

Visualiseren van oplossingsstrategieën

De Systematische Probleem Aanpak is al enige tientallen jaren bekend. De eerste stap hierbij is de analyse van het probleem. Vaak wordt gesuggereerd om een schets te maken, maar er wordt niet aangegeven hoe men dat kan doen. Het visualiseren van een probleem is een krachtig middel bij het oplossen ervan. Dit artikel geeft daar een aantal richtlijnen voor en bereekt een paar voorbeelden.

■ Pierre Heldens / Fontys Lerarenopleiding Tilburg

Veel leerlingen hebben moeite om complexe vraagstukken (waarbij je niet meteen ziet hoe je het moet aanpakken) tot een goed einde te brengen. Omdat de complexiteit ze deels ontgaat komen ze vaak met half-goede en dus onjuiste oplossingen. Een Systematische Probleem Aanpak tracht dit te verhelpen in vier stappen: Analyse, Plan van Aanpak, Uitwerking en Controle. Zonder SPA hebben leerlingen geen enkel houvast om na te gaan of hun aanpak volledig is geweest of dat ze iets gemist hebben.

De eerste stap bij een SPA is de analyse van het probleem. Als die eenmaal goed is gedaan, ligt de oplossing van het probleem binnen handbereik. In de instructieboekjes van SPA staat bij analyse gewoonlijk vermeld: Maak een schets. Maar er staat niet bij *hoe* je zo'n schets moet maken.

Bij de analyse probeer je een mentale voorstelling van het probleem te maken, een noodzakelijke voorwaarde voor de oplossing ervan. Zo'n mentale voorstelling maken is zonder het maken van een schets (visualiseren) erg moeilijk. Tijdens het maken van een schets ben je bezig om de informatie uit de opgave te scheiden in wat wél en wat níet nodig is bij de uitwerking van het probleem. Pas daarna ga je de vraag uitwerken. Mijn ervaring is dat leerlingen die een probleem goed weten te visualiseren, een betere uitwerking realiseren dan degenen die dit niet doen.

Nu is het bekend dat plaatjes beter blijven hangen dan woorden, maar toch worden vaak uitwerkingen van problemen gepresenteerd zonder de visualisaties, die nodig zijn om tot een dergelijke uitwerking te komen (zie voorbeeld 3).

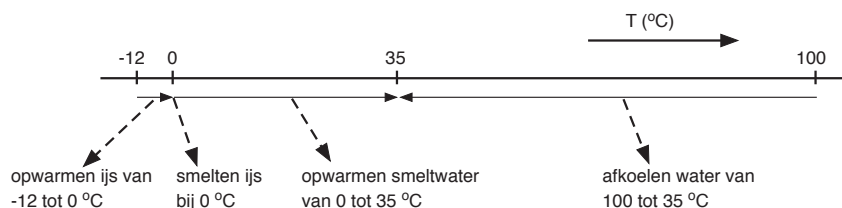
Visualiseren bij SPA

Bij visualiseren zou je de volgende regels kunnen hanteren:

De schets moet passen bij het probleem. Bij rekenvragen zoals een chemische analyse, is een bewerkingsschema handig (zie voorbeeld 2). Bij een verklaaringsvraag teken je de situatie waarover de vraag gaat (voorbeeld 3).

Teken schematisch; het hoeft geen realistische afbeelding te zijn als de benodigde onderdelen maar aanwezig zijn. Maak hierbij gebruik van vaste symbolen om de onderdelen weer te geven (voorbeeld 2). Teken niet te klein; je schets moet goed te overzien zijn. Bovendien moet je er ook gegevens in kwijt kunnen.

Noteer gegevens die je bij de uitwerking



nodig hebt in je schets. Alle andere gegevens laat je weg, zoals hulpreacties en het volume van een erlenmeyer bij een titratie.

Het is belangrijk om dit regelmatig te oefenen, uiteraard aan complexe opgaven. Dan pas leren leerlingen er goed mee omgaan.

We bespreken nu drie voorbeelden van visualisatie bij een SPA. Om praktische redenen wordt er alleen aandacht geschonken aan de visualisatie tijdens de analyse en maar zeer beperkt aan de andere stappen van SPA.

Voorbeeld 1

(Uit het tentamen *Verwarmen en Energie* voor eerstejaars natuur- en scheikunde (bachelor), Fontys Lerarenopleiding Tilburg)

Welke massa (g) aan ijsblokjes van -12 °C moet men bij 150 g kokend water voegen om water van 35 °C te krijgen? Gebruik BINAS tabel 10 en 11.

Het gaat hier over opname en afgifte van warmte, dus $Q_{\text{opgenomen}} = Q_{\text{afgegeven}}$. In dit geval is een temperatuur-as handig (en erg eenvoudig!). Het is dan veel gemakkelijker te bedenken welke processen het ijs en het water ondergaan. Bij deze as geef je kort een aantal gegevens aan: Veel leerlingen hebben hier niet in de

gaten dat het ijs bij opwarmen tot 35 °C drie stadia doorloopt: het ijs wordt opgewarmd tot 0 °C , dan smelt het ijs (bij 0 °C) en daarna wordt het smeltwater opgewarmd tot 35 °C . Als je een schets maakt zie je dat veel minder snel over het hoofd.

