

Citation:

J.C. Sens, Levensbericht E. Amaldi, in:
Jaarboek, 1991, Amsterdam, pp. 124-129



Edoardo Amaldi

Edoardo Amaldi

5 september 1908 – 4 december 1989

Voor Edoardo Amaldi begon maandag 4 december 1989 als een normale werkdag.

Op het programma voor die dag stond de uitwerking van enkele metingen met een 'cryogene antenna' in een onderzoek naar gravitatie velden. Daar was verder een discussie over de juiste titel en agenda voor een conferentie, zes maanden later, over European Security and Cooperation, handelend over ontwapening. Dit vond plaats in de aanwezigheid van G. Salvini, naaste medewerker van Amaldi, die het verloop van deze ochtend later op schrift heeft gesteld. Daar was de zitting van het Europese programma voor samenwerking tussen universiteiten en industrie, met de toezegging, door Amaldi, aan de Italiaanse minister voor Onderzoek en Universitaire zaken, van medewerking door de Academia dei Lincei aan dit project.

En daar was, tegen het einde van de ochtend, enig administratief werk in verband met de Lincei. En toen het plotselinge einde, tijdens de wandeling door het gebouw van de Academia, op weg naar huis voor de middagpauze.

Amaldi's leven is onverbreekelijk verbonden met twee mijlpalen in het wetenschappelijke gebeuren van de twintigste eeuw: de ontdekking van de speciale rol van langzame neutronen in botsingsverschijnselen, de belangrijkste schakel in de keten van ontwikkelingen die hebben geleid tot de militaire en civiele toepassingen van kernenergie; en het tot stand komen van een hechte en duurzame samenwerking, in Europees verband, in de studie van subatomaire verschijnselen, leidende tot de oprichting van CERN, het European Centre for Nuclear Research.

Amaldi werd geboren in Carpaneto Piacentino in de provincie Piacenza. Zijn vader doceerde wiskunde en 'rationele mechanica' aan de universiteiten van Cagliari, Modena, Padua en Rome. Na de lagere school te Modena, de middelbare school te Padua en een jaar ingenieurs-studie te Rome, begon de studie van de natuurkunde, een keuze die werd beïnvloed door voordrachten van Corbino, directeur van het Instituut voor natuurkunde te Rome en de recente benoeming van Enrico Fermi tot hoogleraar in de theoretische natuurkunde. Zijn experimenteel werk stond onder leiding van Franco Rasetti. Wiskunde werd gedoceerd o.a. door Castelnuovo, Levi-Civita en Volterra. Onder zijn medestudenten bevonden zich o.a. Ettore Majorana ('Majorana neutrino's') en Emilio Segré (ontdekking van het antiproton, Nobelprijs 1959). Deze omgeving van jeugdige fysici en wiskundigen die allen hun weg naar de leerboeken hebben gevonden, heeft een beslissende invloed gehad op Amaldi's inzichten in de theoretische ontwikkelingen van de dag en op zijn vaardigheid in de toepassing van wiskunde, zoals blijkt uit een aantal publikaties over onderwerpen uit de experimentele atoom- en molecuulspectroscopie, geschreven op de leeftijd van 20 – 22 jaar.

Na zijn promotie in 1929 begon de zwerftocht, vanouds het kenmerk van talentvolle fysici, musici, schilders en timmerlieden, naar de centra van onderzoek en opleiding elders in Europa. Amaldi belandde in Leipzig en werkte onder leiding van Peter Debije aan de diffractie van röntgenstralen in vloeistoffen. Dit onderzoek werd gevolgd door werk aan Raman spectra (met G. Placzek), selectieregels volgend uit berekeningen in de toen nog nieuwe quantum mechanica (met G. Placzek en E. Teller) en aan 'Rydberg' atomen (met E. Segré).

Maar dit alles bleek slechts voorspel te zijn voor wat stond te gebeuren in de jaren 1933–1939 te Rome. Elders was het zwaartepunt al verschoven van atomaire naar nucleaire verschijnselen. Ook in Rome ontstond het gevoel, uitgesproken in een voordracht door Corbino, dat nieuwe inzichten alleen te verwachten waren als het onderzoek zich zou verplaatsen van atomaire spectra, met de kern als bron van het elektromagnetische veld, naar de studie van de krachten die de atoomkern zelf bij elkaar houden.

