

(Y) VOORWOORD

Iedereen: Dit is de samenvatting fysica van het 5dejaar, veel fysisch plezier toegewenst.

Wetenschappen (2u fysica): Deze samenvatting is 100% bruikbaar voor wetenschappen-wiskunde en Latijn-wetenschappen. Veel wetenschappelijk fysisch plezier toegewenst.

Wiskunde (1u fysica): Deze samenvatting is ook bruikbaar maar zoals altijd met 1u minder staat hier waarschijnlijk wat te veel in.

Talen (0u fysica): Samenvatting niet bruikbaar, wellicht in een latere module wel voor NW.

(X) INHOUDSTAFEL

(1) STRUCTUUR VAN DE ATOOMKERN – pagina 1-2

(2) RUSTENERGIE EN MASSA – pagina 2-5

(V) STANDAARDMODEL VAN DE ELEMENTAIRE DEELTJES – pagina 5-6

(3) STRALING UIT RADIOACTIEVE KERNEN – pagina 6-8

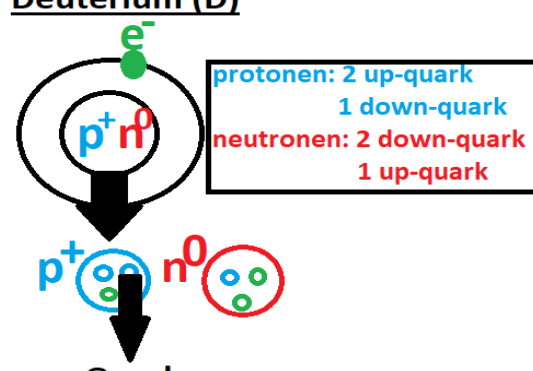
(4) TOEPASSINGEN EN GEVAREN – pagina 8

(1) STRUCTUUR VAN DE ATOOMKERN

(1A) DIEPER... JA, DIEPER... GA DIEPER... IN HET ATOOMMODEL (DIEPER IN HET ATOOMMODEL)

*Vroeger: atomen bestaan uit protonen (p^+), neutronen (n^0) en elektronen (e^-)

⇔ onderzoeksvraag: uit wat bestaan p^+ en n^0 ?

<p>Deuterium (D)</p>  <p>protonen: 2 up-quark 1 down-quark neutronen: 2 down-quark 1 up-quark</p> <p>Quark</p>	<p>Abdellah's uitleg:</p> <p>De lading van een proton is de kleinste lading die we kennen: dit is de elementaire lading e</p> <p>→ Protonen en neutronen bestaan uit quarks.</p> <p>→ Protonen: 2 up-quarks, 1 down-quark</p> <p>→ Neutronen: 2 down-quarks, 1 up-quark</p> <p>Lading van up-quark = $\frac{2}{3} e$</p> <p>Lading van down-quark = $-\frac{1}{3} e$</p> <p>→ Daarom is de lading van een proton $+(1)!$</p> <p>→ $\frac{2}{3} e + \frac{2}{3} e - \frac{1}{3} e = \frac{4}{3} e - \frac{1}{3} e = e$</p>
--	---

→ Voorlopig kennen we niks kleiner dan een quark en elektron: dit zijn dus **elementaire deeltjes**.

(1B) OM EEN ATOOM TE BEGRIJPEN MOET JE ZIJN BEGRIPPEN BEGRIJPEN (BEGRIPPEN BIJ ATOMEN)

*Z = protonental = atoomnummer = aantal protonen in kern

→ *Bijvoorbeeld: afbeelding bij 1A, Deuterium: protonental = 1*

*A = nucleonental = massagetal = som protonen + neutronen

→ *Bijvoorbeeld: afbeelding bij 1A, Deuterium: nucleonental = 1 + 1 = 2*

*N = neutronental = A – Z

→ *Bijvoorbeeld: afbeelding bij 1A, Deuterium: neutronental = 2 – 1 = 1*

*Voorstelling van een atoom volgens algemene 'formule': ${}^A_ZX \Rightarrow A$ en Z ken je, X = atoomsoort

→ *Bijvoorbeeld: afbeelding bij 1A, Deuterium: ${}^2_1H \Rightarrow$ Deuterium is een isotoop van waterstof.*

