

Rijden op mierenzuur

Waterstof staat sterk in de belangstelling als duurzame energiedrager. Waterstofauto's zijn mogelijk de groene auto's van de toekomst. Belangrijke aandachtspunten bij het gebruik van waterstof als autobrandstof zijn het vervoer en de opslag.

In tekstfragment 1 wordt een proces beschreven waarbij waterstof in de vorm van mierenzuur (= methaanzuur) wordt vastgelegd en daaruit naar behoefte weer kan worden vrijgemaakt. Dit proces bevindt zich nog in de onderzoeksfase.

In figuur 1 wordt weergegeven hoe het onderzochte proces mogelijk kan worden toegepast bij auto's die op waterstof rijden.

tekstfragment 1

Waterstof en koolstofdioxide worden met behulp van een katalysator bij hoge pH omgezet tot een mierenzuuroplossing (reactie 1).

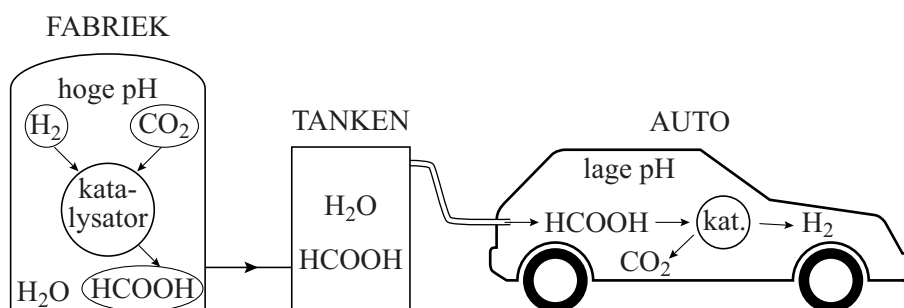
Met dezelfde katalysator kan mierenzuur bij lage pH weer worden afgebroken tot waterstof en koolstofdioxide (reactie 2).

Beide reacties vinden plaats bij normale druk en bij een temperatuur tussen 25 en 80 °C.

Waterstof kan worden gebruikt in een brandstofcel en koolstofdioxide wordt uitgestoten.

figuur 1

Mierenzuur tanken en op waterstof rijden - dit is het idee



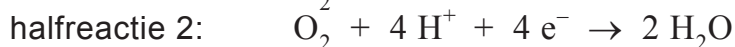
naar: NRC Handelsblad, maart 2012

- 2p 20 Geef de vergelijking van de reactie waarbij mierenzuur wordt afgebroken tot koolstofdioxide en waterstof. Geef alle stoffen weer in structuurformules.

De 'lage pH' waarbij reactie 2 wordt uitgevoerd bedraagt 3,5.

- 2p 21 Bereken de $[H^+]$ in mol L⁻¹ van de oplossing met pH 3,5.

De halfreacties die plaatsvinden in de brandstofcel, zijn hieronder weergegeven.



- 2p **22** Vindt halfreactie 1 plaats aan de positieve of aan de negatieve elektrode? Motiveer je antwoord.
- 2p **23** Leid met behulp van de halfreacties 1 en 2 de vergelijking af van de totale reactie die plaatsvindt in de brandstofcel.

De duurzaamheid van de methode 'rijden op mierenzuur' die in deze opgave is beschreven, hangt onder andere af van de invloed op het (versterkte) broeikaseffect.

Hierbij spelen de volgende factoren een rol:

- De reacties in de fabriek en in de auto (zie figuur 1);
- de manier waarop waterstof wordt geproduceerd.

Wanneer alléén wordt gekeken naar de reactievergelijkingen van de reacties in de fabriek en in de auto, zou de conclusie kunnen worden getrokken dat 'rijden op mierenzuur' geen invloed heeft op het (versterkte) broeikaseffect.

- 2p **24** Leg dit uit. Laat hierbij de manier waarop waterstof wordt geproduceerd buiten beschouwing.

Stel je de volgende opzet voor:

- De waterstof die de fabriek nodig heeft, wordt geproduceerd door de elektrolyse van water.
- De elektriciteit die daarvoor nodig is, wordt opgewekt in een gasgestookte elektriciteitscentrale.
- Als gas kan daarbij worden gekozen voor aardgas of voor biogas afkomstig uit plantaardig afval uit de landbouw.

- 3p **25** Beredeneer, gelet op de hoeveelheid koolstofdioxide die netto wordt geproduceerd bij de waterstofproductie, welk soort gas (aardgas of biogas) de voorkeur verdient. Ga er hierbij vanuit dat zowel aardgas als biogas volledig uit methaan bestaan.

De maximale molariteit van de mierenzuuroplossing die in het onderzoek is bereikt, bedraagt 1,7 M. De afstand die met een tank mierenzuuroplossing zou kunnen worden gereden, is niet groot.

- 3p **26** Bereken hoeveel km een auto kan rijden op 50 L 1,7 M mierenzuuroplossing. Ga ervan uit dat alle mierenzuur wordt omgezet tot waterstof en dat 115 km kan worden gereden per kg waterstof.