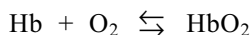


Koolstofmono-oxide

Het transport van zuurstof in het menselijk lichaam, vanuit de longen naar de weefsels, wordt verzorgd door hemoglobine. Hemoglobine is een eiwit dat in rode bloedcellen voorkomt. In deze opgave wordt hemoglobine weergegeven met Hb en hemoglobine dat zuurstof gebonden heeft met HbO₂. De zuurstofopname door hemoglobine in de longen en de zuurstofafgifte in de weefsels kunnen met behulp van het volgende evenwicht worden beschreven:



Het percentage van de hemoglobine dat zuurstof aan zich gebonden heeft, hangt af van de concentratie van O₂.

- 2p 1 Leg met behulp van een evenwichtsbeschouwing uit of de [O₂] in de weefsels groter of kleiner is dan in de rode bloedcellen.

Ook koolstofmono-oxide bindt zich, en zelfs beter dan zuurstof, aan hemoglobine. Het vermindert daardoor onder meer het zuurstoftransport. Blootstelling aan koolstofmono-oxide kan, afhankelijk van de concentratie in de ingeademde lucht en de duur van het contact, leiden tot suffigheid, hoofdpijn, bewusteloosheid en zelfs tot de dood. De competitie tussen koolstofmono-oxide en zuurstof om zich te binden aan hemoglobine kan worden weergegeven met de volgende betrekking:

$$\frac{\text{aantal mol HbCO}}{\text{aantal mol HbO}_2} = M \frac{p_{\text{CO}}}{p_{\text{O}_2}}$$

In deze betrekking

- is HbCO hemoglobine dat koolstofmono-oxide gebonden heeft;
- stellen p_{CO} en p_{O_2} de partiële drukken voor van koolstofmono-oxide en zuurstof in de ingeademde lucht;
- is M de zogenoemde relatieve bindingsaffiniteit voor koolstofmono-oxide; voor de mens ligt M tussen 210 en 245.

Met behulp van deze betrekking kan worden berekend bij welk volumepercentage van koolstofmono-oxide in lucht evenveel hemoglobine is bezet met koolstofmono-oxide als met zuurstof.

- 3p 2 Bereken dit volumepercentage koolstofmono-oxide in lucht. Gebruik bij deze berekening de volgende gegevens:
- het zuurstofgehalte van lucht is 21 volumepercent;
 - $M = 220$;
 - de partiële druk van een gas in een gasmengsel is recht evenredig met het volumepercentage van dat gas.

Doordat koolstofmono-oxide reuk-, kleur- en smaakloos is, is het moeilijk waarneembaar. Daarom zijn er koolstofmono-oxide detectoren ontwikkeld.

Het artikel dat is afgedrukt op het informatieblad dat bij dit examen is verstrekt, gaat over een detector die bijvoorbeeld gebruikt kan worden in de buurt van een keukengeiser.

- 2p 3 Leg uit onder welke omstandigheden in een keukengeiser koolstofmono-oxide kan ontstaan.

Eindexamen scheikunde 1-2 vwo 2002-II

In regel 14 van het artikel wordt de term katalysatorsysteem gebruikt voor de functie die de combinatie van palladium(II)chloridedihydraat met koper(II)chloridedihydraat heeft.

- 2p **4** Leg uit dat de aanduiding katalysator voor de combinatie palladium(II)chloridedihydraat en koper(II)chloridedihydraat juist is.
- 2p **5** Geef de vergelijking van de reactie die door toedoen van dit katalysatorsysteem wordt versneld.

In het ontwerp van de detector is rekening gehouden met een (licht) verlies van water, bijvoorbeeld door verdamping, en van waterstofchloride doordat het als gas ontwijkt. Door een bepaalde voorziening worden deze mogelijke verliezen gecompenseerd.