In een serie van maatregelen die van visie getuigen, werd het laboratorium klaar gemaakt voor de overgang: Amaldi werd opgedragen zich in de kernfysica in te werken en hij bezocht het Cavendish laboratorium in Engeland, Rasetti vertrok naar Berlijn om te werken aan nieuwe detectie technieken met Lisa Meitner, Segré vertrok naar Hamburg en werkte met Otto Stern, en naar Amsterdam, waar hij werkte met P. Zeeman.

Fermi stelde als specifiek terrein van onderzoek de studie van botsingen ingeleid door neutronen voor. Het neutron was in 1932 ontdekt door G. Chadwick in de beschieting van beryllium met alpha deeltjes, resulterend in 'iets neutraals' met een massa dicht bij dat van het proton. In hetzelfde jaar werd de gebonden toestand van proton en neutron, deuterium, ontdekt en voor het einde van het jaar eveneens het positron. In Parijs werd door het echtpaar Joliot-Curie de kunstmatig geïnduceerde radioactiviteit ontdekt, ingeleid door alpha deeltjes (Nobelprijs 1935).

Fermi vermoedde het voordeel van het elektrisch neutrale neutron boven het dubbel-geladen alpha deeltje als projectiel in de beschieting van kernen, van waterstof tot Uranium: ongehinderd door neutralisatie van elektronen rondom de kern en ongehinderd door de afstoting van de lading van de kern, zal een neutron in staat zijn ook in zware elementen waarin de alpha deeltjes in Parijs hadden gefaald, een kunstmatige radioactiviteit te induceren.

Met deze overwegingen als uitgangspunt, ging de groep bestaande uit Fermi, Amaldi, Segré, d'Agostino en Rasetti, later aangevuld met Pontecorvo, aan het werk. Als bron van neutronen werd gekozen radon gas, een vervalsprodukt van radium en een natuurlijke alpha straler, gemengd met beryllium poeder; dit mengsel ($Rn + Be$) produceert neutronen via de invangst van alpha's in beryllium.

De eerste resultaten waren negatief: in de lichte elementen werden *geen* radioactiviteit geïnduceerd, pas bij fluor begon een effect zichtbaar te worden. In uranium werd een sterke radioactiviteit geconstateerd... en ten onrechte geïnterpreteerd als de productie van *transuraan*. De meetresultaten bleken afhankelijk te zijn van de positie en aard van materialen in de nabijheid, (marmeren tafel vs houten tafel etc.). Amaldi bracht orde in de chaos door het opzetten van een kwantitatieve schaal van activiteitsmetingen en een systematische analyse van de neven-effecten. In een geniale redenering concludeerde Fermi dat de absorptie waarschijnlijkheid

in kernen van neutronen omgekeerd evenredig moet zijn met de neutron snelheid (zoals een langzaam rollende golfbal een betere kans heeft in de put te vallen dan een snelle) en dat de neutronen van de Rn + Be bron het meest effectief vertraagd worden door botsingen met protonen in een waterstof-rijk tussenliggend materiaal: de slowing down theorie van neutronen was geboren en de weg stond open naar het splijtingswerk van latere jaren. De plaatsing van een plaat paraffine tussen de bron en een zilverfolie gaf een *honderdvoudige* toename van de radioactiviteit in het zilver. Het was 22 oktober 1934.

De resultaten van deze metingen die zich hebben uitgestrekt over een periode van ongeveer vijf jaar, zijn regelmatig door Fermi en Amaldi gepubliceerd. In de ogen van de hedendaagse deeltjesfysicus maken deze publikaties een vreemde indruk. Er valt een duidelijk element van improvisatie te detecteren en men ontkomt niet aan het gevoel dat met het hedendaags beschikbare reken- en meettuig in de handen van dezelfde fysici, de aanpak duidelijk efficiënter geweest zou zijn. De enorme betekenis van het werk met langzame neutronen ligt dan ook niet op de eerste plaats in het besproken materiaal zelf, maar in de verre gaande consequenties: Hiroshima, het politieke evenwicht in de wereld sinds 1945 en de invoering van kerncentrales die het, mede dank zij latere ontwikkelingen, heeft gehad.

