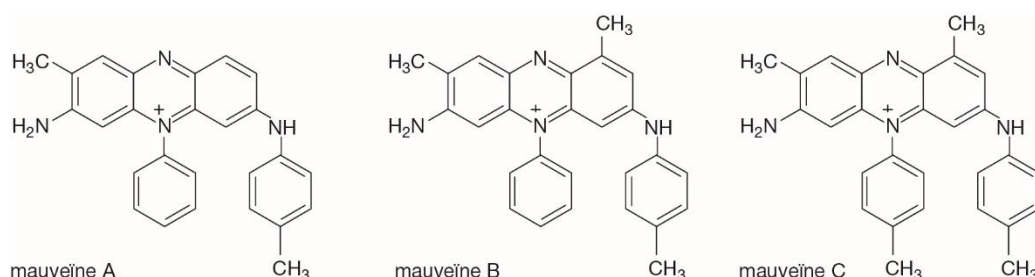


# Oefenopgaven tot en met H9

## Mauveïne (2018-2)

In 1994 onderzocht men de samenstelling van de paarse kleurstof uit verschillende historische textielmonsters. De kleurstof bleek een mengsel te zijn van verwante verbindingen, waaronder mauveïne A, B en C.

Hieronder zijn de structuurformules van de organische beginstoffen weergegeven..



Bij nader onderzoek naar de structuur van de moleculen bleek dat mauveïne A in twee vormen voorkomt. Deze vormen kunnen worden opgevat als een *cis*- en een *trans*-isomeer.

Op de uitwerkbijlage is de Lewisstructuur gegeven van mauveïne A en de onvolledige Lewisstructuur van een andere grensstructuur. In deze grensstructuur is de positieve lading verplaatst naar een ander N atoom. In het molecuul is dan ook een andere C=N binding aanwezig.

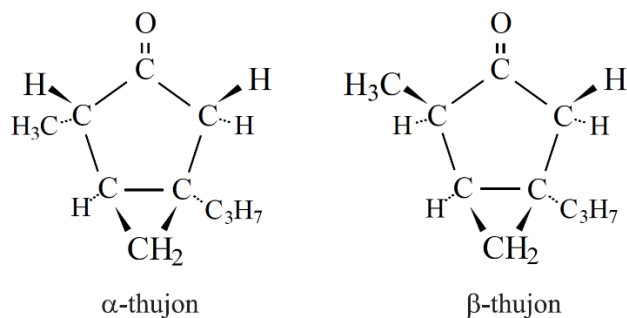
Met behulp van deze grensstructuur kan het bestaan van *cis-trans*-isomerie in mauveïne A worden verklaard.

- 1 Maak op de uitwerkbijlage de onvolledige Lewisstructuur compleet met elektronenparen en formele lading(en).
- 2 Geef een verklaring dat bij mauveïne A *cis-trans*-isomerie mogelijk is.

## Absint (2009-2)

Absint is een sterk alcoholisch extract van diverse kruiden, waaronder alsem (*Artemisia absinthium*). De drank kreeg een slechte naam, doordat sommige drinkers tekenen van waanzin gingen vertonen of blind werden. Daarom is absint in veel landen lange tijd verboden geweest. De genoemde gezondheidseffecten worden niet alleen veroorzaakt door het hoge alcoholgehalte. Rond 1900 werd ontdekt dat in absint ook de verbinding thujon voorkomt. In experimenten met proefdieren bleek deze stof schadelijke werkingen te hebben.

In de natuur komen twee soorten thujon voor:  $\alpha$ -thujon en  $\beta$ -thujon. Hieronder staan de ruimtelijke structuurformules van  $\alpha$ -thujon en  $\beta$ -thujon.



De bindingen die zijn getekend met – liggen in het vlak van tekening, de bindingen die zijn getekend met  $\blacktriangleright$  komen uit het vlak van tekening naar voren en de bindingen die zijn getekend met  $\cdots$  liggen achter het vlak van tekening. Met de groep  $C_3H_7$  wordt de isopropylgroep bedoeld:  $CH_3-CH-CH_3$ .

