

Isotoop en radioactiviteit (1)

Nucliden met eenzelfde aantal protonen en een verschillend aantal neutronen zijn isotopen van een bepaald element. Er zijn ongeveer 2500 nucliden waarvan bijna 90% radioactief is en vervallen tot stabiele nucliden. Indien het materiaal radioactief is, zendt het spontaan ioniserende straling uit. Nucliden met onstabiele atoomkern kunnen door radioactief verval overgaan in andere elementen of andere isotopen van hetzelfde element. Met dit onderwerp zijn we bij het samenspel van scheikunde en kernfysica beland. Het element **uranium – chemisch symbool U** –

werd in 1789 ontdekt in het mineraal pekblend of uraniet. Het werd belangrijk in WO II. De Jodenvervolgving, de emigratie van wetenschappers en berichten over het maken van een Duitse kernbom zijn bijkomende factoren die het Manhattan project hebben gevoed. Dit project was ultra geheim en werd geleid door de USA met medewerking van Groot-Brittannië en Canada. Er werkten veel wetenschappers mee met het doel om in WO II een kernbom



Gelopen postkaart van Oak Ridge naar Dijon, Frankrijk 1953

te ontwikkelen. Oorspronkelijk vond het plaats in Chicago, doch om veiligheidsredenen werd het verplaatst naar Hanford, Los Alamos en Oak Ridge.



Einstein 1972

De wetenschappelijke leiding werd waargenomen door Robert Oppenheimer. Tot de personen die een belangrijke inbreng hadden bij het tot stand komen of uitvoeren van het project behoren o.a., Niels Bohr, Enrico Fermi, Richard Feynman, Otto Hahn, Ede Teller, John von Neumann en Albert Einstein (niet in het team).



Feynman 2008



Teller 2008



Fermi 1967



Oppenheimer 2001



Niels Bohr



Uitgegeven 2000

Het was van belang voldoende splijtbaar materiaal te verkrijgen van gewenste zuiverheid. Hiertoe moesten grote hoeveelheden erts worden gedolven (Union Minière – Belgisch Congo). Ook van groot belang was de productie van ^{235}U en ^{239}Pu , de twee isotopen voor de bommen die op 6 en 9 augustus 1945 op resp. Hiroshima en Nagasaki werden gegooid.



Uitgegeven 1986

Natuurlijk uraan bevat 2 isotopen: ^{238}U en ^{235}U voor 0,72%. Indien uranium wordt verrijkt stijgt de hoeveelheid ^{235}U . Deze isotoop werd ontdekt in 1935. Uranium heeft geen stabiele isotopen en wordt dus geklasseerd als radioactief element.