Het jaar 1937 zag het begin van de ontbinding van de groep. Segré was al in 1936 benoemd in Palermo en emigreerde in 1938 naar de Verenigde Staten. Rasetti bracht een langdurig bezoek aan de Verenigde Staten en emigreerde definitief naar Canada in 1939. In 1937 werd Amaldi gekozen voor de leerstoel in experimentele fysica in Cagliari in Sardinië. Maar enkele maanden later overleed Corbino, hoofd van de afdeling natuurkunde, lid van de Italiaanse senaat en de grote organisatorische steun van de groep en Amaldi werd teruggeroepen naar Rome. Voor de afsluiting van het experimentele werk met neutronen uit Rn + Be bronnen en het theoretische werk nodig voor de interpretatie van de gegevens, waren alleen Fermi en Amaldi nog beschikbaar in Rome. Dit werk werd voortgezet tot 6 december 1938, de dag waarop Fermi met zijn gezin vertrok naar Stockholm om de Nobelprijs (toegekend o.a. voor de later herroepen ontdekking van transurane elementen) in ontvangst te nemen.... en door te reizen naar de Verenigde Staten. En daar maakte hij een begin met het werk, dat enige jaren later zou leiden tot *sustained fission*. Hahn en Strassman hadden toen al in Berlijn barium geïdentificeerd onder de fragmenten van Uranium door middel van chemische analyse en na beschieting met langzame neutronen. Amaldi en Rasetti waren op het perron om hen uitgeleide te doen. Beiden wisten dat Fermi niet zou terugkeren.

Zodoende kwam Amaldi als enige achtergeblevene voor de taak te staan om te voorkomen dat de kernfysica in Rome in het niet zou verdwijnen. Een 1 MeV versneller, gebaseerd op een 200 KeV model, gebouwd door Fermi, Amaldi en Rasetti in 1937, kwam gereed in 1939. Na een aantal experimenten met deze versneller o.a. met Uranium 238, besloot Amaldi terug te gaan naar de studie van botsingen met *snelle* neutronen en *lichte* kernen. Met deze beslissing werd een mogelijke koppeling van het Instituut aan militaire belangen voorkomen en aan het fascisme in Italië de kans ontnomen, na de exodus van Fermi, Segré, Rasetti en vele anderen (B. Rossi, G. Racah, U. Fano, S. Fubini, C. Debenedetti, etc.) toch nog profijt te trekken uit het werk van de jaren dertig. Men kan zich nu nog af-

vragen wat er gebeurd zou zijn zonder het inzicht, het karakter en de integriteit van een man als Amaldi aan het hoofd van de fysica in Rome tijdens de jaren 1940-1945.

De voortzetting van het onderzoek tijdens de oorlogsjaren heeft tevens een in terugblik merkwaardig snelle periode van herstel van het wetenschappelijke leven in Italië na 1945 tot gevolg gehad. Amaldi begon een serie experimenten met kosmische stralen, in de overtuiging dat zonder de middelen voor de bouw van een voldoende grote versneller in Europa, de hoogste energieën de beste kans boden voor het vinden van nieuwe deeltjes. Een aanzienlijk succes waren de al in 1943 begonnen metingen van Conversi, Pancini en Piccioni aan positief en negatief geladen mesonen van kosmische oorsprong, waaruit bleek dat er onder de negatieve deeltjes een component is die, na invangst in een Bohr baan om de kern van koolstof, deze kern vele malen doorloopt en niettemin *niet* door de kernmaterie wordt geabsorbeerd. Daaruit kon in 1947 de verregaande conclusie worden getrokken dat er niet één, maar twee leptonen, dat wil zeggen zwak-wisselwerkende deeltjes in de natuur zijn: het elektron en het muon. (In 1975 werd een derde lepton, het tau deeltje, ontdekt; in 1990 werd gevonden dat er niet meer dan drie leptonen in de natuur voorkomen). Andere onderwerpen die de aandacht hebben getrokken waren het raadselachtige verval naar zowel twee als drie pionen van K-mesonen, (later verklaard als een gevolg van de afwezigheid van spiegel-symmetrie in zwakke wisselwerkingen) en de annihilatie van anti-protonen.

De tijd van eclatante successen in het onderzoek was nu voorbij. Een uitvoerig onderzoek naar het bestaan van Dirac monopolen strekte zich uit van 1961 tot 1969, maar leverde geen positief resultaat. Nuttige metingen werden gedaan aan elektro-productie van pionen met het elektro-synchrotron te Frascati (1969-1972), en aan photon productie in proton-proton botsingen met de CERN opslagringen, maar leidden niet tot baanbrekende conclusies. Metingen aan gravitatie velden begonnen in 1970 en zijn nog gaande.

