

# De chemische tuin

Deze proef is een goed experiment om studenten kristallen te laten groeien, dit vinden ze een fascinerend proces op zich, maar is ook een nuttig instrument ter illustratie van de chemische processen die betrokken zijn bij de Aardwetenschappen. De vorming van gesmolten silicaten in de mantel van het aardoppervlak omvat de reactie van siliciumdioxide met metaaloxiden bij zeer hoge temperaturen.

## Onderzoeksvraag

Kunnen we een chemische tuin maken door met zoutkristallen te laten reageren met waterglas?

## Voorbereiding

Begrippen als achtergrond voor experiment

chemische reactie  
metalen  
mengsels en zuivere stoffen  
fysische eigenschappen van een reactie

Materiaal + stoffen

Materialen	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ beker 500 mL</li><li>➤ horlogeglas</li><li>➤ glazen roerstaaf</li><li>➤ tang</li><li>➤ stoppen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ natriumsilicaatoplossing (<math>\text{Na}_2\text{O}_3\text{Si}</math>) (waterglas)</li></ul> <p><b>Enkele kleine kristallen van sommige metalennitraten of sulfaten zoals:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <math>\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}</math>: cobalt(II)nitraat</li><li>➤ <math>\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}_{(s)}</math>: ijzer(III)nitraat</li><li>➤ <math>\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}</math>: magnesiumnitraat</li><li>➤ <math>\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}_{(s)}</math>: mangaan(II)sulfaat</li><li>➤ <math>\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}</math>: nikkel(II)nitraat</li><li>➤ warm gedeïoniseerd water</li></ul>

Bereiding oplossingen

/

Opstelling (foto)



Veiligheid

Etiketten

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : cobalt(II)nitraat

**Kobalt(II)nitraat (6 aq)**  
Co(NO3)2.6H2O

		CAS 10026-22-9 <b>Gevaar</b>
<p>H 350i-341-360F-334-317-410 Kan kanker veroorzaken bij inademing. Verdacht van het veroorzaken van genetische schade. Kan de vruchtbaarheid schaden. Kan bij inademing allergie- of astmasymptomen of ademhalingsmoeilijkheden veroorzaken. Kan een allergische huidreactie veroorzaken. Zeer giftig voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen.</p> <p>P 201-280.1+5+7-273-308+313-304+340-302+352 Alvorens te gebruiken de speciale aanwijzingen raadplegen. Beschermende handschoenen en stofmasker dragen en in afzuigkast werken. Voorkom lozing in het milieu. Na (mogelijke) blootstelling: een arts raadplegen. NA INADEMING: de persoon in de frisse lucht brengen en ervoor zorgen dat deze gemakkelijk kan ademen. BIJ CONTACT MET DE HUID: met veel water/... wassen.</p>		
WGK2	Mr: 291,03	UCLL

**Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: ijzer(III)nitraat**

**Ijzer(III)nitraat (9 aq)**  
Fe(NO3)3.9H2O

		CAS 7782-61-8 <b>Waarschuwing</b>
<p>H 272-315-319 Kan brand bevorderen; oxiderend. Veroorzaakt huidirritatie. Veroorzaakt ernstige oogirritatie.</p> <p>P 302+352-305+351+338 BIJ CONTACT MET DE HUID: met veel water/... wassen. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten. Indien mogelijk, contactlenzen verwijderen. Blijven spoelen.</p>		
WGK1	Mr: 404	UCLL

**Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: magnesiumnitraat**

**Magnesiumnitraat (6 aq)**  
Mg(NO3)2.6H2O

	CAS 13446-18-9 <b>Waarschuwing</b>
<p>H 272 Kan brand bevorderen; oxiderend.</p>	
WGK1	Mr: 256,41

**MnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: mangaan(II)sulfaat**

**Mangaan(II)nitraat (4 aq)**  
Mn(NO3)2.4H2O

	CAS 20694-39-7 <b>Waarschuwing</b>
<p>H 272 Kan brand bevorderen; oxiderend.</p>	
WGK1	Mr: 251,01

**Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: nikkel(II)nitraat**

<b>Nikkel(II)nitraat (6 aq)</b> $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		CAS 13478-00-7 <b>Gevaar</b>
<p>H 272-350i-341-360D-372-332-302-315-318-334-317-410 Kan brand bevorderen; oxiderend. Kan kanker veroorzaken bij inademing. Verdacht van het veroorzaken van genetische schade. Kan het ongeboren kind schaden. Veroorzaakt schade aan organen bij langdurige of herhaalde blootstelling. Schadelijk bij inademing. Schadelijk bij inslikken. Veroorzaakt huidirritatie. Veroorzaakt ernstig oogletsel. Kan bij inademing allergie- of astmasymptomen of ademhalingsmoeilijkheden veroorzaken. Kan een allergische huidreactie veroorzaken. Zeer giftig voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen.</p> <p>P 201-261-273-280.1+3-308+313 Alvorens te gebruiken de speciale aanwijzingen raadplegen. Inademing van stof/rook/gas/nevel/dampen/spuitnevel vermijden. Voorkom lozing in het milieu. Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen. Na (mogelijke) blootstelling: een arts raadplegen.</p>		
WGK3    Mr: 290,81    UCLL		
<b>natriumsilicaatoplossing (Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Si) (waterglas)</b>		
<b>Natriumsilicaat</b> $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$		CAS 1344-09-8 <b>Gevaar</b>
<p>H 302-315-318-335 Schadelijk bij inslikken. Veroorzaakt huidirritatie. Veroorzaakt ernstig oogletsel. Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken.</p> <p>P 261-280.1+3-305+351+338 Inademing van stof/rook/gas/nevel/dampen/spuitnevel vermijden. Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten. Indien mogelijk, contactlenzen verwijderen. Blijven spoelen.</p>		
WGK1    Mr: 242,23    UCLL		

H/P zinnen

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : cobalt(II)nitraat  
*H 350i-341-360F-334-317-410 Kan kanker veroorzaken bij inademing. Verdacht van het veroorzaken van genetische schade. Kan de vruchtbaarheid schaden. Kan bij inademing allergie- of astmasymptomen of ademhalingsmoeilijkheden veroorzaken. Kan een allergische huidreactie veroorzaken. Zeer giftig voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen.*  
*P 201-280.1+5+7-273-308+313-304+340-302+352 Alvorens te gebruiken de speciale aanwijzingen raadplegen. Beschermende handschoenen en stofmasker dragen en in afzuigkast werken. Voorkom lozing in het milieu. Na (mogelijke) blootstelling: een arts raadplegen. NA INADEMING: de persoon in de frisse lucht brengen en ervoor zorgen dat deze gemakkelijk kan ademen. BIJ CONTACT MET DE HUID: met veel water/... wassen.*

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : ijzer(III)nitraat  
*H 272-315-319 Kan brand bevorderen; oxiderend. Veroorzaakt huidirritatie. Veroorzaakt ernstige oogirritatie.*  
*P 302+352-305+351+338 BIJ CONTACT MET DE HUID: met veel water/... wassen. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten. Indien mogelijk, contactlenzen verwijderen. Blijven spoelen.*

$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : magnesiumnitraat  
*H 272 Kan brand bevorderen; oxiderend.*

$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : mangaan(II)sulfaat  
*H 272 Kan brand bevorderen; oxiderend.*

$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : nikkel(II)nitraat

*H 272-350i-341-360D-372-332-302-315-318-334-317-410 Kan brand bevorderen; oxiderend. Kan kanker veroorzaken bij inademing. Verdacht van het veroorzaken van genetische schade. Kan het ongeboren kind schaden. Veroorzaakt schade aan organen bij langdurige of herhaalde blootstelling. Schadelijk bij inademing. Schadelijk bij inslikken. Veroorzaakt huidirritatie. Veroorzaakt ernstig oogletsel. Kan bij inademing allergie- of astmasymptomen of ademhalingsmoeilijkheden veroorzaken. Kan een allergische huidreactie veroorzaken. Zeer giftig voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen.*

*P 201-261-273-280.1+3-308+313 Alvorens te gebruiken de speciale aanwijzingen raadplegen. Inademing van stof/rook/gas/nevel/dampen/spuitnevel vermijden. Voorkom lozing in het milieu. Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen. Na (mogelijke) blootstelling: een arts raadplegen.*

natriumsilicaatoplossing (Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Si) (waterglas)

*H 302-315-318-335 Schadelijk bij inslikken. Veroorzaakt huidirritatie. Veroorzaakt ernstig oogletsel. Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken.*

*P 261-280.1+3-305+351+338 Inademing van stof/rook/gas/nevel/dampen/spuitnevel vermijden. Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten. Indien mogelijk, contactlenzen verwijderen. Blijven spoelen.*

WGK code

Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: cobalt(II)nitraat : WGK 2

Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: ijzer(III)nitraat: WGK 1

Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: magnesiumnitraat: WGK 1

MnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: mangaan(II)sulfaat: WGK 1

Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: nikkel(II)nitraat: WGK 3

natriumsilicaatoplossing (Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Si) (waterglas) : WGK 1

water (H<sub>2</sub>O): WGK 0

COS brochure

Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: cobalt(II)nitraat:

**Demonstratieproeven:** negatief advies

**Leerlingenproeven:** technische richtingen met klemtoon op chemie:

negatief advies

overige richtingen:

negatief advies

Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: ijzer(III)nitraat:

**Demonstratieproeven:** positief advies

**Leerlingenproeven:** technische richtingen met klemtoon op chemie:

vanaf de 2de graad

overige richtingen:

vanaf de 2de graad

Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub>: magnesiumnitraat:

**Demonstratieproeven:** positief advies

**Leerlingenproeven:** technische richtingen met klemtoon op chemie:  
vanaf de 2de graad  
overige richtingen:  
vanaf de 2de graad

$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : mangaan(II)sulfaat:

**Demonstratieproeven:** positief advies

**Leerlingenproeven:** technische richtingen met klemtoon op chemie:  
vanaf de 2de graad  
overige richtingen:  
vanaf de 2de graad

$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ : nikkel(II)nitraat:

**Demonstratieproeven:** negatief advies

**Leerlingenproeven:** technische richtingen met klemtoon op chemie:  
negatief advies  
overige richtingen:  
negatief advies

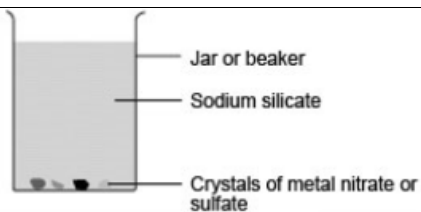
natriumsilicaatoplossing ( $\text{Na}_2\text{O}_3\text{Si}$ ) (waterglas):

**Demonstratieproeven:** positief advies

**Leerlingenproeven:** technische richtingen met klemtoon op chemie:  
vanaf de 2de graad  
overige richtingen:  
vanaf de 2de graad

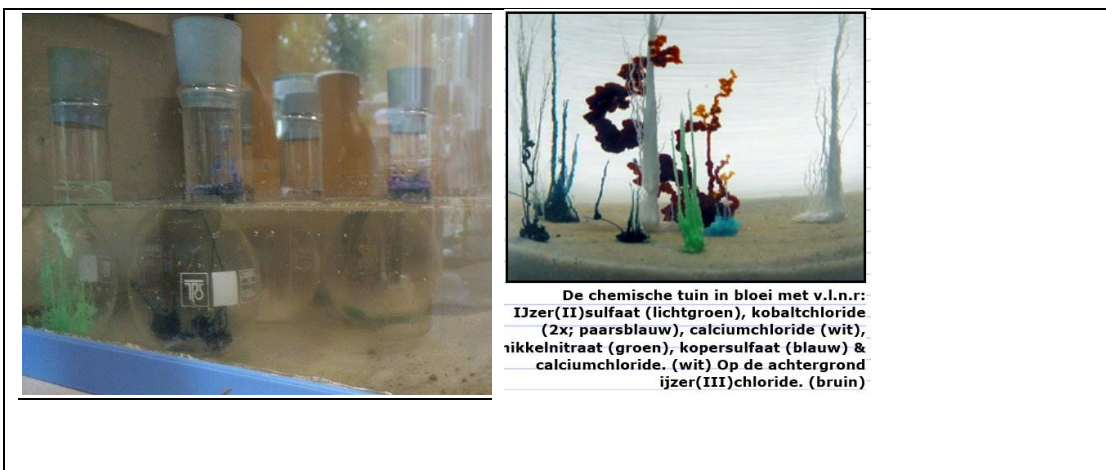
## Uitvoeren

### Werkwijze



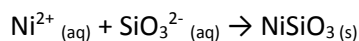
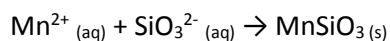
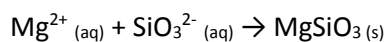
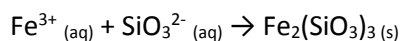
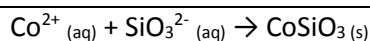
- Giet natriumsilicaatoplossing ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) (CORROSIEVE - draag bril) in de beker tot een diepte van ongeveer 3 cm.
- Voeg warm gedestilleerd water aan deze oplossing toe, goed roeren met een glazen staaf tijdens het toevoegen, tot de definitieve diepte ongeveer 12 cm is.
- Blijf roeren tot het natriumsilicaat en het water goed gemengd zijn en geen aparte lagen zichtbaar zijn.
- Laat het mengsel staan tot de vloeistof volledig stil is.
- Gebruik een tang om een of twee kristallen van elk van de metaalzouten in het mengsel toe te voegen/laten vallen. Zorg dat de kristallen niet dicht bij elkaar vallen.
- Dek het bekerglas af met een stuk van de kaart en laat het een nacht rusten.

Waarneming (+ foto's)



## Reflecteren

Optredende reacties

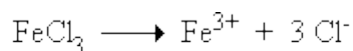


Besluit

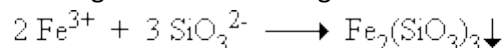
We zien na toevoegen van de metaalkristallen aan de silicaatoplossing dat er draadvormige structuren, neerslagen, worden gevormd. Dit is een traag proces. Dit is de reactie tussen metaalionen met silicaationen ter vorming van gekleurde silicaten.