Uranium bron 1980



Uitgegeven 1977

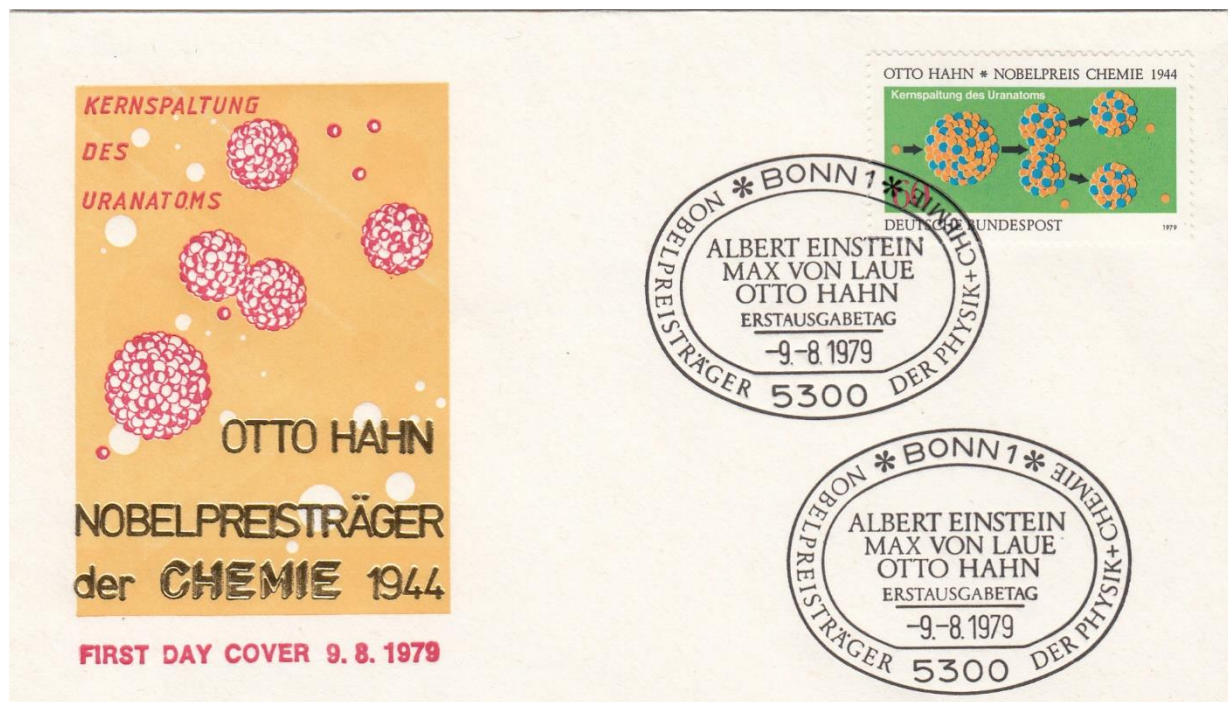


Centrum U-mijn 1958-1990

Met de warmte die in een kerncentrale wordt geproduceerd, kan na opeenvolgende technische processen elektrische energie worden bekomen. Hiervoor is brandstof nodig : verrijkt uranium (minimum 3% ^{235}U), vaak aangevuld met **plutonium - chemisch symbol Pu** - of MOX, een nucleaire splijtstof dat bestaat uit meerdere oxiden. Dit kan in de meeste kernreactoren worden gebruikt. **Thorium - chemisch symbol Th** - is eveneens geschikt als kernbrandstof. De Duitse natuur- en scheikundige Otto Hahn wordt als de vader van de nucleaire chemie beschouwd. Hij was de ontdekker van o.a. talrijke isotopen en de kernsplijting van uranium.



kernenergie



Uitgegeven voor de 100ste verjaardag van de ontdekking van uranium. Postzegel kernsplijting uranium.

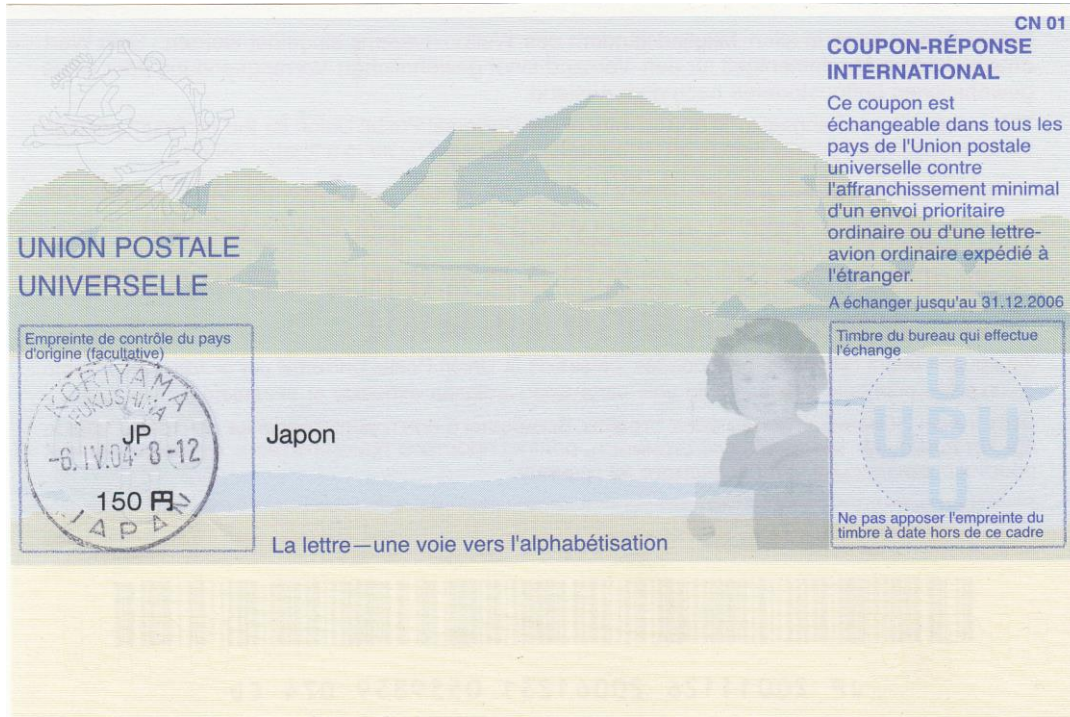
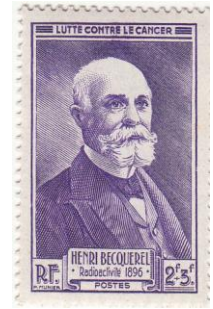


