Blokschema's en industrie

Leerdoelen

- Je kunt uitleggen wat een batchproces is en wat een continu proces is.
- Je kunt een blokschema tekenen/aanvullen van een proces dat in woorden is omschreven.
- Je kunt in een blokschema aangeven hoe je stoffen kunt recirculeren en hoe je kunt zien of een stof in overmaat is.

Let erop dat je de beginstoffen van een reactie bij ingaande pijlen hebt en het reactieproduct bij uitgaande pijlen. Omdat je stoffen zoveel mogelijk recirculeert, heb je (bijna) nooit dat dezelfde stof ergens het systeem in gaat en ergens anders het systeem uit gaat.

In binas 38B staan de symbolen die je in een blokschema kunt gebruiken.

Bij een continu proces vindt constante aanvoer en afvoer van stoffen plaats. Dan teken je een blokschema van de fabriek die al op gang is, dus niet het opstarten van het proces.

Bij een batchproces wordt de reactor steeds met een nieuw portie beginstoffen gevuld.

Uitlegfilmpje 1

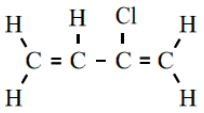
Uitlegfilmpje: hoe beantwoord je vragen over blokschema's?

Voorbeeldexamenopgave

nog een examenopgave

Opgave 1

Polychloropreen is een polymeersoort die momenteel veel wordt gebruikt voor zogenaamde lifestyle-artikelen, zoals hoezen voor laptops.. Ook wetsuits voor duikers worden veelal van polychloropreen gemaakt.
Polychloropreen wordt gevormd door additiepolymerisatie van chloropreen (2–chloorbuta–1,3–dieen). In deze opgave wordt de stof chloropreen aangeduid als CP.



De structuurformule van CP is hiernaast weergegeven.

In het polymerisatieproces wordt het vierde koolstofatoom van de ene monomeereenheid verbonden met het eerste koolstofatoom van de volgende monomeereenheid. De meeste monomeereenheden nemen tijdens dit proces de trans-configuratie aan.

a. Geef de structuurformule van een gedeelte van het midden van een polychloropreenketen, bestaande uit drie monomeereenheden. Teken hierin de monomeereenheden in de *trans*-configuratie.

Polychloropreen verliest zijn soepelheid bij lage temperaturen. Om dit te voorkomen, wordt CP voorafgaand aan de polymerisatie gemengd met de stof 2,3-dichloorbuta-1,3-dieen (in deze opgave verder aangeduid als DCB).

De polymeersoort die op deze wijze wordt gevormd, bevat dus zowel eenheden die afkomstig zijn van CP als van DCB. Door verschillende verhoudingen CP en DCB te gebruiken, ontstaan verschillende polymeersoorten met eveneens verschillende eigenschappen. Deze polymeersoorten worden allemaal aangeduid met de verzamelnaam polychloropreen.

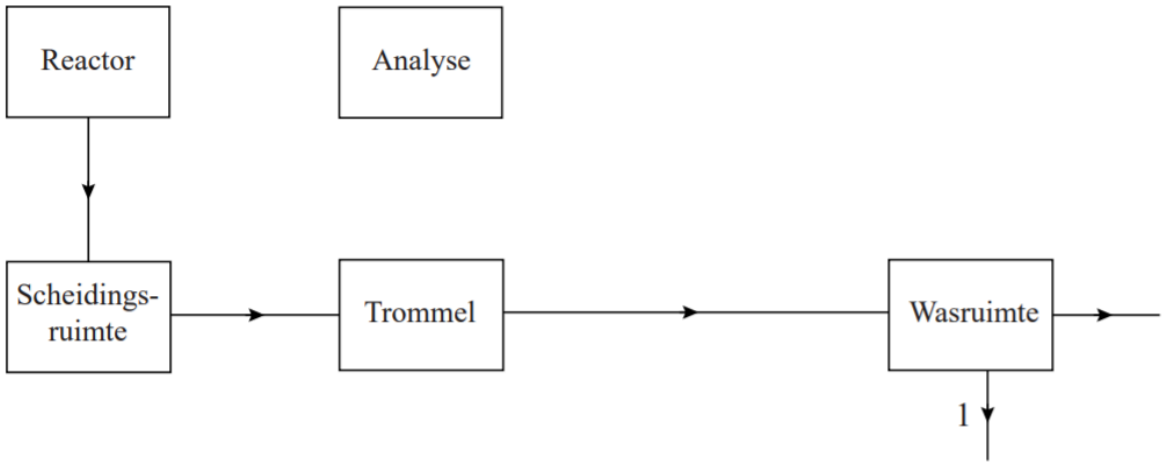
De productie van polychloropreensoorten verloopt via een proces dat uit meerdere stappen bestaat. Een vereenvoudigde weergave van dit proces wordt hieronder beschreven.

