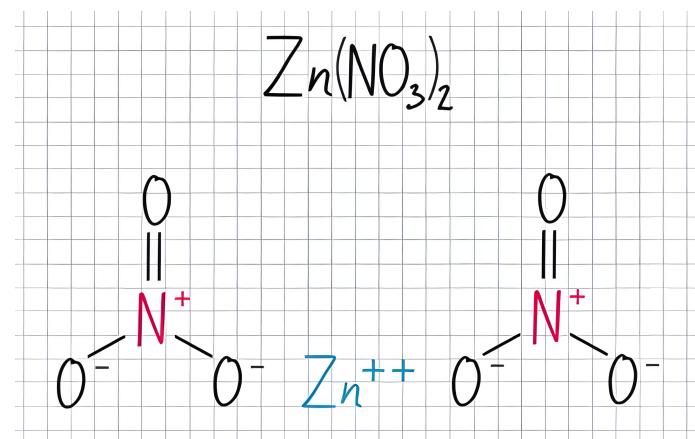


# Het maken van zinknitraat

Scheikunde PO Periode 3, Atheneum 4

Jolijn Hof & Tim Wezeman A4F



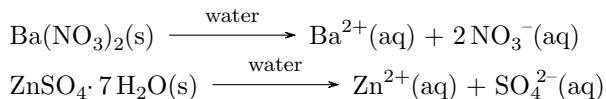
H.N. Werkman Stadslyceum  
Sectie Scheikunde:  
Maarten Vrouenraets  
Groningen, Nederland  
6 juni 2024

# 1 Inleiding

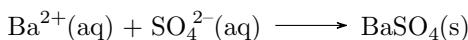
In dit practicum proberen wij het zout zinknitraat te maken met één of twee hydraten. Een hydraat is een zout die watermoleculen in zijn rooster kan opnemen. Dit water heet dan kristalwater. Voorbeelden van hydraten zijn gehard cement en gips [1].

Wij willen 3,12 g zinknitraat gaan maken met de zouten bariumnitraat en zinksulfaat heptahydraat. Door deze op te lossen in water, ontstaat er een neerslagreactie met barium en sulfaat. Het hydraat verdwijnt tijdens het oplossen.

Oplossen:



Neerslag:



De neerslag kunnen wij scheiden van het opgeloste zinknitraat door te filteren. Vervolgens dampen wij de zinknitraatoplossing in met een brander, waardoor er een vaste stof ontstaat.

Indampen:



Met deze reacties kan de hoeveelheid bariumnitraat en zinksulfaat heptahydraat berekend worden. Hiervoor moeten eerst de mol massa 's berekend worden [2] [3]:

$$\begin{aligned}M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) &= 65,38 + 14,01 \cdot 2 + 16,00 \cdot 6 = 189,40 \text{ gram per mol} \\ M(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) &= 137,3 + 14,01 \cdot 2 + 16,00 \cdot 6 = 261,32 \text{ gram per mol} \\ M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= 65,38 + 32,06 + 16,00 \cdot 11 + 1,008 \cdot 14 = 287,552 \text{ gram per mol}\end{aligned}\tag{1}$$

Aantal mol zinknitraat berekenen voor 3,12 g:

$$\frac{3,12}{189,40} = \frac{78}{4735} \approx 0,01647 \text{ mol zinknitraat}\tag{2}$$

Aangezien zowel zinknitraat als bariumnitraat 2 mol nitraat bevat, is de molverhouding gelijk aan 1:1.

Zinknitraat en zinksulfaat heptahydraat bevatten ook allebei 1 mol zink, dus deze molverhouding is ook gelijk aan 1:1.