Verklaring

Niet alle chemische stoffen reageren op dezelfde manier met natriumsilicaat. De kleur van het verkregen kristal is deels afhankelijk van de metaalionen in de chemische stof. Zodra de kristallen met de natriumsilicaatoplossing in aanraking komen lossen ze gedeeltelijk op en vallen in ionen uiteen. Als voorbeeld ijzer(III)chloride:



De oplossing bevat echter ook silicaat-ionen waardoor om het kristal een slecht oplosbaar semipermeabel huidje ijzersilicaat gevormd wordt volgens:



Dit membraan voorkomt verdere verspreiding van ijzer- en chloride-ionen door de oplossing, maar verhindert niet dat watermoleculen het membraan kunnen passeren.

Door verder oplossen van het kristal ontstaat binnen het membraan al snel een geconcentreerde oplossing van ijzer(III)chloride. Vervolgens dringt, door osmose, water het membraan binnen, de druk op de silicaathuid wordt steeds groter en zal daardoor uiteindelijk bezwijken. Hierdoor komt (opnieuw) een wolkje ijzer(III)chloride in contact met de natriumsilicaatoplossing en vormt zich een nieuw huidje. Water dringt het membraan binnen, de druk op het membraan neemt toe, enz...

Dit proces herhaalt zich totdat de zoutconcentratie binnen het membraan te laag wordt om voldoende (osmotische) druk op te bouwen.

Koppeling aan leerplan/nen

VVKSO  
CHEMIE  
TWEEDE GRAAD ASO  
WETENSCHAPPEN  
5.1.1 Stoffen rondom ons  
5.1.1.2 Mengsels en zuivere stoffen  
B5: Stoffen **classificeren** als zuivere stof of als mengsel **op basis van** waargenomen of aangereikte fysische eigenschappen  
5.1.2 chemische reacties  
5.1.2.1 Aspecten van chemische reactie  
B16: Aan de hand van experimentele waarnemingen en modelvoorstellingen aantonen dat chemische reacties processen zijn waarbij andere stoffen worden gevormd.

Bronnen

Literatuur

<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000416/making-a-crystal-garden>  
<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001379/the-art-of-crystallisation-a-global-experiment>  
[http://www.experimenten.nl/chemische\\_tuin.html](http://www.experimenten.nl/chemische_tuin.html)  
<https://www.chemieleerkracht.be/experimenten/1%20Bouw%20van%20materie/1.1%20Proeven/stofeigenschappen/osmose%20en%20diffusie/Chemische%20tuin%20ontwerpen.pdf>

Film

<https://www.youtube.com/watch?v=vfS27oc-VYk>

### Tips and tricks

Opmerkingen bij uitvoeren van proef

- 1) Voor studenten is er is een grote verleiding om de kristallen vast te nemen wanneer deze niet goed in de tang zitten. De studenten handschoenen laten dragen.
- 2) De beste effecten worden verkregen wanneer leerlingen gebruik maken van relatief kleine kristallen en deze goed gescheiden leggen/laten vallen op de bodem van het bekeerglas.
- 3) Als metaalionen worden metalen gekozen die in de groep van de overgangselementen staan omdat deze gekleurd zijn.
- 4) Het optimale soortelijke gewicht van waterglas bij dit experiment 1.1 g/ml.
- 5) De reactie van de metaalionen met de silicaationen verloopt langzaam. De beste resultaten zijn zichtbaar na enkele dagen.
- 6) Bedek de bodem van het bekeerglas met een laagje zand. Plaats, om wervelen te voorkomen, een op maat geknipt stuk filterpapier op de zandlaag. Giet voorzichtig de

verdunde natriumsilicaatoplossing in het bekglas. Verwijder het filtreerpapier en geef eventueel toch nog gewerveld zand enige tijd om te bezinken. Laat kristallen van meerdere bovengenoemde zouten in de oplossing vallen. Je kan een wedstrijd organiseren ter vorming van de mooiste chemische tuin.

Eventueel kunnen volgende zouten ook gebruikt worden:

Zout:	Kleur:	Groeisnelheid:
IJzer(III)chloride	Bruin	Zeer snel
Calciumchloride	Wit	Snel
IJzer(II)sulfaat	Lichtgroen	Gemiddeld
Kobaltchloride	Paarsblauw	Snel
Koper(II)chloride	Lichtgroen	Gemiddeld
Kopersulfaat	Blauw	Traag
Nikkelnitraat	Groen	Gemiddeld

!!! Al het glaswerk dat ik contact komt met natriumsilicaat dadelijk na gebruik zuiver maken.