

De ammoniakfontein

Marco Metselaar & Henny Kramers-Pals

Fons Vitae Lyceum/Universiteit Twente

De ammoniakfontein is een klassieker, al voorgesteld door Faraday in 1827 en nog steeds populair. Deze spectaculaire demonstratie wordt zowel in de les als op open dagen vaak gedaan. Dank zij de goede oplosbaarheid van ammoniak in water ontstaat onderdruk, waardoor meer water in een kolf wordt gezogen. Zo ontstaat een fontein. Als het water een indicator bevat, is de fontein prachtig gekleurd. Dit artikel gaat in op verschillende manieren om ammoniak te bereiden en op varianten van de ammoniakfontein.

Vorbereiding

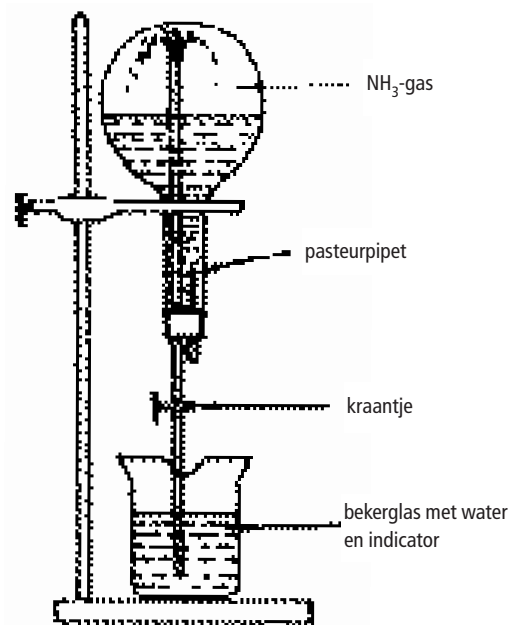
Voor de standaardopstelling van de ammoniakfontein zijn nodig:
rondbodemkolf (500 ml)
statief met mannetje en statiefklem
dubbeldoorboorde stop
glazen staaftje (een oude pipet kan ook)
pasteurpipet
groot bekeerglas (500 ml)
De standaardopstelling is weergegeven in figuur 1.

Timing

Het experiment duurt ongeveer drie minuten, naargelang er al of niet ammoniak in de kolf zit. Sommige

Schema: Vier manieren om ammoniak te bereiden.

Manier van bereiden	Uitvoering
Koken van ammonia 25%	Zet een verwarmingselement met 2-hals-rondbodemkolf (100 ml) in de zuurkast. Voeg met een druppeltrechter ca. 30 ml 25% ammonia toe. Verwarm en vang de ammoniak op in de omgekeerde rondbodemkolf die je bij de uiteindelijke fonteinproef gebruikt.
Natriumhydroxide met 25% ammonia	Voeg 5 g natriumhydroxide bij 10 ml ammonia 25%. De reactie start direct! Je kunt de reactie uitvoeren in een hoge maatcilinder en daar de kolf boven houden.
Calciumhydroxide met ammoniumchloride	Verwarm zachtjes een mengsel van 10 g ammoniumchloride en 10 g calciumhydroxide in 10 ml water. Vang het gas op in de omgekeerde rondbodemkolf die je bij de uiteindelijke fonteinproef gebruikt.
Afzuigen damp van ammonia 15% met behulp van een pomp.	Neem een voorraadflask ammonia 25%. Doe daar een doorboorde stop op en steek daar een glazen buisje doorheen. Steek de andere kant in een van de twee openingen van de dubbeldoorboorde stop van de rondbodemkolf. Steek in de overgebleven opening een ander glazen buisje en verbind deze met een waterstraal- of vacuümpomp door middel van een slang. Door de rondbodemkolf vacuüm te trekken zal ammoniakgas in de kolf stromen. Zie fig. 2.



