

Hoofdstuk; Radioactiviteit

3 Atheneum - Gymnasium Regulier Natuurkunde

Maarten Becx (STMBC)

Mencia de Mendoza Lyceum, Breda

April - Mei



Algemene informatie

Contact STMBC

- Email: mbecx@mencia.nl
- Webmail: info@becxlibrary.nl
- Teams: Maarten Becx
- Werkruimte: C1.08

Structuur

- Website: www.becxlibrary.nl
- Website info: Hierin staan alle bestanden die je nodig hebt voor mijn lessen. **Ontbreekt er iets of is er ergens een fout, laat het mij z.s.m weten via een van de contact opties. Bij voorbaad dank!**

Niet vergeten!

Het universum is niet verplicht om logisch te zijn voor jou! Stel daarom altijd je vragen!

Belangrijke informatie

Materialenlijst

- Pen (Schrijven)
- Potlood (Tekenen)
- Geodriehoek (*Evt. Extra liniaal*)
- Gewoon rekenmachine (*Niet-grafisch en/of programmeerbaar*)
- Laptop (Simulaties)
- Boek; Wetenschapsschool (Online methode radioactiviteit)

Tips

- Gebruik deze slides voor structuur!
- Je mag altijd schrijven en markeren op de toets. Deze lever je in en wordt niet meenomen in de beoordeling!
- Zorg dat je altijd zorgvuldig en gestructureerd te werk gaat.
- Je mag mij altijd om hulp vragen! Doe dat dan ook :)

Introductie: Herhaling Scheikunde

Objecten

Elk object heeft massa en bestaat uit moleculen. Moleculen bestaan uit atomen en die bestaan ook weer uit kleinere deeltjes. Deze kleinere deeltjes zijn onderdeel van de moderne Natuurkunde

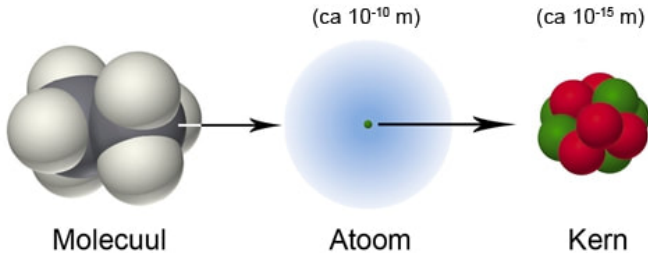


Figure: Bekende kennis vanuit Scheikunde



Introductie: Objecten in het universum

Modellen

Het atoommodel van Bohr dat bij Scheikunde gebruikt wordt staat centraal in dit hoofdstuk. Een atoom bestaat uit een kern met positief geladen protonen en neutraal geladen neutronen. Negatief geladen elektronen draaien in een schil om de kern en er kunnen ook meerdere schillen zijn

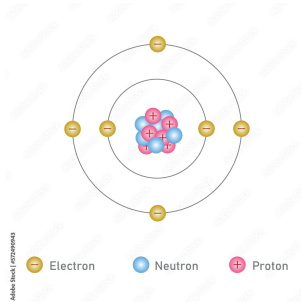


Figure: Atoommodel van Bohr

Introductie: Radioactiviteit



Figure: Kerncentrale

Introductie: Radioactiviteit

Eigen mening

- Schrijf in eigen woorden jouw eigen mening over kernenergie op
- Na het bekijken van twee videos over de positieve en negatieve perspectieven schrijf kun je je mening aanpassen als deze veranderd is
- Bewaar je mening goed. Hier komen we later nog op terug

Waarom is je eigen mening belangrijk?

- Later als je gaat stemmen vanaf je 18de is het belangrijk om verstand te hebben van nucleaire energie. Dit is een groot programma onderdeel van partijen. Vaak ook een groot verschil tussen links en rechts
- Nucleaire energie is een van de manieren om als land elektriciteit op te wekken via een groene manier met minder afval. Nucleaire energie kan een oplossing zijn van het klimaatprobleem. Moeten we hier dan ook in investeren?
- Het is altijd belangrijk om je eigen mening te vormen over belangrijke onderwerpen zodat je altijd in staat bent om voor jezelf op te komen en via een andere blik naar de wereld te kunnen kijken

Introductie: Radioactiviteit

Eigen mening

- Schrijf in eigen woorden jouw eigen mening over kernenergie op
- Na het bekijken van twee videos over de positieve en negatieve perspectieven schrijf kun je je mening aanpassen als deze veranderd is
- Bewaar je mening goed. Hier komen we later nog op terug

Waarom is je eigen mening belangrijk?