(1C) LET'S TALK ABOUT S... ISOTOPE NUCLIDEN (OVER ISOTOPE NUCLIDEN)

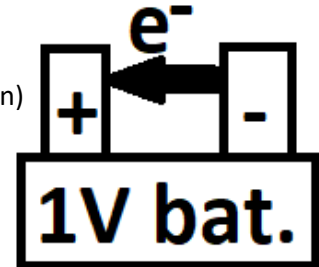
*Vroeger: chemie: isotopen zijn atomen met zelfde aantal p^+/e^- maar verschillend aantal n^0

⇔ nu: fysica: **isotope nucliden zijn atomen met eenzelfde aantal p^+ maar verschillend aantal n^0**

- In de kernfysica hebben we elektronen niet nodig, in de chemie wel. Daarom hebben we verschillende namen in de kernfysica en chemie. Onthou de definitie van isotope nucliden.
 → *Bijvoorbeeld: Deuterium is ook een isotope nuclide van waterstof.*

(1D) WHAT ABOUT MASSA EN ENERGIE VAN EEN ATOOM (EENHEDEN BIJ EEN ATOOM)

- *Voorkennis: de atoommassa drukken we uit in units → $1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (zéér klein)
 *Elektronenvolt: de eenheid voor energie bij een atoom drukken we uit in **elektronenvolt (eV)**
 → 1 eV? 1 elektron vliegt bij een batterij met spanning 1V van de min-pool naar de pluspool van de batterij (energie wordt opgewekt)
 → $1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (moeilijke getallen hoeft je niet vanbuiten te leren)
 *Voorbeeldoefening: Bij versmelting van nucleonen komt 28 MeV energie vrij, hoeveel Joule energie is er vrijgekomen dan?
 → Gegeven: 28 MeV, $1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 → Gevraagd: hoeveel J is 28 MeV?
 → Oplossing: $28 \text{ MeV} = 28 \cdot 10^6 \text{ eV} = 28 \cdot 10^6 \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (omzetting naar Joule)
 $\Leftrightarrow 28 \text{ MeV} = 28 \cdot 1,6022 \cdot 10^{6+(-19)} \text{ J}$ (uitwerken, rekenregels met machten rekenen)
 $\Leftrightarrow 28 \text{ MeV} = 44,8616 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ (uitwerken)
 $\Leftrightarrow 28 \text{ MeV} = 45 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ (afronden op beduidende cijfers → 2 = maximum hier)



(1E) ERNEST RUTHERFORD EN ANDERE SLIMME KERELS (OVER DE EXPERIMENTEN)

- *Rutherford ontdekte protonen: experiment: deeltjes van heliumkernen schieten door goudfolie.
 → Meeste deeltjes weken niet af → besluit: positieve lading geconcentreerd in atoomkern
 *Andere deeltjesfysici ontdekten quarks: elektronen bogen af toen ze die schoten met quarks
 *Dit deeltje theorie is niet zo belangrijk (als je dit niet begrijpt, niet zo erg).

(2) RUSTENERGIE EN MASSA

(2A) ZELFS ALS ATOMEN RUSTEN, HEBBEN ZE ENERGIE (OVER EINSTEINS BEKENDE FORMULE)

- *Equivalentie van rustenergie en massa: $E_0 = m \cdot c^2$
 → m = massa (van atoom) in kg, c = lichtsnelheid in m/s (getal niet vanbuiten kennen),
 E = energie in Joule (J)
 → Okéoké Abdellah ma wtf betekend die rare formule nu eigenlijk?
 → Deze formule wil zeggen dat massa omgezet kan worden in energie en vice versa.

(2B) WAAROM IS ER MEER IJZER DAN GOUD? (GEMIDDELDE RUSTENERGIE IN EEN KERN)

- *Als je het antwoord niet weet: je zal het weten na alle theorie te hebben gelezen (en begrepen).