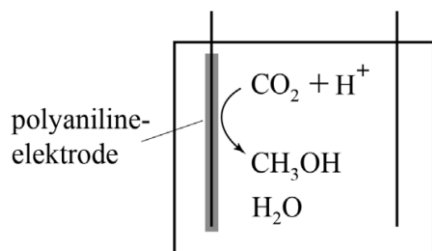
$\alpha$ -Thujon is een stereo-isomeer van  $\beta$ -thujon.

- 1 Leg aan de hand van de structuurformules uit of een molecuul  $\alpha$ -thujon het spiegelbeeld is van een molecuul  $\beta$ -thujon.
- 2 Leg aan de hand van de structuurformules uit of  $\alpha$ -thujon en  $\beta$ -thujon *cis-trans*-isomeren zijn. Uit onderzoek is gebleken dat tijdens de stofwisseling van  $\alpha$ -thujon en  $\beta$ -thujon een zogenoemde hydroxylering plaatsvindt. Bij hydroxylering worden één of meer OH groepen in het molecuul ingebouwd. Hydroxylering van thujon kan onder andere plaatsvinden aan de isopropylgroep. Hierbij wordt de  $C_3H_7$  groep omgezet tot een  $C_3H_6OH$  groep. Deze omzetting kan worden opgevat als een redoxreactie.
- 3 Geef de vergelijking van de halfreactie voor deze hydroxylering van thujon. In deze vergelijking komen onder andere  $H_2O$  en  $H^+$  voor. Noteer in deze vergelijking thujon als  $R - C_3H_7$  en het reactieproduct als  $R - C_3H_6OH$ .

## Alcoholen uit $CO_2$ (2022-3)

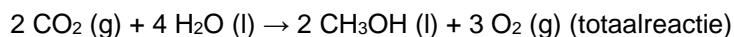
De stijging van het  $CO_2$ -gehalte in de atmosfeer heeft geleid tot onderzoek naar het gebruik van  $CO_2$  als grondstof voor brandstoffen. Zo is bijvoorbeeld de elektrochemische omzetting van  $CO_2$  tot methanol onderzocht. Hierbij is gebruikgemaakt van een elektrochemische cel zoals is weergegeven in figuur 1.

figuur 1



- 1 Geef met behulp van figuur 1 de vergelijking van de halfreactie waarbij  $CO_2$  wordt omgezet tot methanol.

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



- 2 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  $CO_2$  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  $CO_2$  (blanco) of was juist verzadigd met  $CO_2$ .
- De cel werd verlicht of verduisterd.

- 3 Bereken de pH van een verzadigde oplossing van  $CO_2$  in water.
  - Ga er hierbij van uit dat  $CO_2$  zich gedraagt als een eenwaardig zuur.
  - De maximale oplosbaarheid van  $CO_2$  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  $\mu\text{A}$ .

**tabel**

	blanco		verzadigd met $\text{CO}_2$	
	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  $\text{CO}_2$  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.

- 4 Geef met behulp van de tabel een onderbouwend argument voor elk van beide conclusies.

## Fles wijn (2002-1-oude stijl)

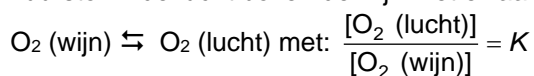
Wijn bevat alcohol (ethanol,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) die ontstaan is door vergisting van glucose.

- 1 Geef de vergelijking voor de vergisting van glucose in molecuulformules.

Door de aanwezigheid van opgeloste zuren heeft wijn een pH die tussen 2,9 en 3,9 ligt. In een aangebroken fles wijn wordt dikwijls in de loop van enkele dagen een deel van de alcohol door reactie met zuurstof omgezet tot azijnzuur. De aanwezigheid van azijnzuur in wijn zorgt voor een onaangename smaak. De vorming van azijnzuur in wijn zorgt nauwelijks voor een verlaging van de pH. Dit komt doordat wijn een bufferende werking heeft. De bufferende werking van wijn wordt voor een groot deel veroorzaakt door een zuur HZ met  $K_z = 1,0 \cdot 10^{-3}$ . In wijn is van dit zuur een groot deel omgezet tot de geconjugeerde base.