- Later als je gaat stemmen vanaf je 18de is het belangrijk om verstand te hebben van nucleaire energie. Dit is een groot programma onderdeel van partijen. Vaak ook een groot verschil tussen links en rechts
- Nucleaire energie is een van de manieren om als land elektriciteit op te wekken via een groene manier met minder afval. Nucleaire energie kan een oplossing zijn van het klimaatprobleem. Moeten we hier dan ook in investeren?
- Het is altijd belangrijk om je eigen mening te vormen over belangrijke onderwerpen zodat je altijd in staat bent om voor jezelf op te komen en via een andere blik naar de wereld te kunnen kijken

Introductie: Radioactiviteit

Eigen mening

- Schrijf in eigen woorden jouw eigen mening over kernenergie op
- Na het bekijken van twee videos over de positieve en negatieve perspectieven schrijf kun je je mening aanpassen als deze veranderd is
- Bewaar je mening goed. Hier komen we later nog op terug

Waarom is je eigen mening belangrijk?

- Later als je gaat stemmen vanaf je 18de is het belangrijk om verstand te hebben van nucleaire energie. Dit is een groot programma onderdeel van partijen. Vaak ook een groot verschil tussen links en rechts
- Nucleaire energie is een van de manieren om als land elektriciteit op te wekken via een groene manier met minder afval. Nucleaire energie kan een oplossing zijn van het klimaatprobleem. Moeten we hier dan ook in investeren?
- Het is altijd belangrijk om je eigen mening te vormen over belangrijke onderwerpen zodat je altijd in staat bent om voor jezelf op te komen en via een andere blik naar de wereld te kunnen kijken

Introductie: Radioactiviteit

Eigen mening

- Schrijf in eigen woorden jouw eigen mening over kernenergie op
- Na het bekijken van twee videos over de positieve en negatieve perspectieven schrijf kun je je mening aanpassen als deze veranderd is
- Bewaar je mening goed. Hier komen we later nog op terug

Waarom is je eigen mening belangrijk?

- Later als je gaat stemmen vanaf je 18de is het belangrijk om verstand te hebben van nucleaire energie. Dit is een groot programma onderdeel van partijen. Vaak ook een groot verschil tussen links en rechts
- Nucleaire energie is een van de manieren om als land elektriciteit op te wekken via een groene manier met minder afval. Nucleaire energie kan een oplossing zijn van het klimaatprobleem. Moeten we hier dan ook in investeren?
- Het is altijd belangrijk om je eigen mening te vormen over belangrijke onderwerpen zodat je altijd in staat bent om voor jezelf op te komen en via een andere blik naar de wereld te kunnen kijken

Introductie: Radioactiviteit

Eigen mening

- Schrijf in eigen woorden jouw eigen mening over kernenergie op
- Na het bekijken van twee videos over de positieve en negatieve perspectieven schrijf kun je je mening aanpassen als deze veranderd is
- Bewaar je mening goed. Hier komen we later nog op terug

Waarom is je eigen mening belangrijk?

- Later als je gaat stemmen vanaf je 18de is het belangrijk om verstand te hebben van nucleaire energie. Dit is een groot programma onderdeel van partijen. Vaak ook een groot verschil tussen links en rechts
- Nucleaire energie is een van de manieren om als land elektriciteit op te wekken via een groene manier met minder afval. Nucleaire energie kan een oplossing zijn van het klimaatprobleem. Moeten we hier dan ook in investeren?
- Het is altijd belangrijk om je eigen mening te vormen over belangrijke onderwerpen zodat je altijd in staat bent om voor jezelf op te komen en via een andere blik naar de wereld te kunnen kijken

Introductie: Radioactiviteit

Eigen mening

- Schrijf in eigen woorden jouw eigen mening over kernenergie op
- Na het bekijken van twee videos over de positieve en negatieve perspectieven schrijf kun je je mening aanpassen als deze veranderd is
- Bewaar je mening goed. Hier komen we later nog op terug

Waarom is je eigen mening belangrijk?

- Later als je gaat stemmen vanaf je 18de is het belangrijk om verstand te hebben van nucleaire energie. Dit is een groot programma onderdeel van partijen. Vaak ook een groot verschil tussen links en rechts
- Nucleaire energie is een van de manieren om als land elektriciteit op te wekken via een groene manier met minder afval. Nucleaire energie kan een oplossing zijn van het klimaatprobleem. Moeten we hier dan ook in investeren?
- Het is altijd belangrijk om je eigen mening te vormen over belangrijke onderwerpen zodat je altijd in staat bent om voor jezelf op te komen en via een andere blik naar de wereld te kunnen kijken

Introductie: Misconcepten in (vak)termen

Radiatie (straling)

Wanneer een atoomkern van een element spontaan uit elkaar valt (met hoge snelheid) komt er **straling** vrij. Het element is aan het vervallen omdat er een deeltje uit de kern "valt", dit kunnen er ook meerdere zijn

Radioactiviteit

De hoeveelheid straling per seconden. Wanneer een element vervalt wordt het **radioactief** genoemd



Figure: Symbool voor radioactiviteit/ straling

Kernverval

Wanneer een atoomkern vervalt ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

3 soorten straling

- α - Straling; Hierbij komen Helium atoomkernen vrij
- β - Straling; Hierbij komen electronen vrij
- γ - Straling; Hierbij komen geen protonen en neutronen vrij, maar wel fotonen. Dit zijn energiepakketjes waar licht uit bestaat

