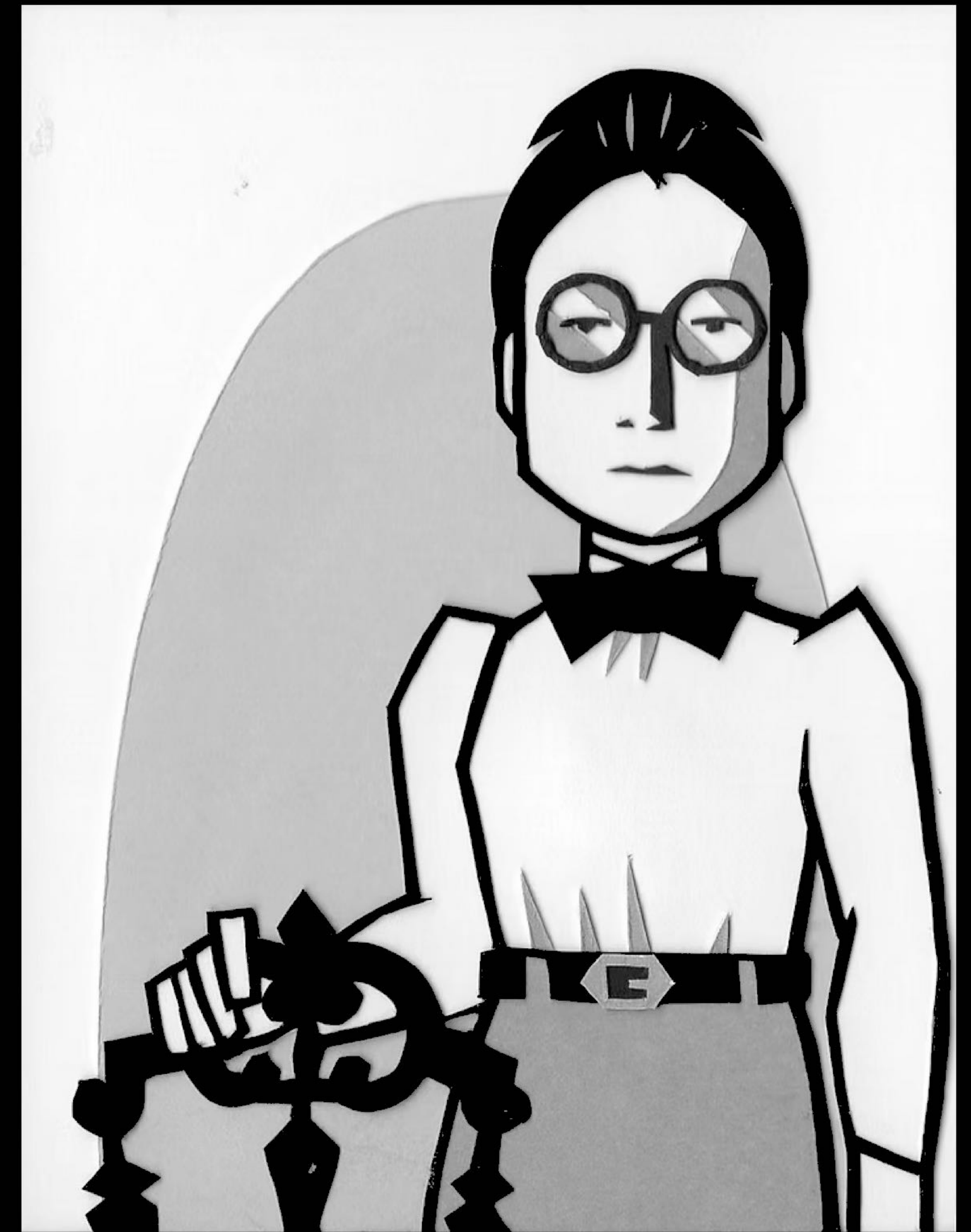


Emmy Noether

Amalie Emmy Noether nacque il 23 marzo del 1882 nella città bavarese di Erlangen, nel sud della Germania, da genitori ebrei.

Il padre, Max Noether, era insegnante di matematica all'università di Erlangen e aveva contribuito allo sviluppo della teoria delle funzioni algebriche.

La madre, Ida Amalia Kaufmann, era un'abile musicista e proveniva da una antica e ricca famiglia ebrea della regione di Colonia.



Emmy Noether

Primogenita di quattro figli, Emmy era l'unica femmina e molto amata dai genitori.

I suoi tre fratelli minori andarono tutti incontro ad un destino tragico: Alfred, nato nel 1883, studiò chimica, conseguì il dottorato ad Erlangen ma morì a 35 anni nel 1918; Fritz, nato nel 1884, diventò un apprezzato studioso di matematica applicata, ma dopo le leggi razziali fu costretto ad emigrare a Tomsk in Russia dove venne accusato di attività antisovietiche e fucilato nel 1941; infine, Gustav Robert, nato nel 1889, non godeva di buona salute e fu costretto a vivere per lungo tempo in una clinica, dove morì nel 1928.

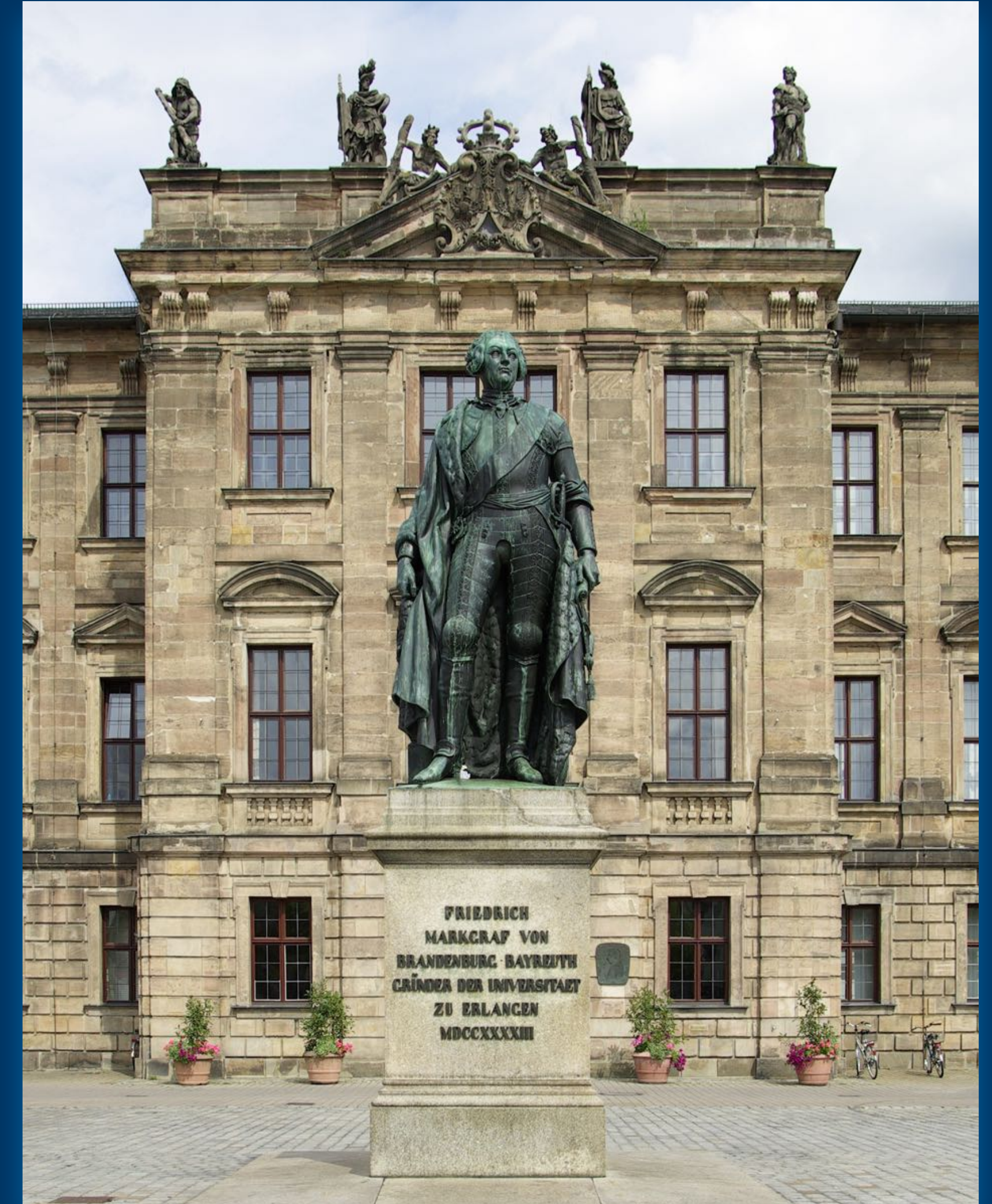


Emmy con i fratelli

Emmy Noether

Anche per Emmy, come per molte donne di quegli anni, era importante poter contare sull'agiatezza economica e su genitori che la sostenessero negli studi. Le ragazze, in genere, venivano dissuase dagli stessi genitori, prima ancora che dalle istituzioni, perché era credenza comune che le donne non fossero portate per gli studi, soprattutto per gli studi scientifici. Nel suo caso le origini ebraiche complicavano ulteriormente le cose.

La sua propensione per la matematica astratta non venne subito colta né da lei né dal padre e dapprima si dedicò allo studio del pianoforte e delle lingue. Nel 1900 conseguì l'abilitazione per l'insegnamento dell'inglese e del francese con la valutazione più alta del corso. Iniziò ad insegnare lingue nelle scuole per l'istruzione femminile, ma poi decise di continuare gli studi di matematica iscrivendosi all'università.



L'Università Friedrich-Alexander di Erlangen-Norimberga

Emmy Noether

In quegli anni in Germania alle donne non era consentita l'immatricolazione negli studi scientifici e potevano seguire le lezioni come uditrici solo se il docente di ciascun corso dava il consenso.

Noether dovette affrontare molti disagi perché spesso i professori si rifiutavano di concedere l'autorizzazione per cui era costretta a studiare sugli appunti dei compagni.

Trascorse così due anni, tra il 1900 e il 1902, a seguire le lezioni presso l'università di Erlangen. Poi, tra il 1903 e il 1904, decise di frequentare per un semestre l'università di Gottinga, in Bassa Sassonia.

