

Overall Natuurkunde 3 V

Uitwerkingen

Hoofdstuk 2 Straling

2.1 Elektromagnetische straling

A1

- a Onjuist, want infraroodstraling is ook een vorm van elektromagnetische straling
- b Juist, want microgolfstraling ligt in figuur 2.1 verder naar rechts
- c Onjuist, want alleen te veel uv-straling is gevaarlijk
- d Onjuist, hoe kleiner de golflengte van de straling, hoe groter de stralingsenergie.

A2

- a Het elektromagnetisch spectrum is de verzameling van alle verschillende soorten elektromagnetische straling.
- b De energiepakketjes in röntgenstraling hebben wel voldoende energie om door zacht weefsel te gaan, maar onvoldoende energie om door botten heen te gaan.
- c Een foton is een pakketje stralingsenergie.

B3

- a Tristan heeft gelijk, want je ziet waar de röntgenstraling tegengehouden wordt.
- b De witte delen van de foto zijn de schaduw. De tanden houden straling tegen, maar om de tanden heen is het donker, want door het zachte weefsel van je wangen wordt geen straling tegengehouden.
- c De witste stukken zijn de vullingen in de tanden.

B4

De kleuren op volgorde van stralingsenergie zijn: rood, oranje, groen, want zo staan ze op figuur 2.1. In de figuur wordt de stralingsenergie groter als je naar rechts gaat.

B5

Hoe lager de temperatuur, hoe roder het uitgezonden licht. De gele lava heeft dus een hogere temperatuur dan de rode lava.

B6

- a $4300 \text{ m} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ m}$
- b $0,0015 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- c $31,02 \text{ cm} = 0,3102 \text{ m} = 3,102 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- d $270 \text{ km} = 270\,000 \text{ m} = 2,7 \cdot 10^5 \text{ m}$

C7

$390 \cdot 10^{-9} = 3,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Als je in figuur 2.1 kijkt, zit 10^{-7} aan de rechterkant van de kleuren van de regenboog. Dit filter houdt dus licht tegen aan de paarse kant.

C8

Omdat infrarode fotonen veel minder energie met zich meedragen dan ultraviolette fotonen, heb je meer infrarode fotonen nodig voor hetzelfde vermogen, dus de totale hoeveelheid energie per seconde.

+9

- a Omdat je ondanks de zonnebrandcrème de warmte van de zon nog steeds kunt voelen.
- b Glas, zoals bijvoorbeeld een raam, laat van het zonlicht wel de warmte door (ir-straling) en het zichtbaar licht, maar houdt een deel van de uv-straling tegen.

2.2 Het atoom

A10

- a Juist, want het alfadeeltje is veel zwaarder dan het bètadeeltje (ca. 7000 keer zwaarder).
- b Onjuist, want drie halveringstijden is de helft van de helft van de helft dus $\frac{1}{8}$.
- c Onjuist, want het is andersom: moleculen zijn opgebouwd uit atomen.
- d Juist, want bij een chemische reactie vallen de moleculen uit elkaar en ontstaan er nieuwe moleculen.
- e Juist, want een stabiel atoom is niet radioactief.
- f Juist, want dat kan alfa-, bèta- of gammastraling zijn.

A11

- a Na 8 dagen is nog maar de helft van de oorspronkelijke hoeveelheid joodatomen over.
- b alfa-, bèta- en gammastraling

A12

- a Zowel alfa- als bètastraling bestaat uit snel bewegende deeltjes.
- b Het alfadeeltje is een veel zwaarder deeltje dan het bètadeeltje.

B13

- a Bij radioactief verval valt het atoom uit elkaar. Een deeltje wordt met hoge snelheid weggeschoten en uit wat er achterblijft ontstaat een nieuw atoom.
- b Bij een chemische reactie blijven de atomen bestaan en vormen alleen nieuwe moleculen. Bij een vervalreactie veranderen de atomen in nieuwe atomen.
- c Alle atomen links van de pijl zie je ook rechts, dus het is een chemische reactie.