Radioactiviteit: Straling

Kernverval

Wanneer een atoomkern vervalt ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

3 soorten straling

- α - Straling; Hierbij komen Helium atoomkernen vrij
- β - Straling; Hierbij komen electronen vrij
- γ - Straling; Hierbij komen geen protonen en neutronen vrij, maar wel fotonen. Dit zijn energiepakketjes waar licht uit bestaat



Radioactiviteit: Straling

Kernverval

Wanneer een atoomkern vervalt ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

3 soorten straling

- α - Straling; Hierbij komen Helium atoomkernen vrij
- β - Straling; Hierbij komen electronen vrij
- γ - Straling; Hierbij komen geen protonen en neutronen vrij, maar wel fotonen. Dit zijn energiepakketjes waar licht uit bestaat



Radioactiviteit: Straling

Kernverval

Wanneer een atoomkern vervalt ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

3 soorten straling

- α - Straling; Hierbij komen Helium atoomkernen vrij
- β - Straling; Hierbij komen electronen vrij
- γ - Straling; Hierbij komen geen protonen en neutronen vrij, maar wel fotonen. Dit zijn energiepakketjes waar licht uit bestaat



Radioactiviteit: Straling

Kernverval

Wanneer een atoomkern vervalt ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

3 soorten straling

- α - Straling; Hierbij komen Helium atoomkernen vrij
- β - Straling; Hierbij komen electronen vrij
- γ - Straling; Hierbij komen geen protonen en neutronen vrij, maar wel fotonen. Dit zijn energiepakketjes waar licht uit bestaat



Radioactiviteit: Alpha (α) straling

Belangrijk!

- Definitie: Straling waarbij Helium atoomkernen vrijkomen
- Notatie: ${}^4_2\text{He}$
- Naamgeving: Alpha-deeltje
- Regel: α -straling kan nooit tegelijkertijd voorkomen met β -straling, wel met γ -straling. α en β -straling kunnen wel voorkomen bij hetzelfde isotoop!

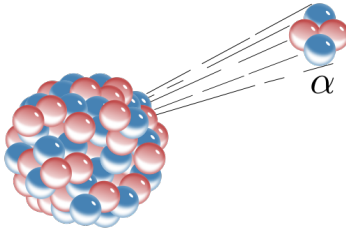


Figure: Alpha straling met het "alpha-deeltje"

Radioactiviteit: Beta (β) straling

Belangrijk!

- Definitie: Straling waarbij electronen vrijkomen
- Notatie: ${}_{-1}^0e$
- Naamgeving: Beta-deeltje
- Regel: α -straling kan nooit tegelijkertijd voorkomen met β -straling, wel met γ -straling. α en β -straling kunnen wel voorkomen bij hetzelfde isotoop!

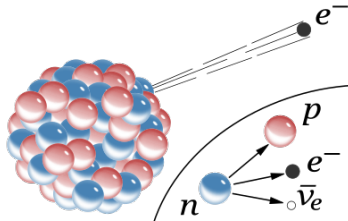


Figure: Beta straling met het "beta-deeltje"

Radioactiviteit: Gamma (γ) straling

Belangrijk!

- Definitie: Straling waarbij geen protonen en neutronen vrijkomen, maar wel fotonen. Dit zijn energiepakketjes waar licht uit bestaat
- Notatie: ${}^0_0\gamma$
- Naamgeving: Gamma-deeltje of foton
- Regel: γ -straling kan tegelijkertijd voorkomen bij zowel α -straling als β -straling

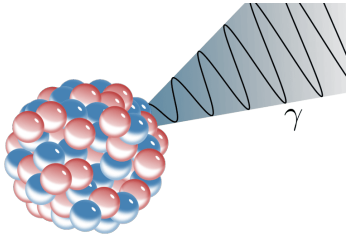


Figure: Gamma straling met het "gamma-deeltje" of foton

Kernverval: Vervalvergelijkingen

Kernverval (herhaling)

Wanneer een atoomkern vervalt ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

Isotoop

Alle elementen in het periodiek systeem zijn stabiel, de lading is neutraal (0). Als het element een andere hoeveelheid neutronen heeft, wordt het een **isotoop** genoemd. Het is een isotoop van het standaard element. Deze isotopen zijn te vinden in de tabel die jullie in de les hebben gekregen

Voorbeeld

Polonium-214 is een alpha straler. Dit betekent dat een helium kern uit de polonium kern schiet. De 214 achter het polonium wil zeggen dat het atoom een andere hoeveelheid neutronen heeft dan het standaard polonium element, de atoomkern is niet stabiel en wordt daarom een isotoop genoemd

Kernverval: Vervalvergelijkingen

Kernverval (herhaling)

Wanneer een atoomkern vervalt ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

Isotoop

Alle elementen in het periodiek systeem zijn stabiel, de lading is neutraal (0). Als het element een andere hoeveelheid neutronen heeft, wordt het een **isotoop** genoemd. Het is een isotoop van het standaard element. Deze isotopen zijn te vinden in de tabel die jullie in de les hebben gekregen