Figuur 1: Standaardopstelling voor de ammoniakfontein.

docenten kiezen ervoor om ammoniakgas van te voren te bereiden en de kolf met een stop af te sluiten.

Uitvoering

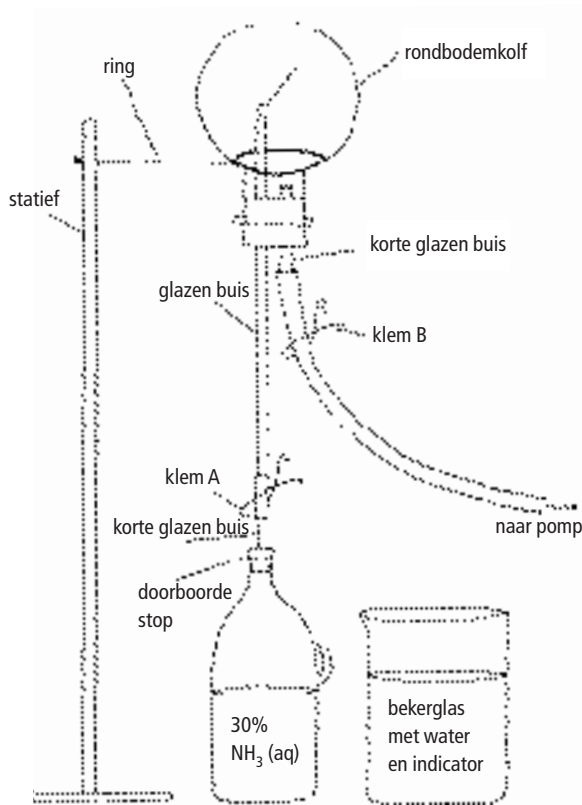
Er zijn verschillende manieren om ammoniak te bereiden. Zie het schema voor een aantal mogelijke bereidingswijzen.

Wanneer de (afgesloten) kolf gevuld is met ammoniakgas (er mag geen water inzitten!) wordt deze in een statiefklem vastgezet (of in een ijzeren ring gehangen). De kolf moet voorzien zijn van een dubbeldoorboorde stop. Door het ene gat gaat het glazen buisje dat in het bekeerglas steekt, door het andere een pasteurpipet met een paar druppels water. Het water uit de pasteurpipet wordt in de kolf gespoten. Een weinig ammoniakgas lost op en er treedt een drukvermindering op, waardoor water uit het bekeerglas wordt aangezogen.

Je kunt de fontein ook starten door de rondbodemkolf af te koelen met vloeibare stikstof. Hierdoor treedt ook de drukvermindering op die nodig is om water aan te zuigen uit het bekeerglas.

Bij de aanpak die in figuur 2 is gegeven (ontleend aan Steadman, 1992) worden na het vullen van de rondbodemkolf de klemmen A en B gesloten. De doorboorde stop met het glazen buisje wordt van de voorraadflask afgehaald, vervangen door de gewone stop, en in het bekeerglas met water en indicator gezet. Vervolgens is het openmaken van klem A al voldoende om water in de kolf te laten stromen, omdat in de kolf immers

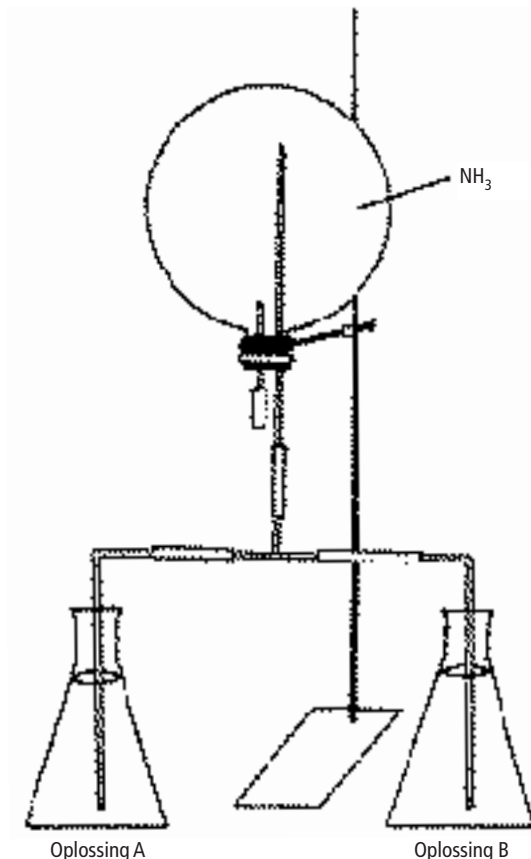
Figuur 2: Opstelling waarbij ammoniak wordt bereid met behulp van een vacuumpomp.