Er wordt een vergelijking opgesteld met vier termen, waarin m_{ijs} de enige onbekende is:

$$m_{\text{ijs}} \times c_{\text{ijs}} \times \Delta T_{\text{ijs}} + m_{\text{ijs}} \times \Delta H_{\text{smelt, water}} + m_{\text{ijs}} \times c_{\text{water}} \times \Delta T_1 = m_{\text{water}} \times c_{\text{water}} \times \Delta T_2$$

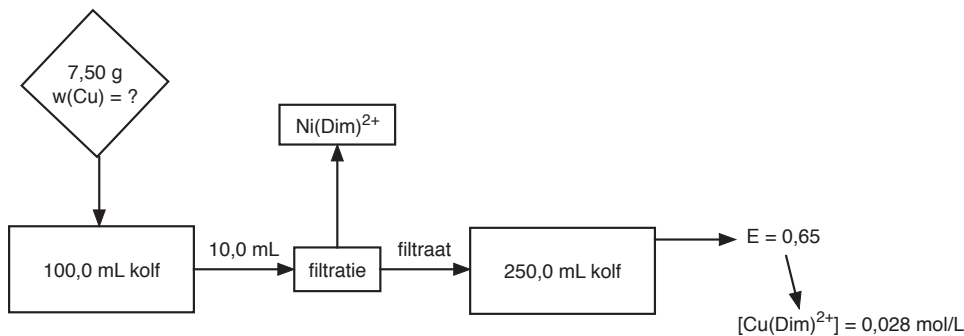
Invullen van gegevens, onder andere uit BINAS, levert een waarde op voor $m_{\text{ijs}} = 80\text{ gram}$.

Voorbeeld 2

(Uit eindexamen scheikunde vwo 2002 tijdvak I³)

De eerste opgave (*Munt*) bevat een lange beschrijving waarin een groot aantal bewerkingen en gegevens worden genoemd. Vraag 4 'Bereken het massapercentage koper in de munt' (bedoeld wordt de *massafractie* $w(\text{Cu})$) is alleen te berekenen als alle gegevens uit de tekst juist gecombineerd worden. Dit blijkt zonder een goede schets erg moeilijk te zijn.

Een geschikte visualisatie zou er zo uit kunnen zien:



Veel van de genoemde bewerkingen zijn niet in het schema opgenomen, omdat ze voor de berekening niet nodig zijn. Daarvoor moet enige moeite gedaan worden, maar dat is onvermijdelijk. Alleen na het filteren van de gegevens die je echt nodig hebt, kun je de schets maken en daarna de berekening. Het vraagteken geeft aan welke vraag op het eind beantwoord moet worden. De berekening begint uiteraard geheel rechts in het schema bij de concentratie van $0,028 \text{ mol} \times \text{L}^{-1}$.

Deze berekening kan als volgt genoteerd worden (uiteraard in passende groothedenvergelijkingen (1, 2)):

In de 250,0 mL kolf zit:

$$n(\text{Cu})_1 = n(\text{Cu}(\text{Dim})^{2+}) = c \times V = 0,028 \text{ mol} \times \text{L}^{-1} \times 0,2500 \text{ L} = 7,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Deze hoeveelheid zat in een volume van 10,0 mL (pipet) dat afkomstig is uit de maatkolf van 100,0 mL. In deze kolf van 100 mL zit dan:

$$n(\text{Cu})_1 = \frac{V_{\text{maatkolf}}}{V_{\text{pipet}}} \cdot n(\text{Cu})_1 = \frac{100,0 \text{ mL}}{10,0 \text{ mL}} \cdot 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 7,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

De massa Cu in de kolf van 100 mL en dus ook in de munt:

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu})_0 \times M(\text{Cu}) = 7,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 63,55 \text{ g} \times \text{mol}^{-1} = 4,4 \text{ g}$$

De gevraagde massafractie is dan:

$$w(\text{Cu}) = \frac{4,4 \text{ g}}{7,50 \text{ g}} = 0,59 = 59 \%$$

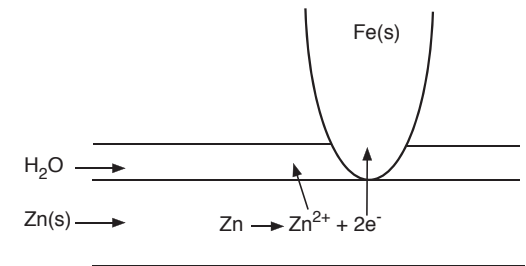
Voorbeeld 3

(Opgave uit de scheikundemethode *Chemie Overal*⁴)

Bij dakgoten die zijn bedekt met een zinklegering (titaanzink) moet je regelmatig controleren of er geen schade is ontstaan. Bij werkzaamheden op een dak

Het lijkt me dat dit weinig inzicht oplevert voor leerlingen. Het probleem wordt niet gevisualiseerd en de verschillende stappen om tot een oplossing te komen zijn niet weergegeven.

Bij de analyse van dit probleem is een schets van het contact tussen ijzer en zink handig, mét het water. Dit helpt om te bedenken dat het om een redoxreactie gaat waarin zink en ijzer allebei een rol spelen. In de schets kan weergegeven worden wat er gebeurt:



Zink is onedeler en gaat dus gemakkelijker in oplossing dan ijzer. De elektronen die vrijkomen passeren ook het contactoppervlak tussen ijzer en zink. Dat zorgt voor een meer negatieve lading van het ijzer dat daardoor minder makkelijk reageert (met O_2). De ligging van bovenstaande reactie (feitelijk een evenwicht) verschuift naar links. Een geval van kathodische bescherming van de ijzeren spijker, zij het dat daar een dakgoot niet voor ontworpen is!

Noten

- Heldens, P. (2012). Scheikundig rekenen en het SI. *NVOX* 37(4), 164-165.
- Heldens, P. (2013). Fracties en de regels van de IUPAC. *NVOX* 38(4), 176-177.
- <http://www.havovwo.nl/vwo/vsk/bestanden/vsk1202iex.pdf>.
- Franken, P., Korver, E., Schouten, J., Spillane, B. en Veldma, Y. *Chemie Overal* sk vwo deel 2, toetsen derde druk, EPN, Hoofdstuk 14 toetsvragen A opgave 3.