Voorbeeld

Polonium-214 is een alpha straler. Dit betekent dat een helium kern uit de polonium kern schiet. De 214 achter het polonium wil zeggen dat het atoom een andere hoeveelheid neutronen heeft dan het standaard polonium element, de atoomkern is niet stabiel en wordt daarom een isotoop genoemd

Kernverval: Vervalvergelijkingen

Kernverval (herhaling)

Wanneer een atoomkern vervalst ontstaat er straling die radioactief is. Deze straling is uit te drukken in 3 verschillende soorten straling. Dit wordt ook het vervallen van de kern genoemd, oftewel; **kernverval**

Isotoop

Alle elementen in het periodiek systeem zijn stabiel, de lading is neutraal (0). Als het element een andere hoeveelheid neutronen heeft, wordt het een **isotoop** genoemd. Het is een isotoop van het standaard element. Deze isotopen zijn te vinden in de tabel die jullie in de les hebben gekregen

Voorbeeld

Polonium-214 is een alpha straler. Dit betekent dat een helium kern uit de polonium kern schiet. De 214 achter het polonium wil zeggen dat het atoom een andere hoeveelheid neutronen heeft dan het standaard polonium element, de atoomkern is niet stabiel en wordt daarom een isotoop genoemd



Kernverval: Vervalvergelijking voorbeeld

Polonium-214

- Wat weten we? **Polonium-214** heeft **214 protonen en neutronen**. Het symbool voor Polonium is Po en het heeft **atoomnummer 84**. Dit wordt genoteerd als: $^{214}_{84}\text{Po}$
- In de tabel is af te lezen dat **Polonium-214** een (α) alpha-straler is



Kernverval: Vervalvergelijking voorbeeld

Polonium-214

- Wat weten we? **Polonium-214** heeft **214 protonen en neutronen**. Het symbool voor Polonium is Po en het heeft **atoomnummer 84**. Dit wordt genoteerd als: $^{214}_{84}\text{Po}$
- In de tabel is af te lezen dat **Polonium-214** een (α) alpha-straler is

84	Po	209	208,98240		102 y	α 4,09
		210	209,98286		138 d	α 5,4, γ
		211	210,98666		0,5 s	α 7,434
		212	211,98887		$3 \cdot 10^{-7}$ s	α 8,776
		213	212,99283		$3,2 \cdot 10^{-6}$ s	α 8,3
		214	213,99519		$1,6 \cdot 10^{-4}$ s	α 7,68
		215	214,99942		$1,83 \cdot 10^{-3}$ s	α 7,365
		216	216,00190		0,158 s	α 6,774, β^-
		218	218,00893		3,05 min	α 5,998, β^-

Figure: Opzoeken in isotopen tabel BiNaS

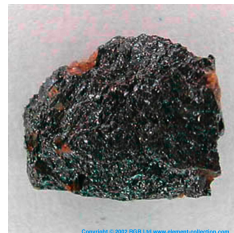


Figure: Het element Polonium



Kernverval: Vervalvergelijking Polonium-214

Bekend

- Notatie: $^{214}_{84}\text{Po}$
- Straling: α -straling
- Verval: Een Helium atoomkern: ^4_2He

Vervalvergelijking Polonium-214



Let op!

Dezelfde atoomkern veranderd dus in een nieuw isotoop van een element, in dit geval is het **Lood-210**. Let op dat het totaal aantal protonen en neutronen altijd hetzelfde moeten zijn aan beide kanten van de pijl! Er heeft een kernreactie plaatsgevonden

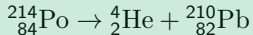


Kernverval: Vervalvergelijking Polonium-214

Bekend

- Notatie: $^{214}_{84}\text{Po}$
- Straling: α -straling
- Verval: Een Helium atoomkern: ^4_2He

Vervalvergelijking Polonium-214



Let op!

Dezelfde atoomkern veranderd dus in een nieuw isotoop van een element, in dit geval is het **Lood-210**. Let op dat het totaal aantal protonen en neutronen altijd hetzelfde moeten zijn aan beide kanten van de pijl! Er heeft een kernreactie plaatsgevonden

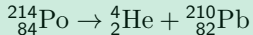


Kernverval: Vervalvergelijking Polonium-214

Bekend

- Notatie: $^{214}_{84}\text{Po}$
- Straling: α -straling
- Verval: Een Helium atoomkern: ^4_2He

Vervalvergelijking Polonium-214



Let op!