In 1957 richtte een internationaal consortium van 13 OESO-landen met als partner de privésector in België de pilootinstallatie Eurochemic op. Deze opwerkingsfabriek scheidde uit gebruikte kernbrandstof de nog bruikbare splijtstoffen van het radioactieve afval om er nieuwe brandstof van te maken. Eurochemic sloot in 1974 de deuren omwille van de concurrentie van grootschalige nationale opwerkingsfabrieken. Het nucleair afval dat geen toepassingen kent en de bestraalde kernbrandstof die niet werd opgewerkt is hoog radioactief afval. Het Belgisch Studiecentrum voor Kernenergie, SCK-CEN, werd opgericht in 1952 met de bedoeling de Belgische industriële en academische wereld toegang te verschaffen tot de wereldwijde ontwikkeling van de kernwetenschappen. Er zijn tal van onderzoeksactiviteiten waaronder de berging van radioactief afval.

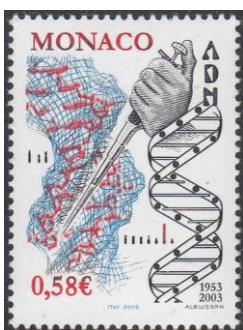




Een kerncentrale is zeer goed beveiligd, doch in het verleden is gebleken dat ongelukken niet uitgesloten zijn. De kernrampen in Tschernobyl (1986) en Fukushima (2011) zijn de 2 grootste sinds 1952. Bij een ongeluk komt veel radioactiviteit vrij, zodat een hele regio voor lange tijd onleefbaar is. De hoeveelheid radioactiviteit wordt uitgedrukt in becquerel (Bq). De eenheid is genoemd naar Antoine Henri Becquerel.



Radioactieve straling kan menselijke cellen, dus het genetisch materiaal beschadigen. Dit kan mutaties en kanker voor gevolg hebben. Van groot belang: de hoeveelheid straling waaraan men binnen een bepaalde tijd wordt bloot gesteld. Hiermee wordt rekening gehouden bij het uitvoeren van onderhoudswerken. Levende organismen worden continu blootgesteld aan radioactieve straling. Deze natuurlijke radioactiviteit is verschillend van plaats tot plaats en is afkomstig van de kosmische straling en van radioactieve ertsen op aarde. Radioactiviteit kan leiden tot tumoren.