- 2 Bereken hoeveel procent van dit zuur is omgezet tot de geconjugeerde base als de wijn een pH waarde van 3,2 heeft.

Bij een geopende fles wijn duurt het enkele uren voordat de zuurstof die in de wijn oplost en de zuurstof in de lucht boven de wijn met elkaar in evenwicht zijn. Vanaf dat moment geldt:

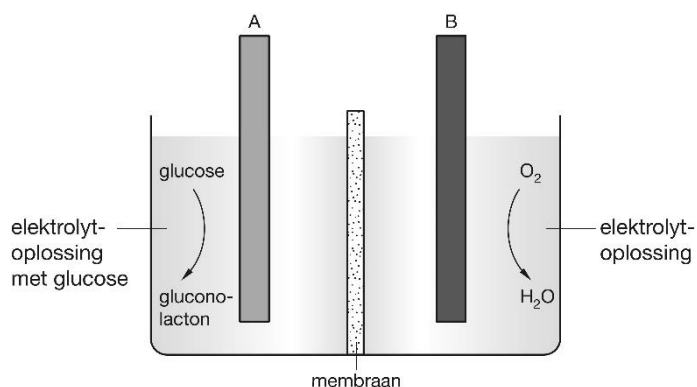


Bij  $20^\circ\text{C}$  geldt voor de waarde van de evenwichtsconstante  $K = 29$ .

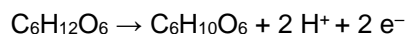
Een fles wijn met een inhoud van 720 mL wordt ontkurkt. Op dat moment bevat de wijn nog geen opgeloste zuurstof. Er wordt wijn uitgeschonken, in de fles blijft 360 mL wijn achter. De fles wordt niet afgesloten.

- 3 Bereken het aantal mg zuurstof dat na enkele uren, als het evenwicht zich heeft ingesteld, aanwezig is in de 360 mL wijn in de fles. Het molair volume van een gas is bij de heersende temperatuur ( $20^\circ\text{C}$ ) en druk (1,0 bar)  $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ . Lucht bevat 21 volumeprocent zuurstof.





De batterij bevat twee koolstofelektroden (A en B) die elk zijn bedekt met een laagje van een verschillend enzym. De elektroderuimtes worden gescheiden door een membraan. Aan elektrode A wordt glucose omgezet tot gluconolacton ( $C_6H_{10}O_6$ ) volgens de halfreactie:



- Is elektrode A de positieve of de negatieve pool van de suikerbatterij? Motiveer je antwoord.  
Bij elektrode B wordt zuurstof omgezet tot water. Bij deze omzetting reageren ook  $H^+$ -ionen. De vergelijking van de halfreactie van zuurstof die plaatsvindt bij elektrode B staat in Binas-tabel 48.
- Leid met behulp van de vergelijking van de halfreactie van zuurstof en de vergelijking van de halfreactie bij elektrode A, de vergelijking af van de totale redoxreactie die plaatsvindt in de suikerbatterij.  
De  $H^+$  ionen kunnen zich door het membraan verplaatsen.
- Leg uit of de  $H^+$ -ionen zich van elektrode A naar elektrode B verplaatsen of van elektrode B naar elektrode A.  
Het prototype van de suikerbatterij heeft de vorm van een kubus met een ribbe van 4 cm. De elektroderuimte van elektrode A wordt gevuld met 20 mL 0,40 M glucose-oplossing. De suikerbatterij kan worden gebruikt om een mp3-speler te voorzien van elektrische stroom. De mp3-speler werkt op een stroomsterkte van 61 mA.
- Bereken hoeveel uur de mp3-speler kan spelen op de glucose die aanwezig is in 20 mL 0,40 M glucose-oplossing. Neem aan dat alle glucose wordt omgezet. Gegeven:  $1 A = 1 C s^{-1}$ . Maak gebruik van Binas tabel 7.

uitwerkbijlage
----------------

Naam & klas \_\_\_\_\_

1

mauveïne A