onderdruk heerst.

Doordat er ammonia ontstaat in de fontein, kan een indicator een kleurverandering teweegbrengen. Verschillende indicatoren geven verschillende kleuren. Zo geeft thymolblauw een blauwe fontein en fenolftaleïne een rode fontein.

Figuur 3: Opstelling om de lichtgevende reactie te laten optreden.



Bijzondere effecten

Een luminescerende fontein (zie figuur 3)

Bij deze uitvoering (Thomas, 1990) worden door de onderdruk twee oplossingen tegelijk aangezogen die bij menging reageren met lichtverschijnselen.

Maak oplossing A door aan een oplossing van 4,0 gram natriumcarbonaat in 500 ml gedestilleerd water 0,2 g luminol toe te voegen. Goed roeren tot alles is opgelost. Voeg vervolgens 24,0 g natriumbicarbonaat, 0,5 g ammoniumcarbonaat en 0,4 g koper(II)sulfaat toe en blijf roeren totdat alles is opgelost. Vul aan tot 1 L water. Dit is oplossing A. Vul erlenmeyer A met deze oplossing.

Oplossing B wordt bereid door 50 ml 3% waterstofperoxide te verdunnen en aan te vullen met gedestilleerd water tot 1 L (je kunt ook verdund bleekwater gebruiken). Vul erlenmeyer B met deze oplossing. Start de fontein door water te injecteren in de rondbodem. De luminescentie is een prachtig gezicht in een verduisterd lokaal.

Vorming van twee lagen met verschillende kleuren

Deze proef (Proksa, 1995) kan uitgevoerd worden met de apparatuur van figuur 3, maar nu moeten wel kraantjes of klemmen worden geplaatst in de slangen die de erlenmeyers verbinden met de rondbodemkolf.

Oplossing A is 250 ml 3 M natriumchlorideoplossing samen met 3,5 ml thymolftaleïne (0,1%). Oplossing B is 250 ml gedestilleerd water samen met 3,5 ml fenolftaleïneoplossing (0,1%).

Draai het kraantje open van het buisje dat hoort bij de erlenmeyer met oplossing A en start de fontein. Vul de kolf met een laagje van ca. 4 cm. Draai het kraantje dicht en open het kraantje van het buisje dat hoort bij oplossing B. In de kolf ontstaan nu twee lagen. Onderin een blauwe laag (met een hoge dichtheid) en bovenin een rode laag.

Andere gassen dan ammoniak

De proef kan ook goed worden uitgevoerd met andere goed in water oplosbare gassen. Lister (1995) beschrijft, naast de uitvoering met ammoniak, ook die met HCl en met SO₂.