Dezelfde atoomkern veranderd dus in een nieuw isotoop van een element, in dit geval is het **Lood-210**. Let op dat het totaal aantal protonen en neutronen altijd hetzelfde moeten zijn aan beide kanten van de pijl! Er heeft een kernreactie plaatsgevonden



Kernverval: Vervalreeks

Belangrijk verschil

Een **vervalvergelijking** is wanneer een atoomkern één keer vervalst. Als dit vaker gebeurt wordt het een **vervalreeks** genoemd. *Het wordt aangegeven op de toets of in opdrachten wanneer je van welke uit moet gaan*

Opdracht

- 1 Noteer de vervalvergelijking van Lood-210
- 2 Noteer de 2 mogelijke vervalvergelijkingen van het nieuwe onstane isotoop
- 3 Leg uit wat je opvalt bij deze twee vervalvergelijkingen



Kernverval: Vervalreeks

Belangrijk verschil

Een **vervalvergelijking** is wanneer een atoomkern één keer vervalst. Als dit vaker gebeurt wordt het een **vervalreeks** genoemd. *Het wordt aangegeven op de toets of in opdrachten wanneer je van welke uit moet gaan*

Opdracht

- 1 Noteer de vervalvergelijking van Lood-210
- 2 Noteer de 2 mogelijke vervalvergelijkingen van het nieuwe onstane isotoop
- 3 Leg uit wat je opvalt bij deze twee vervalvergelijkingen



Kernverval: Vervalreeks Polonium-214 uitwerking

Opdracht 1 uitwerking

- Bekend: Lood-210 is een β - en γ -straler. Er komen dus electronen en fotonen vrij
- Resultaat: Er ontstaat Bismut-210
- Vervalvergelijking: ${}_{82}^{210}\text{Pb} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{83}^{210}\text{Bi}$



Kernverval: Vervalreeks Polonium-214 uitwerking

Opdracht 1 uitwerking

- Bekend: Lood-210 is een β - en γ -straler. Er komen dus electronen en fotonen vrij
- Resultaat: Er ontstaat Bismut-210
- Vervalvergelijking: ${}_{82}^{210}\text{Pb} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{83}^{210}\text{Bi}$

Kernverval: Vervalreeks Polonium-214 uitwerking

Opdracht 1 uitwerking

- Bekend: Lood-210 is een β - en γ -straler. Er komen dus electronen en fotonen vrij
- Resultaat: Er ontstaat Bismut-210
- Vervalvergelijking: ${}_{82}^{210}\text{Pb} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{83}^{210}\text{Bi}$



Kerverval: Vervalreeks Polonium-214 uitwerking

Opdracht 2 uitwerking

- Bekend: Bismut-210 is een α - en β - en γ -straler. Er kunnen dus helium atoomkernen, electronen en fotonen vrij. Let op de regel dat alpha en beta niet tegelijkertijd kan voorkomen
- Resultaat: Er ontstaat door α -straling Thallium-206 en door β -straling Polonium-210
- Vervalvergelijking α -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^0\gamma + {}_{81}^{206}\text{Tl}$
- Vervalvergelijking β -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{84}^{210}\text{Po}$

Kerverval: Vervalreeks Polonium-214 uitwerking

Opdracht 2 uitwerking

- Bekend: Bismut-210 is een α - en β - en γ -straler. Er kunnen dus helium atoomkernen, electronen en fotonen vrij. Let op de regel dat alpha en beta niet tegelijkertijd kan voorkomen
- Resultaat: Er ontstaat door α -straling Thallium-206 en door β -straling Polonium-210
- Vervalvergelijking α -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^0\gamma + {}_{81}^{206}\text{Tl}$
- Vervalvergelijking β -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{84}^{210}\text{Po}$

Kerverval: Vervalreeks Polonium-214 uitwerking

Opdracht 2 uitwerking

- Bekend: Bismut-210 is een α - en β - en γ -straler. Er kunnen dus helium atoomkernen, electronen en fotonen vrij. Let op de regel dat alpha en beta niet tegelijkertijd kan voorkomen
- Resultaat: Er ontstaat door α -straling Thallium-206 en door β -straling Polonium-210
- Vervalvergelijking α -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^0\gamma + {}_{81}^{206}\text{Tl}$
- Vervalvergelijking β -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{84}^{210}\text{Po}$



Kerverval: Vervalreeks Polonium-214 uitwerking

Opdracht 2 uitwerking

- Bekend: Bismut-210 is een α - en β - en γ -straler. Er kunnen dus helium atoomkernen, electronen en fotonen vrij. Let op de regel dat alpha en beta niet tegelijkertijd kan voorkomen
- Resultaat: Er ontstaat door α -straling Thallium-206 en door β -straling Polonium-210
- Vervalvergelijking α -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^0\gamma + {}_{81}^{206}\text{Tl}$
- Vervalvergelijking β -straling: ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{84}^{210}\text{Po}$



Kerverval: Een voorbeeld vervalreeks van Polonium-214

De uitgewerkte polonium-214 vervalreeks

- ${}_{84}^{214}\text{Po} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{82}^{210}\text{Pb}$
- ${}_{82}^{210}\text{Pb} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{83}^{210}\text{Bi}$
- - ① ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^0\gamma + {}_{81}^{206}\text{Tl} (\alpha)$
 - ② ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{84}^{210}\text{Po} (\beta)$

Conclusie

Het valt op dat wanneer er α -straling ontstaat, er een ander isotoop gevormd wordt dan bij β -straling. Daarom kan er nooit α - en β -straling tegelijkertijd voorkomen



