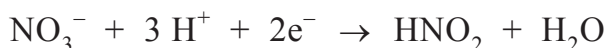


## De grondstoffen van stanyl®

Stanyl® is een hittebestendig polymeer dat bij ongeveer 300 °C vloeibaar wordt. Het is een condensatiepolymeer van de monomeren hexaandizuur en 1,4-butaandiamine. Het 1,4-butaandiamine wordt in een aantal stappen bereid. In de laatste stap wordt 1,4-butaandiamine bereid uit waterstof en 1,4-butaandinitril ( $\text{N}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{N}$ ).

- 3p 1 Bereken hoeveel  $\text{m}^3$  waterstof ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $p = p_0$ ) minimaal nodig is om 1,0 ton 1,4-butaandiamine te produceren uit 1,4-butaandinitril. Een ton is  $10^3 \text{ kg}$ .

Hexaandizuur kan op meerdere manieren worden bereid. De bereiding van hexaandizuur door cyclohexanol ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ ) te laten reageren met geconcentreerd salpeterzuur noemen we in deze opgave proces 1. De halfreactie van het salpeterzuur is hieronder gegeven.



- 3p 2 Geef de vergelijking van de halfreactie van de omzetting van cyclohexanol tot hexaandizuur. Gebruik molecuulformules. In de vergelijking van de halfreactie komen ook  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{H}^+$  voor.
- 2p 3 Leid met behulp van beide halfreacties de vergelijking van de totaalreactie voor proces 1 af.

In proces 1 wordt  $\text{HNO}_2$  gevormd. Deze stof ontleedt bij de procesomstandigheden tot onder andere  $\text{NO}$ . De atomefficiëntie (atoomeconomie) van proces 1 bedraagt 41,49%.

Een andere methode om hexaandizuur te maken (proces 2) is de reactie van cyclohexeen met waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Cyclohexeen reageert hierbij in een molverhouding van 1 : 4 met waterstofperoxide. Behalve hexaandizuur ontstaat hierbij alleen water.

- 3p 4 Bereken de atomefficiëntie (atoomeconomie) van proces 2.
- 2p 5 Geef twee argumenten die gebruikt kunnen worden als een keuze tussen proces 1 en 2 moet worden gemaakt. Geef argumenten gebaseerd op informatie uit deze opgave en/of Binas-tabel 97A.