(2BI) IK TREK (MEZELF) NIET AF, IK TREK (MEZELF) AAN (OVER KRACHTEN IN DE KERN)

- *Twee soorten elektrische krachten in kern...
 → Afstotende elektrische kracht tussen twee protonen (wet van Coulomb: positief en positief stoot elkaar af).
 → Aantrekkingskrachten tussen alle kerndeeltjes: **kernkracht** tussen twee protonen, protonen en neutronen én tussen twee neutronen.
 → Aantrekkingskrachten > afstotingskrachten --> atoom blijft bij elkaar
 → Atomen met grote kernen: meer neutronen (zodat de aantrekkingskrachten vergroten)
 → De kernkracht is een gevolg van sterke wisselwerkingen tussen quarks.

(2BII) REKENEN, REKENEN EN NOG MEER REKENEN (LEREN DE RUSTENERGIE TE BEREKENEN)

* Massa: ongebonden proton/neutron > gebonden proton/neutron !!!

* Berekening van de rustenergie van een kern:

→ Ik neem een ander voorbeeld dan het boek: ${}^4_2\text{He}$ (probeer eerst zelf, check dan eens na)

→ $E_0 = m \cdot c^2$ en $m_{\text{kern}} = m_{\text{atoom}} - m_{\text{elektronen}}$ (massa elektron krijg je altijd gegeven!)

$$\Leftrightarrow m_{\text{He}} = 4,00u - 2(5,458\,7990 \cdot 10^{-4})u = 3,9990u \text{ (afgerond)}$$

(waarom 2 keer massa elektron? Helium heeft 2 elektronen)

$$\Leftrightarrow m_{\text{He}} = 3,9990 \cdot 6,0223 \cdot 10^{26} \text{ kg} = 2,40831 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

(waarom omgezet naar kg? Moet om de formule $E = mc^2$ te gebruiken!)

$$\Leftrightarrow E_0 = 2,40831 \cdot 10^{27} \cdot (2,9979 \cdot 10^8)^2 \text{ J (ik heb hier de formule ingevuld met onze waarden)}$$

$$\Leftrightarrow E_0 = 2,16445 \cdot 10^{44} \text{ J (uitgerekend)}$$

→ Proficiat! Je hebt de rustenergie van een heliumatoom berekend!

→ Wil je nu de gemiddelde rustenergie per kerndeeltje berekenen? $\frac{E_{\text{kern}}}{\text{aantal nucleonen}}$

$$\rightarrow \text{Dit voorbeeldje: } \frac{2,16445 \cdot 10^{44}}{4} \text{ J} = 5,41113 \cdot 10^{43} \text{ J}$$

* De rustenergie berekenen van een proton of neutron doe je hetzelfde, maar hier krijg je de massa v. het subatomair deeltje (proton/neutron) gegeven (in units) en moet je gewoon omzetten naar kilogram en dan de formule $E = mc^2$ opnieuw gebruiken.

* Massadefect: massa van ongebonden protonen/neutronen altijd groter dan massa gebonden protonen/neutronen! → Waarom?

→ Omdat: bij een binding gaat er energie verloren, de bindingsenergie!

→ Dus: minder energie die omgezet kan worden naar massa ($E = mc^2$), minder massa bij binding!

(2BIII) EEN VALLEI VOL ENERGIE (OVER DE ENERGIEVALLEI VAN ATOMEN)

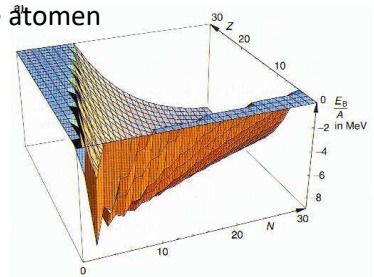
* De energievallei is een 3D-grafiek die de gemiddelde rustenergie van verschillende atomen weergeeft. --> je moet deze grafiek niet kunnen tekenen! (Gelukkig)

* Antwoord op ons onderzoeksvraag: waarom is er meer Fe dan Au in het heelal?

→ De regel is: hoe lager de rustenergie, hoe stabiel het atoom

→ Fe heeft een lagere rustenergie dan Au en is dus stabiel...

→ Hoe stabiel iets is, hoe meer het voorkomt natuurlijk.



