

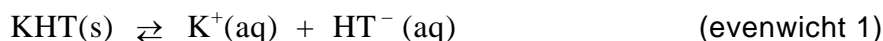
Klare wijn

Wijn bevat meerdere zuren. Samen zijn deze van invloed op de smaak en op de pH van de wijn. Eén van die zuren is wijnsteenzuur.

- 3p **7** Geef de structuurformule van wijnsteenzuur.

Wijnsteenzuur is een tweewaardig zuur. Dat betekent dat een molecuul wijnsteenzuur twee H^+ ionen kan afsplitsen. Het negatieve ion dat ontstaat wanneer een molecuul wijnsteenzuur één H^+ heeft afgestaan, wordt waterstoftartraat genoemd. Het negatieve ion dat ontstaat wanneer wijnsteenzuur twee H^+ ionen afsplitst wordt tartraat genoemd. In het vervolg van deze opgave wordt wijnsteenzuur weergegeven met H_2T , waterstoftartraat met HT^- en tartraat met T^{2-} .

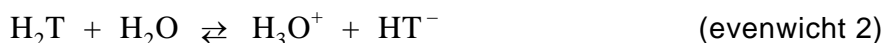
Wijn is soms troebel. Dit wordt vaak veroorzaakt doordat er slecht oplosbaar kaliumwaterstoftartraat wordt gevormd. Het volgende heterogene evenwicht heeft zich dan ingesteld:



Om te verhinderen dat wijn in de fles troebel wordt, wordt wijn eerst in een vat gedurende enkele dagen afgekoeld tot ongeveer 0 °C. Bij die temperatuur slaat een groot deel van het kaliumwaterstoftartraat neer en blijft in het vat achter. Daarna wordt de wijn in flessen overgebracht.

- 2p **8** Leg uit of de reactie naar links van evenwicht 1 exotherm is of endotherm.

Wijnsteenzuur ioniseert in twee stappen:



Tijdens het neerslaan van KHT dalen de concentraties van de deeltjes H_2T en T^{2-} .

- 2p **9** Leg aan de hand van de evenwichten 2 en 3 uit dat de concentraties van H_2T en van T^{2-} dalen tijdens het neerslaan van KHT.

Voor evenwicht 2 geldt $K_{z,2} = 9,1 \cdot 10^{-4}$ en voor evenwicht 3 geldt $K_{z,3} = 4,3 \cdot 10^{-5}$ (298 K).

Met behulp van bovenvermelde zuurconstanten kan men berekenen dat bij $pH = 3,70$ de concentratie van wijnsteenzuur, $[H_2T]$, vrijwel gelijk is aan de concentratie van tartraat, $[T^{2-}]$.

- 4p **10** Geef deze berekening.

Men heeft onderzocht of en zo ja hoe de pH van de wijn verandert ten gevolge van het neerslaan van kaliumwaterstoftartraat. Daarbij spelen de begin-pH van de wijn en de ionisatie-evenwichten van wijnsteenzuur een belangrijke rol. In dit onderzoek heeft men een aantal experimenten uitgevoerd. In één van die experimenten was de begin-pH van de oplossing 3,70 en in een ander experiment was de begin-pH van de oplossing hoger dan 3,70.

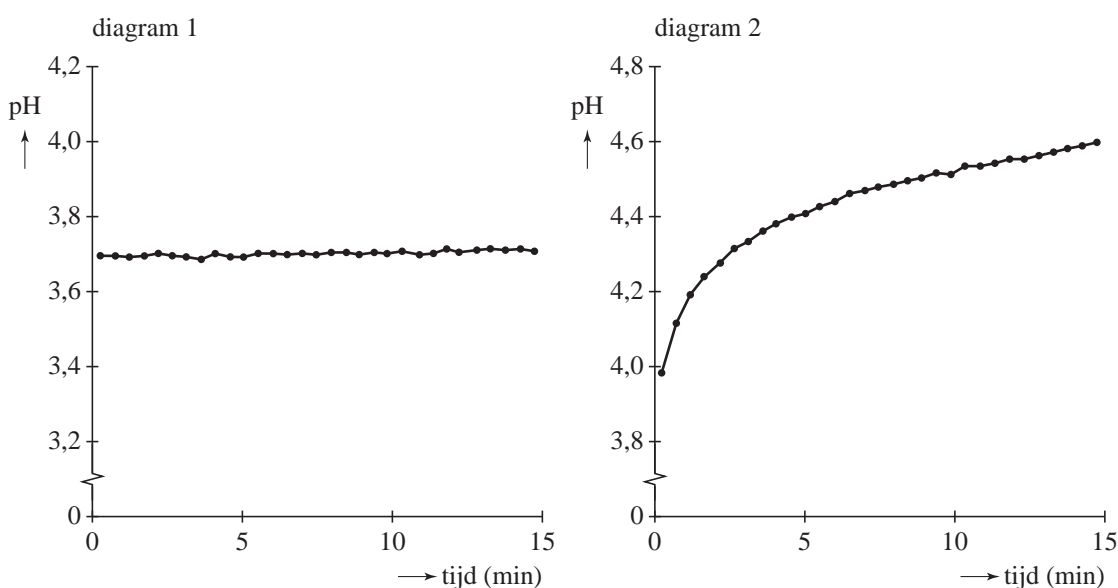
Experiment 1

Bij kamertemperatuur werd in 25 mL water 1,0 gram natriumtartraat (Na_2T) opgelost. Met 1,0 M zoutzuur werd de pH op een waarde van 3,70 gebracht. De oplossing werd verwarmd tot ongeveer 40 °C. Daarna werd 1,0 gram kaliumchloride opgelost. Vervolgens liet men de oplossing gedurende 15 minuten afkoelen tot kamertemperatuur.

Tijdens het afkoelen werd om de 30 seconden de pH gemeten. Het bleek dat de pH vrijwel constant bleef (zie diagram 1).

Experiment 2

Dit experiment met de hogere begin-pH was verder gelijk aan het experiment bij pH = 3,70. In dit experiment bleek de pH gedurende het afkoelen te stijgen (zie diagram 2).



Bij deze proeven sloeg kaliumwaterstoftartraat neer. Hoe lager de temperatuur, hoe meer kaliumwaterstoftartraat neersloeg. Hierdoor dalen de concentraties van H_2T en T^{2-} in beide experimenten.

- 2p **11** Leg met behulp van evenwichten 2 en 3 uit of de daling van de $[\text{H}_2\text{T}]$ in experiment 1 groter of kleiner is dan de daling van de $[\text{T}^{2-}]$ of dat de dalingen van deze concentraties aan elkaar gelijk zijn.
- Neem aan dat de waarden van $K_{z,2}$ en $K_{z,3}$ en K_w niet veranderen bij beide experimenten.
- 3p **12** Leg met behulp van evenwichten 2 en 3 uit of de daling van de $[\text{H}_2\text{T}]$ in experiment 2 groter of kleiner is dan de daling van de $[\text{T}^{2-}]$ of dat de dalingen van deze concentraties aan elkaar gelijk zijn.
- Neem aan dat de waarden van $K_{z,2}$ en $K_{z,3}$ en K_w niet veranderen bij beide experimenten.