- De stoffen CP en DCB worden samen met water en hulpstoffen (o.a. een emulgator) in een reactor gebracht. Hierin vindt gedurende enige tijd het polymerisatieproces plaats.
- Het reactiemengsel wordt naar een scheidingsruimte overgebracht waar de niet gereageerde monomeren worden verwijderd. Het mengsel van de niet gereageerde monomeren wordt geanalyseerd en teruggevoerd naar de reactor.
- Van de scheidingsruimte wordt het mengsel met daarin onder andere het polymeer, overgebracht naar een trommel waar azijnzuuroplossing aan het mengsel wordt toegevoegd. Het mengsel wordt rondgedraaid en afgekoeld. Door het zure milieu en de lage temperatuur slaat het polymeer als vaste stof neer uit het mengsel. Het gehele mengsel wordt overgebracht naar een wasruimte.
- In de wasruimte wordt het mengsel gewassen met water. Alle stoffen uit het mengsel, behalve het polymeer, lossen op in het water, dat als afvalwater wordt afgevoerd.

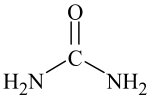
Na het wassen wordt het polymeer gedroogd, in kleine stukjes gesneden en opgeslagen.

b. Hieronder staat het (onvolledige) blokschema voor de bovenbeschreven vereenvoudigde weergave van het productieproces. Maak dit af met behulp van extra pijlen voor de stofstromen. Vermeld bij alle stofstromen de hierin aanwezige stoffen/mengsels. Maak gebruik van de onderstaande zeven begrippen. Noteer uitsluitend de nummers van de stoffen/stofmengsels. Mogelijk komt een nummer meerdere keren voor.

1. afvalwater;
2. azijnzuuroplossing;
3. CP;
4. DCB;
5. hulpstoffen;
6. polymeer;
7. water.



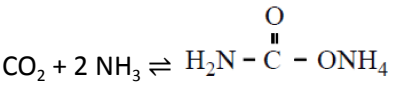
Opgave 2

Ureum, , en ammoniumnitraat zijn beide stikstofmeststoffen.

Ureum is minder gevaarlijk dan het explosieve ammoniumnitraat.

a Is het massapercentage N in ureum hoger dan, of gelijk aan, of lager dan het massapercentage N in ammoniumnitraat? Geef een verklaring voor je antwoord.

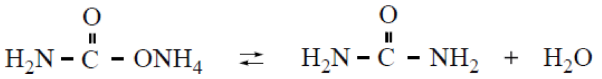
In de industrie wordt ureum gemaakt uit de grondstoffen koolstofdioxide en ammoniak. De synthese verloopt in twee reactiestappen.
In de eerste stap ontstaat, in een evenwichtsreactie, de stof ammoniumcarbamaat:



(evenwicht 1)

ammoniumcarbamaat

In de tweede stap wordt het ammoniumcarbamaat omgezet tot ureum en water. Ook dit is een evenwichtsreactie:



(evenwicht 2)

Beide stappen verlopen in één reactievat. De omstandigheden in het reactievat zijn zodanig dat ammoniumcarbamaat en ureum vloeibaar zijn.

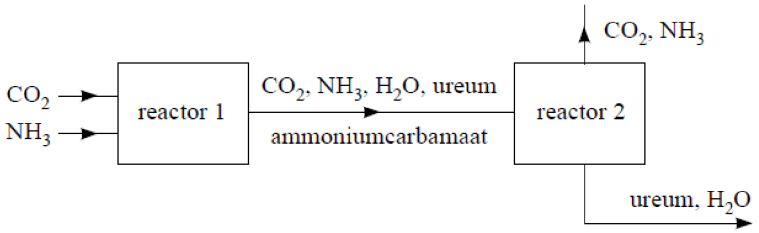
De reactie naar rechts van evenwicht 1 is exotherm.

De reactie naar rechts van evenwicht 2 is endotherm.