Stappen in de richting van een Europees laboratorium voor kernfysisch onderzoek werden voor het eerst genomen in 1950, tijdens een UNESCO conferentie in Florence. Amaldi, de Franse fysicus P. Auger en I. Rabi van Columbia University, waren de acteurs in dit hoofdzakelijk politieke spel. Vertegenwoordigers van diverse Europese regeringen kwamen bij elkaar in december 1951. Verdere bijeenkomsten vonden plaats o.a. in februari en mei 1952. Amaldi stelde zich van meet af aan achter het voorstel van één Europees laboratorium, zonder administratieve verbintenissen met UNESCO; in een tweede voorstel, waarin N. Bohr en H. A. Kramers en een kern van Britse fysici, o.a. Chadwick, de oprichting van een federatie van al bestaande laboratoria bepleitten, vond op den duur onvoldoende steun. De naam CERN dateert van juni 1952. Amaldi werd CERN's Secretaris-Generaal.

Er zijn in die tijd vele woorden gesproken over de wenselijkheid van samenwerking in Europa. Dankzij het succes, vele jaren en veel meet- en rekenwerk later, dat CERN geworden is, hebben deze op zich evidente en overvloedig door historici gedocumenteerde uitspraken een profetisch karakter gekregen die het juiste beeld vertroebelen, maar niet verhelen, dat Amaldi's zakelijke aanpak belangrijk en effectief heeft bijgedragen aan het totstandkomen van de leidende positie die Europa nu inneemt op dit terrein van onderzoek.

Amaldi's hoofdtaken waren de organisatie van een ontwerpstudie voor een versneller gebaseerd op strong-focussing magnets, de bouw van een synchrocyclotron, de coördinatie van theoretisch en experimenteel werk in diverse laboratoria en studies met kosmische stralen. Het is tekenend voor Amaldi's energie dat reeds tijdens de derde bijeenkomst van de CERN council in oktober 1952, waarin Genève werd aangewezen als de standplaats van het nieuwe laboratorium, door hem een rapport werd uitgebracht over de resultaten van een expeditie van twee maanden in het Middellandse Zee gebied. Een jaar later rapporteerde hij de resultaten van een tweede expeditie. Het belang van kwalitatieve metingen bij de hoogst mogelijke energieën, gedaan tijdens de aanloopfase van de versnellers, waarmee in een beperkter gebied van energieën vele orden van grootte in intensiteit konden worden gewonnen, werd herhaaldelijk benadrukt in de CERN council, met name door Heisenberg.

Na het moeizame organisatorische werk dat uiteindelijk leidde tot de oprichting van CERN, keerde Amaldi terug naar Rome tegen het einde van 1954. Hij was de eerste president van het Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) en vice-president gedurende de drie volgende jaren. In 1958 werd hij voorzitter van het CERN Scientific Policy Committee. Hij was de oprichter van ECFA, de European Committee for Future Accelerators. Vanaf 1960 tot 1965 was hij lid van de wetenschappelijke raad van de nationale commissie voor kernenergie in Italië. In 1964 was hij mede-oprichter van ESRO), de European Space Research Organization. In 1968 was hij voorzitter van het 300 GeV versneller project bij CERN. In 1971 werd hij president van de CERN council.

In 1948 werd Amaldi lid van de Accademia dei Lincei en hij was president in 1988 en 1989. Hij was lid o.a. van de Soviet Academy of Sciences en de National Academy of Sciences in de Verenigde Staten. Hij ontving ere-doctoraten van de universiteiten van Algiers (1959), Glasgow (1972) en Oxford (1974). Hij is buitenlands lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen geweest sinds 1963.

Amaldi schreef enige leerboeken, o.a. voor middelbare scholen (te zamen met mevrouw Amaldi en zoon U. Amaldi). Hij heeft ongeveer 180 publikaties nagelaten.

In al te sporadische ontmoetingen te CERN heeft schrijver dezes Amaldi gewaardeerd als een zeer sympathiek mens, helder en duidelijk in zijn betogen in commissies en met een grote belangstelling voor het welzijn van zijn medewerkers en studenten.

De beoefenaren van de natuurkunde in Europa en elders zijn hem grote dank verschuldigd.