



# Reactiesnelheid en reactie-orde

SCHEIKUNDE  
Reactiekinetiek

## Aantekeningen voor Docenten

### Onderzoeksvraag

*Wat is de reactiesnelheid en reactie-orde van de reactie tussen thiosulfaat-ionen en zoutzuur?*

**Toegepaste Techniek:** Meten

**Leerling Niveau:** 4<sup>e</sup> klas havo/vwo

**Duur:** 1 lesuur

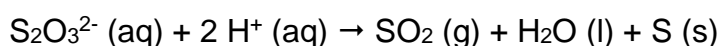
**Aanbevolen uitvoering:** Onderzoek door leerling

### Leerdoelen

- Het introduceren van het concept 'reactiesnelheid'
- Het introduceren van het concept 'reactie-orde'
- Het bekijken van de reactie tussen thiosulfaat-ionen en zoutzuur en de reactiesnelheid en reactie-orde bepalen

### Didactiek

In deze activiteit bekijken leerlingen de reactie tussen thiosulfaat-ionen en zoutzuur. Ze voeren de reactie enkele keren uit, waarbij de concentratie van het zoutzuur gevarieerd wordt. De reactievergelijking voor deze reactie is als volgt weer te geven.



Thiosulfaat-ionen + waterstof-ionen → zwaveldioxide + water + zwavel

Uit de reactievergelijking blijkt dat er tijdens de reactie een vaste stof wordt gevormd. Een helder mengsel van een natriumthiosulfaat-oplossing en zoutzuur wordt dus langzaam troebel. Door met behulp van een troebelheidssensor de hoeveelheid licht die door het mengsel wordt doorgelaten te meten, kan de reactiesnelheid bepaald worden. Hoe meer zwavel er ontstaat, hoe minder licht er wordt doorgelaten.

#### Veelvoorkomende misconcepten:

- De aanname dat een hoge waarde voor de evenwichtsconstante betekent dat de reactie erg snel gaat.
- De aanname dat (invloed op) reactiesnelheid afhangt van de coëfficiënten in de reactievergelijking.

#### Toegepaste/aangeleerde begrippen:

- Reactiesnelheid, reactie-orde.

## Materiaal

In dit experiment gebruik je de volgende materialen:

- Interface (data-logger, bijv. CMA VinciLab);
- Troebelheidssensor;
- Bekerglas (100 mL);
- Maatcilinder (10 mL).

In dit experiment gebruik je de volgende chemicaliën:

- 0,1 M natriumthiosulfaat-oplossing;
- 0,1 M zoutzuur;
- Gedestilleerd water.

## Procedure

- De leerlingen kunnen deze opstelling zelf opbouwen. Let er hierbij op dat ze de troebelheidssensor verbinden aan input 1 op de interface
- Laat de leerlingen de Coach-activiteit 'reactiesnelheid en reactie-orde' openen en laat hen daarna zelf het experiment uitvoeren en de vragen beantwoorden
- Bespreek na afloop de waarnemingen en antwoorden op de vragen met de klas

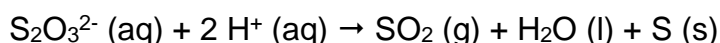
## Vragen en Opdrachten

De volgende vragen en opdrachten zijn te vinden in het leerlingmateriaal:

- Wat vertelt het diagram je over het verloop van de reactie?
- Bepaal voor elke reactie de reactiesnelheid waarmee de zwavel wordt gevormd (met andere woorden: de snelheid waarmee de oplossing troebel werd)
  - Dit kun je doen door via Analyse/Verwerking de helling van de grafiek te bepalen. Gebruik 1/tijd als eenheid voor de reactiesnelheid
- Bereken voor elk experiment de concentratie van het zoutzuur
- Hoe verandert de reactiesnelheid als de concentratie van zoutzuur verandert?
- Wat is de reactie-orde van deze reactie?
- Hoe zou je voor deze reactie de reactie-orde t.o.v. natriumthiosulfaat onderzoeken?