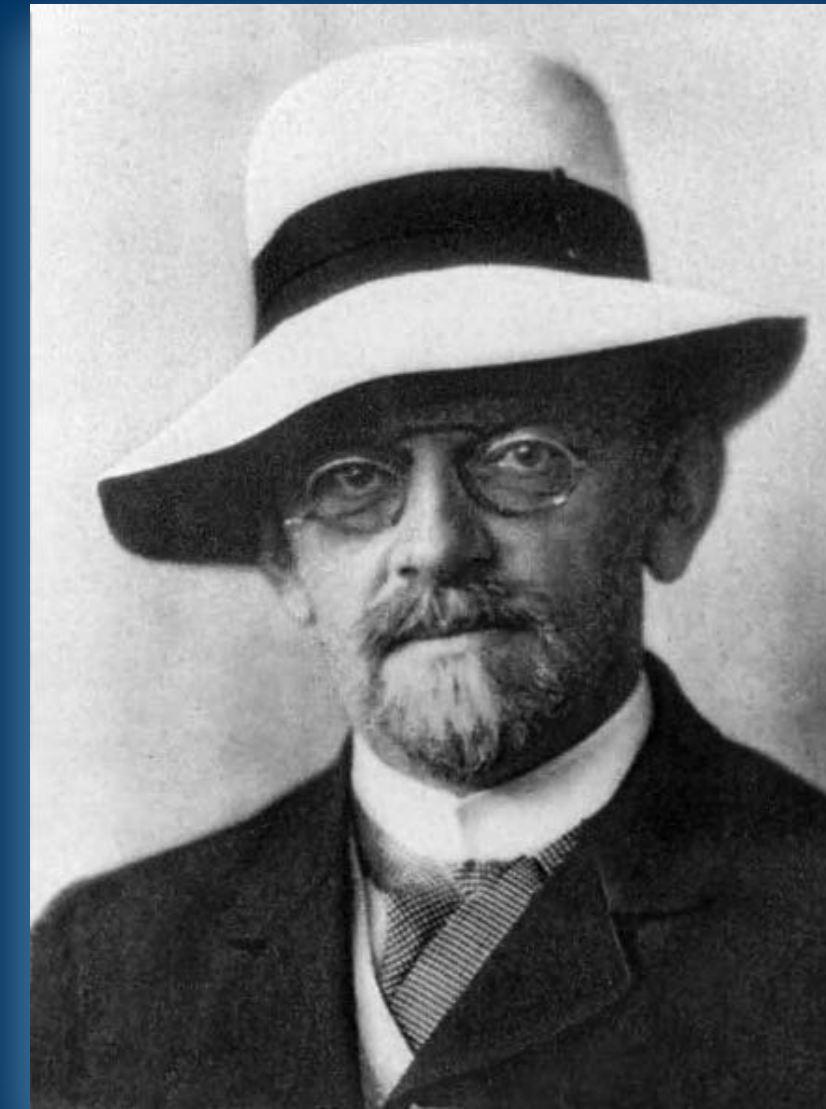


L'università Georg August di Gottinga.

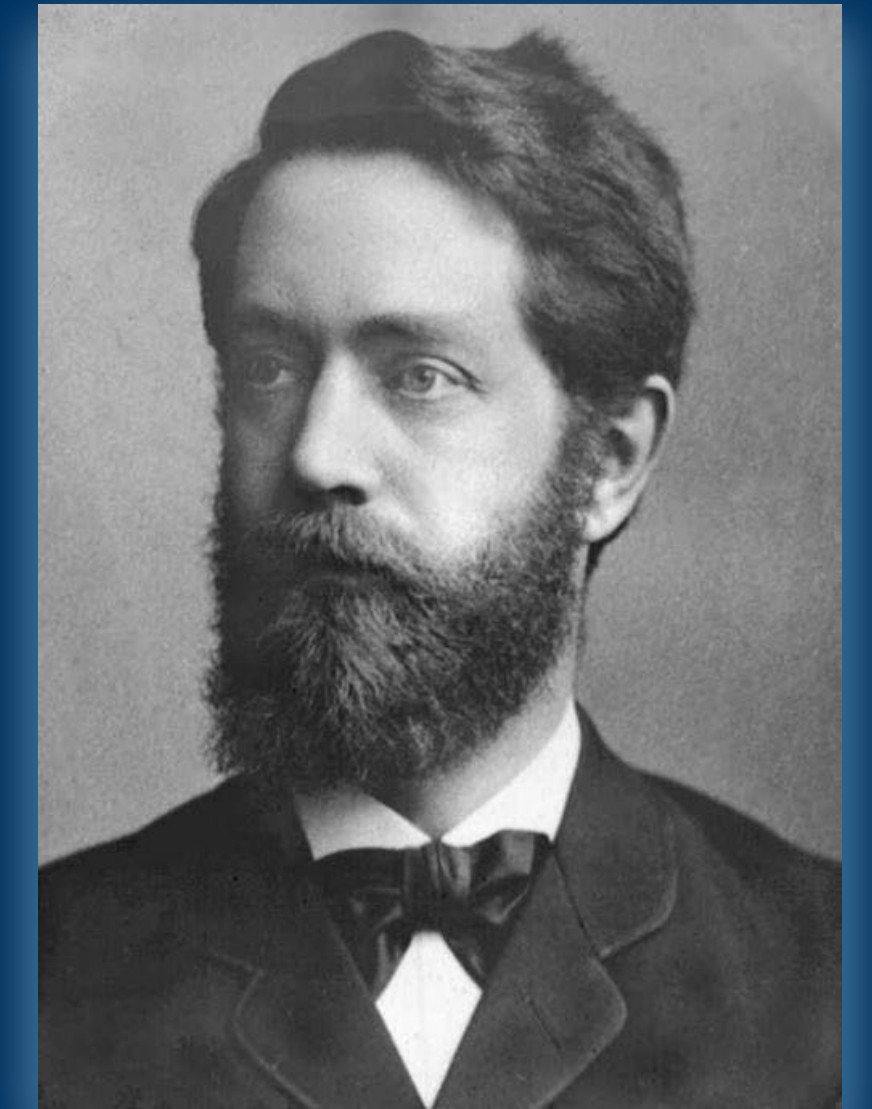
Emmy Noether

Fu una scelta felice perché fra i docenti della giovane Emmy figuravano nomi che sarebbero passati alla storia della matematica e della fisica:

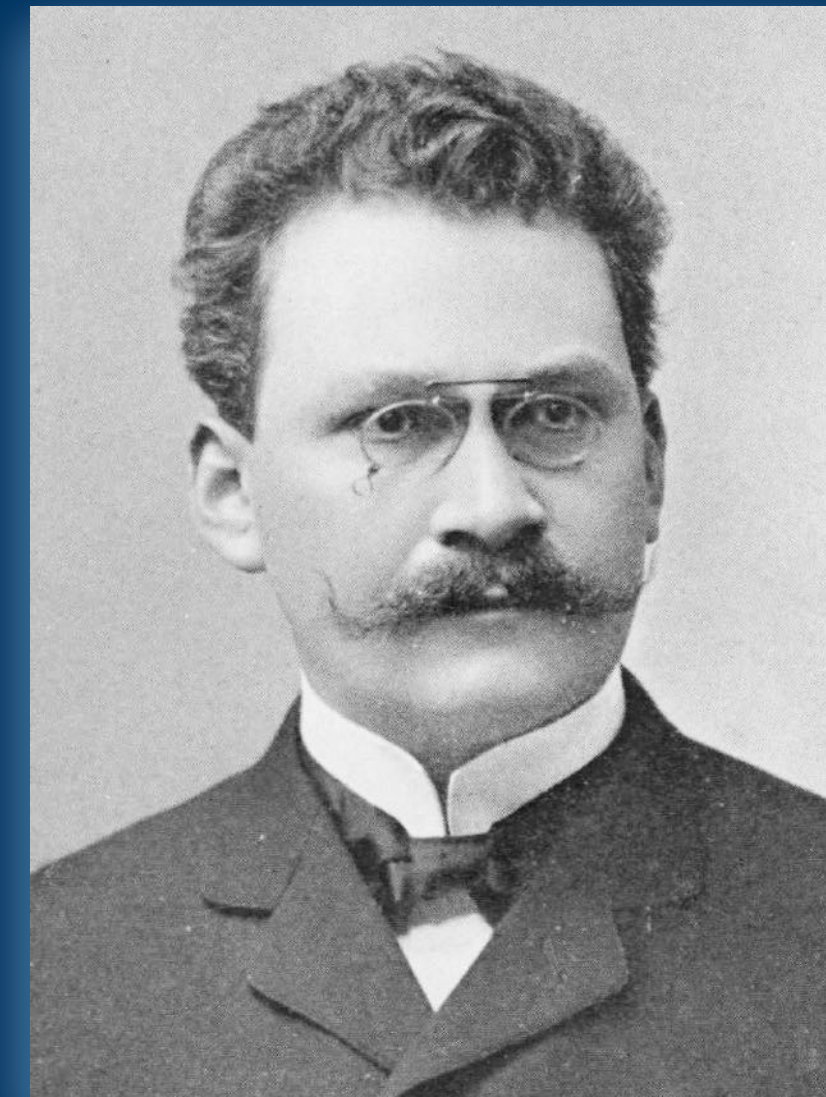
- *David Hilbert*, uno dei più grandi matematici del tempo e suo futuro mentore. Diede contributi fondamentali in molti ambiti della matematica teorica: dall'algebra astratta all'analisi funzionale, dalla teoria algebrica dei numeri alla geometria;
- *Felix Klein*, conosciuto soprattutto per i suoi contributi alla geometria non euclidea, ai collegamenti tra geometria e teoria dei gruppi e per fondamentali risultati nella teoria delle funzioni;
- *Hermann Minkowski*, che sviluppò la teoria geometrica dei numeri ed utilizzò metodi geometrici per risolvere difficili problemi della teoria dei numeri, della fisica matematica e della teoria della relatività speciale;
- *Karl Schwarzschild*, che ha legato il proprio nome all'astrofisica moderna, dalla spettroscopia alla teoria dell'evoluzione stellare, ai buchi neri.