(2BIV) ATOOMKERNEN HEBBEN MEER ENERGIE DAN MIJ (OVER DE ENERGIE UIT ATOOMKERNEN)

* Energie dat vrijkomt uit de atoomkern = verandering van rustenergie = ΔE_0

→ Voor de niet-zo-slimmen: Δ betekent verandering in... ΔE_0 is dus de verandering in rustenergie

(2BIVa) BEN JIJ TOEVALLIG WATERSTOF? WANT IK ZOU WEL SAMEN MET JOU HELIUM WILLEN MAKEN... <3 (OVER KERNFUSIE EN KERNSPLIJTING)

* Zware kernen splijten in lichtere kernen = kernsplijting

* Lichte kernen versmelten tot zwaardere kernen = kernfusie

Er is activeringsenergie nodig voor kernfusie en -splijting.

→ Zowel bij kernfusie als -splijting is er een verandering in massa van de kern

$$\rightarrow \text{Formule: } \Delta E_0 = \Delta m \cdot c^2$$

* Inzichtsvraag: Kijk naar de titel van dit deeltje, beeld de openingszin kernfusie of kernsplijting uit?

--> Kernfusie natuurlijk! Lichte kernen worden versmelt tot zwaardere kernen!

--> FYI: die openingszin zal u elk meisje/jongen regelen die ge wilt.

(2BIVa1) LATEN WE DE VS BOMBARDEREN (OVER NOORD-KOREA EN KERNENERGIE)

(Y) KERNFUSIE:

--> Spontane fusie vindt plaats in de zon: waterstofatomen fuseren tot heliumatomen

→ ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ → LET OP: net zoals bij een chemische reactievergelijking moet deze fysische reactievergelijking ook in balans zijn!

→ Voor deze reactie is een heel hoge temperatuur nodig, waarom?

→ Goeie vraag: dit is zodat de deeltjes een grotere gemiddelde kinetische (of bewegings-) energie zullen hebben en dus (meer) met elkaar zullen botsen.

→ De uiteindelijke energievorm die vrijkomt is... kinetische energie!

→ Die kinetische energie doet een dynamo (ofzo) draaien wat elektriciteit op zal wekken!

→ Hedendaags is men bezig aan een fusiereactor ITER, die klaar is als we allemaal dood zijn.

(X) KERNSPLIJTING:

--> Splijtingsreactie van ${}^{235}_{92}\text{U}$: ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3 \cdot {}^1_0\text{n}$

→ De energie die vrijkomt komt vrij in de vorm van kinetische energie.

→ In de primaire kring is het radioactief, uranium wordt gespleten (duh, kernsplijting) tot barium en krypton. Hierbij komen 3 elektronen vrij die nog meer uranium gaan splijten. Kernsplijting in een kerncentrale is gecontroleerd. De energie die hier vrijkomt, komt vrij als stoom

→ In de secundaire kring: stoom komt in deze kring, de turbine met een elektrische generator zet het stoom om in elektrische energie.

(Z) KERNBOMMEN:

--> In kernsplijtingsbommen is kernsplijting ongecontroleerd, bij zo'n bom komt veel kinetische energie vrij (wat dus veel mensen hun leven zal kunnen kosten).

--> Kernbommen zijn hedendaags populair en cool dankzij Noord-Korea.

(2C) WANNEER JE JOUW AARDSVIJAND ONTMOET... (OVER MATERIE EN ANTIMATERIE)

Wij werkten alleen met materie, maar nu zal je ontdekken dat er ook antimaterie bestaat.

(2CI) OVER DE GEBOORTE VAN DEELTJES (ENERGIE OMZETTEN IN MASSA)

*2 projectieldeeltjes laten botsen (dankzij verhoging van kinetische energie): energie(bel) ontstaat

→ In energiebel: heleboel deeltjes (en antideeltjes) ontstaan en vliegen weg.

→ Fysici kunnen deze deeltjes detecteren en zo ook bestuderen.

*Annihilatie: als deeltje en antideeltje elkaar ontmoeten worden hun massa's omgezet in energie.

(2CII) WAT ZIJN ANTIDEELTJES NU IN GODS NAAM (OVER ANTIMATERIE)

*Ontdekking: 1930 – Dirac --> voorspelde dat antimaterie bestaat

--> stelde een kwadratische vergelijking op die toestand van materie beschrijft, kwadratische vergelijking heeft altijd twee oplossingen (positief en negatief), de eerste oplossing noemde hij materie en de tweede antimaterie. Elk deeltje heeft dus zijn antideeltje.

