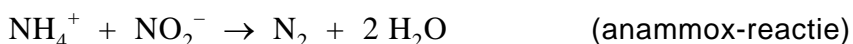


Anammox

In deze opgave staat een bacteriële omzetting van ammoniumionen met nitrietionen centraal, de zogenoemde anammox-reactie.

Bij deze opgave hoort tekstfragment 1 dat is afgedrukt in de bijlage die bij dit examen hoort. Lees dit tekstfragment.

De vergelijking van de anammox-reactie is:

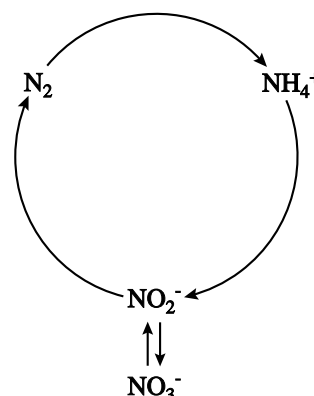


In de regels 9 t/m 14 worden de hoofdlijnen van de stikstofkringloop, zoals die rond 1900 bekend was, beschreven. De beschrijving is een vereenvoudiging van de werkelijke stikstofkringloop. In veel artikelen over de anammox-reactie wordt de stikstofkringloop weergegeven met behulp van het schema dat hiernaast staat.

Ook deze weergave is een vereenvoudiging.

Bovendien is dit schema een onvolledige weergave van de beschrijving die in de regels 9 t/m 14 van tekstfragment 1 wordt gegeven.

Op de uitwerkbijlage die bij dit examen hoort, is dit schema nogmaals weergegeven, zonder de gebogen pijlen erin.



- 4p **6** Maak op de uitwerkbijlage de schematische stikstofkringloop zo af, dat die in overeenstemming is met de beschrijving in de regels 9 t/m 14 van tekstfragment 1. Zet in het schema de namen van de omzettingen die in het tekstfragment worden genoemd op de juiste plaats.
- 2p **7** Geef op de uitwerkbijlage ook aan waar de anammox-reactie, waarover dit artikel gaat, moet worden ingetekend. Gebruik daarvoor (een) onderbroken pijl(en): -->

In de regels 20 t/m 24 wordt een methode beschreven om het optreden van de anammox-reactie aan te tonen; het nitriet dat daarbij wordt gebruikt, bevat stikstofatomen zoals die in de natuur voorkomen. De daar beschreven conclusie is gebaseerd op het feit dat het ontstane stikstofgas voornamelijk bestaat uit moleculen met massa 29 u. In het ontstane stikstofgas komen geen moleculen voor met massa 28 u; moleculen met massa 30 u komen er wel in voor, maar slechts heel weinig.

- 2p **8** Leg uit waarom stikstofmoleculen met massa 28 u niet in het ontstane stikstofgas zullen voorkomen en stikstofmoleculen met massa 30 u wel. Noteer je antwoord als volgt:
 Er komen geen moleculen met massa 28 u voor, omdat ...
 Er komen wel moleculen met massa 30 u voor, omdat ...

Anammox

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

uitwerkbijlage

Naam kandidaat _____ Kandidaatnummer _____

6 en 7