Aantal gram zouten berekenen voor 3,12 g zinknitraat:

$$\begin{aligned}\frac{78}{4735} \cdot 287,552 &\approx 4,74 \text{ g zinksulfaat heptahydraat} \\ \frac{78}{4735} \cdot 261,32 &\approx 4,30 \text{ g bariumnitraat}\end{aligned}\tag{3}$$

Tijdens het practicum besteden wij ook veel aandacht aan de milieuvriendelijkheid van het proces en de stoffen. We gaan in op de gevaren van stoffen. Hier spelen voornamelijk de H-zinnen, ook wel gevaren zinnen genoemd een rol. Daarnaast wordt er ook gekeken naar de duurzaamheid van het practicum. Hierbij wordt het rendement, de atoom economie en de *E*-factor meegenomen [4]. Dit zijn uitgangspunten van groene chemie.

Het rendement is de uiteindelijk verkregen stof gedeeld door de theoretisch mogelijke opbrengst. Dit berekenen wij na het practicum. De formule voor rendement [5]:

$$\text{rendement} = \frac{\text{praktische opbrengst}}{\text{theoretische opbrengst}} \cdot 100\% \quad (4)$$

De atoomeconomie berekent het percentage van de beginstoffen die worden omgezet in bruikbare eindproducten. Rendement is hier niet van toepassing. De formule voor de atoomeconomie [6]:

$$\text{atoomeconomie} = \frac{m_{\text{product}}}{m_{\text{beginstoffen}}} \cdot 100\% \quad (5)$$

De *E*-factor geeft aan hoeveel afval er wordt geproduceerd per kilo product. Hoe lager de waarde, hoe minder afval er wordt geproduceerd en hoe "groener" het proces eigenlijk is. De formule voor de *E*-factor [7]:

$$E\text{-factor} = \frac{m_{\text{beginstoffen}} - m_{\text{werkelijke opbrengst product}}}{m_{\text{werkelijke opbrengst product}}} \quad (6)$$

Tijdens het practicum proberen wij een antwoord te vinden op de volgende twee vragen:

1. Hoe maak je een zout met neerslagreacties?
2. Hoe "groen" is het maken van zinknitraat?
  - (a) Wat is een haalbaar rendement?
  - (b) Wat is de atoomeconomie?
  - (c) Wat is de *E*-factor?

Wij verwachten niet dat we een rendement van 100% behalen, aangezien er altijd wel een beetje stof achterblijft. Bijvoorbeeld in een reageerbuisje of een erlenmeyer.

Dit heeft ook invloed op de *E*-factor. Een lager rendement geeft ook een lagere *E*-factor. Dit heeft echter geen invloed op de atoomeconomie. Maar aangezien wij een hydraat gebruiken, zal deze ook geen 100% zijn.

## 2 Veiligheid en milieu

Voor het practicum worden de stoffen bariumnitraat en zinksulfaat heptahydraat gebruikt. Tijdens het practicum ontstaan de stoffen bariumsulfaat en zinknitraat. De eventueel schadelijke gevolgen met corresponderende h-zinnen [8] zijn hieronder opgesomd.

Bariumnitraat heeft de komende gevvaarlijke gevolgen [9]:

- H272: Kan een brand bevorderen.
- H301: Is giftig bij inslikken.
- H319: Veroorzaakt ernstige oogirritaties.
- H332: Is schadelijk bij inademing.

Zinksulfaat heptahydraat heeft de komende gevvaarlijke gevolgen [10]:

- H302: Is schadelijk bij inslikken.
- H318: Veroorzaakt ernstig oogletsel.
- H400 & H410 :Is langdurig zeer giftig voor in het water levende organismen

Bariumsulfaat heeft de komende gevvaarlijke gevolgen [11]:

- H272: Kan een brand bevorderen.
- H301: Is giftig bij inslikken.
- H319: Veroorzaakt ernstige oogirritaties.
- H332: Is schadelijk bij inademing.

Zinknitraat heeft de komende gevvaarlijke gevolgen [12]:

- H272: Kan brand bevorderen.
- H302: Is schadelijk bij inslikken.
- H315: Veroorzaakt huidirritatie.
- H319: Veroorzaakt ernstige oogirritatie.
- H335: Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken
- H410: Is zeer giftig in het water voor levende organismen, de levende organismen krijgen met langdurige gevolgen te maken.