*Proton (+) ⇔ antiproton (-), neutron (0) ⇔ antineutron (0), elektron (-) ⇔ anti-elektron/positron (+)

--> Antiproton is negatief, antineutron is neutraal, de anti-elektron of positron is positief geladen.

--> We noteren deze deeltjes als volgt: \bar{p} \bar{n} e^+

(2CIII) BEN JIJ TOP OF BOTTOM? (OVER FUNDAMENTELE DEELTJES EN ANTIDEELTJES)

*Quarks en antiquarks: vormen samen protonen (anti-protonen)/neutronen (anti-neutronen)

→ 6 soorten: up, down, charm, strange, top en bottom (vandaar de titel ☺)

→ Up- en downquarks ken je al!

*Leptonen en antileptonen: dit zijn negatief geladen elektronen

→ Zwaarder negatief geladen = muon én nog negatiever = tau-deeltje

→ Kunnen ook voorkomen zonder elektrische lading: elektron-neutrino, muon- en tau-neutrino.

→ Dus ze komen voor als 'neutron', maar hebben een héél kleine massa.

(2CIII_a) SAMEN IS ALTIJD LEUKER DAN ALLEEN (OVER DE VIER FUNDAMENTELE WISSELWERKINGEN)

*Samenhang is noodzakelijk in het heelal zodat deeltjes bij elkaar blijven.

→ Daarom staan deeltjes in wisselwerking met elkaar: vier fundamentele wisselwerkingen

*EERSTE WISSELWERKING: **gravitationele wisselwerking** = zwaartekracht/gravitatiekracht

→ Functie: aantrekkingskracht tussen voorwerpen met massa, houden de planeten en zon, sterrenstelsels ... in het universum bij elkaar, werkt op een oneindige afstand.

*TWEDE WISSELWERKING: **elektromagnetische wisselwerking**

→ Functie: aantrekking- of afstoting tussen elektrisch geladen deeltjes, magnetische kracht ...

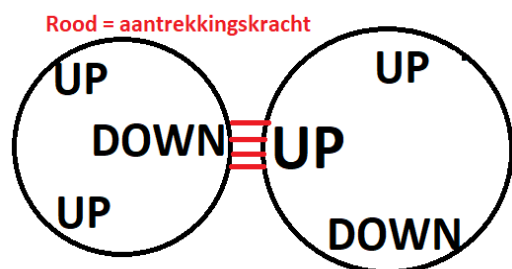
→ Voorbeeld: elektronen rond de positief geladen kern van atoom laten blijven ronddraaien
ook verantwoordelijk voor chemische bindingen

*DERDE WISSELWERKING: **sterke wisselwerking**

→ Functie: quarks bij elkaar houden --> gevolg wisselwerking: kernkrachten (in de kern, natuurlijk)

→ Hoe kunnen twee protonen aangetrokken worden terwijl de wet van Coulomb zegt dat positief en positief elkaar afstoot? **KERNKRACHT!** Zie tekening hieronder.

Uitleg: Hiernaast zie je 2 protonen (herinnering: proton bestaat uit 2 up-quarks en 1 down-quark). De down-quark van proton 1 zal de up-quark van proton 2 aantrekken (aahja, down is negatief, up is positief) en zo zijn er toch aantrekkingskrachten.
#SterkeWisselwerking #yolo #PhysicsIsFun #cool



*VIERDE WISSELWERKING: **zwakke wisselwerking**

→ Mensen kunnen veranderen, net zoals deeltjes kunnen veranderen. Hoe? Sterke wisselwerking.

→ Down-quark --> up-quark, elektron --> antineutrino ... bij deze verandering wordt radioactieve straling uitgezonden (volgens hoofdstuk).

*Standaardmodel: theorie die bestaan van quarks, anti-quarks en leptonen (negatief geladen deeltjes) en antileptonen + 3 v/d 4 wisselwerkingen beschrijft. Theoretische fysici willen graag de gravitationele wisselwerking ook kunnen bewijzen.