DNA structuur



Chromosoom



Co-therapie



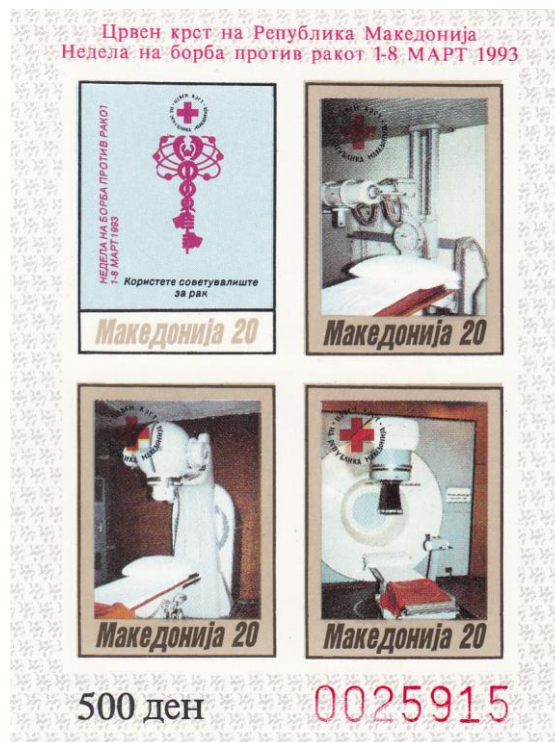
Kanker : preventie en onderzoek



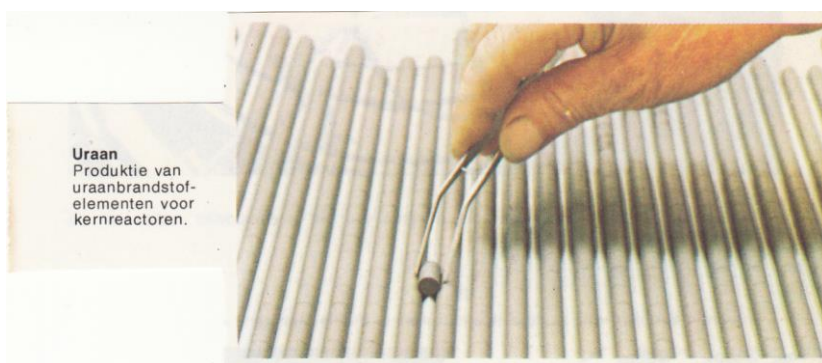
Een van de vredelievende toepassingen van het radioactief verval van isotopen is de nucleaire geneeskunde. Voor de nucleaire diagnostiek wordt, in tegenstelling tot de nucleaire behandeling gewerkt met een lage stralingsdosering om zo weinig mogelijk schade aan het weefsel aan te richten. Bij radiotherapie wordt gebruik gemaakt van uitwendige bronnen van ioniserende straling.



kankerbestrijding



Plutoniumverbindingen zijn giftig doch het is voornamelijk de stralingstoxiciteit die telt. Inademing van kleine hoeveelheden kan op termijn longkanker veroorzaken. Het totaalplaatje toont aan dat **radium** - chemisch symbool **Ra** - giftiger is dan plutonium.



Uit : Lexicon der non-ferro metalen

Het gebruik van thorium in kerncentrales zit nog in een experimenteel stadium. De voordelen van een thorium-centrale, geen verrijking nodig en minder te hergebruiken radioactief afval met kortere opslagtijd, moesten het afleggen voor het bij kerncentrales met uranium geproduceerd plutonium dat nodig is voor kernwapens.



Kurchakov, leider atoomprogramma Sovjetunie na WO II – Plutonium kernbom 1949

Thorium wordt voor tal van toepassingen gebruikt. Het chemisch element werd genoemd naar de Noorse god Thor.



Thor 1981

De ontdekking van plutonium in Californië in 1940 werd om militaire redenen geheim gehouden. In een kernreactor met kernbrandstof verrijkt uranium is plutonium een nevenproduct. Het kan er ook doelbewust in worden geproduceerd, hoofdzakelijk voor kernwapens. Het chemisch element werd naar de planeet Pluto genoemd in overeenstemming met de voorgangers uranium (planeet Uranus) en **neptunium** - chemisch symbool **Np** - (planeet Uranus). Neptunium komt voornamelijk voor als bijproduct van de plutoniumproductie en behoort tot de transuranen.





In 1898 onderzocht Marie Curie, al dan niet met echtgenoot de radioactiviteit van pekblende nadat uranium en thorium hieruit reeds waren verwijderd. Daaruit scheidde ze eerst **polonium - chemisch symbool Po** - af en daarna radium. ^{210}Po Polonium is de meest voorkomende isotoop van polonium en uiterst gevaarlijk. De halveringstijd bedraagt 138 dagen; er komt veel α -straling en hitte vrij. Het is dodelijk na opname in het lichaam, doch nauwelijks meet- en aantoonbaar. Legeringen van polonium en beryllium kunnen dienst doen als neutronenbron.