B14

- a In het begin is er 100 gram. Na 8 minuten is hier de helft (50 gram) van over. De halveringstijd is dus 8 minuten.
Ter controle: op tijdstip 8 minuten is er 50 g massa. De tijd aflezen bij 25 g geeft 16 minuten. Ook dan is de halveringstijd 8 minuten.
- b 6,25 gram is $\frac{1}{16}$ deel van 100 gram. Dus geldt $(\frac{1}{2})^n = \frac{1}{16}$ en $n = 4$. De verstreken tijd is dan $4 \times 8 = 32$ minuten.
- c Na 40 minuten zijn er $40 / 8 = 5$ halveringstijden verstreken, dus is er nog de helft van 6,25 gram (wat er nog over is na 4 halveringstijden) over en dat is 3,125 gram.

B15

- a Jorien heeft geen gelijk. Na 12 jaar is de helft van het aantal tritiumatomen verdwenen, maar er is ook nog een helft over en die blijft stralen. Alleen niet zo fel meer.
 - b 24 jaar is twee keer de halveringstijd, dus $n = 2$ in de formule.
Er is dan nog $(\frac{1}{2})^2$ van de 5 gram tritium over dus $\frac{1}{4} \times 5 = 1,25$ gram.
 - c $(\frac{1}{2})^n = \frac{1}{64}$, dus $n = 6$.
- 6 halveringstijden is 6×12 jaar = 72 jaar, dus na 72 jaar is er nog $\frac{1}{64}$ van het tritium over.

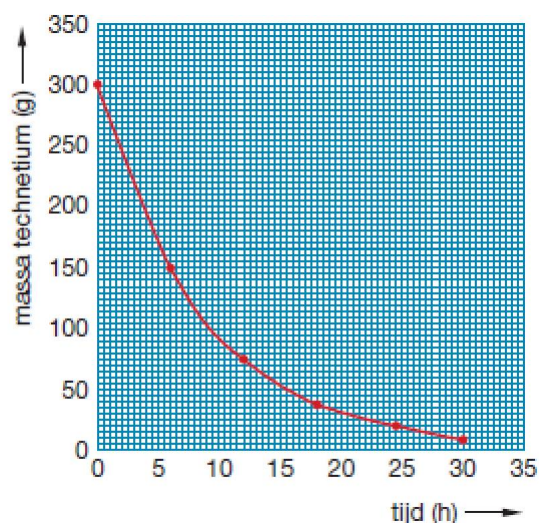
C16

Edelgassen heten zo, omdat de atomen geen chemische reactie aangaan. Radioactiviteit is een vervalreactie van de kern van het atoom. Een Radon-atoom reageert niet chemisch, maar kan wel vervallen tot een ander atoom.

C17

a

tijdstip (h)	n	massa technetium (g)
0	0	300
6	1	150
12	2	75
18	3	37,5
24	4	18,75
30	5	9,375

b**c** Aflezen: bij 20 uren is het 30 gram.**d** 20 uur is $20 / 6 = 3,3$ halveringstijden. Er is dan nog $(\frac{1}{2})^{3,3} \times 300 = 30$ gram over.

C18

- a** Om van 100% naar 25% te gaan moeten er 2 halveringstijden zijn verstreken, dus na $2 \times 14 = 28$ miljard jaar.
- b** Bij verbranding worden er nieuwe moleculen gevormd, maar de atomen blijven bestaan. Femke heeft dus gelijk, want het radioactieve thorium is er nog steeds.
- c** Vanwege de lange halveringstijd duurt het heel erg lang voor al het thorium op aarde verdwenen is.

+19

- a** De twee waterstofatomen in het watermolecuul (H_2O !) wegen dan samen

$$29,82 \cdot 10^{-27} - 26,5 \cdot 10^{-27} = 3,32 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Eén waterstofatoom weegt dus $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

- b** In een glas van 0,30 L zit dus 0,30 kg water.

Dat zijn dus $0,30 / (29,82 \cdot 10^{-27}) = 1,01 \cdot 10^{25}$ moleculen.

- c** De aarde bestaat voor 32% uit ijzer, dus $5,972 \cdot 10^{24} \times 0,32 = 1,91 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

De aarde bestaat voor 30% uit zuurstof, dus $5,972 \cdot 10^{24} \times 0,30 = 1,79 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

- d** Omdat de massa van een ijzeratoom $92,7 / 26,5 = 3,50$ maal zo groot is als die van een zuurstofatoom, zijn er veel meer zuurstofatomen dan ijzeratomen, want in gewicht is er op aarde bijna evenveel van beide.

