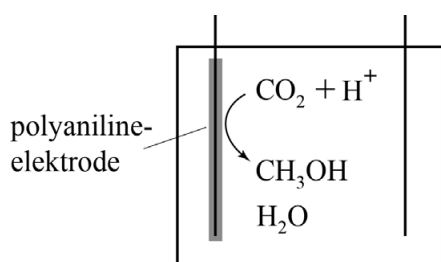


Alcoholen uit CO₂

De stijging van het CO₂-gehalte in de atmosfeer heeft geleid tot onderzoek naar het gebruik van CO₂ als grondstof voor brandstoffen. Zo is bijvoorbeeld de elektrochemische omzetting van CO₂ tot methanol onderzocht. Hierbij is gebruikgemaakt van een elektrochemische cel zoals is weergegeven in figuur 1.

figuur 1



- 3p 5 Geef met behulp van figuur 1 de vergelijking van de halfreactie waarbij CO₂ wordt omgezet tot methanol.

De totaalvergelijking van de reactie in de elektrochemische cel is hieronder weergegeven.



- 3p 6 Bereken de reactiewarmte van de totaalreactie per mol methanol.

De elektrode die in het onderzoek is gebruikt, was bedekt met een laagje polyaniline. Hiervoor is gekozen omdat door de polyaniline niet alleen elektrische energie maar ook lichtenergie kan worden overgedragen bij elektrochemische reacties. Het rendement van de omzetting van CO₂ tot methanol nam inderdaad sterk toe wanneer de elektrode werd belicht met een felle lamp. Men heeft de stroomsterkte tijdens de omzetting onderzocht, waarbij de volgende omstandigheden werden gekozen:

- De oplossing bevatte geen CO₂ (blanco) of was juist verzadigd met CO₂.
- De cel werd verlicht of verduisterd.

- 3p 7 Bereken de pH van een verzadigde oplossing van CO₂ in water.
- Ga er hierbij van uit dat CO₂ zich gedraagt als een eenwaardig zuur.
 - De maximale oplosbaarheid van CO₂ bedraagt $5,31 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$.

Voorafgaand aan de experimenten werd met een buffer de waarde van de pH ingesteld op 4 ofwel op 7.

De resultaten van de metingen zijn in de tabel weergegeven. De waarden in de tabel zijn de gemeten stroomsterktes in μA .

tabel

	blanco		verzadigd met CO_2	
	donker	licht	donker	licht
pH = 4	7	34	12	67
pH = 7	2	6	8	15

Uit de blanco metingen blijkt dat er ook stroom loopt als er geen CO_2 aanwezig is. De stoffen uit de gebruikte buffer kunnen niet als oxidator optreden, en verklaren dus ook niet de stroom die er loopt.

Op grond van de resultaten formuleerden de onderzoekers twee conclusies:

- 1 Aan de polyaniline elektrode verloopt ook de halfreactie $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$.
- 2 De halfreactie $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ wordt ook versneld door de polyaniline elektrode.

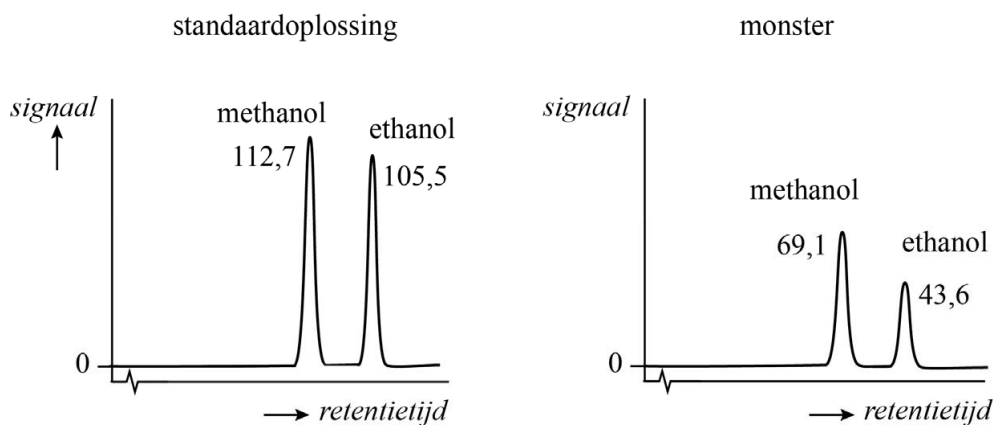
- 3p **8** Geef met behulp van de tabel een onderbouwend argument voor elk van beide conclusies.

Uit onderzoek met gaschromatografie bleek dat er behalve methanol ook een aanzienlijke hoeveelheid ethanol aan de polyaniline elektrode wordt gevormd. In het onderzoek werd de ontstane molverhouding tussen ethanol en methanol bepaald.

Aangezien de detector een verschillende gevoeligheid kent voor ethanol en methanol werd eerst een chromatogram gemaakt met een standaardoplossing. Deze standaardoplossing bevatte ethanol en methanol in de molverhouding 1 : 1.

In figuur 2 zijn het chromatogram van de standaardoplossing en dat van een monster weergegeven. Naast elke piek is het relatieve piekoppervlak genoteerd.

figuur 2



- 3p **9** Leg uit met behulp van figuur 2 of in deze bepalingen de stationaire fase meer of minder polair was dan de mobiele fase.
- 2p **10** Bereken met behulp van figuur 2 de molverhouding tussen methanol en ethanol in het monster.
Geef de verhouding weer als: methanol : ethanol = ... : 1,0.