In een bepaald type ureumfabriek worden koolstofdioxide en ammoniak in de molverhouding CO_2 : NH_3 = 1,00 : 2,95 in de reactor geleid. Onder de omstandigheden die in de reactor heersen, wordt 60% van het koolstofdioxide omgezet.

b Bereken de molverhouding CO_2 : NH_3 waarin deze stoffen de reactor verlaten.

Hieronder is een deel van het blokschema weergegeven van deze ureumsynthese. Dit blokschema is ook afgebeeld op de uitwerkbijlage die bij deze opgave hoort.



In reactor 1 vinden de beide hiervoor vermelde evenwichtsreacties plaats (evenwicht 1 en evenwicht 2). Vanwege de optredende evenwichten komt uit reactor 1 een mengsel van koolstofdioxide, ammoniak, water, ureum en ammoniumcarbamaat. De omstandigheden in reactor 2 zijn zodanig dat het ammoniumcarbamaat hierin wordt omgezet tot ammoniak en koolstofdioxide: evenwicht 1 loopt af naar links. Doordat de omstandigheden in reactor 2 verschillen van de omstandigheden in reactor 1, wordt ook de ligging van evenwicht 2 beïnvloed. De reacties van evenwicht 2 verlopen echter veel langzamer dan de reacties van evenwicht 1, daarom mag worden aangenomen dat de omzetting van ammoniumcarbamaat tot koolstofdioxide en ammoniak de enige reactie is die in reactor 2 plaatsvindt.

c Hoe moeten de omstandigheden in reactor 2 zijn om te bewerkstelligen dat hierin het ammoniumcarbamaat wordt omgezet tot koolstofdioxide en ammoniak? Bespreek twee factoren. Geef een verklaring voor je antwoord.

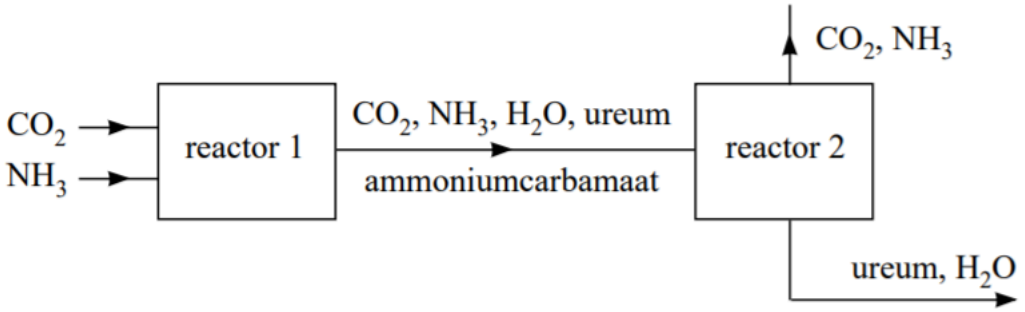
Uit het mengsel dat in reactor 2 ontstaat, zijn het koolstofdioxide en de ammoniak gemakkelijk te scheiden van het ureum en het water. Het koolstofdioxide en de ammoniak wil men terugvoeren naar reactor 1. Om technische redenen is het echter noodzakelijk om deze gassen eerst te scheiden en ze vervolgens afzonderlijk terug te voeren naar reactor 1. Om het koolstofdioxide en de ammoniak van elkaar te scheiden, leidt men deze gassen in een reactor, reactor 3. In deze reactor wordt tevens een oplossing van zwavelzuur geleid. De ammoniak reageert in deze oplossing, het koolstofdioxide niet.

De oplossing die in reactor 3 ontstaat, wordt naar een volgende reactor, reactor 4, geleid.
In reactor 4 wordt tevens een oplossing van een stof Y geleid. Bij de reactie die in reactor 4 optreedt, komt de ammoniak weer vrij.

d Geef de formule van een stof Y die, in opgeloste vorm, kan worden gebruikt in reactor 4.

e Maak het blokschema af dat onder deze opgave is gegeven.
Gebruik daarvoor:
- een blok voor reactor 3;
- een blok voor reactor 4;
- lijnen met pijlen voor de stofstromen die reactor 3 en reactor 4 ingaan en verlaten.