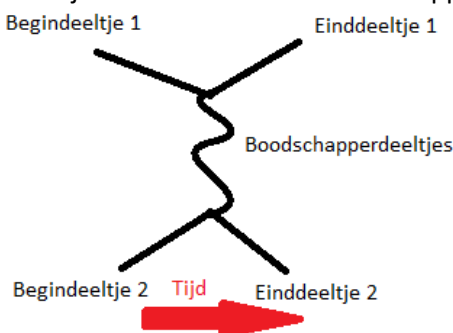
(V) STANDAARDMODEL VAN DE ELEMENTAIRE DEELTJES

*In de klassieke mechanica definiëren we wisselwerkingen en deeltjes zoals in het puntje hierboven.

→ In de kwantummechanica wordt alles anders gedefinieerd.

(VA) FUNDAMENTELE WISSELWERKINGEN ANDERS BEKEKEN

*Deeltjes zenden constant boodschapperdeeltjes uit --> samengevat in een **Feynmann-diagram**



Extra uitleg van Abdellah: als je de grafiek van hiernaast interpreteert vertelt het je gewoon dat deeltjes reageren en boodschapperdeeltjes de informatie overbrengen van begindeeltje naar eindeeltje. Omdat er verschillende wisselwerkingen bestaan zijn er verschillende boodschapperdeeltjes, die ik hieronder opsom.

Herinnering: gravitationele wisselwerking = zwaartekracht, elektromagnetische w. = tussen geladen deeltjes, zwakke w. = in de atoom, sterke w. = in de atoomkern.

GRAVITATIONELE W: gravitonen	ELEKTROMAGNETISCHE W: fotonen
ZWAKKE W: bosonen	STERKE W: gluonen

*Recente gebeurtenis: Higgsveld ontdekt → deeltjes hebben massa dankzij Higgsveld

(3) STRALING UIT RADIOACTIEVE KERNEN

(3A) ER IS TEVEEL STRALING OP AARDE (OVER DE 3 SOORTEN STRALINGEN)

*Een radionuclide (radioactieve kern) is instabiel omdat hij een hoge rustenergie heeft, hij zal vervallen naar een isotoop of element met een lagere E_0 , hierbij zendt hij α -, β - of γ straling uit.

(3B) ALFASTRALING HAAT HELIUM (OVER DE EERSTE TRANSMUTATIEREGEL VAN SODDY)

* ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}X' + {}_2^4He$ → Dit is de algemene formule van alfastraling.

→ Een element zal 2 protonen en 2 neutronen uitzenden om een lichter element te worden.

→ Dit allen is de gevolg van de elektrische afstotingskracht tussen protonen en de kernkracht.

(3C) OM HET EEN BEETJE MOEILIK TE MAKEN HEBBEN WE TWEE SOORTEN β STRALINGEN

(3CI) β^- STRALING IS NEGATIEF (OVER DE TWEEDE TRANSMUTATIEREGEL VAN SODDY)

${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AX' + e^- + \bar{\nu}_e$ → in de kern wordt een neutron omgezet tot een proton, een elektron en een antineutrino, de elektron en antineutrino worden als straling weggezonden.

(3CII) β^+ STRALING IS POSITIEF (OVER DE TWEEDE TRANSMUTATIEREGEL VAN SODDY)

${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AX' + e^+ + \nu_e$ → in de kern wordt een proton omgezet tot een neutron, een positron en een neutrino, de positron en neutrino worden als straling weggezonden.

(3CIII) RADIOACTIEVE NUCLIDEN DOEN DEZE SHIT VOOR EEN REDEN (EVENTJES HERHALEN)

*De mutaties die worden uitgevoerd, worden uitgevoerd om stabiel te worden. De grafiek die de stabiliteit van kernen weergeeft noemen we de stabiliteitsband.

*Bij β stralingen hebben de uitgezonden deeltjes een grote kinetische energie.