+20

De aarde bestaat al 4,5 miljard jaar. Als deze elementen ooit zouden hebben bestaan, dan waren ze door hun kleine halveringstijd al lang verdwenen.

2.3 Gevaren van straling

A21|

- a Het doordringend vermogen is een maat voor hoe gemakkelijk de straling ergens doorheen kan gaan.
- b Gammastraling heeft het grootste doordringend vermogen.

A22

- a De drie manieren om jezelf tegen straling te beschermen zijn:
 - de blootstellingstijd beperken, dus zo kort mogelijk in de buurt van een stralingsbron blijven;
 - de afstand tot de stralingsbron zo groot mogelijk maken;
 - de stralingsbron afschermen door materiaal met een grote dichtheid tussen jou en de bron te plaatsen.
- b Om bètastraling tegen te houden heb je een aluminium afscherming van ca. 1 cm dikte nodig. Dit mag ook een ander metaal zijn.
- c Ja, dat moet wel. Je huid kan het al tegenhouden, maar je moet het niet inademen! Kijk naar de mondkapertjes in figuur 2.12.

B23

De dikke glazen ruit kan alleen de alfa- en bètastraling tegen houden.

B24

Voor bestraling hoef je niet bang te zijn, want er is maar heel weinig straling. Bij besmetting, dus bij het opeten van een banaan, wordt je van binnenuit bestraald. Dat kan gevaarlijk zijn, maar als je in figuur 2.13 kijkt, zie je dat het eten van een banaan maar $\frac{1}{100}$ deel van de natuurlijke achtergrondstraling per dag is. Dit is dus ook heel weinig.

B25

- a De dosismeter is niet geschikt om alfastraling te meten, want deze straling komt niet door het plastic omhulsel heen.
- b Nee, je kunt alleen achteraf bij het uitlezen van de dosismeter bepalen hoeveel straling er in totaal op gevallen is.

B26

- a De beginmeting zonder aluminium plaatjes ertussen bedroeg 960 pulsen/s. De helft hiervan is 480 pulsen/s. Lees de grafiek af bij 480 pulsen/s en je vindt een dikte van 1,8 mm.
- b Een kwart van de beginwaarde is 240 pulsen/s. Aflezen bij 240 pulsen/s geeft een dikte van 3,6 mm. Dit is dus precies 2 keer de dikte waarbij je de eerste halvering hebt gevonden.
- c Dus geldt $(\frac{1}{2})^n = \frac{1}{16}$, zodat $n = 4$.
De halveringsdikte is 1,8 mm, dus je hebt nu $4 \times 1,8 \text{ mm} = 7,2 \text{ mm}$ dik aluminium nodig.

B27

- a De stralingsdosis is de hoeveelheid stralingsenergie die het lichaam opneemt. Bij ontvangst van een gelijke hoeveelheid stralingsenergie op het hele lichaam heeft de zwaardere persoon per kg minder energie ontvangen. Dat is dus een lagere stralingsdosis.
- b De jaarlijkse dosislimiet is $1000 \mu\text{Sv}$ en een Röntgenfoto van de tandarts is $5 \mu\text{Sv}$. Je kunt dus jaarlijks $1000 / 5 = 200$ Röntgenfoto's laten maken bij de tandarts.
- c De verbrandingsgassen uit de kolencentrale verspreiden zich alle kanten uit, dus ook in jouw richting en die adem je ook in. Het is dus besmetting. Van de kerncentrale ontvang je alleen een beetje straling dat nog door al het beton heen komt. Het is dus bestraling.
- d Radon is een zwaar gas en dat kan zich ophopen in de kruipruimte als je niet goed ventileert. En het is gevaarlijk omdat je het inademt en zo dus besmet wordt.

B28

- a Dit werk is gevaarlijk voor de meisjes want ze krijgen het radium in hun lichaam bij het likken: ze worden besmet.
- b De drager van het horloge loopt geen gevaar. Hij wordt niet besmet en het metaal van het horloge houdt de bètastraling wel tegen, dus hij wordt ook niet bestraald.

C29

- a Julia heeft gelijk, omdat de muggen worden bestraald, maar niet worden besmet. De bestraling met gammastraling kan zo gedaan worden dat deze straling niet bij mensen kan komen.
- b Het effect van straling waar de tekenaars op doelen, is het beschadigen van het DNA in de celkern. Dit kan gevolgen hebben voor de eigenschappen van het nageslacht van de muggen.