## Data Analyse

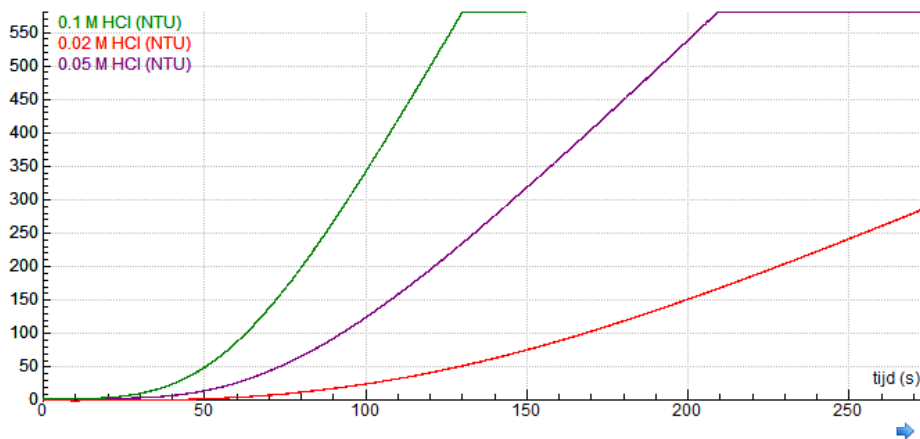
In deze activiteit bekijken leerlingen de reactie tussen thiosulfaat-ionen en zoutzuur. De reactievergelijking voor deze reactie is als volgt weer te geven.



Thiosulfaat-ionen + waterstof-ionen → zwaveldioxide + water + zwavel

Om de reactiesnelheid te bepalen, wordt de vormingssnelheid voor zwavel (s) gebruikt. De reactietijd kan gelijkgesteld worden aan de hoeveelheid tijd die verstrijkt totdat een bepaalde hoeveelheid zwavel is gevormd (en er dus een zekere mate van troebelheid is ontstaan). Daarom kan er gesteld worden dat:

$$\text{Reactiesnelheid} = \text{gevormd zwavel} / \text{tijd}$$



Figuur 1: Voorbeelddata troebelheidsmetingen thiosulfaat-ionen + zoutzuur

Als je het experiment elke keer laat lopen totdat dezelfde hoeveelheid zwavel (dezelfde troebelheid) is gevormd, is deze formule te schrijven als:

$$\text{Reactiesnelheid} = \text{constante} / \text{tijd}$$

Dit houdt in dat de reciproke 1/tijd gebruikt kan worden als een maat voor de reactiesnelheid.

De reactie-orde voor een bepaalde stof kan bepaald worden door uit te gaan van de volgende formule voor de reactiesnelheid:

$$s = k * [H^+]^m [S_2O_3^{2-}]^n$$

Hierin zijn  $m$  en  $n$  de reactie-orde voor respectievelijk  $H^+$  en  $S_2O_3^{2-}$ . De totale orde van deze reactie is dan  $m + n$ . Gedurende dit experiment, is de concentratie thiosulfaat-ionen constant gehouden. Ook  $k$  is constant. Daarmee wordt bovenstaande formule:

$$s = [H^+]^m * \text{constante}$$

Als aan beide kanten het natuurlijk logaritme wordt genomen, ontstaat de formule

$$\ln(s) = m * \ln([H^+]) + \ln(\text{constante})$$

Een diagram waarin  $\ln(s)$  wordt uitgezet tegen  $\ln([H^+])$  levert een rechte lijn waarin de richtingscoëfficiënt van die lijn overeenkomt met de waarde voor  $m$ .

Op eenzelfde manier kan de reactie-orde voor natriumthiosulfaat gevonden worden.

### Bijbehorende bestanden

Coach Activiteit: Reactiesnelheid en reactie-orde.cma7

Coach Resultaat: Reactiesnelheid en reactie-orde.cmr7

### Copyright

Auteurs: CMA Team



© CMA Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 4.0 Internationale licentie.