

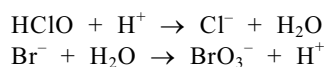
## ■ Broom in het bad

*Deze opgave gaat over het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago' dat gedeeltelijk is afgedrukt in het informatieboekje dat bij dit examen is verstrekt. Lees dit artikel en maak vervolgens de vragen van deze opgave.*

Het werkzame bestanddeel van het desinfectiemiddel chloorbleekloog is onderchlorigzuur, een zwak zuur met de formule HClO. Om de vorming van bromaat te verklaren, veronderstelt een leerlinge, Jos, dat het bromaat ontstaat doordat onderchlorigzuur in een evenwichtsreactie reageert met bromide. De vergelijking voor deze evenwichtsreactie is:



In de reactie naar rechts van dit evenwicht treedt HClO als oxidator op. De vergelijkingen van de halfreacties voor de reactie naar rechts zijn hieronder gedeeltelijk weergegeven:



- 3p 8 □ Maak de vergelijkingen van beide halfreacties af door op de juiste plaats coëfficiënten en aantallen elektronen te zetten.

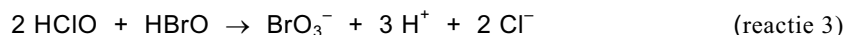
Behalve het artikel gebruikt Jos de brochure 'Broom in het bad', waarnaar in de literatuurlijst bij het artikel wordt verwezen. Daarin staat het volgende:

brochure

Voor de vorming van bromaat ( $\text{BrO}_3^-$ ) bij de chlorering van zeewater is een aantal reacties voorgesteld. De primaire stap is de vorming van onderbromigzuur (HBrO) volgens:



Bij hoge doses chloorbleekloog treedt de vorming van bromaat op volgens:

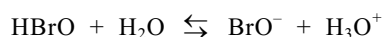


Bij chlorering verloopt de vorming van bromaat vanuit onderbromigzuur, dus bij lage pH. Hier zou een verhoging van de pH deze vormingsreactie onderdrukken. Of vermindering van de vorming van bromaat in de praktijk inderdaad optreedt, dient experimenteel te worden vastgesteld: de literatuur wijst niet uit of de voorgestelde reactie 3 inderdaad de juiste en enige route is voor de vorming van bromaat bij chlorering.

Hypobromiet ( $\text{BrO}^-$ ) is echter pas bij pH groter dan 9 de overheersende vorm. Dit is hoger dan de maximaal toegestane pH van het badwater. Wettelijk ligt de pH van zwemwater tussen 6,8 en 7,8. Ook bij pH = 7,8 is circa 90% van het broom in de vorm van onderbromigzuur aanwezig; de rest komt voor in de vorm van hypobromiet. De mogelijkheden om bij de behandeling van zwemwater de pH te variëren zijn dus beperkt.

*naar: 'Broom in het bad', Chemiewinkel RU Groningen*

Onderbromigzuur is een zwak zuur:



Met behulp van gegevens uit bovenstaand tekstfragment uit de brochure kan een waarde voor de  $K_z$  van onderbromigzuur worden berekend.

- 4p 9 □ Geef die berekening.

# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2004-II

Als de veronderstelling van Jos juist is dat de vorming van het bromaat via reactie 1 verloopt, komt zij tot een andere conclusie met betrekking tot de invloed van de pH op de vorming van bromaat dan de conclusie die in de brochure staat over de invloed van de pH.

- 3p **10**  Leg dit uit aan de hand van een evenwichtsbeschouwing aan reactie 1.

Na het lezen van de brochure weet Jos nog steeds niet hoe de vorming van het bromaat verloopt. Daarom besluit zij een onderzoek uit te voeren om meer inzicht te verkrijgen over de invloed van de pH op de vorming van bromaat.

- 3p **11**  Beschrijf hoe zij zo'n onderzoek kan uitvoeren.