- 1p **6** Geef de eerste twee en de laatste twee woorden van de zin waarin deze voorziening in het artikel staat genoemd.
- 1p **7** Geef de namen van de twee stoffen op de badge waaruit waterstofchloride gevormd kan worden.

In het artikel wordt niet gesproken over de snelheden van de drie reacties. Bij het ontwerpen van deze detector zullen deze reactiesnelheden zeker een rol hebben gespeeld. Eén van de reacties dient langzaam te verlopen.

- 2p **8** Leg uit welke reactie dat is.

artikel

Een snelle controle

Er is een CO-detector in de vorm van een plastic badge in de handel. Deze kan in de buurt van een potentiële CO-bron op een muur worden bevestigd.

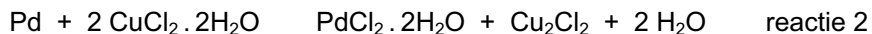
Op een klein gedeelte van de badge zijn oranje kristallen aangebracht die zwart worden wanneer ze in contact komen met CO. Zelfs een geringe kleurverandering kan worden waargenomen door de kleur van de kristallen te vergelijken met de oranje ring die rondom de kristallen ligt. De chemie die aan deze kleurverandering ten grondslag ligt, is de Wacker-reactie. Het actieve gedeelte van de detector bevat een mengsel van palladium(II)chloridedihydraat en koper(II)chloridedihydraat als katalysatorsysteem.

De kleurverandering is het gevolg van de reductie van palladium(II) tot het metaal palladium. De reactie is reversibel¹, de reactiestappen zijn hieronder weergegeven.

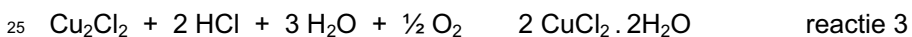
Reductie (treedt op in aanwezigheid van CO); CO reageert met palladium(II)chloridedihydraat waarbij koolstofdioxide ontstaat en Pd(II) tot Pd(0) wordt gereduceerd:



Oxidatieve regeneratie; eerst wordt het metaal palladium geoxideerd tot Pd(II) door koper(II)chloride dat zelf wordt gereduceerd tot koper(I)chloride:



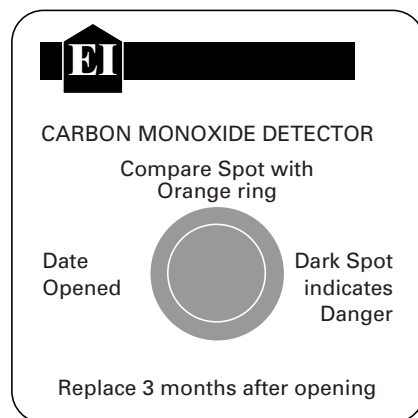
waarna koper(I)chloride wordt geoxideerd tot koper(II)chloride door zuurstof uit de lucht:



Zoals te zien is in bovenstaande reacties is de aanwezigheid en het vasthouden van zowel water als waterstofchloride van essentieel belang voor een goede, reversibele¹ werking van de detector. Dit wordt bereikt door de actieve kristallen op te nemen in hydrofiële silicagel en door een hygroscopische², chloride-bevattende stof als calciumchloride en een sterk zuur als silicomolybdeen zuur ($\text{H}_8[\text{Si}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6] \cdot 28\text{H}_2\text{O}$) toe te voegen aan het systeem.

Deze detectoren zijn goedkoop, ze hebben echter hun beperkingen. Andere gassen dan CO zoals ammoniak en 'haarlaskgassen' kunnen vals alarm veroorzaken. Tevens worden de kristallen geleidelijk donkerder wanneer ze met lucht in contact staan, zelfs wanneer daarin geen CO voorkomt. Daarom dienen de badges om de drie maanden te worden vervangen. Toch maken ze een bruikbare en snelle controle op de aanwezigheid van CO mogelijk.

naar: *Chemistry in Britain*



noot 1 reversibel betekent omkeerbaar

noot 2 hygroscopisch betekent wateraantrekkelijk