C30

De dosis van een röntgenfoto bij de tandarts is niet gevaarlijk voor de patiënt, maar de tandarts maakt in een jaar heel veel foto's. Door weg te lopen houdt de tandarts de stralingsenergie die hij ontvangt zo laag mogelijk. En zeker als de tandarts nog achter een muur gaat staan.

C31

Het is moeilijker om de gammastraling met hogere stralingsenergie tegen te houden, omdat de energie van een foton van die straling dan veel groter is.

C32

- a De hoeveelheid straling die doorgelaten wordt, reken je uit met $(\frac{1}{2})^n \times 100\%$.
In dit geval geldt $n = 10$, zodat slechts $(\frac{1}{2})^{10} \times 100\% = 0,10\%$ doorgelaten wordt.
Er wordt dan $100 - 0,10 = 99,9\%$ van de straling tegengehouden.
- b Je kunt gammastraling nooit helemaal tegenhouden. Er komt altijd $(\frac{1}{2})^n \times 100\%$ door en dat is nooit 0, hoe groot je n ook maakt.

C33

Alfastraling bestaat uit zware, grote deeltjes. Als je een alfastraler binnenkrijgt, kunnen die deeltjes met hun massa veel schade aanrichten aan de cellen van je lichaam, want je lichaam wordt dan niet meer beschermd door de huid.

+34

a

- 1 Een grotere massa betekent dat er meer radonatomen in het bakje zitten. Er zijn dus ook meer atomen die zullen vervallen en Sanne zal dus meer straling meten.
 - 2 De halveringstijd van radon is kort, dus het aantal atomen in de bakjes zal snel afnemen. Doordat er na verloop van tijd steeds minder radonatomen overblijven die kunnen vervallen, zal Sanne minder straling gaan meten.
- b** Sanne kan ervoor zorgen dat de massa in de bakjes gelijk is. Het bakje waarbij ze de hoogste straling meet heeft dan de kortste halveringstijd, omdat de atomen daar het snelste vervallen.

2.4 Straling gebruiken

A35

- a Botten hebben een hogere dichtheid dan weefsel waardoor deze meer straling tegenhouden. Op de foto worden botten lichter weergegeven dan weefsel.
- b Een tracer is een licht radioactieve stof die gammastraling uitzendt en in je bloedbaan wordt ingespoten.
- c Tumorcellen delen zich veel sneller en zijn beter doorbloed dan gewone cellen, waardoor deze relatief veel van de radioactieve tracer bevatten. Met behulp van een gammacamera kan de arts hiermee de exacte locatie van de tumoren bepalen.

A36

- a Alfastraling voor inwendige bestraling en gammastraling voor uitwendige bestraling zijn de meest gebruikte soorten straling bij behandeling van tumoren.
- b Inwendige bestraling heeft als voordeel dat de tumorcellen worden gedood, maar dat er door het kleine doordringend vermogen van alfastraling nauwelijks gezond weefsel rond de tumor wordt beschadigd.
- c Het nauwkeurig richten van de gammabundel op de tumor is belangrijk om zo min mogelijk gezond weefsel in het lichaam te vernietigen.

B37

een tumor in de:	alfastraling	bètastraling	gammastraling
lever	nee	nee	ja
bot van arm	nee	nee	ja
huid	ja	ja	ja
hersenen	nee	nee	ja

B38

De röntgenstraling bij een CT-scan is veel intenser dan bij een gewone röntgenfoto. Daardoor is de ontvangen stralingsdosis groter, maar zijn er op de beelden meer details te zien.

B39

- a De straling richt schade aan in de huid, doordat de straling een deel van haar energie verliest bij het binnendringen van het lichaam.
- b Het is niet altijd mogelijk om het staafe met straling te plaatsen op de exacte plek waar je het wilt hebben, bijvoorbeeld in de hersenen.
- c Door de bundel zo smal mogelijk te maken, wordt er onderweg naar de tumor zo min mogelijk gezond weefsel beschadigd.

