

**Bijlage VWO**  
**2008**

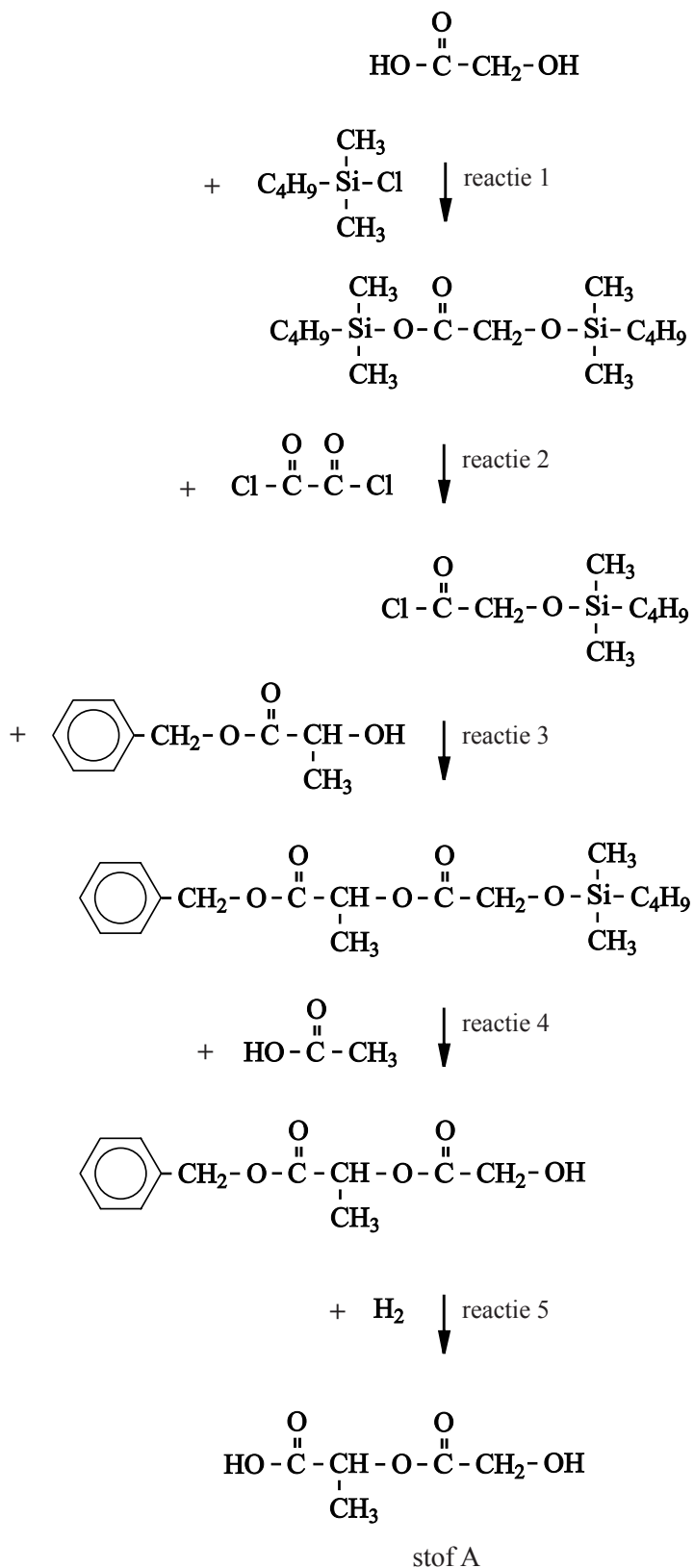
tijdvak 1

**scheikunde 1,2**

Informatieboekje

# Bescherming

## syntheseroute van stof A



## tekstfragment 1

In Delft loopt sinds 1985 een onderzoek om een meer economische en milieuvriendelijke verwerkingsmethode te vinden voor het industrieel afvalwater van Gist-Brocades.