(3D) GAMMASTRALING IS DE MAKKELIJKSTE (OVER GAMMASTRALING)

* ${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^AX' + \gamma$ → Gammastraling wordt uitgezonden als een foton (elektromagnetische energie)

(3E) EEN VERVAL IS MEESTAL NIET GENOEG (OVER VERVALREEKSEN)

*We hebben 3 verschillende soorten vervallen (stralingen) geleerd, meestal stopt het niet bij één verval maar hebben radioactieve kernen meerdere vervallen nodig.

→ In de natuur komen 3 natuurlijke vervalreeksen voor.

→ Bv.: ${}_{90}^{232}Th \rightarrow {}_{88}^{228}Ra + {}_2^4He$ (1) (Je mag zelf gokken welk verval dit is)

${}_{88}^{228}Ra \rightarrow {}_{89}^{228}Ac + e^- + \bar{\nu}_e$ (2) (Je mag ook hier gokken welk verval)

--> zo gaat het verder en verder tot de nuclide stabiel is.

(3F) STRALING KAN TEGENGEHOUDEN WORDEN

Alfastraling is het gevaarlijkst

Alfastraling kan tegengehouden worden door papier. → groot vermogen tot ionisatie

Bètastraling kan tegengehouden worden door aluminium.

Gammastraling kan tegengehouden worden door lood. → klein vermogen tot ionisatie

(3G) HOE WEET IK OF IK BEN BESTRAALD? (OVER STRALINGSDETECTIE)

*In ons boek staan 4 detectiemethoden, we moeten er slechts 2 kennen.

(3GI) DE GEIGER-MÜLLERTELLER

*Dit apparaat werkt op het ioniserend effect van straling. Geladen deeltjes worden omgezet naar elektronen en opgevangen in een centrale buis met een positief geladen staafje. Elektronen zullen bewegen naar het positief geladen staafje (wet van Coulomb), de elektrische lading die gecreëerd wordt zal omgezet worden in een hoorbaar geluid.

→ Des te meer geluid, des te meer straling

→→ !!! Deze detectiemethode kan géén onderscheid maken tussen soorten stralingen !!!

(3GII) DE FOTOGRAFISCHE PLAAT

*Mensen die in een radioactieve zone werken, krijgen een soort 'filmbadge', straling veroorzaakt een zwarting op deze badge en omdat deze badge uit verschillende dingen bestaat kan gezien worden welke straling deze persoon op zich kreeg (herinner: alfa, beta en gammastraling wordt tegengehouden door verschillende dingen).

→ Indien de persoon teveel straling op zich kreeg wordt hij tijdelijk verplaatst uit de radioactieve werkplek voor zijn eigen veiligheid.

(3H) LEREN REKENEN MET RADIOACTIEVE KERNEN (HALVERINGSTIJD, ACTIVITEIT, GEABSORBEERDE ENERGIEDOSIS EN KWALITEITSFACTOR)

*Dit deeltje bevat al het rekenwerk dat je voor dit hoofdstuk moet kunnen uitvoeren.

(3HI) DE HALVERINGSTIJD ($T_{1/2}$)

*Na een welbepaalde tijd is een radionuclide 50% minder radioactief, deze tijd noemen we de halveringstijd.

→ Formule halveringstijd: $N(t) = \frac{N_0}{2^{t/T_{1/2}}}$ → N_0 = begindeeltjes, t = tijd, $T_{1/2}$ = halveringstijd

*Voorbeeldoefening: kernaafval heeft een halveringstijd van 500 miljoen jaar, hoe radioactief is de kernaafval nog na 367 miljoen jaar als je weet dat we met 100 gram radioactiviteit begonnen?

→ GEGEVEN: $T_{1/2} = 500$ miljoen jaar, $t = 367$ miljoen jaar, $N_0 = 100$ gram

→ GEVRAAGD: $N(t)$

→ OPLOSSING: $N(t) = \frac{100 \text{ gram}}{2^{\frac{367 \text{ miljoen}}{500 \text{ miljoen}}}} = 60,12 \text{ gram}$ (uitgerekend met rekenmachine)

(3HII) DE ACTIVITEIT (A)

*Formule gemiddelde activiteit: $A = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$ → De verhouding tussen het aantal deeltjes en tijdsduur

→ De activiteit drukken we uit in Becquerel = $Bq = 1 \text{ s}^{-1}$

*Voorbeeldoefening: Na 7 dagen zijn het aantal radioactieve deeltjes van melk met 500 deeltjes afgenomen, bereken de gemiddelde activiteit van het melk.