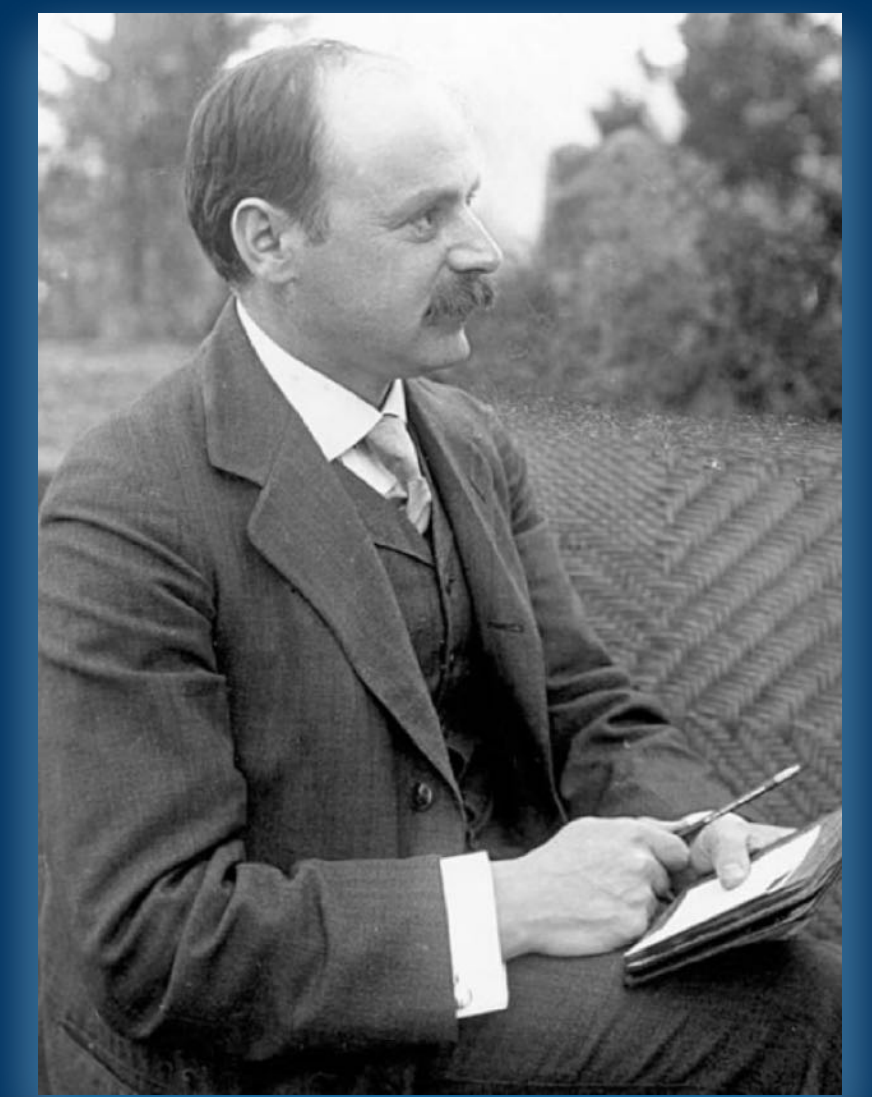
David Hilbert



Felix Klein



Hermann Minkowski



Karl Schwarzschild

Emmy Noether

Cambiate finalmente le leggi, Noether il 24 ottobre 1904 poté tornare ad Erlangen, immatricolarsi ufficialmente, unica donna tra 46 uomini, e dedicarsi completamente alla matematica.

Nel 1907 terminò il suo dottorato *summa cum laude* con una tesi di algebra sulla teoria degli invarianti, sui polinomi, cioè, che non cambiano quando sottoposti a trasformazioni lineari.

Il suo relatore, Paul Albert Gordan, seguiva un approccio costruttivo fondato sulla risoluzione di una grande quantità di calcoli. Noether non gradiva quei metodi che la costringevano a destreggiarsi in “una giungla di formule”, con equilibrismi puramente tecnici, estranei ai suoi veri interessi.

L'approccio di Gordan non le fu di aiuto ma anzi quei tecnicismi sordi alla generalizzazione ebbero paradossalmente l'effetto di accentuare in lei la tendenza innata all'eleganza dell'astrazione.



Amalie Emmy Noether
nel primi anni del Novecento

Emmy Noether

Nel 1908 Noether iniziò a lavorare all'università di Erlangen come lettrice. Continuò per sette anni senza essere retribuita.

Il primo riconoscimento accademico arrivò dall'Italia: nel 1908 fu ammessa al *Circolo Matematico di Palermo*. L'anno seguente divenne membro della *Deutsche Mathematiker Vereinigung* e fu invitata a presentare un articolo sulla teoria degli invarianti al convegno di Salisburgo in cui fu l'unica donna a parlare.

Nel frattempo, a Erlangen, a Paul Gordan era subentrato Ernst Fischer che divenne senza dubbio il suo mentore: sotto la sua guida Emmy passò dallo stile algoritmico di Gordan all'approccio assiomatico e astratto di Hilbert.

Nel 1915 venne invitata da David Hilbert e Felix Klein a far parte del Dipartimento di Matematica di Gottinga. Per ammetterla al ruolo di *Privatdozent* era necessaria la delibera dell'intera facoltà. La maggioranza si oppose con l'argomento: "Molti di noi giudicano l'accesso delle donne agli organismi universitari come qualcosa di dannoso per l'influsso umano e morale che può avere sul corpo insegnante maschile e su un uditorio fino ad ora omogeneo". Celebre è diventata la risposta di Hilbert: "Cari signori, non vedo perché il sesso della candidata debba costituire un argomento contro la sua ammissione come *Privatdozent*. In fin dei conti il Senato accademico non è uno stabilimento balneare".



Emmy Noether : i teoremi

Il 23 luglio 1918, Noether in un seminario presentò due teoremi, pubblicati in seguito sulla rivista *Göttinger Nachrichten*, come tesi di abilitazione alla docenza universitaria.

Il primo teorema è il più famoso e concettualmente il più importante, perché mostrava la connessione profonda e “irragionevole” tra due concetti diversi e privi, all’apparenza, di relazione tra loro: le simmetrie e le leggi di conservazione.

Queste ultime sono principi fondamentali della fisica come, per esempio, la legge di conservazione della massa, enunciata nel Settecento, che afferma che nell’Universo nulla si crea e nulla si distrugge ma tutto si trasforma.

La legge porta il nome di Antoine-Laurent Lavoisier, chimico ed esattore delle tasse, condannato a morte dal tribunale rivoluzionario di Parigi e ghigliottinato l’8 maggio 1794.



Jacques-Louis David
Antoine-Laurent Lavoisier
(1743-1794) e la moglie

Emmy Noether : le simmetrie

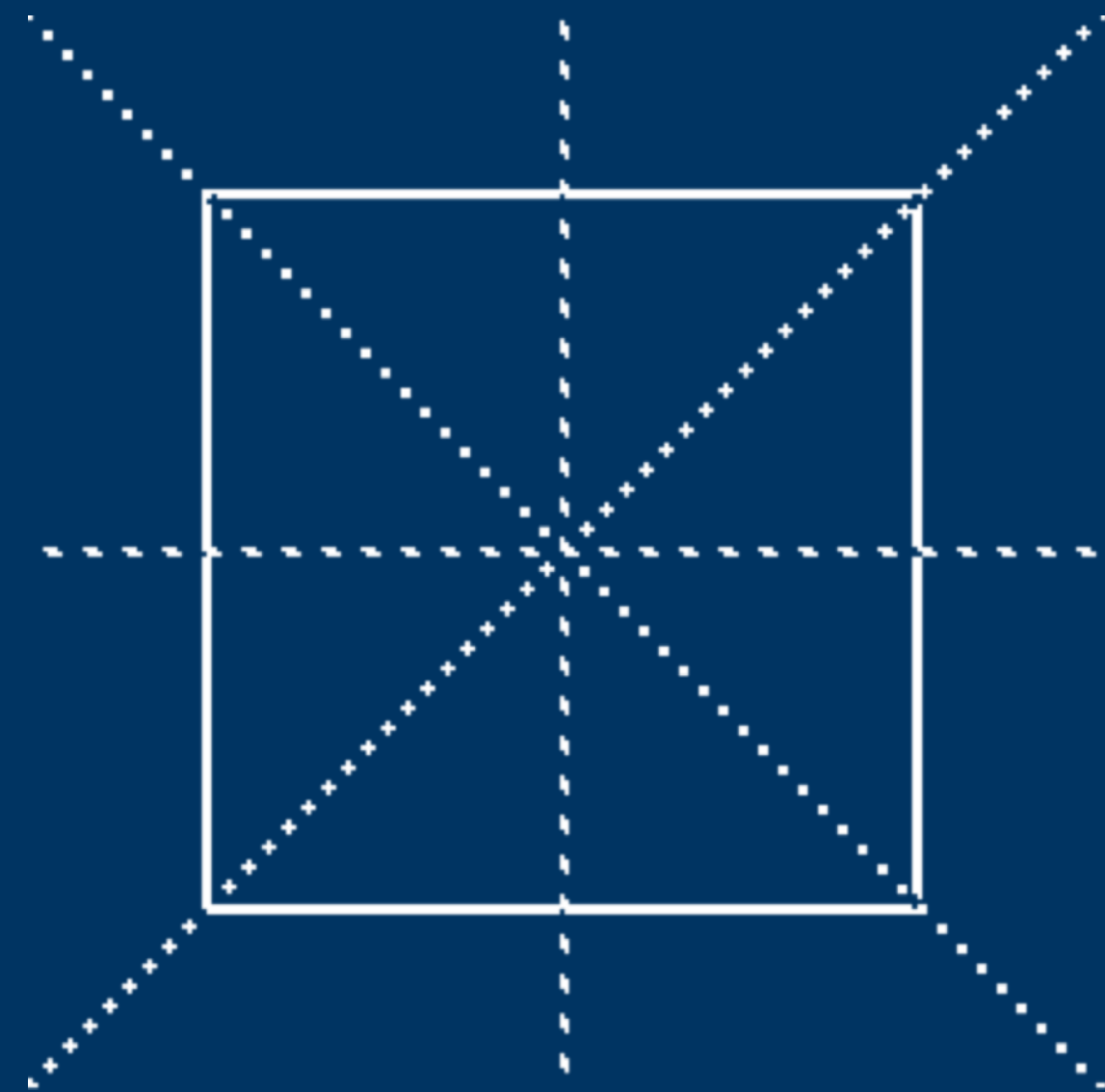
Simmetria, dal greco “*sun*” = “*insieme*” e “*metron*” = “*misura*”, ha il senso di “*misura comune*”, “*ordine e proporzione tra le parti di un tutto*”.

Le simmetrie sono classificabili, da un punto di vista matematico, e vengono definite come insiemi di trasformazioni la cui applicazione a un oggetto astratto lascia invariato l'oggetto stesso.