5 Brocades-onderzoeker Arnold Mulder onderzocht de stikstofhuishouding van de bacteriën die – in een bioreactor binnen het laboratorium – in het Brocades afvalwater tot groei kwamen en ontdekte een eigenaardige reactie: de vorming van vrije stikstof ( $N_2$ ) uit een oxidatie van ammonium zonder dat er zuurstof voorhanden was. Een anaërobe ammoniumoxidatie dus: ‘anammox’.

10 Rond 1900 waren de hoofdlijnen van de stikstofkringloop in kaart gebracht: er is de  $N_2$  fixatie door planten waarbij stikstofverbindingen ontstaan. Er is de omzetting van stikstofverbindingen uit plantenresten tot ammonium (ammonificatie), er is de vorming van nitriet en nitraat uit dat ammonium (nitrificatie) en een soort omgekeerd proces: de vorming van vrij stikstof ( $N_2$ ) uit nitraat en nitriet: denitrificatie. Maar op theoretische grond is met enige  
15 regelmaat aangevoerd dat er nog schakels ontbraken.

Het Kluyver Laboratorium kwam op zo'n schakel terecht. In de anammox-reactie van Brocades bleek het ammonium te worden geoxideerd in een reactie met nitriet (dat de rol van zuurstof in de gewone ademhaling overneemt). Met andere  
20 woorden: twee verschillende stikstofverbindingen reageren onder zuurstofloze omstandigheden met elkaar tot vrij stikstof ( $N_2$ ). In de onderzoekspraktijk wordt het optreden van de anammox-reactie aangetoond door ammonium aan te bieden waarin de stikstofisotoop  $^{14}N$  is vervangen door de zwaardere isotoop  $^{15}N$ . Als in de proef vrij stikstof wordt opgevangen waarvan de moleculen  $^{14}N$  en  $^{15}N$  ruwweg in 50/50 verhouding bevatten dan is het bewijs rond.

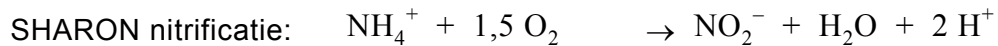
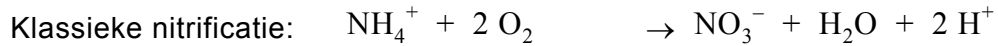
*naar: NRC Handelsblad*

## tekstfragment 2

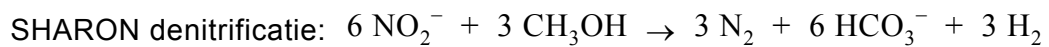
Het SHARON-proces is bedoeld voor de behandeling van stikstofrijke afvalwaters. Het is bedoeld om stikstof te verminderen van bijvoorbeeld 1000 naar 100 mg L<sup>-1</sup>, niet om volledige stikstofverwijdering te bekomen.

Het SHARON-proces stimuleert nitrificatie tot nitriet in plaats van tot nitraat. Dit betekent een besparing op de zuurstofbehoefte van 25%. Daarnaast vereist de denitrificatie van nitriet 40% minder koolstofbron dan de denitrificatie van nitraat.

De reacties die optreden zijn:



(25% O<sub>2</sub> bespaard)



(40% koolstofbron bespaard)

Het SHARON-systeem bestaat uit één reactor, waarin een beluchte en een anoxische<sup>1)</sup> fase (met toevoeging van BZV<sup>2)</sup>) voorzien worden. In de aërobe<sup>3)</sup> fase is een hoge zuurstofconcentratie vereist voor nitrificatieactiviteit. Nitrificatie is een verzurend proces en zodra een kritische pH-waarde wordt bereikt, dient de denitrificatie gestart te worden om de pH te corrigeren. Dit gebeurt door in de anoxische fase methanol toe te voegen. De pH kan eventueel ook nog gecorrigeerd worden door toevoeging van loog.

*naar: [http://www.emis.vito.be/wass/techniekbladen/techniekblad\\_W6.asp](http://www.emis.vito.be/wass/techniekbladen/techniekblad_W6.asp)*

noot 1 Met anoxisch wordt bedoeld: zonder zuurstof (O<sub>2</sub>).

noot 2 BZV is de afkorting van Biologisch Zuurstof Verbruik; in dit geval wordt de toevoeging van methanol bedoeld.

noot 3 De aërobe fase is de beluchte fase.