

# Thermolyse van ammoniumchloride $\text{NH}_4\text{Cl}$ (salmiakzout)

In *NVOX* beschrijven Jan de Gruijter en Jaap van Schravendijk dat bij thermolyse van ammoniumchloride het lichtere ammoniakgas onderaan en het zwaardere waterstofchloride bovenaan gedetecteerd worden met indicatorpapier.

Wij zijn graag ingegaan op de vraag tot reactie en formuleren in dit artikel vanuit ons onderzoek een plausible verklaring voor deze eigenaardige vaststelling.

■ Paul Degreef en Marie-Josée Janssens / KULeuven

Samengestelde stoffen kunnen gesynthetiseerd worden uit enkelvoudige stoffen en/of uit andere samengestelde stoffen. Bepaalde samengestelde stoffen kunnen ontleed worden in eenvoudiger samengestelde en/of in enkelvoudige stoffen. Zo wordt het zout ammoniumchloride  $\text{NH}_4\text{Cl}$  in heel wat experimenten gevormd door reactie tussen ammoniakgas  $\text{NH}_3$  en waterstofchloridegas  $\text{HCl}$ :  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ . Anderzijds kan het zout ammoniumchloride ook eenvoudig door thermolyse ontleed worden in ammoniakgas  $\text{NH}_3$  en waterstofchloridegas  $\text{HCl}$ :



De bedoeling van dit experiment is om de base en het zuur die door deze thermolyse ontstaan zijn aan te tonen met indicatorpapier.

Dit leidt echter tot een eigenaardige vaststelling die hieronder in een onderzoeksvraag vertaald wordt.

Waarom kleurt het lichtere ammoniak het indicatorpapier onderaan blauw en het zwaardere waterstofchloride bovenaan rood?

## Vorbereiden

In een reageerbuis gaan we vast ammoniumchloride verhitten. Door de thermolyse van het ammoniumchloride kunnen de gassen  $\text{NH}_3$  en  $\text{HCl}$  ontstaan. Deze gassen zullen met het water van een vochtig universeel indicatorpapier respectievelijk als base en zuur  $\text{OH}^-$ -en  $\text{H}^+$ -ionen vormen die een kleurverandering van de indicator kunnen veroorzaken.

Uit eerdere experimenten weten we dat  $\text{NH}_3$ - en  $\text{HCl}$ -dampen samen  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -



Klaar om te verhitten.

damp kunnen vormen die kan rijpen op de hogere koudere delen van de reageerbuis.

## Benodigheden

- statief, dubbelnoot en klem;
- bunsenbrander en lucifers;
- grote vuurvaste proefbuis met  $\varnothing$  3 cm;
- vast ammoniumchloride  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- universeel indicatorpapier;
- veiligheidsbril.

Verbinding	Gevaarsymbool	R-zinnen	S-zinnen	WGK
$\text{NH}_4\text{Cl}$	Xn	22-35	22	1
$\text{HCl}$ -gas	T, C	23-35	1/2-9-26-36/37/39-45	
$\text{NH}_3$ -gas	T, N	10-23-34-50	1/2-9-16-26-36/37/39-45-61	

## Werkwijze

Breng op de bodem van een grote reageerbuis ongeveer 1,5 g droog ammoniumchloride aan (een laagje van ongeveer 1 cm). Bevestig de reageerbuis in de klem van een statief schuin onder een hoek van  $45^\circ$ .



Het indicatorpapier is bevochtigd met wat water.

Bevochtig vlak voor de proef een strook universeel indicatorpapier met gedistilleerd water.

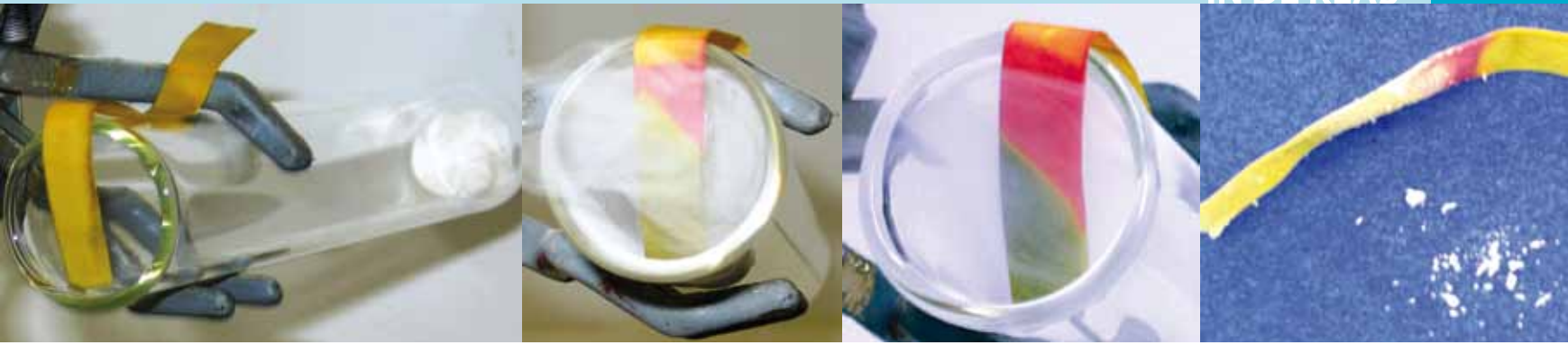
Hang het indicatorpapier verticaal in de opening van de reageerbuis zodat één uiteinde rust op de onderzijde aan de binnenkant van de reageerbuis en een stukje van een paar cm op de buitenkant bovenaan de reageerbuis (zie foto boven). Verhit het ammoniumchloride voorzichtig met een stabiele, stille maar toch voldoende sterke blauwe vlam.