Om onszelf te beschermen gebruiken we een veiligheidsbril, een labjas en een haarelastiekje voor lang haar. Hier wordt naar verwezen in de geraadpleegde MSDS van de desbetrefende stoffen.

De stoffen mogen niet de in de gootsteen geworpen worden, dat is slecht voor het milieu. Daarom word een speciale instructie/ veiligheidskaart gebruikt om de stoffen milieuvriendelijk op te ruimen. In ons geval zijn de stoffen na het practicum in een maatbeker in de zuurkast gedeponeerd.

### **3 Materialen en methode**

Voor het practicum zijn de volgende materialen en stoffen gebruikt:

- 2x Labjas
- 2x Veiligheidsbril
- 1x Haarelastiek
- 1x Reageerbuisrek
- 4x Reageerbuis (20 mL)
- 3x Stopje
- 1x Weegschaal
- 4,74 g zinksulfaat heptahydraat
- 4,30 g bariumnitraat
- 2x Micro spatellepel
- 1x Spuitfles met demewater
- 3x Glazen roerstaaf
- 4x Erlenmeyer (100 mL , 59,46 g)
- 2x Trechter
- 2x Filtreerpapier
- 1x Brander
- 1x Vierpoot

Het practicum is als volgt uitgewerkt:

1. Reageerbuis in reageerbuisrek op weegschaal zetten en tarreren.
2. Met micro spatellepel 4,74 g zinksulfaat heptahydraat in reageerbuis scheppen.
3. Zinksulfaat heptahydraat oplossen in demewater.
4. Stopje op reageerbuis doen en schudden tot dat het zout is opgelost.
5. De bovenstaande 4 stappen herhalen voor 4,30 gram bariumnitraat.
6. De lege erlenmeyer wegen.
7. Opgeloste zouten samen voegen in een erlenmeyer, bij deze stap word een neerslag gevormd.
8. Trechter met gevouwen filter boven nieuwe erlenmeyer zetten.
9. De neerslag uit de oplossing filtreren.
10. De erlenmeyer met filtraat op een vierpoot zetten.
11. Brander met ruisende blauwe vlam onder vierpoot zetten.
12. Brander onder vierpoot halen en uit doen als demewater is verdampd.
13. Ingedampte stof wegen als erlenmeyer is afgekoeld.



Figuur 1: Illustratie proefopstelling

## **4 Resultaten en verwerking**

Voor de proef is de erlyenmyer gewogen, deze bleek 59,46 g

Na de proef is de erlyenmyer met zinknitraat erin opnieuw gewogen, toen was de massa 61,90 g

Hieronder bereken we de werkelijke zinknitraat opbrengst.

$$61,90 \text{ g} - 59,46 \text{ g} = 2,54 \text{ g} \quad (7)$$

Aan het eind van het practicum hebben wij dus 2,54 g zinknitraat verkregen.

## 5 Conclusie

Tabel 1: Hoeveelheden stoffen

Stof	gram
Bariumnitraat	4,30
Zinksulfaat heptahydraat	4,74
Zinknitraat (theoretisch)	3,12
Zinknitraat (werkelijk)	2,54

In dit practicum probeerden wij een antwoord te vinden op de vragen:

- Wat is een haalbaar rendement?
- Wat is de atoomeconomie?
- Wat is de *E*-factor?

Bij ons experiment is de werkelijke opbrengst van zinknitraat 2,54 g

De theoretische opbrengst is 3,12 g

We kunnen het rendement nu berekenen met formule 4:

$$\text{rendement} = \frac{2,54 \text{ g}}{3,12 \text{ g}} \cdot 100\% = 81,4\% \quad (8)$$

Het rendement van het practicum is dus 81,4%.

De atoomeconomie kunnen wij nu ook berekenen met formule 5. Bij ons experiment wegen de beginstoffen samen  $4,30 + 4,74 = 9,04$  g. Rendement is hier niet van toepassing, dus de  $m_{\text{product}}$  is gewoon gelijk aan 3,12 g

$$\text{atoomeconomie} = \frac{3,12}{9,04} \cdot 100\% = 34,5\% \quad (9)$$

De atoomeconomie van het practicum is dus 34,5%.

