

detailfoto van de machine is te zien (bit.ly/2twJ9df). Op pagina 48 wordt uitgelegd wat de eerder genoemde hoek φ betekent.

Fig. 2. Detailfoto van de beeldbuis.

Het gaat hier dus met recht om een *one-off*. Helaas te groot om naar de IM in Scheveningen te slepen.

Wat doet het NRP-gedenkschrift in de archieven van het Cryptomuseum, dat zich richt op cryptografie en af luisterapparatuur? Het NRP was betrokken bij de analyse van EASYCHAIR, een passief Russisch af luisterapparaatje. Dat apparaatje zond niet zelf signalen uit. Het had dus geen stroomvoorziening nodig en kon niet gemakkelijk gedetecteerd worden. Om het te gebruiken moest ergens in de buurt een microgolfsender worden opgesteld die EASYCHAIR aanstraalde. De zwakke signalen van EASYCHAIR werden door een externe ontvanger beluisterd. Die technologie lijkt dus sterk op die van radar, de expertise van het NRP.

Meer over EASYCHAIR is te lezen op www.cryptomuseum.com/covert/bugs/thing



Het Curie-museum in Parijs

Simon van der Salm

Afgelopen najaar bezocht ik het Curie-museum in Parijs. Omdat ik bij de medisch technici het vak Stralingsfysica geef, een museum dat al enige tijd op mijn verlanglijstje stond. Het museum is immers gevestigd in het oorspronkelijke laboratorium van de Curies, waar zij baanbrekende ontdekkingen deden over radioactieve stoffen en hun ioniserende straling. Zie fig. 1.

Over de Curies, de familie van vijf Nobelprijzen, en een nominatie voor een zesde, is zo veel geschreven dat je niet weet waar je moet beginnen. Het beste is dat de lezer het een en ander zelf opzoekt en naleest op internet, waar ontelbaar veel sites over deze wetenschappelijke familie en hun fundamentele ontdekkingen in de natuurkunde zijn te vinden.

De grootste bewondering heb ik voor *Marie Curie*, die als jonge studente uit Polen vertrok omdat ze daar als meisje niet mocht studeren, en in Parijs belandde als één van de weinige studentes natuur-, wis- en scheikunde aan de Sorbonne. Ondanks haar straatarme bestaan, bleek ze een briljante studente, die door haar vasthoudendheid en handigheid bij moeilijke fysische proeven al snel de aandacht van haar leraren trok.

Terwijl ze in 1897 cum laude afstudeerde aan de Sorbonne, werden daar de eerste, volledig onbegrepen, ontdekkingen gedaan betreffende ioniserende straling.





Henri Becquerel (ook uit een familie van vooraanstaande natuurwetenschappers) ontdekte als eerste de α -straling die sommige radioactieve isotopen uitzenden; Röntgen ontdekte de X-straling uit kathodestraalbuizen. Marie Curie besloot dat ze op dat terrein haar levenswerk zou verrichten.

Fig. 1. De ingang van het oorspronkelijke lab (nu museum) van de Curies. Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9e_Curie



Fig. 2. Marie Curie (1867 – 1934)

Nobelprijzen

Zij trouwde met één van haar hoogleraren, Pierre Curie (1859 – 1906), die zelf ook een briljante natuurkundige was. Pierre besloot zijn vrouw te helpen met de moeilijke extractie van radioactieve isotopen uit een hoeveelheid tonnen erts die Marie op de binnenplaats van haar lab had laten storten. Zie figuur 3. Uit al die tonnen wisten ze uiteindelijk, na het overwinnen van een enorm aantal moeilijkheden, 0,1 gram zeer radioactief radium en wat polonium (genoemd naar Polen, het geboorteland van Marie) te destilleren. In 1903 kregen Pierre en Marie Curie daarvoor de Nobelprijs voor natuurkunde, samen met Henri Becquerel.

