

## De opgave: opgave 9 hieronder

(<http://www.havovwo.nl/vwo/vsk/bestanden/vsk14iipg.pdf>)

### Stabilisator voor PVC

---

PVC wordt in de chemische industrie op grote schaal gemaakt door polymerisatie van vinylchloride (chlooretheen). PVC wordt vervolgens in korrelvorm geleverd aan fabrieken waar men van PVC bijvoorbeeld kozijnen, deuren, waterleidingen en kabels maakt. Hierbij wordt gebruikgemaakt van het feit dat PVC een thermoplast is.

- 2p 7 Leg uit met behulp van begrippen op deeltjesniveau dat PVC een thermoplast is.

Voorafgaand aan de verwerking tot kozijn voegt men aan de PVC-korrels allerlei stoffen toe, zoals kleurstoffen en stabilisatoren. Als PVC wordt verwarmd zonder een stabilisator, ontleedt het bij verwarmen waarbij waterstofchloride ontstaat. Bij deze ontleding ontstaan in moleculen PVC zogenoemde geconjugeerde bindingen. Daarbij zijn om en om C-C en C=C bindingen aanwezig. De H atomen rondom de C=C bindingen nemen hierbij een *trans*-positie ten opzichte van elkaar aan.

- 4p 8 Geef met behulp van structuurformules deze reactie van PVC weer. Geef hierbij een fragment uit het midden van een PVC keten weer, bestaande uit totaal 6 koolstofatomen.

Om deze ontleding te onderzoeken, verwarmt een groepje leerlingen een monster van 1,0 g PVC-korrels. Na enige tijd is er nog 0,80 gram materiaal over. De leerlingen vragen zich af hoeveel procent van het PVC op dat moment gereageerd heeft.

- 2p 9 Bereken hoeveel procent van het PVC heeft gereageerd. Neem aan dat bij de reactie van PVC het enige gasvormige reactieproduct waterstofchloride is.

## De officiële uitwerking

### 9 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{1,0 - 0,80}{1,0} \times 10^2 = 34(\%)$$
$$\frac{1,0}{62,49} \times 36,46$$

of

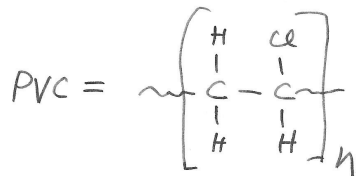
$$\frac{1,0 - 0,80}{1,0 - \left( \frac{1,0}{62,49} \times 26,04 \right)} \times 10^2 = 34(\%)$$

- berekening van het maximaal aantal gram polyethyn dat uit 1,0 gram PVC kan ontstaan: 1,0 (g) delen door de molaire massa van een eenheid PVC (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 62,49 g mol<sup>-1</sup>) en vermenigvuldigen met de molaire massa van een eenheid polyethyn (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 26,04 g mol<sup>-1</sup>)
- berekening van het percentage polyethyn dat is ontstaan: 0,80 (g) aftrekken van 1,0 (g) en delen door 1,0 (g) verminderd met het gevonden maximaal aantal gram polyethyn en de uitkomst vermenigvuldigen met 10<sup>2</sup>(%)

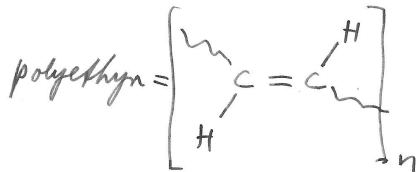
## Mijn uitwerking

Kritiekpunten: Bij geen enkele stap wordt de te berekenen grootte vermeld en er wordt geen onderscheid gemaakt tussen grootheden en eenheden.

- We schetsen eerst de structuurformules van PVC en het afbraakproduct polyethyn. Dan berekenen we de molaire massa's van de eenheden van deze polymeren:



$$M_{\text{unit}} = 62,49 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$M_{\text{unit}} = 26,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

- Uit 1,0 gram PVC kan, bij volledige omzetting, ontstaan:

$$m_{\text{polyethyn}} = \frac{1,0 \text{ g}}{62,94 \text{ g/mol}} \times 26,04 \text{ g/mol} = 0,417 \text{ g}$$

$$\Delta m_{\text{max}} = 1,0 - 0,417 = 0,583 \text{ g}$$

- De eigenlijke massaverandering is veel minder:

$$m_{\text{PVC, omg.}} = 1,0 \text{ g} - 0,80 \text{ g} = 0,20 \text{ g}$$

- De massafractie PVC die daadwerkelijk is omgezet is:

$$w_{\text{PVC}} = \frac{0,20 \text{ g}}{0,583 \text{ g}} = 0,343 \approx 34 \%$$