B40

- a Straling met een grotere golflengte heeft een groter bereik. De microgolfstraling van de gsm-masten heeft een kleinere golflengte dan radiostraling (zie figuur 2.1) en dus een kleiner bereik dan de radiostraling uit de radiomast.
- b Een gps-signaal moet een grote weg afleggen tussen de ontvanger en de satelliet die in een baan rond de aarde draait. De wifi verbinding hoeft maar een korte afstand te overbruggen in een huis, een gebouw of een beperkte ruimte buiten. Het gps-signaal moet dus verder komen.
- c De golflengte van de 12 cm golf is groter dan die van de 6 cm golf en dus komt de 12 cm golf verder.
- d De 6 cm golf is kleiner, en als de golflengte iets in lengte verschilt, is het in verhouding tot de 12 cm golf al sneller een behoorlijk verschillende frequentie en dus een ander kanaal.
- e Het bereik gaat zo ver als je kijken kunt! De zon staat 150 miljoen kilometer bij ons vandaan. Sommige sterren die we waarnemen staan vele duizenden lichtjaren (de afstand die licht aflegt in een jaar) ver in het heelal.

B41

- a Door de röntgenstraling kun je de inhoud van de bagage bekijken zonder deze te openen en leeg te maken.
- b De röntgenbron moet dan wel erg sterk zijn.
- c Bij een röntgenbron voor containers is de stralingsbron veel sterker dan bij een röntgenbron op het vliegveld, dus je moet hierbij meer afstand te houden.

C42

Op deze manier kun je zorgen dat de tumor veel straling ondergaat door daar telkens op te richten en het omringende weefsel zo min mogelijk belast wordt, omdat je telkens onder een andere hoek door het gezonde weefsel straalt.

C43

Straling kan levensbedreigend zijn, omdat cellen ermee beschadigd of vernietigd kunnen worden. Dezelfde straling kan er echter ook voor zorgen dat schadelijke tumorcellen worden vernietigd, waardoor het leven van een patiënt gered kan worden.

C44

- a Voor het maken van een echogram wordt ultrasoon geluid door de huid heen je lichaam in gezonden met een zender/ontvanger. Een deel van het ultrasoon geluid weerkaatst tegen organen en ander weefsel en wordt weer opgevangen. Uit het tijdsverschil tussen de uitgezonden en het teruggekaatste ultrasoon geluid kan de computer een beeld maken op het scherm.
- b Bij een CT-scan wordt gebruik gemaakt van röntgenstraling die schadelijk kan zijn voor het ongeboren kind en voor de moeder.

C45

De urine en de ontlasting mogen na enkele weken wel het riool in, omdat bijna al het radioactieve jood dan allang vervallen is, want het heeft maar een korte halveringstijd.

C46

Door het loden zakje worden de cellen in de teelballen beschermd tegen de gammastraling. Dit doet men om te voorkomen dat geslachtscellen beschadigd kunnen raken. Bij beschadigde geslachtscellen is er een kans dat er kinderen worden geboren met afwijkingen.

C47

- a Bij uitwendige bestraling wordt de patiënt behandeld met de straling die afkomstig is uit een radioactieve bron. Deze straling zelf is niet radioactief, dus de patiënt wordt niet besmet.
- b Bij inwendige bestraling wordt de stralingsbron in het lichaam van de patiënt geplaatst. Hierbij is dus wel sprake van besmetting en de patiënt is daardoor gevaarlijk voor de omgeving, omdat de patiënt straling blijft uitzenden.

+48

- a De stralingssoort waar de buienradar gebruik van maakt is microgolfstraling (en wel de K-band (ca.30 GHz) binnen de Super High Frequency band). De golflengte is dan ongeveer een centimeter.
- b Je kunt de afstand tussen het radarstation en de regenwolk bepalen door het tijdsverschil tussen de uitgezonden straling en de tegen de wolk teruggekaatste straling te meten.
- c Het water in een regenwolk absorbeert meer straling dan bij een gewone wolk, dus de intensiteit van de straling is lager.
- d De stralingsenergie van de teruggekaatste straling is in beide gevallen natuurlijk hetzelfde, want het blijft bestaan uit dezelfde fotonen.

+49

- a Een radioantenne voor een auto is ongeveer 40 cm lang.
- b De golflengte van de straling is dan 4 tot 8 maal zo groot, dus 160 tot 320 cm.
- c De golflengte van de FM-straling is:

$$golflengte = \frac{3 \cdot 10^8}{frequentie}$$

$$golflengte = \frac{3 \cdot 10^8}{90 \cdot 10^6}$$

$$golflengte = 3,34 \text{ m}$$

De antenne moet de FM-radio dus nog net kunnen ontvangen.