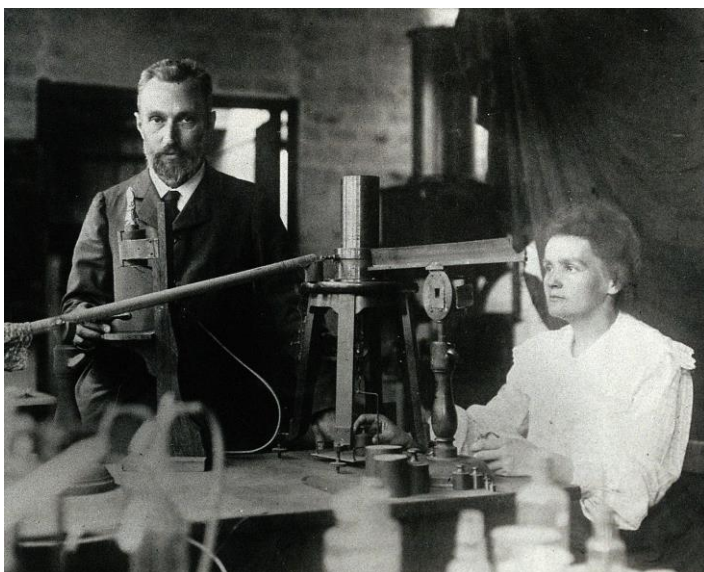


Fig. 3. Pierre en Marie Curie in hun lab. Het meetapparaat op de foto is te zien in het museum.

Pierre Curie werd in 1906 overreden door een op hol geslagen paard dat een zware wagen meetrok en was op slag dood.

Marie zette – ondanks haar nog twee kleine dochters, Irène en Ève – hun werk alleen voort en deed de ene ontdekking na de andere. In 1911 ontving ze nog een Nobelprijs, dit keer voor scheikunde.

Er zijn niet veel geleerden die twee Nobelprijzen hebben gekregen, maar zij is, zo ver ik weet, de enige vrouw die die eer te beurt viel.

Na de dood van haar man werd Marie zijn opvolger aan de Sorbonne, zo ver ik weet, de eerste vrouwelijke hoogleraar in Frankrijk, en zeker de eerste in de natuurkunde.

Dochter neemt het werk van haar moeder over.

Wie het museum binnen komt, ziet op een muur schuin tegenover de ingang een foto van zo'n 2 bij 1,5 meter, met daarop de gezichten van Marie, Pierre, maar ook van hun dochter Irène (1897 – 1956) en diens man *Frédéric Joliot* (1900 – 1958).



Fig. 4. Irène die haar moeder assisteert bij een experiment.

Irène bleek hetzelfde karakter, intellect en vaardigheden als haar moeder te bezitten, groeide op in het laboratorium in Parijs en werd al jong de onmisbare assistente van Marie. Zij trouwde een jonge, begaafde natuurwetenschapper, Frédéric Joliot. Zie figuur 5. Samen ontdekten ze de kunstmatige radioactiviteit, een ontdekking waarvoor ze in 1935 de Nobelprijs voor scheikunde ontvingen.

Net zoals veel pioniers van de radioactiviteit, die nog geen idee hadden van de verwoestende effecten van ioniserende straling, overleden zowel moeder als dochter aan stralingsziekte.

Fig. 5. Frédéric Joliot-Curie, de man van Irène Curie.

Het Radium-laboratorium

Wie de huidige natuurkundige en technische instituten, met hun enorme wetenschappelijke en technische apparatuur kent, staat verbaasd over het feit dat heel veel fundamentele, natuurkundige ontdekkingen werden gedaan in experimenten op tafelblad-niveau.

De Nederlands-Amerikaanse fysicus Abraham Pais schetst in zijn boek *Inward Bound* [1], over de laat negentiende-eeuwse en vroeg twintigste-eeuwse natuurkunde, hoe met betrekkelijk eenvoudige middelen het bestaan van het atoom werd bewezen, het elektron, de atoomkern, α - en β -deeltjes, γ -straling en isotopen werden ontdekt, en hoe door heel veel nadenken men uiteindelijk het natuurkundige principe begreep waarop de periodiciteit van het periodiek systeem der elementen is gebaseerd.



Het kleine laboratorium van de Curies in Parijs (nu museum) laat de werktafel van Marie Curie zien, met een aantal van de door haar gebruikte instrumenten. Naar de huidige maatstaven van de techniek primitief, maar zeer intelligent geconstrueerd en kennelijk heel effectief voor de taak waarvoor ze bedoeld waren. Je hebt het gevoel dat je zo met haar experiment mee kunt doen. (Ware het niet dat je nergens aan mag komen). Zie figuur 6.



Fig. 6. De tafelblad-experimenten van Marie Curie.

Naast allerlei apparatuur en instrumenten toont het museum ook de werkkamer van Marie Curie. Deze is geheel opnieuw opgetrokken en naar oude foto's ingericht, omdat de oorspronkelijke kamer vergeven was van de radioactiviteit. Dat geldt trouwens ook voor de oorspronkelijke papieren, boeken en gebruiksvoorwerpen. Die zijn zo radioactief dat ze nog lang opgeborgen moeten blijven in loden kisten.