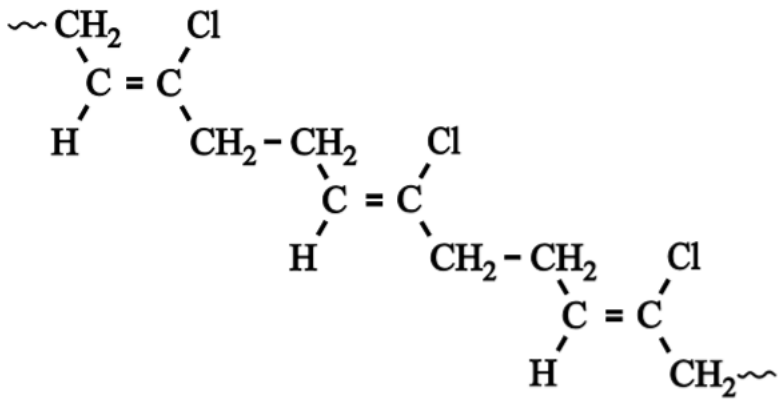
Zet bij de zelfgetekende stofstromen de formules van de stoffen of soorten deeltjes die bij die stofstromen horen.



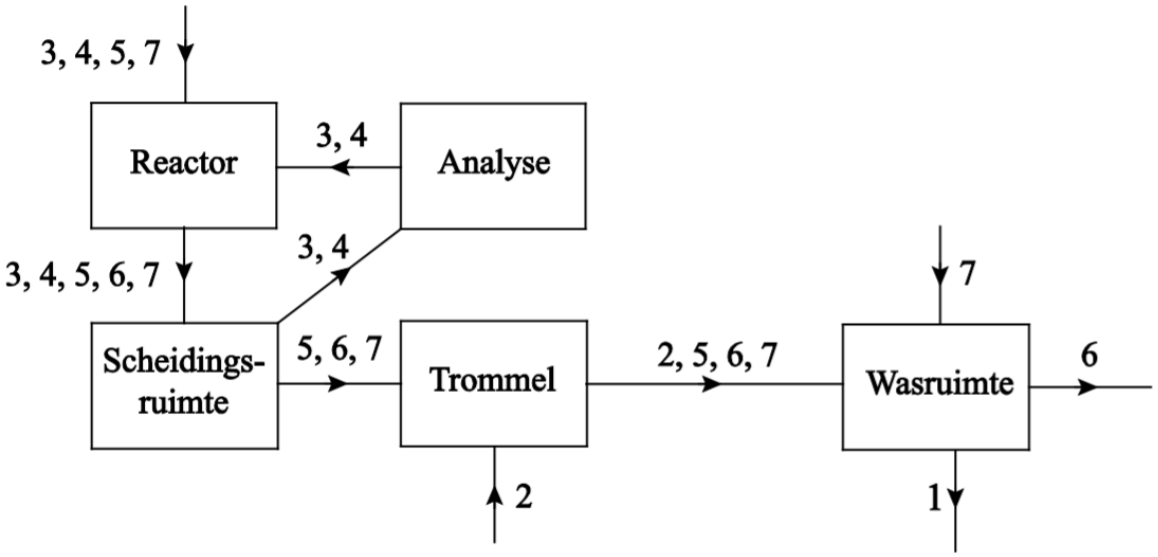
Antwoorden

Opgave 1

a



b.



Opgave 2

a. De formule van ammoniumnitraat is NH_4NO_3 De massa van een mol ammoniumnitraat is 80,04 g en de massa van een mol ureum is 60,06 g

Een mol ureum bevat evenveel mol N als een mol ammoniumnitraat.

In ureum is het massapercentage N dus hoger dan in ammoniumnitraat.

b. 0,60 mol koolstofdioxide reageert met 2x0,60=1.20 mol ammoniak.
1,00-0,60=0,40 mol CO_2 blijft over
2,95-1,20=1,75 mol NH_3 blijft over
CO2 : NH_3 is 0,40 : 1,75 = 0,23 : 1,00

c. De temperatuur in reactor 2 moet hoog zijn, want de reactie naar rechts in evenwicht is exotherm / de reactie naar links in evenwicht 1 is endotherm. Bij hogere temperatuur is de endotherme reactie in het voordeel.
De druk in reactor 2 moet laag zijn, want links van het evenwichtsteken staat meer mol gas dan rechts van het evenwichtsteken. Bij lagere druk verschuift het evenwicht naar de kant van de meeste deeltjes.

d. NaOH of Na_3PO_4.

e.