GEGEVEN: $\Delta N = -500$, $\Delta t = 7 \text{ dagen} = 168 \text{ h} = 10\,080 \text{ min} = 604\,800 \text{ s}$.

GEVRAAGD: A

OPLOSSING: $A = -\frac{-500}{604\,800} = 8,27 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

→ LET OP: ΔN IS ALTIJD NEGATIEF OMDAT DE RADIOACTIVITEIT ALTIJD DAALT (HALFWAARDETIJD!!)

(3HIII) GEABSORBEERDE ENERGIEDOSIS (D)

*De geabsorbeerde energiedosis is de hoeveelheid energie die een voorwerp opneemt gedeeltdoor

de massa van dat voorwerp. We drukken dit uit in **Gray (Gy)**.

→ $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$

*Voorbeeldoefening: een papiertje weegt 20 gram en heeft 5J alfastraling opgenomen, hoeveel Gray alfastraling is opgenomen?

→ GEGEVEN: $m = 20\text{g}$, $E = 5\text{J}$

→ GEVRAAGD: Gy

→ Oplossing: $5\text{J}/20\text{g} = 250\text{J/kg} = 250 \text{ Gy}$

(3HIII) Effectieve dosis (H) of dosisequivalent

*De effectieve dosis (H) drukt uit hoeveel biologische schade straling kan aanrichten aan het menselijk lichaam.

→ Effectieve dosis = dosis x kwaliteitsfactor

→ Kwaliteitsfactoren: α -straling = 20

β - en γ -straling = 1

Dit wil zeggen dat alfastraling 20 keer zoveel biologische schade aanricht!

→ De effectieve dosis drukken we uit in sievert (Sv), $1 \text{ Sv} = 1\text{J/kg}$

*Voorbeeldoefening: In Noord-Korea krijgen ze na een atoombom 5000 mGy alfastraling op zich, hoe groot is de effectieve dosis? Gaan de mensen sterven als je weet dat 10 000 mSv dodelijk is?

→ GEGEVEN: $D = 5000 \text{ mGy}$, kwaliteitsfactor = 20, dodelijk gehalte = 10 000 mSv

→ GEVRAAGD: Effectieve dosis? Gaan mensen sterven?

→ OPLOSSING: effectieve dosis = dosis x kwaliteitsfactor = $5\,000 \times 20 \text{ mSv} = 100\,000 \text{ mSv}$

→ ANTWOORDZIN: De mensen zullen sterven want ze kregen 10 keer de dodelijke dosis op zich.

(4) Toepassingen en gevaren

*Hier gaan we zo kort mogelijk toepassingen en gevaren van straling bekijken.

(4A) Inleiding

*Omdat straling onzichtbaar is moeten alle radioactieve stoffen voorzien zijn van een waarschuwingsteken.

*Bestraling = stralingsenergie buiten lichaam worden geabsorbeerd

↔ besmetting = radioactieve stoffen worden ingeademd of ingeslikt

*Bij hoge dosis wordt er biologische schade aangericht, er worden tumoren gevormd, maar er wordt ook van straling gebruik gemaakt om kankercellen te vernietigen.

(4B) Toepassingen

*Sterilisatie --> gammastraling --> levende cellen (bacteriën) worden gedood, deze straling heeft een groot doordringingsvermogen

*Geneeskunde --> PET-scan --> bèta+-straling --> deze zend positronen uit die elektronen zullen tegemoetkomen in het lichaam waarmee ze annihileren, de energie die zal vrijkomen zullen ze zien op de scan.

*Geneeskunde --> kankerbehandeling --> protontherapie --> tumoren onschadelijk maken

*Nucleaire wapens --> ongecontroleerde kernsplijting

*Activeringsanalyse met neutronen --> elementen beschieten met neutronen en instabiel maken --> herinnering: instabiele elementen zullen straling uitzenden

*Rookdetector --> alfastraling

*Tubes tandpasta op gewenste hoogte vullen --> straling als stof om te zeggen of 't goed gevuld is of niet.