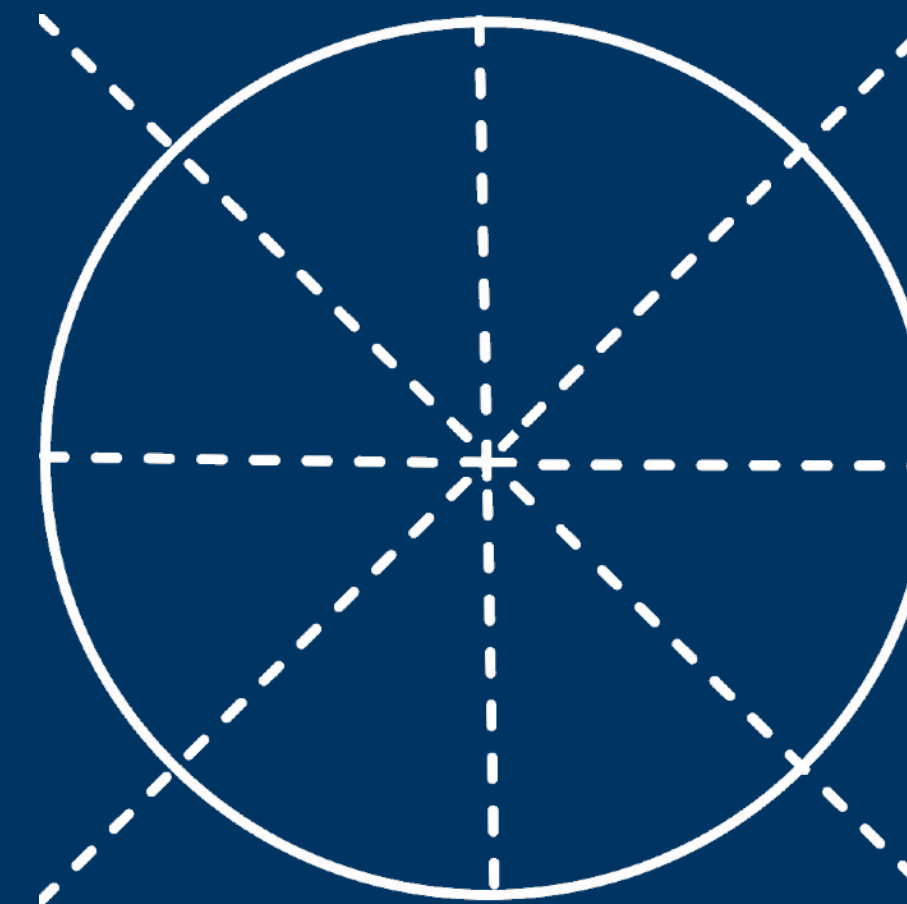
Le simmetrie si presentano divise in due classi:

- simmetrie continue;
- simmetrie discrete.

La relazione con l'intuitivo senso di “simmetria” risulta evidente attraverso semplici esempi:



simmetria discreta:
il quadrato rimane immutato per ogni rotazione di 90° o un suo multiplo.

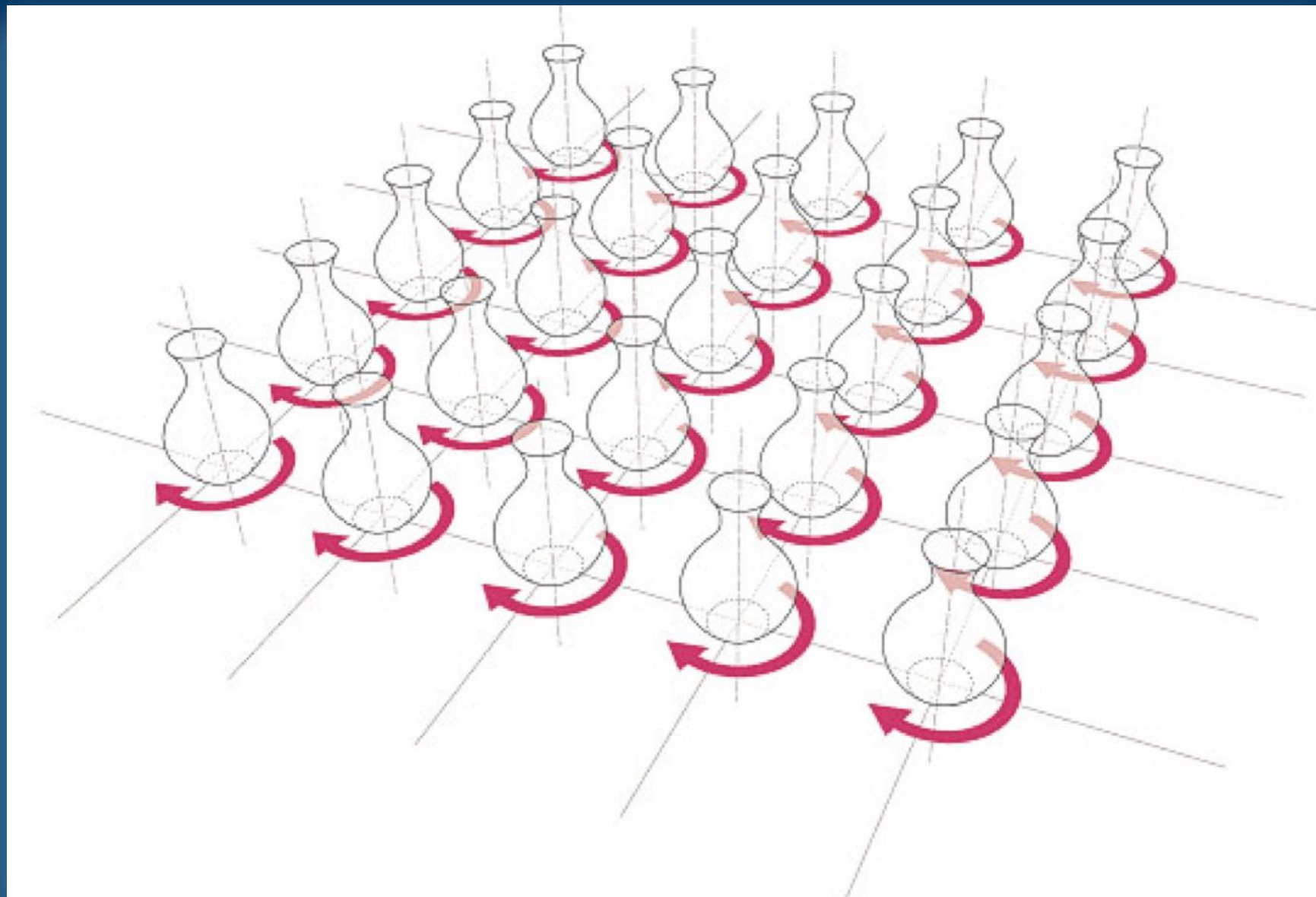


simmetria continua:
il cerchio rimane immutato per ogni rotazione di un generico angolo.

Emmy Noether : le simmetrie

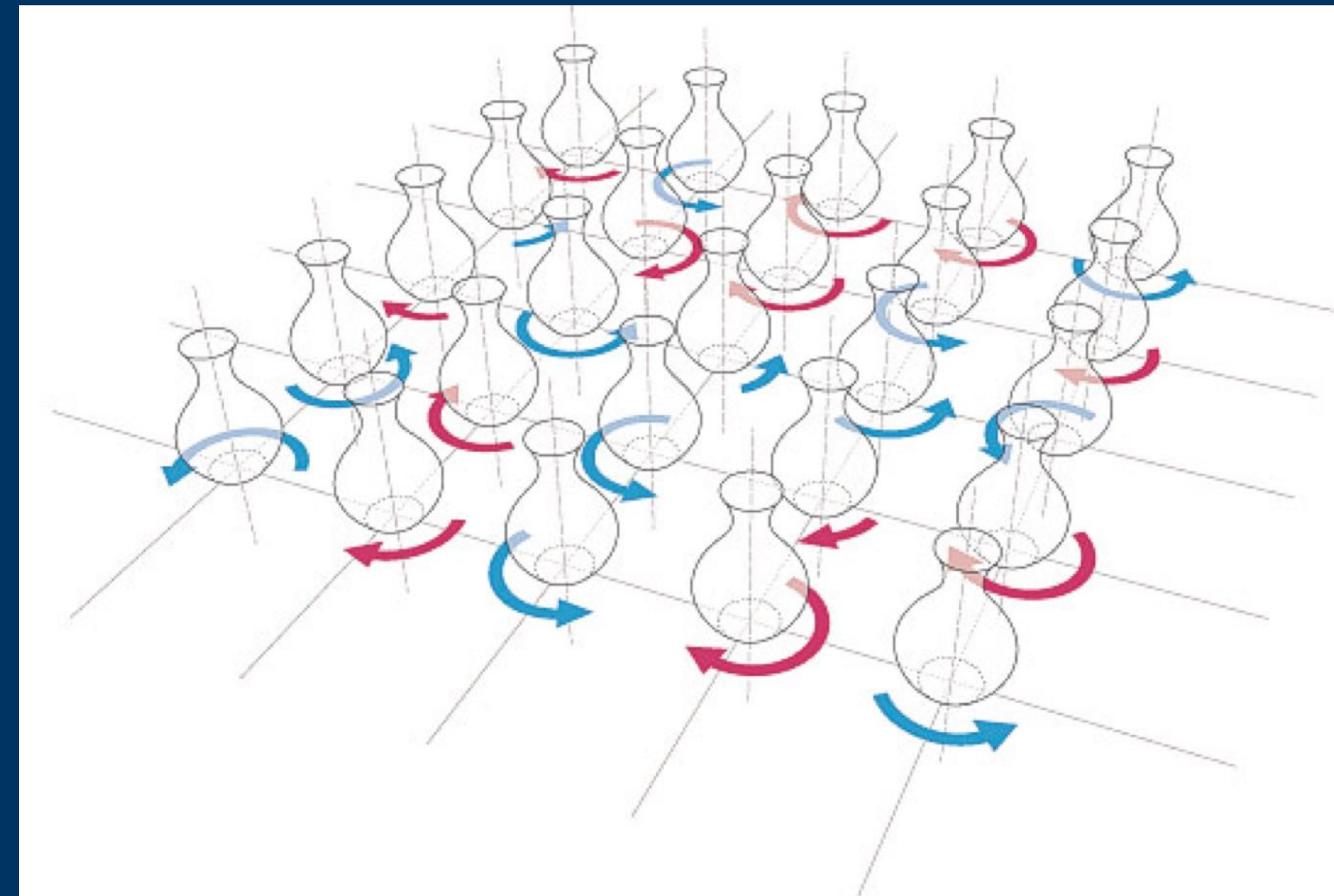
Le simmetrie, infine, possono essere:

- simmetrie globali



simmetria globale: la configurazione dell'universo non muta se ogni vaso viene ruotato dello stesso angolo.

- simmetrie locali (di “gauge”)



simmetria locale: la configurazione dell'universo non muta se ogni vaso viene ruotato di un angolo arbitrario.

Emmy Noether : i teoremi

Noether rende comprensibile il *principio di conservazione dell'energia*: le leggi fisiche non cambiano nel tempo (*l'Universo è simmetrico rispetto al tempo*); come anche *i principi di conservazione dell'impulso e del momento angolare* che vogliono dire che le leggi fisiche non cambiano da qualunque luogo le si osservi (*l'Universo è simmetrico rispetto ad ogni osservatore*).

Questo legame profondo tra i principi di conservazione di una quantità fisica e l'invarianza formale (la simmetria) delle leggi matematiche sottostanti si rivelerà decisivo in molti ambiti di ricerca della fisica moderna.

Il teorema, inoltre, non ha solo un'importante rilevanza teorica: offre anche uno strumento pratico per ricavare le quantità conservate *a partire* dalle simmetrie osservate nel sistema fisico. Se si propone una nuova teoria per spiegare un dato fenomeno fisico, infatti, il teorema di Noether garantisce che in caso di simmetria, *devono* anche esistere nella teoria delle quantità conservate. Rappresenta quindi una guida per gli esperimenti: la teoria potrà essere confermata solo se la conservazione di tali quantità sarà sperimentalmente osservata.