Kerverval: Een voorbeeld vervalreeks van Polonium-214

De uitgewerkte polonium-214 vervalreeks

- ${}_{84}^{214}\text{Po} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{82}^{210}\text{Pb}$
- ${}_{82}^{210}\text{Pb} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{83}^{210}\text{Bi}$
- - ① ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^0\gamma + {}_{81}^{206}\text{Tl} (\alpha)$
 - ② ${}_{83}^{210}\text{Bi} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\gamma + {}_{84}^{210}\text{Po} (\beta)$

Conclusie

Het valt op dat wanneer er α -straling ontstaat, er een ander isotoop gevormd wordt dan bij β -straling. Daarom kan er nooit α - en β -straling tegelijkertijd voorkomen





WELKOM

Kom rustig binnen en ga zitten
Leg je spullen voor deze les op tafel



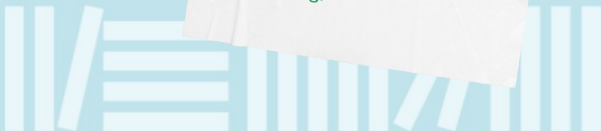
OP HET MENCIA:

Kijken we naar
ieders
kwaliteiten,
juist omdat
iedereen
anders is.

Respecteren
we elkaar
zoals we zijn.

Zijn we
betrokken,
doen we
actief mee en
handelen we
bewust.

Zorgen we
goed voor
elkaar en de
omgeving.



Leerdoelen

- Ik kan de halveringstijd van een isotoop uitrekenen en toepassen
- Ik kan uitleggen waarom de halveringstijd betrekking heeft op de radioactiviteit van een element
- Ik kan misconcepten onderscheiden tussen werkelijkheid en onwerkelijkheid
- Ik kan uitleggen hoe ik zo veilig mogelijk met radioactieve straling om kan gaan
- Ik kan uitleggen wat het ioniserend en doordringend vermogen is en hoe hier veilig mee om te gaan

Halveringstijd: Halfwaardetijd

Definitie

Elk isotoop heeft een eigen halveringstijd. De halveringstijd geeft aan hoe lang het duurt, dat de helft van het totaal aantal atoomkernen van de isotoop, vervallen zijn

Voorbeeld in procenten

100% $\rightarrow$ 50% $\rightarrow$ 25% $\rightarrow$ 12,5% $\rightarrow$...%. Halvering betekent letterlijk delen door 2

Halveringstijd: Halfwaardetijd

Definitie

Elk isotoop heeft een eigen halveringstijd. De halveringstijd geeft aan hoe lang het duurt, dat de helft van het totaal aantal atoomkernen van de isotoop, vervallen zijn

Voorbeeld in procenten

$100\% \rightarrow 50\% \rightarrow 25\% \rightarrow 12,5\% \rightarrow \dots\%$. Halvering betekent letterlijk delen door 2

Halveringstijd: In grafiek vorm

Bekende kennis tot nu toe

Een element kan radioactief zijn. Dit betekent dat het aantal neutronen anders is dan wanneer het element stabiel is. Dit isotoop heeft een eigen halveringstijd. De atoomkern van een isotoop wordt een radioactief deeltje genoemd. Na de halveringstijd neemt het aantal radioactieve deeltjes af met de helft. Oftwel het aantal radioactieve isotopen neemt af. Dit is af te lezen in de isotopen tabel



Halveringstijd: In grafiek vorm

Bekende kennis tot nu toe

Een element kan radioactief zijn. Dit betekent dat het aantal neutronen anders is dan wanneer het element stabiel is. Dit isotoop heeft een eigen halveringstijd. De atoomkern van een isotoop wordt een radioactief deeltje genoemd. Na de halveringstijd neemt het aantal radioactieve deeltjes af met de helft. Oftwel het aantal radioactieve isotopen neemt af. Dit is af te lezen in de isotopen tabel

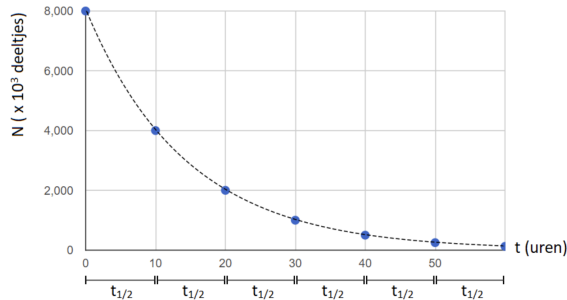


Figure: Halveringstijd van radioactieve deeltjes

Halveringstijd: Formule voor de halveringstijd

Belangrijk

Hierbij is het belangrijk te kijken naar hoe lang het duurt voordat het totaal aantal atoomkernen van een radioactief isotoop gehalveerd is en hoe vaak dit kan gebeuren daardoor

$$t = t_{1/2} * n \quad (1)$$

Waarin:

- t is de tijd die nodig was voor het aantal halveringen in s
- $t_{1/2}$ is de halveringstijd van het isotoop in s
- n is het aantal keren dat er gehalveerd wordt



Stralingsgevaar en medische toepassingen

Toelichting misconcepten

- Radioactiviteit kent veel misconcepten. De stoffen die radioactief zijn worden als gevaarlijk en eng beschouwd. Hoewel dit waar is, hoeft het niet zo eng te zijn als vaak geïllustreerd wordt in films
- Het is belangrijk dat wanneer iemand iets zegt over radioactiviteit of over straling. Dat je natuurlijk altijd even je eigen onderzoek doet

Welke van deze drie zijn waar?