- d Uit figuur 2.1 volgt dat Röntgen- en gammastraling hebben golflengten van ongeveer een atoom tot nog kleiner. Dat is veel kleiner dan een lichtgevoelige cel in het oog. In werkelijkheid zou Superman deze straling dus niet kunnen zien.

+2.5 De kerncentrale

A50

- a** De brandstof van een kernreactor is uranium.
- b** Een kettingreactie is een reactie waardoor één of meer andere reacties op gang komen die ieder op hun beurt weer één of meer andere reacties op gang brengen. Dit gaat zo steeds verder tot de reacties niet meer in de hand te houden zijn.
- c** De regelstaven vangen precies zoveel neutronen weg dat er per kernsplijting steeds maar één neutron beschikbaar komt voor een nieuwe kernsplijting.
- d** De afvalstof van een fusiereactor is helium.

A51

- 1 reactorvat
- 2 brandstofstaven
- 3 warmtewisselaar
- 4 turbine
- 5 generator
- 6 warmtewisselaar
- 7 koelwaterreservoir

B52

- a** Door het afval diep onder de grond op te slaan, vormt het geen gevaar meer voor mensen en dieren op het aardoppervlak.
- b** Het radioactieve afval blijft wel bestaan, ook al is het diep onder de grond.

B53

- a** Het water in het reactorvat is in contact geweest met het radioactieve uranium en de radioactieve afvalstoffen en mag daarom niet naar buiten komen.
- b** Als de pomp stuk gaat, wordt het water in het reactorvat niet meer gekoeld, waardoor het reactorvat oververhit zou kunnen raken.
- c** Een gasgestookte centrale gebruikt geen radioactief materiaal als brandstof, maar een fossiele brandstof. De afvalstoffen die vrijkomen zijn niet radioactief. Wel komen er bij een gasgestookte centrale broeikasgassen vrij.

B54

- a** De koeien kunnen radioactieve stoffen die met de regen op het land neerslaan binnenkrijgen en deze weer afgeven in hun melk.
- b** Het vee wordt zowel bestraald door de radioactieve stof op het gras als besmet door het eten van het gras, dus beide.
- c** Besmetting van de koe is veel gevaarlijker, omdat wij hierdoor ook besmet kunnen raken via het drinken van de melk of het eten van vlees of kaas.

B55

Omdat we de halveringstijd niet kunnen beïnvloeden, zal het radioactieve afval nog heel lang radioactief blijven. Al die tijd vormt het een risico voor de volksgezondheid.

B56

De reactorwand blijft veel minder lang radioactief dan het kernafval van een kerncentrale.

B57

- a Het verschil is dat je natuurlijk verval niet kunt beïnvloeden en bij kernsplijting gebeurt dit wel door beschieting met neutronen. En bij natuurlijk verval komt een beetje energie vrij en bij splijting heel veel.
- b De overeenkomst is dat er energie en straling vrijkomt en dat het reactieproduct een andere stof is.

C58

- a Het water in het reactorvat wordt onder een hoge druk gehouden. Hoe hoger de druk, hoe hoger de kooktemperatuur van water.
- b De wanden van de reactor moeten erg sterk zijn om de hoge druk van het water te weerstaan.

C59

- a Een overeenkomst is dat gammastraling en snelle neutronen vrijwel ongehinderd door de stof vliegen en dat pas na een behoorlijke afstand de intensiteit van de straling langzaam wat afneemt. Een verschil is dat gammastraling elektromagnetische straling is en neutronen deeltjes zijn.
- b Er moeten altijd meerdere uraniumstaven zijn, omdat de wegvliegende neutronen op een ander uraniumatoom moeten botsen na het afremmen door het water. Dan zijn ze de staaf uitgevlogen, maar ze kunnen nu verder in de richting van een andere staaf vliegen.

C60

Met radioactief radon kun je geen kettingreactie op gang krijgen want er komen geen neutronen vrij om een andere kern te kunnen splijten.