Tuin achter het lab

Achter het laboratorium bevindt zich een kleine tuin met bijzondere planten en bomen, ontworpen door Marie Curie. Daar kun je op een bankje zitten en kijken naar het gebouw en het trapje van een balkonnetje naar de tuin. Daar kun je Marie zo voor de geest halen zoals ze daar staat op die foto uit 1923, diep in gedachten verzonken.

Fig. 7. Marie Curie die uitkijkt over de door haar ontworpen tuin achter het lab/museum.



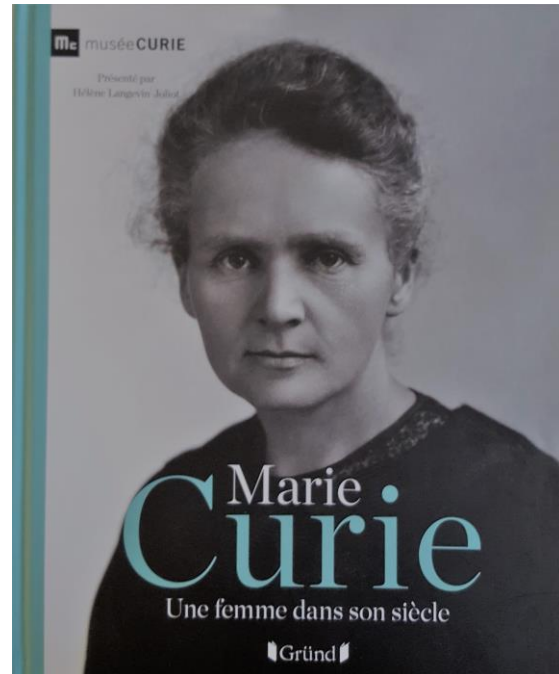
Een bezoek meer dan waard

Het Curie-museum in Parijs (er is er ook een in Warschau) is maar klein, maar heel interessant voor hen die geïnteresseerd zijn in de geschiedenis van de natuurkunde, in het bijzonder in de geschiedenis van de stralingsfysica. Een bezoekje meer dan waard. Zie verder de website: <https://musee.curie.fr/>

In het museum is een werkelijk schitterende biografie van Marie Curie te koop, meer een fotoalbum, met afbeeldingen van allerlei belangrijke documenten uit haar leven. Zie figuur 8. Er is helaas geen Engelse versie van beschikbaar, maar door al het beeldmateriaal is dit Franse boek toch goed te lezen. Ook een aanrader.

Fig. 8. Foto- en afbeeldingenbiografie van Marie Curie.

Als u dan toch in Parijs bent, loopt u dan ook nog even het *Pantheon* binnen. Daar vindt u te midden van al de grote Franse wetenschappers, schrijvers en generaals, de laatste rustplaats van Marie en Pierre Curie. Marie Curie is de eerste vrouw die daar is begraven.



Literatuur

- [1] Pais, A., *Inward Bound, of matter and forces in the physical world*, Oxford University Press, 1985.
- [2] Museum-biografie: *Marie Curie, Une femme dans son siècle*, Editions Gründ, 2017.
- [3] Radvanyi, P., *Les Curie, Pionniers de l'atome*, Belin pour la science, Paris, 2005.
- [4] Radvanyi, P., *De Curies*, Twee generaties in de ban van de radioactiviteit, Serie Wetenschappelijke Biografie van Natuur & Techniek, deel 6, Veen Magazines, Amsterdam, 2001.
- [5] Curie, Ève, *Madame Curie*. Biografie die Ève Curie (jongste dochter) in 1937 over haar moeder schreef. Van dit boek zijn zeer veel versies en edities bekend. Op deze biografie is een film over het leven van Marie Curie gebaseerd. Door dit boek werd Ève Curie voorgedragen voor de Nobelprijs voor de literatuur.

Statistische waarheid

Voor allen die in deze numeriek barre tijden verzeild raken in enge rekentoetsen en politiek gestuurde koopkrachtplaatjes. In de statistiek geldt een eenvoudige regel die meetonzekerheid uitwisselt tegen betrouwbaarheid:

Als je een uitspraak met hoge betrouwbaarheid wilt doen, moet je een groot onzekerheidsinterval accepteren; grotere zekerheid betekent een kleinere betrouwbaarheid en omgekeerd.

Pas las ik een variant hierop (bron niet meer te achterhalen). Ik parafraseer:

- Psychologen doen vage uitspraken, dus hun uitspraken zijn waarschijnlijk betrouwbaar.
- Ingenieurs doen exacte uitspraken, dus hun uitspraken zijn waarschijnlijk onbetrouwbaar.