- Het nieuwe 5g netwerk voor wifi is straling waardoor je covid-19 krijgt, oftewel corona
- Het is schadelijk voor geslachtsorganen als er teveel straling op komt. Hierdoor is er een verlies in potentie van spermacellen en eitjes
- Het is schadelijk voor babies in de baarmoeder als de moeder in contact komt met straling of radioactieve bronnen



Stralingsgevaar en medische toepassingen

Toelichting misconcepten

- Radioactiviteit kent veel misconcepten. De stoffen die radioactief zijn worden als gevaarlijk en eng beschouwd. Hoewel dit waar is, hoeft het niet zo eng te zijn als vaak geïllustreerd wordt in films
- Het is belangrijk dat wanneer iemand iets zegt over radioactiviteit of over straling. Dat je natuurlijk altijd even je eigen onderzoek doet

Welke van deze drie zijn waar?

- Het nieuwe 5g netwerk voor wifi is straling waardoor je covid-19 krijgt, oftewel corona
- Het is schadelijk voor geslachtsorganen als er teveel straling op komt. Hierdoor is er een verlies in potentie van spermacellen en eitjes
- Het is schadelijk voor babies in de baarmoeder als de moeder in contact komt met straling of radioactieve bronnen



Gevaarlijk?

Dagelijks heb je te maken met straling en radioactieve bronnen. Je lichaam is gewend aan kleine hoeveelheden. Wanneer je langer wordt blootgesteld aan een grotere radioactieve bron kan het al snel schadelijk voor je lichaam worden. Dit kan ook pas vanaf een lange termijn zichtbaar worden

Gevaarlijk?

Dagelijks heb je te maken met straling en radioactieve bronnen. Je lichaam is gewend aan kleine hoeveelheden. Wanneer je langer wordt blootgesteld aan een grotere radioactieve bron kan het al snel schadelijk voor je lichaam worden. Dit kan ook pas vanaf een lange termijn zichtbaar worden

Banana Equivalent Dose

Bananas are a natural source of radioactive isotopes.

Eating one banana = 1 BED = $0.1 \mu\text{Sv}$ = 0.01 mrem



Number of bananas	Equivalent exposure
100,000,000	Fatal dose (death within 2 weeks)
20,000,000	Typical targeted dose used in radiotherapy (one session)
70,000	Chest CT scan
20,000	Mammogram (single exposure)
200 - 1000	Chest X-ray
700	Living in a stone, brick or concrete building for one year
400	Flight from London to New York
100	Average daily background dose
50	Dental X-ray
1 - 100	Yearly dose from living near a nuclear power station

Figure: Radioactiviteit van een banaan ten opzichte van ...

Achtergrondstraling

Dit is de straling waar je dagelijks mee te maken hebt. Deze straling gaat door je lichaam bijna elke seconde van de dag. De grootste radioactieve bron waar je dagelijks in aanmerking mee komt is beton.

Geiger-Müller teller

Dit apparaat kan het aantal radioactieve deeltjes meten en dus de radioactiviteit van een bron. Dit werkt voor alle soorten straling

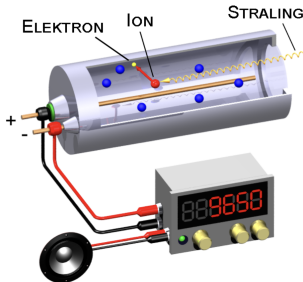
Stralingsgevaar

Achtergrondstraling

Dit is de straling waar je dagelijks mee te maken hebt. Deze straling gaat door je lichaam bijna elke seconde van de dag. De grootste radioactieve bron waar je dagelijks in aanmerking mee komt is beton.

Geiger-Müller teller

Dit apparaat kan het aantal radioactieve deeltjes meten en dus de radioactiviteit van een bron. Dit werkt voor alle soorten straling



Stralingsgevaar: Ioniserend vermogen

Ionisering

Als straling met genoeg **bewegingsenergie** een atoomkern verlaat dan kan het andere atomen **ioniseren**. Dit betekent dat elektronen uit het atoom getrokken worden. De grootte waarin dit gebeurt heet het **ioniserend vermogen**. Hoe hoger het ioniserend vermogen, hoe gevaarlijker het is.