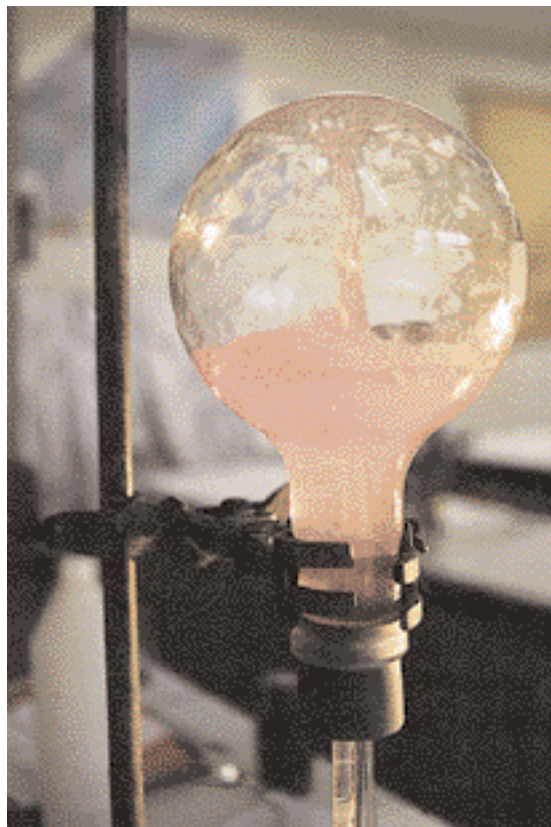
Een interessante variant (Alexander & Haworth, 1999) is die waarin het water in het bekerglas is vervangen door HCl-gas in een afsluitbare erlenmeyer (zie fig. 4). In plaats van een continu stromende fontein is nu vorming van rookwolkjes te zien.

Uitvoering als leerlingenproef

Bij deze uitvoering (Li & Peng, 1995) wordt alleen een injectiespuit en geconcentreerde ammonia gebruikt. De injectiespuit (20-50 ml) wordt gevuld met ammoniakgas door de naald door een septum te prikken en de ammoniakdamp die boven geconcentreerd ammonia hangt op te zuigen. Houd de naald (diameter 0,9 mm buitenkant en 0,6 mm binnenkant) vervolgens in een bekersglasje met water (eventueel met indicator) en trek hem nog een klein beetje uit.

Er komt dan zeer weinig water in de spuit, maar de rest van de spuit wordt automatisch gevuld met water. Andere mogelijkheden om ammoniak in een injectiespuit op te zuigen staan beschreven op de website van Bruce Mattson, http://mattson.creighton.edu/Microscale_Gas_Chemistry.html Onder de knop Basic Gas Techni-

Ammoniakfontein. Aan het water is fenolftaleïne toegevoegd. Foto: Marco Metselaar.



ques op die site vind je algemene aanwijzingen voor het bereiden van gassen voor gebruik in injectiespuiten. Interessant is dat ook het mogelijke gebruik van de magnetron hierbij goed wordt uitgelegd. Onder de knop 'All 17 gases' vind je bij de knop Ammonia de beschrijving van proeven met ammoniak in een injectiespuit, met onder andere een fraaie kleurenfoto van een door fenolftaleïne gekleurde fontein.

Een uitvoering met reageerbuizen staat op de website Classic Chemistry experiments, http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/classic_exp.htm Deze proef is daar nr. 49. De beschrijving kan van het net worden gehaald als Wordbestand of als pdf-bestand.

Epp (1991) beschrijft een zeer eenvoudige leerlingen-uitvoering van de fontein, waarbij alleen twee pasteurpipetjes en een bekersglasje met water worden gebruikt.

Figuur 4: Opstelling om ammoniumchloriderookwolkjes te laten ontstaan.

Veiligheid; oorzaken van mislukken van de ammoniakfontein

Bedenk dat geconcentreerde ammonia een gevaarlijke stof is. Inademing veroorzaakt zeer veel irritatie. Natriumhydroxide is een sterk etsende stof. Draag dus handschoenen. Draag bij het experiment een veiligheidsbril.

Bereiding van ammoniakgas vindt altijd plaats in een zuurkast.

Test de rondbodempkolf vooraf op eventuele scheurtjes. De proef mislukt als de rondbodempkolf die met ammoniakgas wordt gevuld, van te voren niet goed droog is gemaakt. Een oorzaak van mislukking kan ook zijn dat er onvoldoende ammoniak in aanwezig is.

