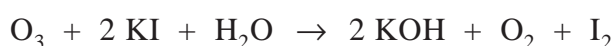


## Ozon meten

Mourad en Cathelijne maken hun profielwerkstuk over ozon. Op internet vinden ze een historische methode om ozongehaltes in lucht te meten waarbij zogenaamde Schönbeinpapiertjes worden gebruikt.

Schönbeinpapiertjes zijn strookjes papier, bevochtigd met een KI oplossing waaraan stijfsel is toegevoegd. De papiertjes worden daarna gedroogd in een ozonvrije ruimte en in een afgesloten plastic zakje bewaard.

Tijdens een ozonmeting is een papiertje voortdurend in contact met de lucht waarvan het ozongehalte bepaald moet worden. In de optredende reactie zet ozon, samen met vocht uit de lucht, jodide om tot jood:

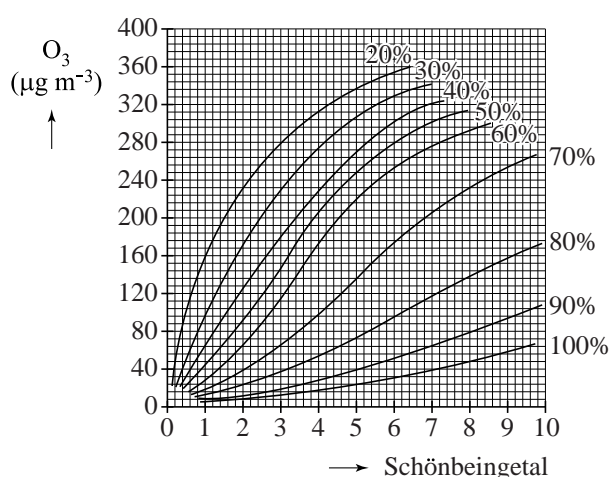


Het papiertje krijgt daardoor een bruinviolette kleur.

Metingen met Schönbeinpapiertjes duren acht uur. Daarna wordt de kleur van het papiertje vergeleken met een bijbehorend kleurenkaartje waarop het zogenaamde Schönbeingetal is af te lezen. Om vervolgens het ozongehalte te bepalen, moet de luchtvochtigheid tijdens de meting bekend zijn.

In een diagram met ijkcurven (zie hieronder) voor verschillende luchtvochtigheden (in %) bij kamertemperatuur kan bij elk Schönbeingetal het ozongehalte (in  $\mu\text{g m}^{-3}$ ;  $1 \mu\text{g} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ ) worden afgelezen. De methode geeft een redelijke indicatie van het gemiddelde ozongehalte.

### diagram met ijkcurven



Mourad en Cathelijne doen een ozonmeting met een Schönbeinpapiertje in de fotokopieerruimte van de school. Bij het maken van fotokopieën ontstaat namelijk ozon. Na 8 uur stellen zij met behulp van het kleurenkaartje een Schönbeingetal van 4,5 vast. De luchtvochtigheid in de ruimte was 45% en er heerste kamertemperatuur.

- 2p **10** Leg uit of de MAC-waarde voor ozon ( $0,12 \text{ mg m}^{-3}$ ) in de fotokopieerruimte is overschreden.  
Ga ervan uit dat de ozon gelijkmatig over de ruimte is verdeeld.

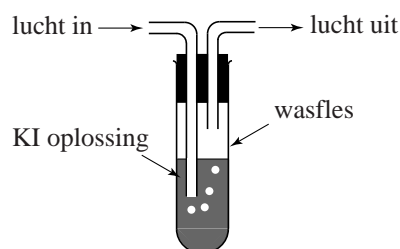
Op Malta is door monniken tussen 1884 en 1900 elke dag het ozongehalte in de lucht gemeten. Ze gebruikten daarbij geen Schönbeinpapiertjes maar zogenoemde Lenderpapiertjes. Die papiertjes werden op vergelijkbare wijze gemaakt als de Schönbeinpapiertjes, maar de getallen liepen van 0 – 14 in plaats van van 0 – 10. De gegevens over deze ozonmetingen zijn enige tijd geleden teruggevonden: een lijst met Lendergetallen zonder correctie voor de luchtvochtigheid. De monniken hadden wel uitgebreide gegevens genoteerd over het weer tijdens de metingen (temperatuur, windkracht, windrichting, luchtvochtigheid). Medewerkers van de Universiteit van Malta hebben uit de genoteerde Lendergetallen ozongehaltes afgeleid. Omdat de bijbehorende kleurenkaartjes niet meer beschikbaar waren, hebben ze de Lendergetallen omgezet naar Schönbeingetallen. Dat was mogelijk omdat in Wenen van 1853 – 1873 dagelijks ozonmetingen met Schönbeinpapiertjes zijn verricht en van 1872 – 1920 dagelijks metingen met Lenderpapiertjes.