Mogelijke gevolgen

- Als elektronen de atoomkern verlaten, kunnen er ook protonen de kern verlaten en veranderd het atoom in een atoom van een ander element
- Het kan DNA aantasten waardoor een tumor kan groeien

2 vormen van contact

- Bestraling: Dit is straling die afkomstig is van een radioactieve bron buiten het lichaam. Je kunt weglopen van de radioactieve bron waardoor het minder schadelijk wordt
- Besmetting: Dit is straling die afkomstig is van een radioactieve bron binnen in het lichaam. Je kunt niet weglopen van de bron en is daarom gevaarlijker dan bestraling

Stralingsgevaar: Ioniserend vermogen

Ionisering

Als straling met genoeg **bewegingsenergie** een atoomkern verlaat dan kan het andere atomen **ioniseren**. Dit betekent dat elektronen uit het atoom getrokken worden. De grootte waarin dit gebeurt heet het **ioniserend vermogen**. Hoe hoger het ioniserend vermogen, hoe gevaarlijker het is.

Mogelijke gevolgen

- Als elektronen de atoomkern verlaten, kunnen er ook protonen de kern verlaten en veranderd het atoom in een atoom van een ander element
- Het kan DNA aantasten waardoor een tumor kan groeien

2 vormen van contact

- Bestraling: Dit is straling die afkomstig is van een radioactieve bron buiten het lichaam. Je kunt weglopen van de radioactieve bron waardoor het minder schadelijk wordt
- Besmetting: Dit is straling die afkomstig is van een radioactieve bron binnen in het lichaam. Je kunt niet weglopen van de bron en is daarom gevaarlijker dan bestraling

Stralingsgevaar: Ioniserend vermogen

Ionisering

Als straling met genoeg **bewegingsenergie** een atoomkern verlaat dan kan het andere atomen **ioniseren**. Dit betekent dat elektronen uit het atoom getrokken worden. De grootte waarin dit gebeurt heet het **ioniserend vermogen**. Hoe hoger het ioniserend vermogen, hoe gevaarlijker het is.

Mogelijke gevolgen

- Als elektronen de atoomkern verlaten, kunnen er ook protonen de kern verlaten en veranderd het atoom in een atoom van een ander element
- Het kan DNA aantasten waardoor een tumor kan groeien

2 vormen van contact

- Bestraling: Dit is straling die afkomstig is van een radioactieve bron buiten het lichaam. Je kunt weglopen van de radioactieve bron waardoor het minder schadelijk wordt
- Besmetting: Dit is straling die afkomstig is van een radioactieve bron binnen in het lichaam. Je kunt niet weglopen van de bron en is daarom gevaarlijker dan bestraling

Stralingsgevaar: Doordringend vermogen

Definitie doordringend vermogen

De mate waarin straling door objecten heen kan bewegen

Op schaal

- α -straling heeft het laagst doordringend vermogen en is daarom het gevaarlijkst
- β -straling heeft het doordringend vermogen dat tussen de twee andere stralingen inzit en is daarom ook in het midden van de gevaarlijkheidsschaal
- γ -straling heeft het grootst doordringend vermogen en is daarom het minst gevaarlijk, maar kan nog steeds gevaarlijk zijn



Stralingsgevaar: Doordringend vermogen

Definitie doordringend vermogen

De mate waarin straling door objecten heen kan bewegen

Op schaal

- α -straling heeft het laagst doordringend vermogen en is daarom het gevaarlijkst
- β -straling heeft het doordringend vermogen dat tussen de twee andere stralingen inzit en is daarom ook in het midden van de gevaarlijkheidsschaal
- γ -straling heeft het grootst doordringend vermogen en is daarom het minst gevaarlijk, maar kan nog steeds gevaarlijk zijn



Stralingsgevaar: Doordringend vermogen

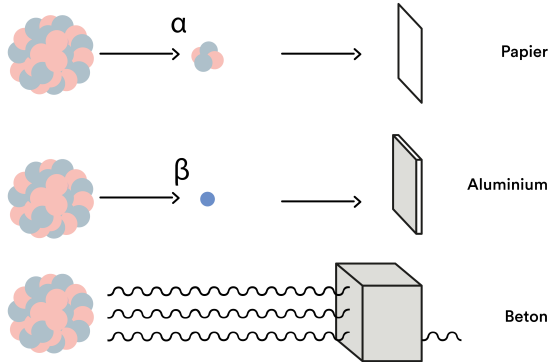


Figure: Doordringend vermogen

Vragen

- Waarom heeft de halveringstijd betrekking tot de radioactiviteit van een element?
- Hoe onderscheid ik misconcepten en hoe onderzoek ik ze?
- Hoe ga ik zo veilig mogelijk om met de 3 soorten radioactieve stralingen?

Vragen

- Waarom heeft de halveringstijd betrekking tot de radioactiviteit van een element?
- Hoe onderscheid ik misconcepten en hoe onderzoek ik ze?
- Hoe ga ik zo veilig mogelijk om met de 3 soorten radioactieve stralingen?

Vragen

- Waarom heeft de halveringstijd betrekking tot de radioactiviteit van een element?
- Hoe onderscheid ik misconcepten en hoe onderzoek ik ze?
- Hoe ga ik zo veilig mogelijk om met de 3 soorten radioactieve stralingen?