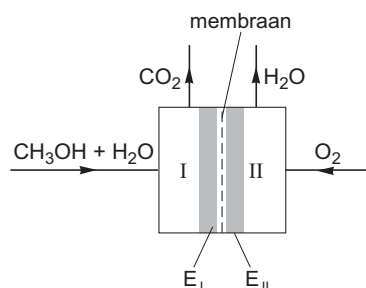


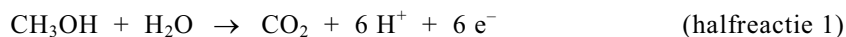
Ky-auto

Personenauto's die op benzine rijden, produceren koolstofdioxide. In december 1997 is in Kyoto (Japan) afgesproken dat in 2012 de hoeveelheid koolstofdioxide per gereden km gemiddeld met minstens 40% moet zijn teruggebracht. Daarom doet de auto-industrie uitgebreide research om de uitstoot van koolstofdioxide te verlagen. Eén van de onderzoeken richt zich op een auto uitgerust met een elektromotor. De elektrische stroom voor de elektromotor wordt geleverd door een zogenoemde directe methanol-brandstofcel. In figuur 1 is de directe methanol-brandstofcel schematisch weergegeven. In het vervolg van deze opgave duiden we zo'n cel kortheidshalve aan met brandstofcel.

figuur 1



In compartiment I van de brandstofcel wordt een mengsel van methanol en water geleid. In compartiment II wordt zuurstof (lucht) geleid. Aan de poreuze platina-elektroden (E_I en E_{II}) treden de volgende halfreacties op:

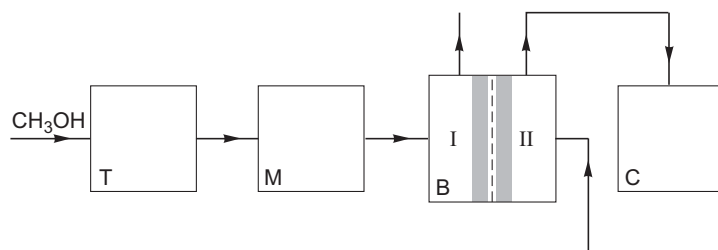


Tussen de poreuze elektroden bevindt zich een membraan dat alleen H^+ ionen doorlaat. Koolstofdioxide en waterdamp worden uit de brandstofcel afgevoerd.

- 2p 1 Leg uit of de elektrode waaraan zuurstof reageert de positieve of de negatieve elektrode van de brandstofcel is.

Een auto die is uitgerust met deze brandstofcel hoeft alleen methanol te tanken. Het water dat voor halfreactie 1 nodig is, wordt geleverd door halfreactie 2. In figuur 2 is de werking van de brandstofcel in een auto schematisch weergegeven. Het grootste deel van de stofstromen ontbreekt.

figuur 2



Tijdens het rijden wordt voortdurend uit de tank (T) methanol naar een mixtank (M) gepompt. Naar deze mixtank wordt ook een deel van het water geleid dat bij halfreactie 2 ontstaat. Uit de mixtank gaat het water-methanol mengsel naar compartiment I van de brandstofcel (B). Een deel van de methanol en een deel van het water worden hier omgezet (halfreactie 1). De ontstane koolstofdioxide verdwijnt uit de brandstofcel. De niet omgezette methanol en het niet omgezette water worden teruggeleid naar de mixtank.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2004-II

In compartiment II wordt lucht geleid. Zuurstof uit deze lucht reageert met H^+ ionen tot waterdamp (halfreactie 2). De waterdamp wordt samen met de overgebleven lucht (omdat daar minder zuurstof in zit wordt de overgebleven lucht in de verdere opgave restlucht genoemd) door een condensor (C) geleid. In de condensor condenseert de waterdamp. De restlucht verdwijnt uit de condensor. Omdat in de condensor meer water condenseert dan voor halfreactie 1 nodig is, wordt niet al het water naar de mixtank geleid. Een deel wordt afgevoerd.