We kunnen de *E*-factor berekenen met formule 6. bij de *E*-factor is  $m_{\text{beginstoffen}}$  gelijk aan  $4,30 + 4,74 = 9,04$  g.  $m_{\text{werkelijke opbrengst product}}$  is gelijk aan 2,54 g. Nu houden we wel rekening met het rendement.

$$E\text{-factor} = \frac{9,04 - 2,54}{2,54} = 2,56 \quad (10)$$

De *E*-factor van het practicum is dus 2,56.

## 6 Discussie en aanbevelingen

Tijdens de proef hadden we problemen met het oplossen van bariumnitraat. De grote hoeveelheid bariumnitraat zorgde ervoor dat we veel demewater nodig hadden om het zout op te lossen.

Uiteindelijk hadden we 3,5 reageerbuisje nodig om alle bariumnitraat op te lossen. Dit komt overeen met:

$$20 \cdot 3,5 = 70 \text{ mL}$$

Omdat we niet door hadden dat we zoveel demewater moesten gebruiken, duurde het lang voordat we klaar waren met het oplossen van bariumnitraat.

Toen we eenmaal klaar waren met het oplossen duurde het ook langer om de neerslag uit de oplossing te filtreren, doordat er meer demewater was gebruikt.

Om dit proces te versnellen, hadden we twee erlenmeyer's naast elkaar staan waar we allebei een deel van de neerslag eruit aan het filtreren waren.

Aangezien de tijd begon te dringen, zijn we alvast begonnen met indampen van een deel het filtraat. Tijdens het indampen hebben we de erlenmeyer boven de brander af en toe bijgevuld met filtraat.

Aan het einde van het uur hadden we niet genoeg tijd om al het filtraat in te dampen. Mede daardoor is ons rendement geen 100%.

Onze aanbevelingen om een hoger rendement te krijgen zijn:

- meer tijd voor practicum nemen
- warm water gebruiken bij oplossen van het zout (dit verkort mogelijk de oplos tijd, omdat de deeltjes sneller gaan bewegen [13])

Onze atoomeconomie is redelijk laag omdat er gebruik wordt gemaakt van een hydraat. Door het extra kristalwater in het zout is het gewicht relatief hoog, vergeleken met de bruikbare stof.

Het lagere rendement en het feit dat wij een hydraat gebruiken zorgen er samen voor dat de *E*-factor relatief hoog is. Als wij bijvoorbeeld een rendement van 100% hadden, was onze *E*-factor:

$$E\text{-factor} = \frac{9,04 - 3,12}{3,12} = 1,90 \quad (11)$$

Door ook niet gebruik te maken van een hydraat, gaat de *m<sub>beginstoffen</sub>* naar beneden, wat ook een hogere *E*-factor geeft. Dit is dus ook een aanbeveling

## 7 Evaluatie

Onze samenwerking ging zeer goed. De berekeningen voor de proef hebben we samen gedaan. Tim heeft daarna de berekeningen gecontroleerd en netjes verwerkt in de inleiding. Jolijn heeft de lijst met benodigdheden, het stappenplan en de MSDS geraadpleegd. Daarna hebben we elkaar gecontroleerd en geholpen.

Bij de proef hebben we samen de zouten opgelost, Tim heeft afgewogen en Jolijn heeft alle waarnemingen genoteerd. Na de proef hebben we gezamenlijk opgeruimd.

Tijdens het verslag heeft Tim het softwarepakket L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X [14] geleerd aan Jolijn. Het verslag hebben we gezamenlijk gemaakt.