Jacques-Louis David
Antoine-Laurent Lavoisier
(1743-1794) e la moglie

Emmy Noether : i teoremi

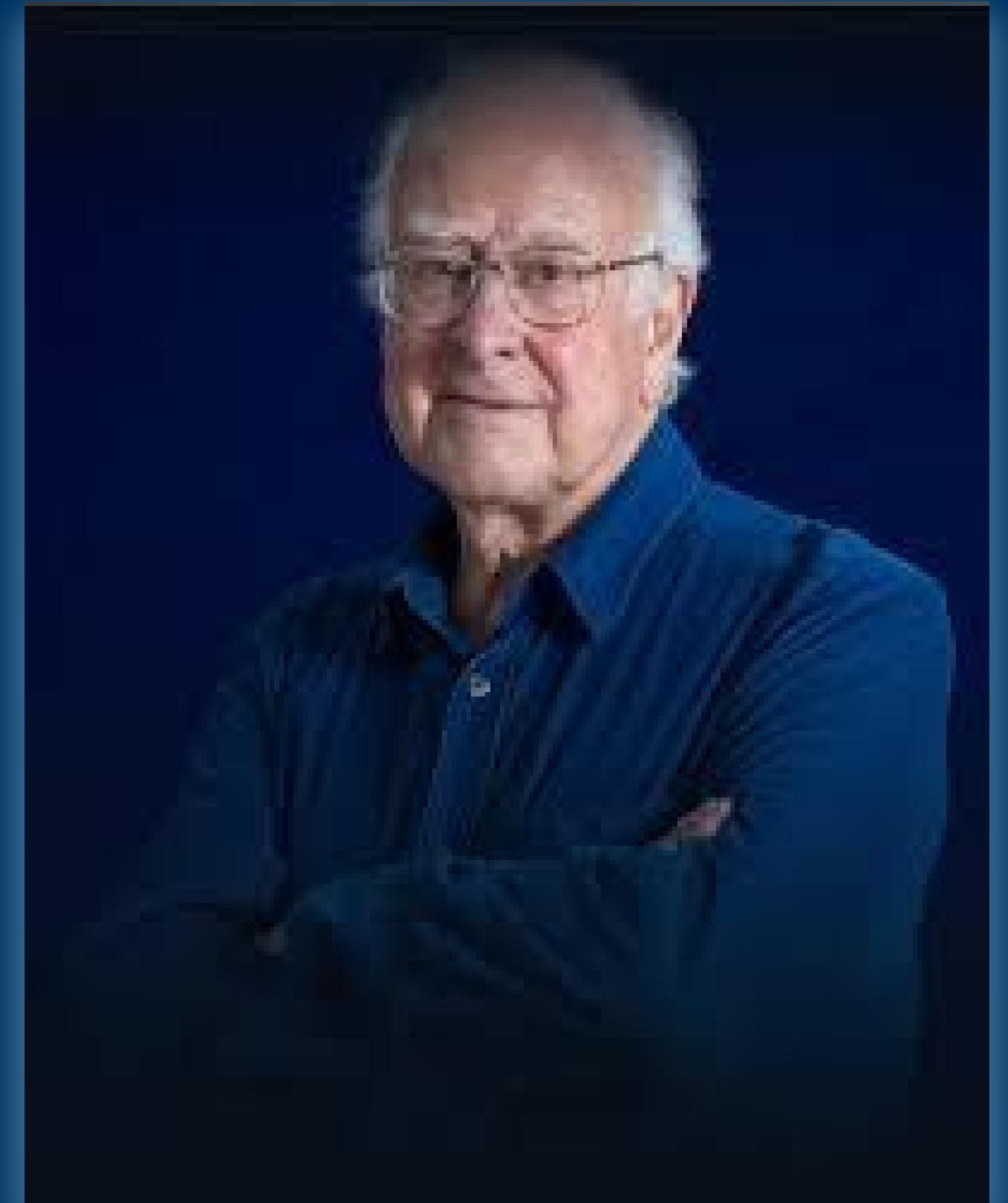
Infine, le simmetrie non sono solo una proprietà estetica, ma un principio organizzativo profondo che svela le leggi fondamentali dell'universo classico e quantistico, permettendo di derivare proprietà e conservazioni delle particelle elementari:

Classificazione delle particelle - Le proprietà intrinseche delle particelle (massa, spin, carica) sono legate alle rappresentazioni di gruppi di simmetria.

Modello Standard - Le simmetrie di gauge (*simmetrie non locali*) descrivono le interazioni fondamentali e le particelle.

Leggi fondamentali - Le equazioni fondamentali della fisica quantistica, come l'equazione di Schrödinger o l'equazione di Dirac, sono formulate per essere invarianti (simmetriche) sotto certe trasformazioni, garantendo che le leggi della fisica siano le stesse indipendentemente, ad esempio, dalla posizione o dall'orientamento dell'osservatore.

Rottura spontanea di simmetria - Questo è un concetto cruciale, utilizzato per spiegare come le particelle acquisiscono massa. La teoria della rottura spontanea di simmetria, tramite il meccanismo di Higgs, spiega perché i bosoni W e Z (portatori dell'interazione debole) sono massicci, mentre il fotone (portatore dell'elettromagnetismo) è privo di massa.



Peter Higgs
(1929-2024)

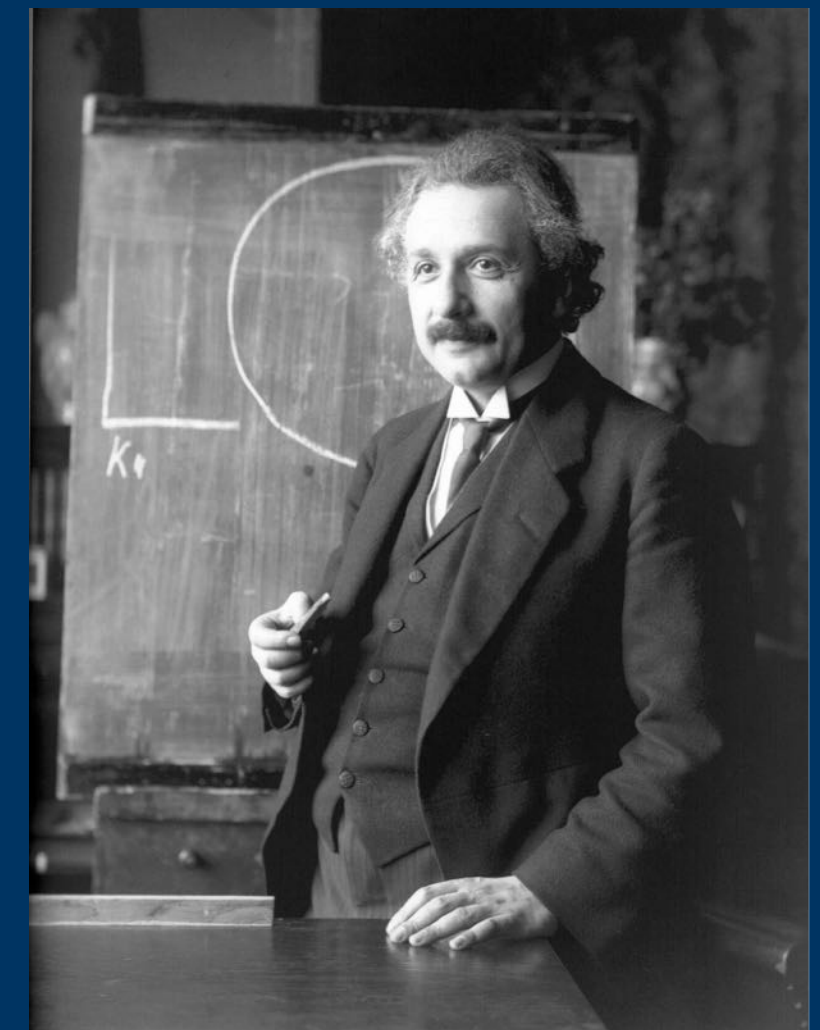
Emmy Noether : i teoremi

Nel 1933, con l'ascesa al potere di Hitler, Emmy Noether venne a trovarsi in una posizione difficile. Non solo era di famiglia ebrea, ma professava idee pacifiste e socialiste. L'unica strada per lei fu l'emigrazione. Su raccomandazione di altri matematici (*Hermann Weyl*) e con l'aiuto finanziario dell'*Institute for Advanced Studies*, IAS, di *Princeton*, le fu creato un posto *ad hoc* al College femminile di *Bryn Mawr* vicino a *Princeton* in *Pennsylvania*: la terza tappa della sua vita accademica dopo Erlangen e Gottinga.

Ancora una volta fu la sua condizione di donna a impedirle l'accesso ai centri di ricerca più prestigiosi, come l'Università di *Princeton*, dove furono invece contemporaneamente accolti *Einstein* e *Weyl*.



Hermann Weyl
(1885-1955)



Albert Einstein
(1879-1955)

Emmy Noether

Noether nel 1935 si sottopose a un intervento chirurgico per una cisti ovarica e morì quattro giorni dopo, il 14 Aprile.

Einstein, avendo notato che la stampa americana aveva dato scarsa risonanza alla sua morte, il 1° maggio scrisse in una lunga lettera al *New York Times*, il suo necrologio e il suo omaggio:

«... Qualche giorno fa un'illustre matematica, la professoressa Emmy Noether, precedentemente collegata all'Università di Göttingen e negli ultimi due anni al Bryn Mawr College, è morta nel suo cinquantatreesimo anno. A giudizio dei matematici viventi più competenti, Fraeulein Noether era il genio matematico creativo più significativo finora prodotto dall'inizio dell'istruzione superiore femminile. Nel regno dell'algebra, in cui i matematici più dotati sono stati impegnati per secoli, ha scoperto metodi che si sono dimostrati di enorme importanza nello sviluppo della giovane generazione di matematici di oggi. La matematica pura è, a modo suo, la poesia delle idee logiche. Si cercano le idee operative più generali che riuniranno in forma semplice, logica e unificata il più ampio cerchio possibile di relazioni formali. In questo sforzo verso la bellezza logica si scoprono formule spirituali necessarie per una penetrazione più profonda nelle leggi della natura...»

Non è cosa da donne. Falso!

Grandi matematiche prima di Noether ce n'erano già state: da Ipazia di Alessandria all'italiana Maria Gaetana Agnesi (1718-1799), prima donna autrice di un testo di matematica e la prima a ottenere (1750) una cattedra di matematica presso l'Università di Bologna, alla russa Sof'ja Vasil'evna Kovalevskaja (1850-1891), prima donna ad ottenere (1889) una cattedra universitaria nel Nord Europa presso l'Università di Stoccolma.

Dopo di lei ce ne sono state molte di più e di prima grandezza: dall'iraniana Maryam Mirzakhani (1977- 2017), docente di matematica presso l'Università di Stanford dal 2008 e vincitrice nel 2014 della Medaglia Fields, all'ucraina Maryna V"jazovs'ka (1984), vincitrice della Medaglia Fields nel 2016 e, da gennaio 2018, docente alla Scuola politecnica federale di Losanna.