C61

- a De regelstaven in de kernreactor zorgen ervoor dat je de kettingreactie onder controle kunt houden.
- b Doordat er te weinig neutronen werden weggevangen waren er te veel kernsplijtingen. Hierdoor werd de temperatuur van het water in het reactorvat veel te hoog en ging het water alsnog verdampen.
- c De reddingwerkers mochten er niet te lang blijven, omdat zij dan de kans zouden lopen om een te hoge dosis straling te ontvangen.
- d Ze zijn besmet geraakt tijdens het blussen. Na het blussen zat de radioactieve stof dus in hun eigen lichaam, waardoor het bestralen van binnenuit verder ging.

C62

a

nadelen:

Er ontstaat radioactief afval dat zeer lang moet worden opgeslagen.
Een ongeluk in een kerncentrale kan grote gevolgen hebben voor een groot gebied.
Het risico van blootstelling aan straling voor medewerkers bestaat.

voordelen:

Er komen geen broeikasgassen vrij.
Je kunt veel elektrische energie opwekken met weinig uranium.
Een kerncentrale gaat erg lang mee.

b**voordelen:**

Waterstof, de brandstof voor kernfusie, is in ruime mate beschikbaar.

Er komen nauwelijks radioactieve afvalstoffen bij vrij en geen broeikasgassen.

Veel elektrische energie met weinig brandstof.

nadelen:

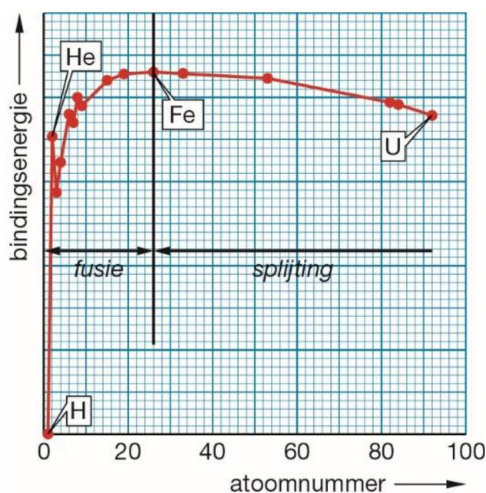
Het fusieproces komt pas op gang bij extreem hoge temperaturen.

Alle tot nu toe gemaakte testopstellingen hebben meer gekost dan ze hebben opgeleverd.

Onderhoud aan de zeer complexe reactor zal geregeld nodig zijn, maar dat wordt moeilijk, want de reactor wordt zelf radioactief. Het zal dan met op afstand bestuurbaar gereedschap uitgevoerd moeten worden.

+63

- a** De stap omhoog van fusie van waterstof naar helium is veel groter dan de stap omhoog van het splijten van uranium naar kleinere kernen.
- b** Het is niet mogelijk door middel van kernfusie of kernsplijting energie uit ijzer te onttrekken, want vanaf ijzer kun je alleen maar naar beneden stappen.

c

+64

a $E = m \cdot c^2 = 2,0 \cdot (3,0 \cdot 10^8)^2 = 1,8 \cdot 10^{17} \text{ J}$

b $\text{massaverschil} = 3,62007 \cdot 10^{-25} - 3,55347 \cdot 10^{-25} = 0,06660 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

c Dit is niet het massaverschil, omdat het alfadeeltje ook massa heeft.

d $m = \frac{E}{c^2} = \frac{1,1667 \cdot 10^{-12}}{(3,0 \cdot 10^8)^2} = 1,29633 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$ is dus de hoeveelheid massa die werkelijk verdwenen is en waarvoor energie in de plaats is gekomen.

e $\text{massa alfadeeltje} = 0,06660 \cdot 10^{-25} - 1,29633 \cdot 10^{-29} = 6,647 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, omdat de massa van het alfadeeltje en de verdwenen massa samen evenveel moeten zijn als het antwoord op vraag b.

Oefentoets

1

Onjuist, want alfastraling bestaat uit deeltjes.

2

Onjuist, want moleculen bestaan juist uit atomen.

3

Onjuist, want röntgenstraling zelf is niet radioactief en kan je dus nooit besmetten.

4

Onjuist, want dit hangt af van de halveringstijd.

5

Onjuist, want UV-fotonen bevatten meer energie dan IR-fotonen, want ze hebben een kleinere golflengte. Zie figuur 2.1.

6

Juist, want de golflengte van radiostraling is groter en dan hebben ze een groter bereik.

7

De dosislimiet geeft de maximale hoeveelheid kunstmatige straling aan die je per jaar mag opnemen.