Didactische tips

Een spectaculair experiment als dit kan goed dienen om verrassing en verwondering op te wekken. Al te veel uitleg vooraf zou hieraan afbreuk doen. Ben-Zvi

en Silberstein (1981) hebben met succes de proef gebruikt om de leerlingen te leren kijken en vragen te laten stellen. Zij voerden in twee identiek ogende opstelling eerst de proef uit met ammoniak en daarna met HCl. In beide gevallen werd fenolftaleïne als indicator gebruikt.

De leerlingen werd van te voren geen uitleg gegeven. Hen werd gevraagd om tijdens resp. na de demonstratie te noteren:

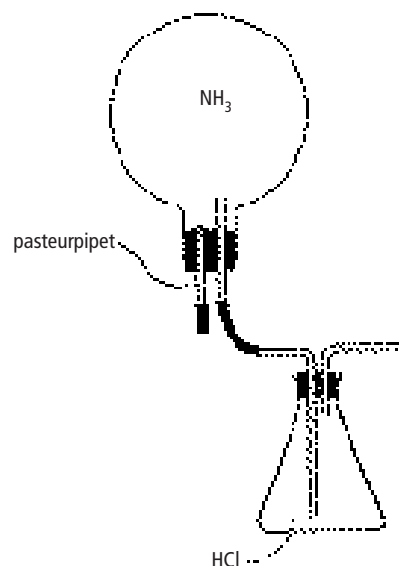
1. Alle waarnemingen.
2. Alle vragen die bij hen opkomen.
3. Een mogelijke uitleg van wat ze hebben gezien.
4. Methodes (theoretisch en/of praktisch) waarmee ze kunnen nagaan of die uitleg klopt.

Bij punt 2 schreven de leerlingen vragen op als: Hoe komt het dat het water omhoog spuit, tegen de zwaartekracht in? Waarom is de ene fontein wel gekleurd en de andere niet?

Op grond van de notities van de leerlingen wordt dan verder gewerkt in de vorm van een klassediscussie, al of niet voorafgegaan door discussie in kleine groepen. Uiteraard kan hierbij de proef worden herhaald met door leerlingen voorgestelde variaties en/of kunnen door leerlingen voorgestelde proeven worden gedaan. Op deze wijze wordt een chemische interpretatie opgebouwd (oplosbaarheid van gas, werking van indicator) en tevens een fysische (ontstaan van onderdruk, spuiten van fontein). x

Literatuur

- Alexander, M.D & Haworth, D.T. (1999). The ammonia smoke fountain: an interesting thermodynamic adventure. *J. Chem. Ed.* **76**, 210-211.
- Ben-Zvi, R. & Silberstein, J. (1981) The chemical fountain. *J. Chem. Ed.* **58**, 68-69
- Epp, D.N. (1991) An ammonia fountain in a micropipet. *J. Chem. Ed.* **68**, 68.
- Li, J., Peng, A. & Burgett, P.C. (1995). Syringe ammonia fountain. *J. Chem. Ed.* **72**, 828.
- Proksa, M. (1995) Ammonia fountain and density gradient column. *J. Chem. Ed.* **72**, 931-932.
- Lister, T. (1995) *Classical Chemistry Demonstrations*, pp 214-215. London: Royal Society of Chemistry.
- Steadman, N. (1992) Ammonia fountain improvements. *J. Chem. Ed.* **69**, 69.
- Thomas, M.C. (1990). A chemiluminescent ammonia fountain. *J. Chem. Ed.* **67**, 339.



Dit artikel is eerder verschenen in *NVOX*, periodiek van de Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen (NVON). Het is overgenomen met toestemming van de hoofdredacteur. Literatuurverwijzing: Metselaar, M. & Kramers-Pals H. (2000). Demo uitgelicht: de ammoniakfontein. *NVOX* 25(7), 359-361.