## Literatuur

- [1] Wikipedia-bijdragers. (2023, April 10). Hydraat. Wikipedia. Geraadpleegd op 5 februari 2024. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Hydraat>
- [2] Bouwens, R, & Kranendonk, W, & Lune, J.van. (2022). Binas 7e editie Tabel 35A1. Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- [3] Dreumel, A.van, & Driessen, H, & Janssen-Lighthelm, K, & Molenkamp, M, & Rietman, W. Chemie 7e editie 4 vwo leerboek. (2018). Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- [4] Bouwens, R, & Kranendonk, W, & Lune, J.van. (2022). Binas 7e editie Tabel 37H, 97A. Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- [5] Hoe bereken je het rendement van een proces? (n.d.). © 2020 Aljevragen.nl. Geraadpleegd op 12 februari 2024. <https://www.aljevragen.nl/sk/groenechemie/GRO059.html>
- [6] Hoe bereken je de atoomeconomie? (n.d.). © 2020 Aljevragen.nl. Geraadpleegd op 12 februari 2024. <https://www.aljevragen.nl/sk/groenechemie/GRO058.html>
- [7] Wat is de E-factor? (n.d.). © 2020 Aljevragen.nl. Geraadpleegd op 12 februari 2024. <https://www.aljevragen.nl/sk/groenechemie/GRO068.html>
- [8] Bouwens, R, & Kranendonk, W, & Lune, J.van. (2022). Binas 7e editie Tabel 96E. Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- [9] <https://www.carlroth.com/medias/SDB-1L70-NL-NL.pdf?context=bWFzdGVyfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0c3wyMzU4MDB8YXBwbG1jYXRpb24vcGRmfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0cy9oOTQvaDJI>  
[LzkwNzE30DA3MjQ3NjYucGRmfGMyMGYzMj11YTg2NzE3NjQyOGNhZTN10TAzOGV1NmJhMmJiYzcxNDrmN2NkMD1mYj11NjkzN2RhMzN10WNi0GM](https://www.carlroth.com/medias/SDB-1L70-NL-NL.pdf?context=bWFzdGVyfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0c3wyMzU4MDB8YXBwbG1jYXRpb24vcGRmfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0cy9oOTQvaDJI)
- [10] <https://www.carlroth.com/medias/SDB-6634-BE-NL.pdf?context=bWFzdGVyfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0c3wy0DY0Nzh8YXBwbG1jYXRpb24vcGRmfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0cy9oZDEvaGYzLzkwNzgyMDk3NzM10TgucGRmfGQwM2Y4MmR1M2YxZGJjZTF1YjE3NDJmM2QxM2NmZTkz0TYzMzY5Nz11NjI2NjRhYmV1Njg1NTgwNDA4MmY1ZWI>
- [11] <https://www.carlroth.com/medias/SDB-T884-NL-NL.pdf?context=bWFzdGVyfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0c3wy0TMzMjN8YXBwbG1jYXRpb24vcGRmfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0cy9oNGUvaGIxLzkwOTE1NDEwMDg0MTQucGRmfDcyNDIxYzVhNzdhNzhhZDB1NTR1YmY3NmI2M2JmMzQ2ZDU5ZTRmNjYyZWI4ZTEyYTE0ODA50TIxMTB1ZjQyNzM>
- [12] <https://www.carlroth.com/medias/SDB-4387-NL-NL.pdf?context=bWFzdGVyfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0c3wzNDQy0Th8YXBwbG1jYXRpb24vcGRmfHN1Y3VyaXR5RGFOYXNoZWV0cy9oMDEvaDQ0LzkwNDY5MDAw0DA2NzAucGRmfDN1MDk4ZmRiZjMz0DQ1YWNiMWVhNGF1YTgx0DcwZTMxZmV1YmFiYWMyOWUwNDEyMGZhY2Q3MzQ0YjY2YmFmNGM>

[13] Wat is oplosbaarheid en waar hangt dit vanaf? - Mr. Chadd Academy. (n.d.). Geraadpleegd op 10 februari 2024. <https://www.mrchadd.nl/academy/vakken/scheikunde/wat-is-oplosbaarheid-en-waar-hangt-dit-vanaf>

[14] LaTeX - A document preparation system. (n.d.). Geraadpleegd op 10 februari 2024. <https://www.latex-project.org/>

\* Scribbr met APA 7 gebruikt voor bron notatie: <https://www.scribbr.nl/bronvermelding/generator>