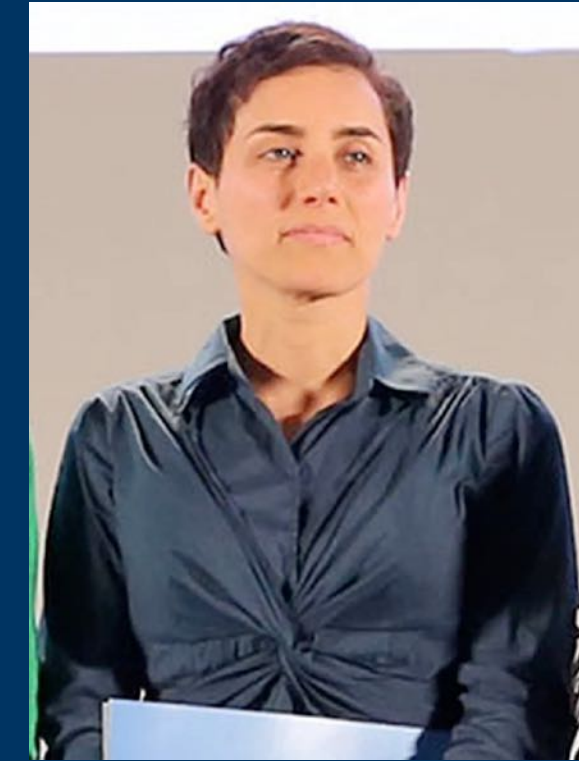
Ipazia



Maria Gaetana Agnesi



Sof'ja Kovalevskaja



Maryam Mirzakhani



Maryna V"jazovs'ka

Lise Meitner

Lise Meitner.

Elisa (Lise) Meitner nacque a Vienna il 7 novembre 1878 da una famiglia ebraica dell'alta borghesia, era la terza di otto figli dell'avvocato ebreo Philipp Meitner e di Hedwig Skovran. Da bambina suonava il pianoforte e restò tutta la vita appassionata di musica.

Concluse i suoi studi alle scuole medie, poiché le ragazze non erano ammesse nei licei. Seguì allora un corso triennale per insegnare il francese nelle scuole e si diplomò nel 1899. In quello stesso anno venne approvata la legge che consentiva anche alle donne l'accesso all'Università.

Lise si preparò da autodidatta e, dopo pochi mesi, all'età di 22 anni, conseguì la maturità presso l'*Akademisches Gymnasium* di Vienna e, superate le prove d'ammissione, nell'ottobre del 1901 poté iscriversi all'Università.



Lise Meitner

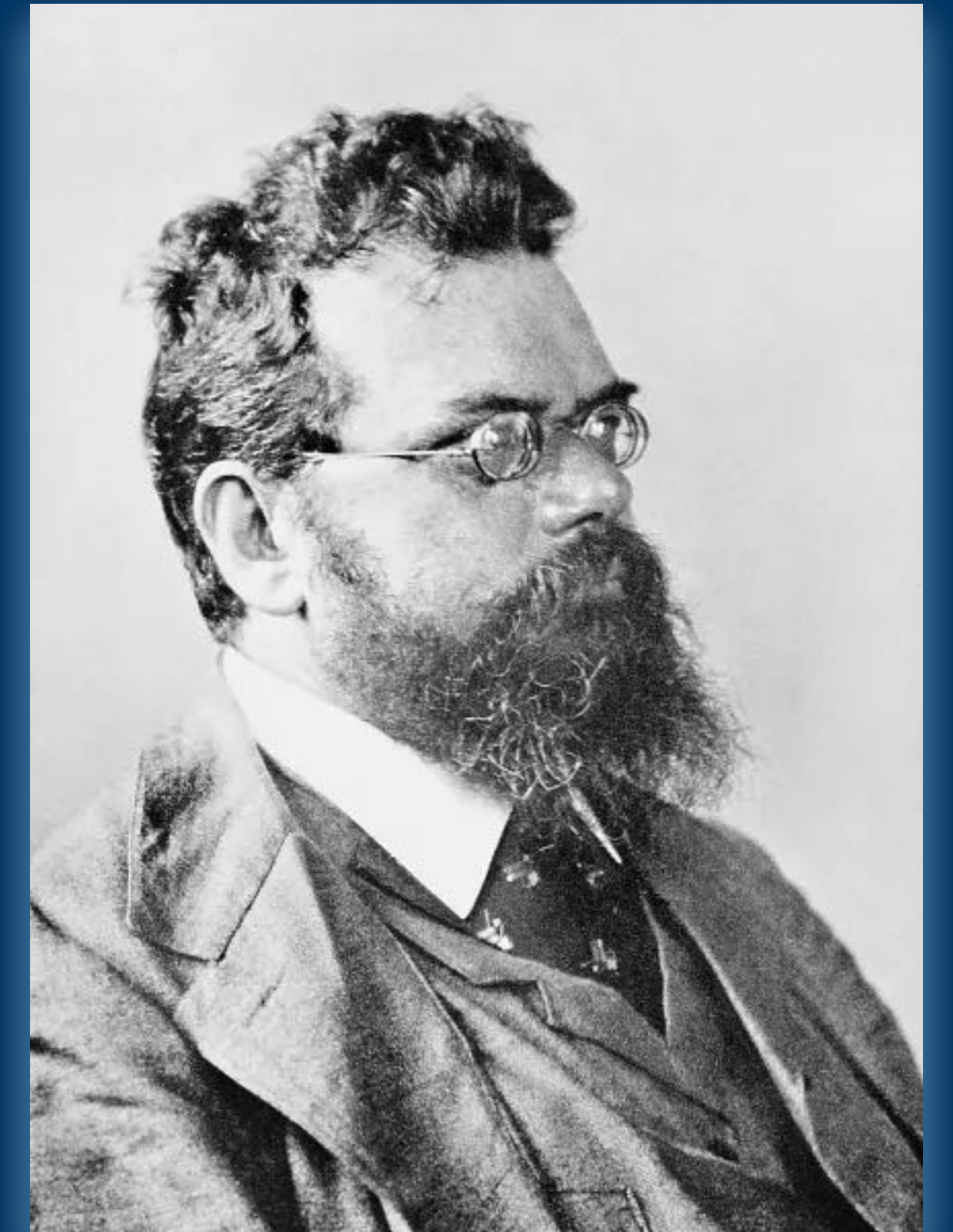
Lise Meitner.

Scelse di seguire i corsi di fisica, matematica e filosofia.

Il famoso fisico-matematico **Ludwig Boltzmann** fu il suo insegnante per materie fondamentali, quali la termodinamica e l'elettromagnetismo, divenne la sua fidata guida e suo consigliere e le trasmise la passione e l'entusiasmo per la ricerca.

Con la discussione della tesi, *Wärmeleitung in inhomogenen Stoffen* (Conduzione termica in materie eterogenee), Lise nel 1906 divenne la prima donna a conseguire il dottorato di fisica all'università di Vienna.

Subito dopo la laurea, avendo iniziato a lavorare sulla radioattività, in quegli anni un campo nuovo ed affascinante di indagine, fece domanda per un incarico presso il prestigioso *Istituto del radio* di Parigi, dove lavorava Marie Curie, incarico che non ottenne. Il dottorato le permise comunque di essere accettata nell'Istituto di fisica teorica di Vienna.



Ludwig Boltzmann

Lise Meitner

Lise Meitner.

I suoi nuovi interessi e il tragico suicidio a Duino di Boltzmann (5 settembre 1906), la convinsero, sempre supportata economicamente dal padre, a trasferirsi nel 1907 a Berlino presso la *Kaiser Friedrich Wilhelm Universität* per seguire le lezioni di Max Planck, il padre della fisica quantistica che avrebbe ricevuto nel 1918 il premio Nobel, e per lavorare in quella sede.

Fu nella capitale tedesca che incontrò il giovane chimico Otto Hahn, un ottimo chimico che aveva studiato in Gran Bretagna da Rutherford, premio Nobel per la chimica nel 1908, con il quale iniziò una collaborazione che sarebbe durata trent'anni.



Lise Meitner

Lise Meitner.

Presso il *Kaiser Wilhelm Institute* per la Chimica, Meitner iniziò a collaborare con Hahn sulla fisica e chimica delle sostanze radioattive e con lui stabilì un intenso, anche se talora fortemente polemico, rapporto di amicizia che sarebbe durato per tutta la vita.

Lise non aveva una posizione ufficiale nell'Istituto e quindi non percepiva stipendio e si doveva accontentare di una stanza-ripostiglio per sistemare la sua strumentazione di ricerca. Il suo "laboratorio" era in realtà un locale originariamente destinato a lavori di falegnameria, situato nelle cantine dell'istituto di chimica dell'università berlinese.

A quell'epoca in Prussia le donne non erano ammesse all'università, per cui Meitner doveva entrare dalla porta di servizio e non poteva accedere alle aule e ai laboratori degli studenti. Il divieto venne annullato solo nel 1909, quando venne ufficialmente permesso alle donne di studiare.



Otto Hahn e Lise Meitner, Berlino 1909

Lise Meitner

Lise Meitner.

Meitner, che già nel 1906 aveva pubblicato l'articolo *Über die Absorption der α - und β -Strahlen* sulla rivista *Physikalische Zeitschrift*, insieme ad Hahn, a partire dal 1909, scoprì diversi nuclidi radioattivi.

Fu grazie a questi importanti contributi che Lise divenne nota nel mondo della fisica - entrando in contatto, fra gli altri, con Albert Einstein e Marie Curie - e che, nel 1912, Hahn e Meitner lasciarono il laboratorio nei sotterranei a causa del livello di radiazioni troppo elevato, per trasferirsi nel nuovo istituto di chimica della "Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft" creato appositamente per lo sviluppo delle scienze legate alla radioattività e per continuare le loro ricerche nella sezione di radioattività fondata proprio da Hahn.

Dal 1912 al 1915 Lise lavorò come assistente non ufficiale di Max Planck e continuò a lavorare gratuitamente fino al 1913 quando Meitner divenne finalmente membro scientifico retribuito del Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie.



