

*Tenzij anders vermeld, is er sprake van standaardomstandigheden:
 $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$.*

‘Groene’ verf?

Om textiel te verven, worden pigmenten gebruikt die slecht in water oplossen. Deze pigmenten zijn apolaire vaste stoffen die zich tijdens het verven hechten aan het oppervlak van de textielvezels. Met een vezel wordt in deze opgave een bundel polymeerketens bedoeld.

Omdat het verven plaatsvindt in water, worden emulgatoren gebruikt om de pigmenten te mengen met het water. Na afloop van het verven komen deze milieubelastende emulgatoren in het afvalwater terecht.

Het Nederlandse bedrijf DyeCoo heeft een verftechniek ontwikkeld waarbij geen afvalwater vrijkomt. In het proces wordt superkritisch CO_2 gebruikt als oplosmiddel. Superkritisch CO_2 is CO_2 dat bij $T = 120 \text{ }^\circ\text{C}$ is samengeperst tot $p = 300 \text{ bar}$. In deze opgave mag je aannemen dat het CO_2 zich dan als een vloeistof gedraagt.

Het superkritisch CO_2 is ook apolair, zodat de pigmenten in superkritisch CO_2 oplossen zonder gebruik van emulgatoren.

- 2p **1** Geef de structuurformule van CO_2 en leg daarmee uit dat CO_2 een apolaire stof is.

De verftechniek van DyeCoo is vooral geschikt voor het verven van polyester kledingmateriaal. Als het CO_2 in contact komt met polyester, zwellen de vezels op. Dit komt doordat de CO_2 -moleculen tussen de apolaire polymeerketens dringen.

Een gevolg van het opzwellen is dat een sterkere kleuring van polyester kan worden verkregen dan met de op water gebaseerde verfmethodes.

- 1p **2** Geef aan waarom het opzwellen van de polyestervezels tot gevolg heeft dat een sterkere kleuring van het polyester kan worden verkregen.

Wanneer het polyester enige tijd is behandeld met de pigment-oplossing, wordt het polyester gescheiden van de pigment-oplossing.

Het mengsel van superkritisch CO_2 en het overgebleven pigment wordt gescheiden, zodat het pigment kan worden hergebruikt.

- 2p **3** Leg uit hoe men het superkritisch CO_2 van het overgebleven pigment kan scheiden.

Het proces van DyeCoo is met een aantal aanpassingen ook te gebruiken voor katoen. Het katoen wordt dan voorbehandeld met een oplossing van methanol in superkritisch CO₂. Hierdoor zwelt het katoen op. Daarna wordt een stroom superkritisch CO₂ met een zogeheten reactief pigment doorgeleid.

Een reactief pigment wordt gevormd door een geschikt pigment te laten reageren met dichloortriazine. Het gevormde reactieve pigment reageert vervolgens met het katoen. Deze reactie is op de uitwerkbijlage schematisch en onvolledig weergegeven.

De reactie van het reactieve pigment met katoen is een substitutiereactie. Het O-atoom van een OH-groep van katoen valt als nucleofiel aan op één van de twee C-atomen waaraan een Cl-atoom is gebonden.

- 2p **4** Maak de reactievergelijking op de uitwerkbijlage compleet.
Gebruik schematische structuurformules zoals op de uitwerkbijlage.

Het reactieve pigment wordt in ondermaat toegevoegd ten opzichte van de OH-groepen in het katoen. Wanneer methanol ook tijdens het verven wordt bijgemengd, blijkt dat het percentage pigmentmoleculen dat aan het katoen is gebonden, terugloopt.

- 2p **5** Leg uit dat het percentage gebonden pigmentmoleculen lager is wanneer methanol ook tijdens het verven aanwezig is in het mengsel.