 by James Franck
- Physics 1947 by Arthur Compton
- Physics 1947 by Max Planck
- Physics 1947 by Maurice de Broglie
- Physics 1947 by Oskar Klein
- Physics 1947 by Egil Hylleraas
- Physics 1947 by Prince Louis-Victor de Broglie
- Physics 1948 by Harald Wergeland
- Physics 1948 by Otto Hahn
- Physics 1949 by Georg Hettner
- Physics 1954 by Max Born
- Physics 1955 by Georg Hettner
- Physics 1956 by James Franck
- Physics 1959 by J Rotblat
- Physics 1961 by J Rotblat
- Physics 1964 by Max Born
- Physics 1965 by Max Born
- Chemistry 1924 by Heinrich Goldschmidt
- Chemistry 1925 by Kasimir Fajans
- Chemistry 1925 by Heinrich Goldschmidt
- Chemistry 1929 by Max Planck
- Chemistry 1930 by Max Planck
- Chemistry 1933 by Max Planck
- Chemistry 1934 by Max Planck
- Chemistry 1936 by Adolf Deissmann
- Chemistry 1936 by Max Planck
- Chemistry 1937 by Adolf Deissmann
- Chemistry 1937 by Max Planck
- Chemistry 1939 by Theodor Svedberg
- Chemistry 1941 by Frans Jaeger
- Chemistry 1942 by Wilhelm Palmaer
- Chemistry 1946 by Kasimir Fajans
- Chemistry 1947 by Niels Bohr
- Chemistry 1947 by Nil Dhar
- Chemistry 1948 by Oskar Klein
- Chemistry 1948 by Niels Bohr

Nobelprice.org

Honorary Doctorates:

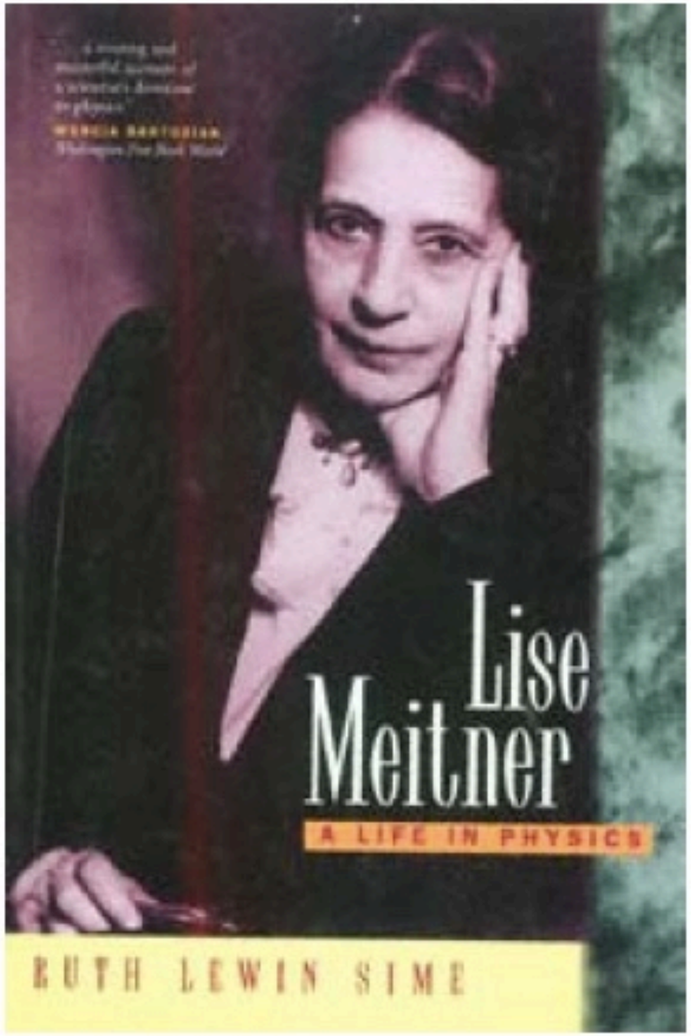
University of Rochester, USA
Rutgers, The State University of New Jersey, USA
Smith College, USA
Adelphi University, USA
Stockholms Universitet, Sweden
Freie Universität Berlin, Deutschland

Awards:

Leibniz-Medaille der Berliner Akademie der Wissenschaften (1924)
Ignaz L. Lieben Preis der Akademie der Wissenschaften Wien (1925)
Ellen-Richards-Preis (1928)
Frau des Jahres (Woman of the Year) in den USA (1946)
Max Planck Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (1949)
Otto-Hahn-Preis für Chemie (1955)
Orden „Pour le Merite“ der Bundesrepublik Deutschland (1957)
Dorothea-Schlözer-Medaille (1962)
Enrico-Fermi-Preis der Atomenergiekommission der USA (1966)
Österreichische Auszeichnung für Wissenschaft und Kunst (1967)

Element 109 was named meitnerium after her (1997)
Hahn-Meitner insitute for nuclear research (1959)

Further Reading



Lise Meitner

A Life in Physics

Ruth Lewin Sime

UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS

Berkeley · Los Angeles · Oxford