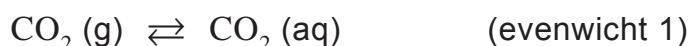


Koolstofdioxide-afvang

Aardgas gewonnen in het Sleipner aardgasveld in het Noorse gedeelte van de Noordzee bevat ongeveer 10 volume% CO_2 . Om het aardgas als brandstof te kunnen verkopen aan huishoudens en elektriciteitscentrales is het echter vereist dat het CO_2 -gehalte onder de 2,5 volume% ligt. Het CO_2 zal dus gedeeltelijk moeten worden gescheiden (afgevangen) van het aardgas, voordat het verkocht kan worden. Op het aardgasplatform Sleipner West wordt deze scheiding uitgevoerd voordat het aardgas naar de wal wordt getransporteerd.

Voor het afvangen van CO_2 gebruikt men oplossingen van zwakke basen in water. Als CO_2 in contact komt met een dergelijke oplossing, treden twee evenwichtsreacties op. Als eerste zal het CO_2 oplossen in water, volgens evenwicht 1:

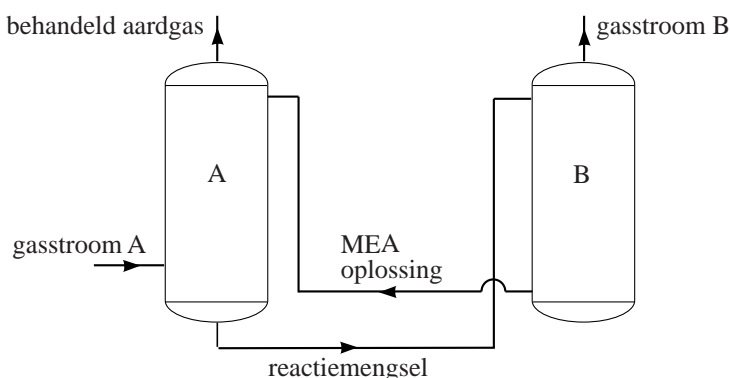


Het $\text{CO}_2 (\text{aq})$ reageert vervolgens met een zwakke base. Dit is evenwicht 2. De gebruikte zwakke base is MEA (2-amino-ethanol).

- 3p 12 Geef de vergelijking van de evenwichtsreactie die plaatsvindt wanneer opgelost CO_2 reageert met MEA. Geef de organische verbindingen weer met behulp van structuurformules.

Het afvangen van CO_2 op zee gebeurt met reactoren die naast het aardgasplatform gebouwd zijn. Een vereenvoudigd blokschema van het proces is weergegeven in figuur 1.

figuur 1



In reactor A wordt van onder af het aardgas dat rijk is aan CO_2 (gasstroom A in figuur 1) ingeleid. Van boven naar beneden wordt een oplossing van MEA geleid. MEA en het CO_2 reageren in reactor A bij 65°C en 100 bar. In reactor A is de reactie naar rechts van evenwicht 2, waarbij opgelost CO_2 reageert met MEA, exotherm. Aan de bovenkant van reactor A bevindt zich de uitstroom van het behandelde aardgas. Het reactiemengsel wordt naar reactor B geleid.

In reactor B zijn de omstandigheden zo gekozen dat het CO₂ weer als gas vrijkomt. Het CO₂ verlaat samen met enkele andere gassen reactor B aan de bovenkant (gasstroom B in figuur 1). De vloeistofstroom met MEA wordt teruggevoerd naar reactor A.

- 2p 13 Leg uit of de temperatuur in reactor B hoger of lager moet zijn dan 65 °C om zoveel mogelijk CO₂ in reactor B te laten vrijkomen.

Een sterke base is niet geschikt om in dit proces gebruikt te worden.

- 3p 14 Leg uit dat een zwakke base geschikt is en leg uit dat een sterke base niet geschikt is om in dit proces te worden gebruikt.

In een folder over dit proces staat een aantal procesgegevens, waaruit kan worden berekend hoeveel procent van het CO₂ wordt afgevangen. Een aantal van die gegevens is weergegeven in de volgende tabel.

	gasstroom A	gasstroom B
hoeveelheid gas (m ³ uur ⁻¹)	1,7 · 10 ⁴	2,6 · 10 ⁵
volume% CO ₂	10%	95%
molair gasvolume (m ³ mol ⁻¹)	0,16 · 10 ⁻³	27 · 10 ⁻³

- 3p 15 Bereken aan de hand van bovenstaande gegevens hoeveel procent van het CO₂ dat in het gewonnen aardgasmengsel aanwezig is, wordt afgevangen.

Op het Sleipner platform wordt het afgevangen CO₂ in poreus gesteente in de ondergrond gepompt. In de poriën van het gesteente is zout water aanwezig. Als het CO₂ in een ondergrondse waterlaag gepompt wordt, lost het op en komt in contact met het omringende gesteente. CO₂ reageert met calciumsilicaat (CaSiO₃) dat in het omringende gesteente aanwezig is tot siliciumdioxide en opgelost calciumwaterstofcarbonaat.

- 2p 16 Geef de vergelijking van de reactie van opgelost CO₂ met calciumsilicaat.