Lise Meitner

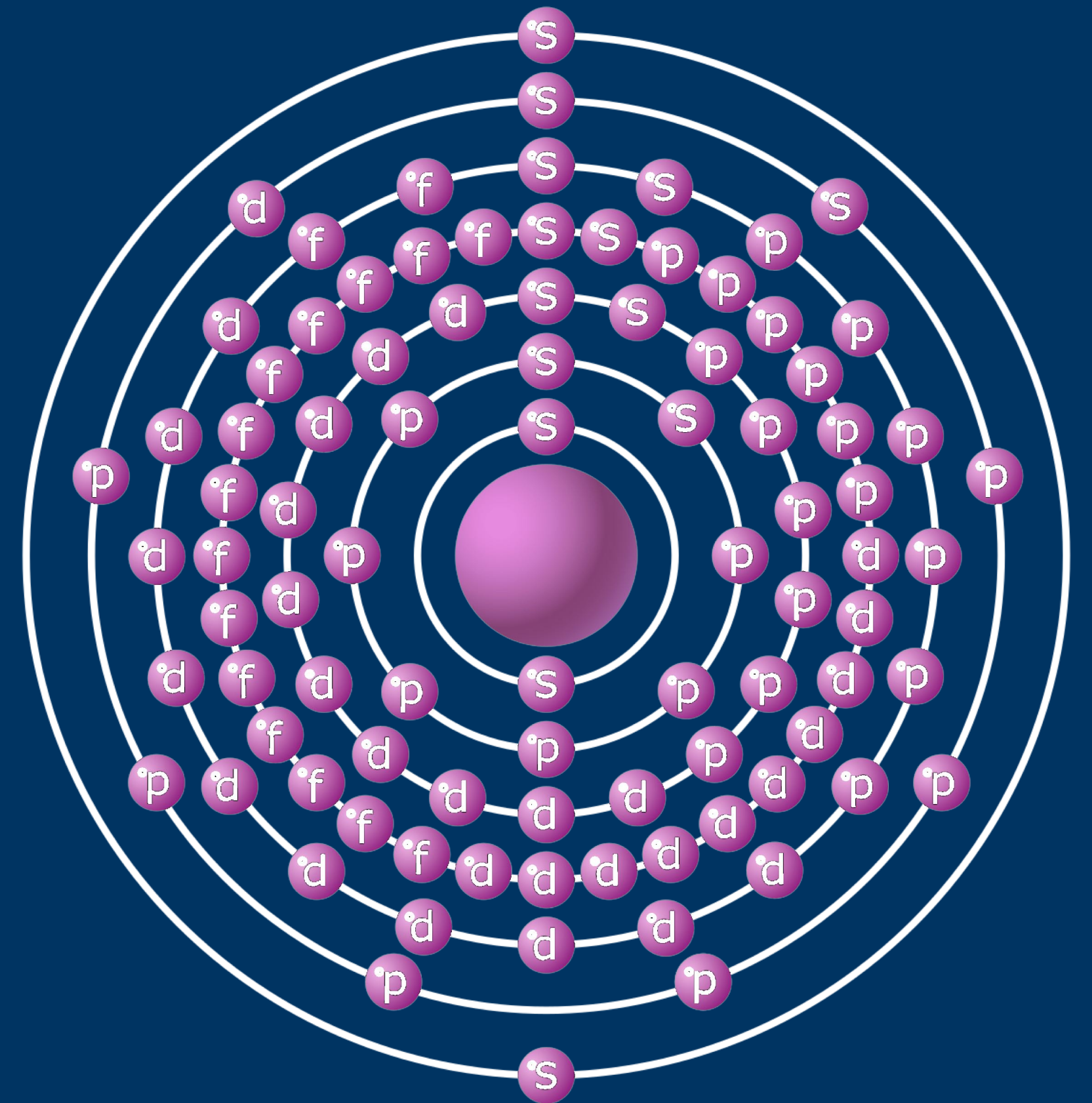
Lise Meitner.

Durante la Prima Guerra Mondiale, dal 1914 al 1916, lavorò volontaria come tecnico dei raggi X nell'esercito austriaco in un ospedale militare del fronte orientale, mentre Otto Hahn era stato chiamato a partecipare ai progetti di ricerca sui gas asfissianti.

A partire dal 1917, mentre Hahn era ancora impegnato al fronte, Lise Meitner cominciò le ricerche che la condussero alla scoperta dell'isotopo con peso atomico 231 del protoattinio ${}_{91}\text{Pa}$, l'isotopo avente tempo di dimezzamento maggiore (32760 anni). L'elemento protoattinio era stato scoperto nel 1913 da Kasimir Fajans e Oswald Göhring.

Nel 1918 Meitner ottenne per la prima volta una propria sezione di fisica nucleare, con uno stipendio adeguato da caporeparto.

Nel 1922 conseguì la libera docenza e nel 1926 divenne Professore Straordinario di fisica nucleare sperimentale presso l'università di Berlino.



Lise Meitner

In Germania la scalata del partito nazionalsocialista di Hitler al potere culminò il 30 gennaio 1933 con la nomina del Führer a Cancelliere del Reich.

Il 7 aprile 1933 il regime nazista varò la legge che obbligava i funzionari pubblici di carriera non ariani a dare le dimissioni e al pensionamento anticipato. Poco dopo queste disposizioni vennero estese agli avvocati ed ai medici ebrei, che furono esclusi dai tribunali e dagli ospedali pubblici.

Il 6 settembre, a causa delle sue origini ebraiche, a Meitner venne ritirato il permesso d'insegnamento. Ma, difesa energicamente da Planck, riuscì a conservare lo stipendio e a continuare il suo lavoro agli esperimenti di irradiazione mediante neutroni con Otto Hahn al *Kaiser-Wilhelm-Institut*, che non era direttamente controllato dallo Stato.

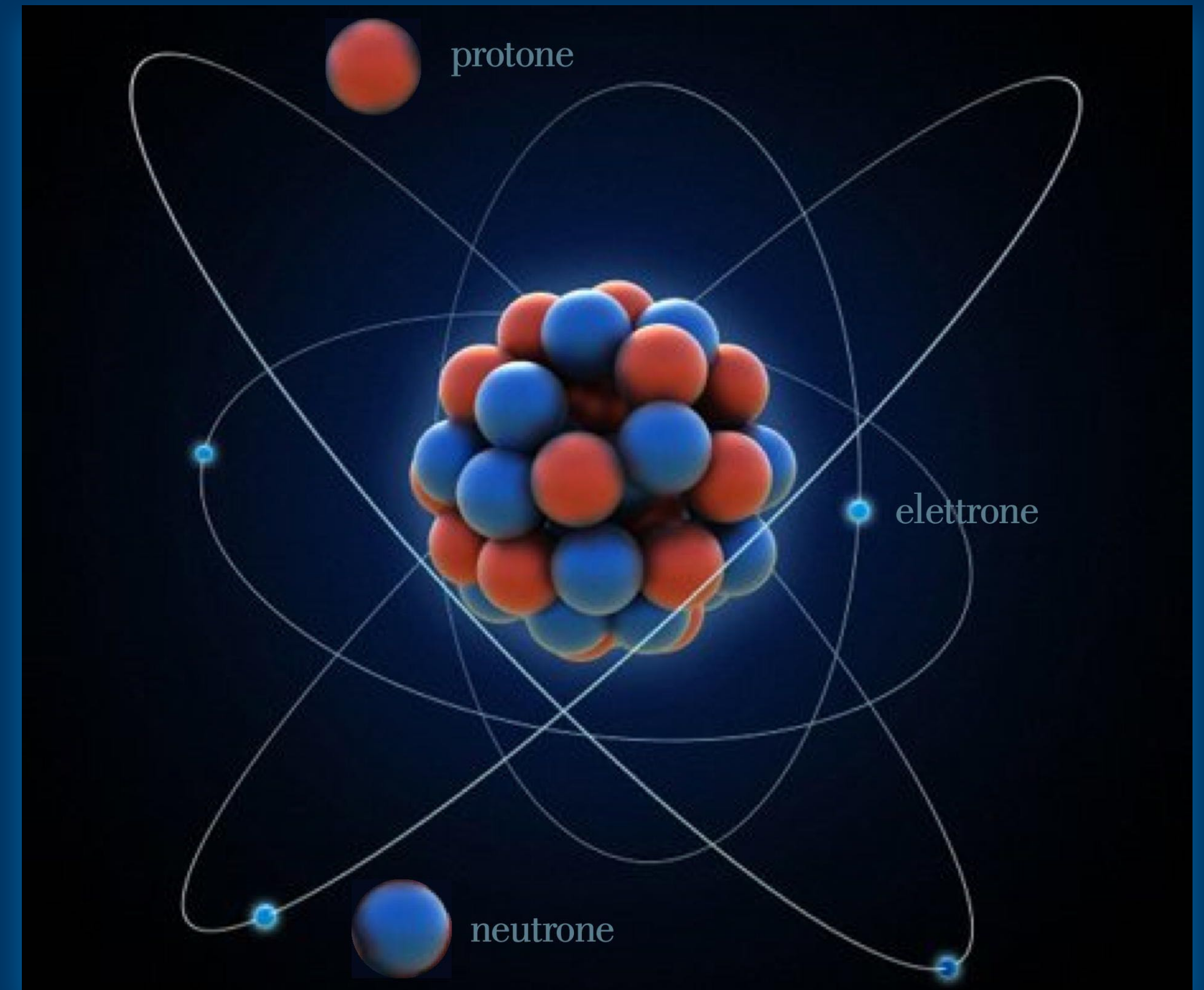
Lise Meitner.



l'atomo

Ogni atomo è formato da un nucleo contenente protoni, neutroni e da elettroni, che gli orbitano intorno, in numero uguale a quello dei protoni. Essendo tutti carichi positivamente i protoni tendono a respingersi e, se non ci fossero altre forze a tenerli uniti, i nuclei non sarebbero stabili. A rendere stabili i nuclei atomici è la cosiddetta *forza nucleare forte*.

Quando le forze nucleari non sono bilanciate, il nucleo tende spontaneamente a raggiungere uno stato stabile attraverso l'emissione di una o più particelle. Molti dei nuclidi esistenti in natura sono stabili, ma alcuni sono instabili e si trasformano, *decadono*, in altri nuclidi.



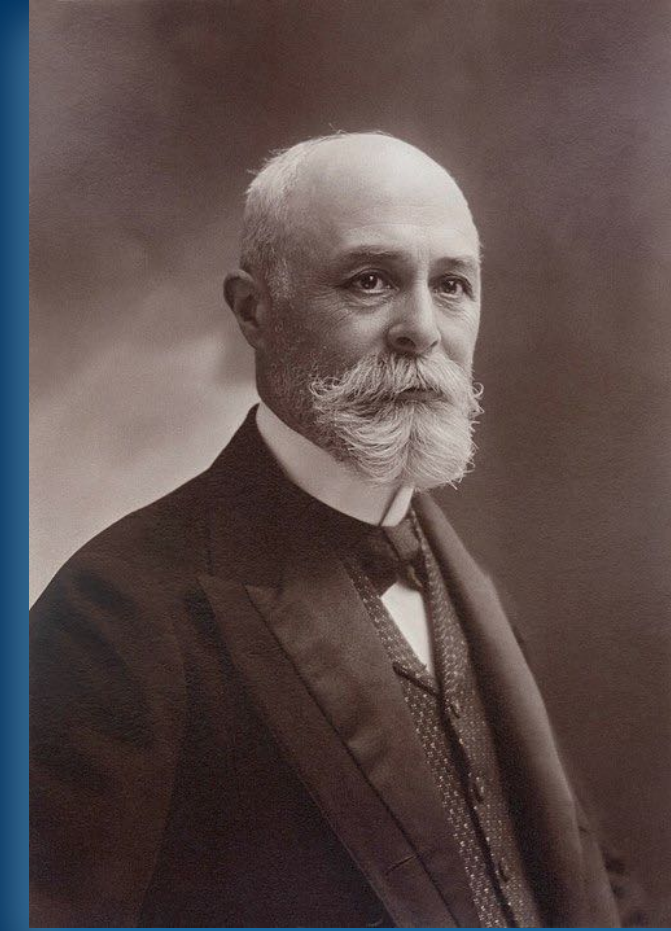
radioattività naturale

Nel 1896 Antoine Henri Becquerel scoprì la radioattività naturale dell'uranio.