8

Het elektromagnetisch spectrum is de verzamelnaam voor alle soorten van elektromagnetische straling (o.a. zichtbaar licht, radiogolven, röntgenstraling etc.).

9

Het doordringend vermogen is een maat voor hoe makkelijk straling ergens doorheen kan gaan.

10

Het vervallen van een atoom is het uiteenvallen van een bestaand atoom in een nieuw atoom en straling.

11

Uitwendige bestraling is het bestralen van een tumor door straling afkomstig van een bron die buiten het lichaam is geplaatst.

12

Cellen kunnen doodgaan of beschadigd raken.

13

Bij bestraling ontvang je straling afkomstig van een radioactieve bron en bij besmetting zit de radioactieve bron in je lichaam

14

De halveringsdikte van bariumpap is (veel) groter dan die van darmweefsel, want de pap moet straling tegenhouden om iets te kunnen zien op een röntgenfoto. Darmweefsel zelf doet dat nauwelijks.

15

De bariumpap is niet radioactief geworden, het houdt de straling alleen tegen. Dit is uitwendige bestraling.

16

Een halveringstijd van 5736 jaar betekent dat na 5736 jaar de helft van de oorspronkelijke hoeveelheid radioactief koolstof is vervallen.

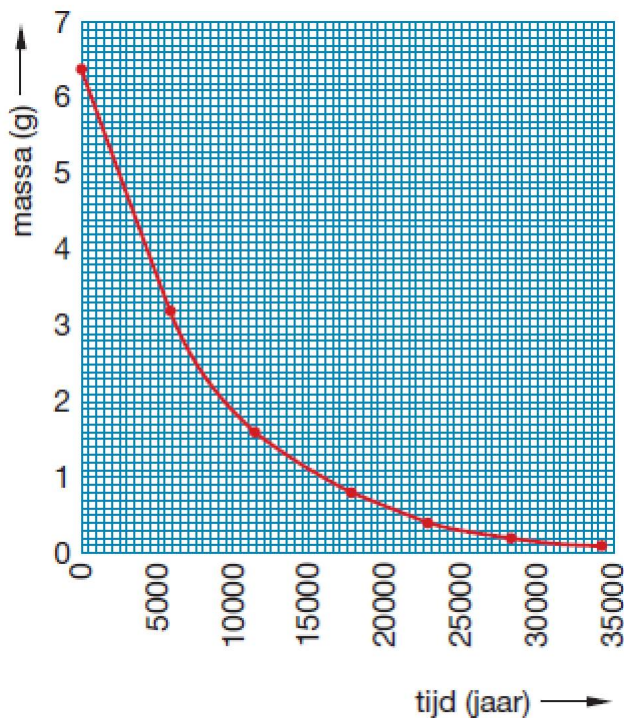
17

Als er nog 1,6 gram radioactief koolstof over is, geldt dus dat:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^n \cdot 6,4 = 1,6$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1,6}{6,4} = \frac{1}{4}, \text{ dus } n = 2$$

Er is dan 2 maal de halveringstijd = 11472 jaar verstreken.

18**19**

De overeenkomst van de werking van het roetglasje en de moderne zonnebril is dat ze beide minder (UV) straling doorlaten. Het verschil is dat de moderne zonnebril bepaalde golflengtes helemaal uit het zonlicht filtert.

20

Alfastraling is niet geschikt voor uitwendige bestraling, omdat de alfastraling niet door de huid heen komt.

21

Voor inwendige bestraling is alfastraling wel geschikt, omdat het over veel energie beschikt om de tumorcellen te vernietigen.

22

Voor radiozenders geldt dat hoe groter de golflengte, hoe groter het bereik. FM-zenders hebben een kleinere golflengte en dus een kleiner bereik. Voor hetzelfde bereik moet je dan meer zenders bouwen.

23

Je bedrade koptelefoon werkt als antenne voor de FM-ontvangst. De antenne mag niet te klein zijn en draadlengte is groter dan de afmetingen van je mobiele telefoon.

+24

Na 10 seconden zijn er $1,1^{10} \times 10^{10}$ reacties = $2,6 \cdot 10^{10}$ reacties.

+25

Het vermogen van de reactor wordt nu veel groter.

+26

Het gemiddeld aantal neutronen dat een reactie kan veroorzaken wordt geregeld met regelstaven.