- 3p **2** Leid aan de hand van de gegeven halfreacties af hoeveel procent van het in compartiment II gevormde water naar de mixtank moet worden geleid.

Op de bijlage is het schema met de vier blokken T, M, B en C (figuur 2) nogmaals weergegeven. De nummers 3 en 5 die staan bij de stofstromen tussen de tank T en de mixtank M en tussen de mixtank M en de brandstofcel B staan voor respectievelijk methanol en water. Bij de overige getekende stofstromen staat geen nummer, en er ontbreekt een aantal stofstromen.

- 5p **3** Maak het schema op de bijlage af door het plaatsen van lijnen met pijlen. Zet bij de reeds getekende lijnen én bij de zelf getekende lijnen, de bijbehorende stof of het bijbehorende mengsel. Doe dit met behulp van de nummers 1 t/m 6:

1 = *koolstofdioxide*;

2 = *lucht*;

3 = *methanol*;

4 = *restlucht*;

5 = *water*;

6 = *waterdamp*.

Houd rekening met het feit dat er meerdere nummers bij één lijn kunnen staan en dat nummers meerdere malen kunnen worden gebruikt.

Een personenauto, uitgerust met een brandstofcel en een elektromotor, gaat waarschijnlijk evenveel kilometers op 1,0 L methanol rijden, als een vergelijkbare benzineauto op 1,0 L benzine.

Op pagina 2 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort, staat het zogenoemde brandstofetiket afgebeeld van een Nissan Primera, bouwjaar 2003. Een dergelijk etiket zit sinds 2001 op elke nieuwe auto. Volgens de dealer zijn de prestaties van deze auto wat betreft benzineverbruik en koolstofdioxide-uitstoot sinds 1997 vrijwel niet veranderd. Mede met behulp van gegevens uit het informatieboekje kan worden nagegaan of de uitstoot van koolstofdioxide per gereden kilometer gemiddeld minstens 40% minder is wanneer zo'n personenauto wordt uitgerust met deze brandstofcel en een elektromotor.

- 3p **4** Bereken hoeveel gram koolstofdioxide ontstaat wanneer 1,0 L vloeibare methanol volledig wordt verbrand (293 K).

- 4p **5** Ga na of de Nissan Primera van het brandstofetiket de in Kyoto gemaakte afspraak haalt (gemiddeld minstens 40% minder uitstoot van koolstofdioxide per gereden kilometer) wanneer hij wordt uitgerust met een directe methanol-brandstofcel en elektromotor.

Op een internetsite over de mogelijkheden van dit nieuwe type auto staat de volgende uitspraak: „Als de methanol waarop deze auto rijdt, uit biomassa (suikerriet, gft-afval, houtsoorten, enz.) wordt bereid, dan rijdt de auto CO_2 neutraal.”

- 2p **6** Leg uit wat met deze uitspraak wordt bedoeld.

■ Ky-auto

<h2>Energie</h2> <p>Fabrikant</p> <p>Model</p> <p>Brandstof</p>	<h2>Personenauto</h2>  <p>Primera III Sedan 2.0</p> <p>Benzine</p>
<h2>Brandstofverbruik</h2> <p>gemeten volgens de test van de typegoedkeuring.</p>	<h1>8,7</h1> liter / 100 km = 1 liter op 11,5 km
<h2>Zuinig</h2>  <p>Onzuinig</p>	
<h2>CO₂-uitstoot</h2> <p>CO₂ is het broeikasgas dat bij de wereldwijde klimaatverandering de belangrijkste rol speelt.</p> <p>Jaar van toepassing</p> <p>Een gids betreffende het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot met gegevens voor alle nieuwe modellen personenauto's is gratis te verkrijgen in elk verkooppunt.</p> <p>Naast de brandstofefficiëntie van een auto zijn ook het rijgedrag en andere, niet-technische factoren bepalend voor het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot van een auto.</p> <p><small>Richtlijn 1999/94/EG: Etikettering personenauto's RDC-deelnemer 4175 Volgnummer 128</small></p>	<h1>208</h1> gram / km <p>2003</p> <p>VIN SJNBCAP12U0049493</p>