Questa scoperta aprì un nuovo filone di ricerca orientata a determinare l'eventuale presenza in natura di altri elementi che presentassero la stessa proprietà dell'uranio.

Nel luglio del 1898, Pierre e Marie Curie isolarono una piccola quantità di un nuovo elemento 330 volte più radioattivo dell'uranio che fu chiamato Polonio in onore del paese di origine della scienziata.

Il 28 marzo 1902 Marie annotò sul suo quaderno nero "Ra = 225,93": la scoperta del Radio.



Antoine Henri Becquerel



Pierre Curie e Maria Skłodowska-Curie

radioattività artificiale

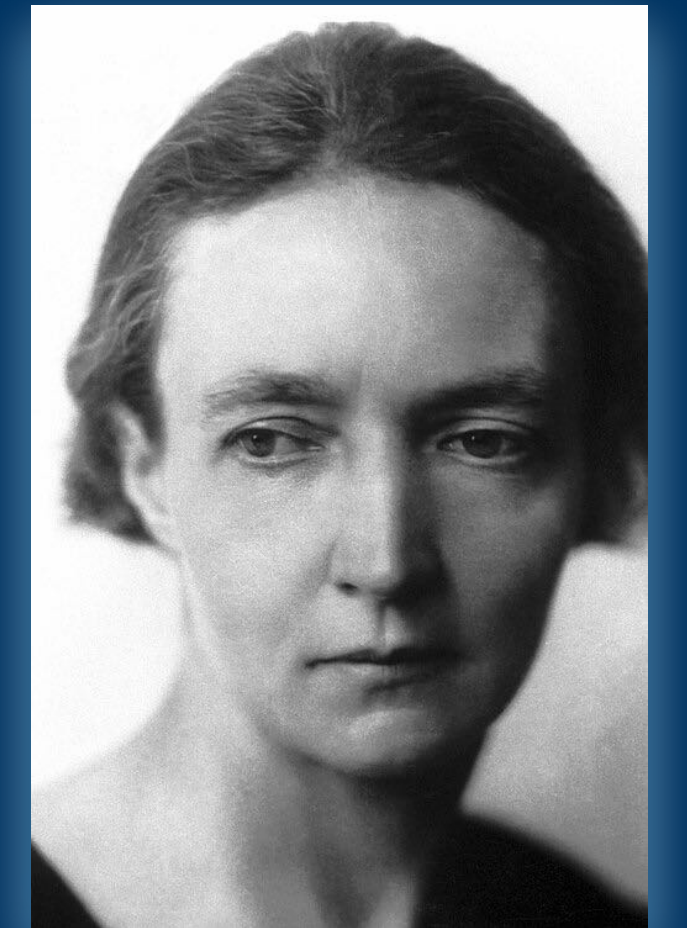
Nel 1934, i coniugi Joliot-Curie a Parigi avevano scoperto la radioattività artificiale, cioè la possibilità di creare elementi radioattivi bombardando atomi stabili con particelle cariche (raggi alfa).

Enrico Fermi a Roma intuì che usando come proiettili i neutroni, particelle prive di carica scoperte due anni prima da Chadwick, rallentati mediante spessori di acqua o paraffina, si poteva aumentare notevolmente la probabilità di formare nuovi elementi radioattivi. Fermi e il suo gruppo irradiarono decine di elementi creando una quarantina di radionuclidi.

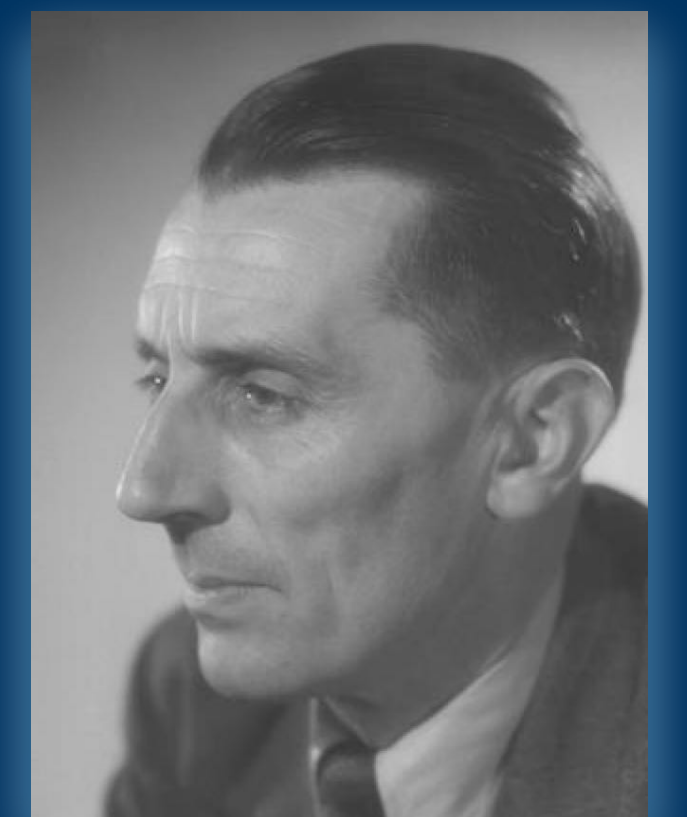
Irraggiarono anche l'uranio, elemento di numero atomico 92, e pensarono di avere scoperto due nuovi elementi più pesanti dell'uranio con numero atomico 93 e 94.



I ragazzi di via Panisperna
D'Agostino, Segrè, Amaldi, Rasetti e Fermi



Irene Curie



Frédéric Joliot

Lise Meitner

Lise Meitner.

Meitner e Hahn, insieme al chimico Fritz Strassman, iniziarono subito una serie di esperimenti per verificare in laboratorio i risultati di Fermi e, tra il 1934 e il 1938, produssero un gran numero di elementi ottenuti da trasmutazioni nucleari.

Con l'annessione dell'Austria alla Germania nel 1938, Meitner divenne cittadina tedesca e, in quanto ebrea, fu dimessa da caporeparto all'istituto di chimica.

Il 13 luglio 1938, grazie all'aiuto del fisico olandese Dirk Coster, passò in treno il confine per l'Olanda transitando come Frau Professor Coster. Si rifugiò infine in Svezia dove continuò le sue ricerche fino al 1946 presso l'istituto Nobel.

Qualche mese dopo, la *Notte dei cristalli*, l'ondata dei pogrom antisemiti divampati in tutta la Germania tra il 9 e il 10 novembre 1938, avrebbe dimostrato che la sua stessa vita sarebbe stata in pericolo se fosse rimasta in Germania.



Kristallnacht “Morte agli ebrei”

Lise Meitner

In una lettera del 19 dicembre del 1938, Hahn descrisse a Meitner uno strano fenomeno che aveva scoperto insieme a Strassmann: irradiando nuclei di Uranio [^{238}U] con neutroni lenti per esaminarne i prodotti risultanti, aveva trovato del Bario [^{137}Ba]. Scriveva: « [...] Forse lei riuscirebbe a suggerire una qualche soluzione fuori dall'ordinario. È chiaro che (l'uranio) non può scomporsi in nuclei di bario (...). »

Due mesi dopo, l'11 febbraio 1939, Lise Meitner pubblicò, insieme a suo nipote Otto Robert Frisch, sulla rivista *Nature*, un articolo in forma di lettera di sole due pagine intitolato *Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of Nuclear Reaction*, nel quale si esponeva la teoria della fissione nucleare.

Lise Meitner.

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 collaborators¹ found that at least four radioactive substances were produced, to two of which atomic numbers larger than 92 were ascribed. Further investigations² 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. ...

Physical Institute,
Academy of Sciences,
Stockholm.

LISE MEITNER.

Institute of Theoretical Physics,
University,
Copenhagen.
Jan. 16.

O. R. FRISCH.

Lise Meitner

Lise Meitner aveva avuto l'idea della fissione durante una passeggiata nei boschi della Svezia meridionale con il nipote Otto Frisch, giovane fisico nucleare esule da Vienna a Copenaghen: i due frammenti che risultavano dalla fissione avevano una massa inferiore a quella del nucleo di uranio di partenza. Con questa differenza di massa, Meitner, utilizzando la formula relativistica di Einstein $E=mc^2$, calcolò l'energia liberata durante la fissione. Il risultato che ottenne mostrò che la fissione di un chilo di Uranio avrebbe prodotto un'energia pari a quella prodotta dalla combustione di 120 tonnellate di carbone. Con questo decisivo calcolo Lise Meitner pose le fondamenta per lo sviluppo sperimentale della fissione nucleare.

Lise Meitner.



Lise Meitner

Lise Meitner.

Da pacifista convinta, Meitner si rifiutò di accettare incarichi di ricerca per la costruzione della bomba atomica.

Ritornò in Germania nel 1948 e solo per partecipare ai funerali di Max Planck.

Restò in Svezia, a capo della sezione di fisica nucleare dell'Istituto di fisica del politecnico di Stoccolma, fino al 1960.

Nel 1960 andò a vivere presso suo nipote a Cambridge.

Lise Meitner morì il 27 ottobre 1968, all'età di ottantanove anni. Volle essere sepolta a Bramley nello Hampshire accanto alla tomba del fratello minore Walter. Suo nipote, Otto Robert Frisch, dettò l'epitaffio:

«Lisa Meitner, una fisica che non perse mai la sua umanità».



Lise Meitner

Lise Meitner.

Il 15 novembre 1945 la Royal Swedish Academy of Science assegnò il premio Nobel per la chimica solo a Otto Hahn, che nemmeno menzionò Lise durante il suo discorso per il ritiro del premio.

Nel 1947 Meitner riceve il premio per la scienza della città di Vienna.

Nel 1949 riceve la medaglia Max Planck della German Physical Society.

Nel 1966 riceve il premio “Enrico Fermi”, insieme a Otto Hahn e Fritz Strassmann.

L'elemento chimico *meitnerio* ^{109}Mt porta questo nome in suo onore, come l'*Hahn-Meitner-Institut* per le ricerche nucleari di Berlino.

Tra il 1937 e il 1948 è stata nominata 49 volte per il premio Nobel.

Non l'ha mai vinto