## Waarneming

Eerst kleurt het papiertje blauw en na doorverwarmen wordt

het bovenste gedeelte van het indicatorpapier rood gekleurd.

Hogerop in de reageerbuis wordt in de koudere zone weer een witte vaste stof ammoniumchloride gevormd door rijping van de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -dampen.



Het indicatorpapier kleurt onderaan blauw en na enige tijd bovenaan rood.



Ammoniumchloride wordt op een koudere plaats vast (rijping).

### Conclusie

Door de verhitting ontbindt het zout ammoniumchloride in een base en een zuur zoals de verkleuringen van het indicatorpapier aanduiden.

### Verklaring

De ontleding van ammoniumchloride door verwarming (thermolyse) is te merken aan de kleuren van het vochtig universeel indicatorpapier. Het ammoniumchloride ontleedt in  $\text{NH}_3$ -gas dat het vochtig indicatorpapier blauw kleurt en in  $\text{HCl}$ -gas dat het indicatorpapier rood doet verkleuren. Het indicatorpapier kleurt eerst helemaal blauw. Vlak boven het vast  $\text{NH}_4\text{Cl}$  stijgen  $\text{NH}_3$  en  $\text{HCl}$  op en botsen beneden in de proefbuis tegen de koudere bovenste zijwand. Ammoniak heeft een grotere diffusiesnelheid door zijn kleinere molaire massa en een kleinere dichtheid dan lucht en dan waterstof-

chloride. Het 'snellere'  $\text{NH}_3$  vult daardoor eerder dan het gelijktijdig gevormde  $\text{HCl}$  het bovenste gedeelte van de proefbuis. Aanvankelijk ontsnapt dus enkel  $\text{NH}_3$  uit de proefbuis. Naarmate een groot deel van  $\text{NH}_3$  ontsnapt is, kan ook  $\text{HCl}$  laminair tot hoger in de proefbuis opstijgen, om ten slotte het indicatorpapier bovenaan rood te kleuren.

In de hogere, koudere gebieden van de proefbuis kunnen equimoleculaire hoeveelheden  $\text{NH}_3$  (g) en  $\text{HCl}$  (g) samen reageren in een synthesesreactie om ten slotte door rijping terug vast ammoniumchloride  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (s) te vormen op de wand.

### Tips voor verder onderzoek

In plaats van de reageerbuis onder een hoek van  $45^\circ$  te bevestigen kunnen de resultaten van de thermolyse ook beoordeeld worden bij andere standen van de reageerbuis, bijvoorbeeld een bijna verticale stand.



Bijna verticale stand.

De ontstane gassen stijgen naar boven. Door de grotere diffusiesnelheid van ammoniak (door de kleinere molmassa) en door de kleinere dichtheid zal het ammoniakgas sneller stijgen dan het zwaardere waterstofchloridegas. Hierdoor kleurt het indicatorpapier eerst blauw over de ganze lengte.

Na verloop van tijd kleurt het indicatorpapier onderaan rood door het zwaardere en 'tragere' waterstofchloridegas.

### Filmpje van het experiment

Op <https://videolab.avnet.kuleuven.be/video/?id=d579a2294c5a7076094cd61bd2253e5a> kan een filmpje van deze thermolyse van salmiak bekeken worden.

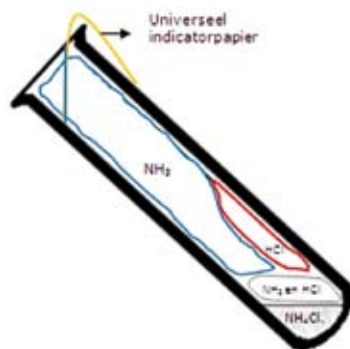
### Bronnen

Schravendijk, J. van en Gruijter, J. de. Thermolyse van salmiak, *NVOX* (35)4, p. 157.  
[www.chemie.uni-regensburg.de/Anorganische\\_Chemie/Pfitzner/demo/demo\\_sso4/ammoniak.pdf](http://www.chemie.uni-regensburg.de/Anorganische_Chemie/Pfitzner/demo/demo_sso4/ammoniak.pdf)  
[www.uni-protokolle.de/Lexikon/Salmiak.html](http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Salmiak.html)

❖ Paul Degreef is leraar Chemie - Biologie / Lector aan de Specifieke Lerarenopleiding Natuurwetenschappen – optie Chemie bij de KULeuven.



❖ Marie-Josée Janssens is deeltijds docent aan de Faculteit Wetenschappen en verantwoordelijke van de Specifieke Lerarenopleiding Natuurwetenschappen – optie Chemie bij de KULeuven.



Situatie in een vroege fase van de thermolyse. Schets: Paul Degreef.