- 2p **11** Leg uit hoe je uit de Lendergetallen ozongehaltes (in  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) kunt afleiden.

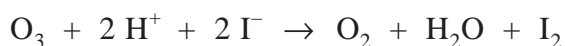
Mourad en Cathelijne zoeken een snellere manier voor ozonmetingen. Ze vinden op internet een meetopstelling die met eenvoudige onderdelen zelf kan worden gebouwd.

Met een aquariumpompje wordt lucht door een aangezuurde KI oplossing in een wasfles geleid.

### meetopstelling



De in de lucht aanwezige ozon zet een deel van het jodide om tot jood volgens:



De pH moet tijdens de proef niet te laag zijn. Bij lage pH kan namelijk een nevenreactie optreden. Daarbij zet een andere stof in de lucht jodide om tot jood.

- 2p **12** Geef de naam van die stof en leg met behulp van Binas-tabel 48 uit dat die stof bij lage pH jodide kan omzetten tot jood.

Bij pH = 5 treedt de nevenreactie niet op. Om de pH op ongeveer 5 te houden, wordt een buffer toegevoegd aan de KI oplossing. De leerlingen maken de buffer zelf. Zij beschikken over 1,0 M ethaanzuuroplossing en 0,50 M natriumethanoaatoplossing.

- 4p **13** Bereken in welke verhouding deze oplossingen bij elkaar moeten worden gevoegd om een buffer met pH = 5,00 te verkrijgen.

Noteer je antwoord als:  $\frac{\text{mL ethaanzuuroplossing}}{\text{mL natriumethanoaatoplossing}} = \frac{1,0}{\dots}$

Nadat enige tijd lucht is doorgeleid, wordt aan de KI oplossing stijfjel toegevoegd waardoor een bruinviolette kleur ontstaat. Vervolgens wordt in een colorimeter de extinctie ( $E$ ) van de oplossing gemeten. Met een aantal standaardoplossingen van jood en stijfjel is het volgende verband tussen de extinctie en de joodconcentratie van de oplossingen bepaald:

$$E = -0,016 + 1,60 \cdot 10^5 \times [I_2]$$

Mourad en Cathelijne gaan met bovenbeschreven meetopstelling het ozongehalte van de lucht in het scheikundelokaal bepalen. Ze leiden gedurende 30 minuten lucht door 5,0 mL KI oplossing waaraan 1,0 mL van de bufferoplossing is toegevoegd. Per minuut werd 250 cm<sup>3</sup> lucht doorgeleid. Daarna voegen ze 1,0 mL stijfjeloplossing toe. Uiteindelijk vullen ze de oplossing met water aan tot 10,0 mL. De extinctie bedraagt 0,210.

- 5p **14** Bereken met bovenstaande gegevens het ozongehalte van de lucht in  $\mu\text{g m}^{-3}$  in het scheikundelokaal. Neem aan dat ozon de enige stof is die met jodide reageert.

Mourad en Cathelijne bespreken in hun verslag de mogelijke invloed van  $\text{SO}_2$  op hun metingen.

Als  $\text{SO}_2$  in de lucht aanwezig is, wordt het in de wasfles omgezet tot  $\text{SO}_4^{2-}$ . Die reactie beïnvloedt de hoeveelheid jood die uiteindelijk in de wasfles ontstaat.

$\text{SO}_2$  kan uit de lucht worden verwijderd door deze eerst door een aangezuurde waterstofperoxide-oplossing te leiden. Daarna wordt de lucht (zonder  $\text{SO}_2$ ) door de wasfles met de KI oplossing geleid.

- 3p **15** Geef de vergelijkingen van de twee halfreacties en leid daarmee de totale reactievergelijking af van de reactie tussen  $\text{SO}_2$  en een aangezuurde waterstofperoxide-oplossing.
- 2p **16** Leg uit of het berekende ozongehalte te hoog of te laag uitvalt als je de in lucht aanwezige  $\text{SO}_2$  vooraf niet verwijdert.