De normen voor bromaat die in het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago' voor drinkwater en voor zwembadwater zijn genoemd, mogen worden opgevat als MAC-waarden. Het lijkt alsof de norm voor zwembadwater veel soepeler is dan de norm voor drinkwater. Toch is de hoeveelheid bromaat die een gebruiker van het kuurbad jaarlijks binnen mag krijgen aanzienlijk minder dan de hoeveelheid bromaat die men jaarlijks via het drinkwater binnen mag krijgen.

- 4p **12**  Bereken:

- hoeveel  $\mu\text{g}$  bromaat men jaarlijks maximaal via het drinkwater volgens de norm binnen mag krijgen;
- hoeveel  $\mu\text{g}$  bromaat een gebruiker van het kuurbad via het zwembadwater jaarlijks maximaal volgens de norm binnen mag krijgen.

Gebruik gegevens uit het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago'. Neem daarnaast aan dat men gemiddeld 2,0 L water per dag consumeert en dat het volume van een slok 25 mL is.

- 2p **13**  Leg uit waarom de bromaatnorm voor zwembadwater zo is gesteld dat de hoeveelheid bromaat die een gebruiker van het kuurbad via het zwembadwater jaarlijks binnen mag krijgen aanzienlijk kleiner is dan de hoeveelheid bromaat die men jaarlijks via het drinkwater binnen mag krijgen.

## ■ Broom in het bad

### **Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago**

Het zoutwaterbad van een kuurcentrum in de provincie Groningen bleek vrij hoge concentraties bromaat ( $760 \mu\text{g/L}$ ) te bevatten. Het zoute bronwater bevatte relatief veel - onschadelijk - bromide ( $28 \text{ mg/L}$ ) vergeleken met zoet oppervlaktewater of grondwater ( $0,1 - 1 \text{ mg/L}$ ). Bromaat komt echter van nature niet voor in het bronwater. Het bromaat komt dus in het water terecht, nadat het is opgepompt. Zoals in veel (zwem)baden vindt desinfectie plaats door toevoeging van chloorbleekloog. Dit reageert met het bromide, waarbij onder meer bromaat ontstaat. Factoren als zonlicht, zuurgraad en de concentratie chloorbleekloog spelen hierbij een belangrijke rol. Daarnaast blijkt chloorbleekloog zelf al een aanzienlijke hoeveelheid bromaat te bevatten.

In het zwembad kan opname van bromaat via de mond plaatsvinden. Opname via de huid of door inademing is te verwaarlozen. De huidige (tijdelijke) drinkwaternorm voor bromaat - uitgaande van een kankerrisiconorm van 1 op 100.000 - bedraagt  $5 \mu\text{g/L}$ . Op grond van de verwachte maximale opname door zwemmers heeft het RIVM de zwemwaternorm vastgesteld op  $120 \mu\text{g/L}$ .

De concentratie bromaat kan worden verlaagd door de vorming hiervan te voorkomen of door het gevormde bromaat te verwijderen. Verlaging van de concentratie chloorbleekloog of het gebruik van chloorbleekloog met minder bromaat is een mogelijkheid. Inmiddels wordt al minder chloorbleekloog toegevoegd.

Desinfectie zonder chloorbleekloog lijkt een veel betere manier. Ozonisering - soms toegepast voor zuivering van water in zwembaden - is voor desinfectie van bronwater geen goede methode. Veel perspectief biedt de desinfectie door middel van ultraviolet licht. Testen op laboratoriumschaal moeten aantonen of deze methode kan worden toegepast om het water in het kuurbad te desinfecteren. Een zegsman van de Dienst Zuiveringsbeheer benadrukt dat het probleem zich voordoet bij alle kuurbaden met bromidehoudend water. Er is geen reden om ongerust te zijn. „Bij het vaststellen van de norm is uitgegaan van het feit dat je 30 keer per jaar van het bad gebruik maakt en daarbij gemiddeld vier slokken water naar binnen krijgt. In de praktijk zal dat waarschijnlijk veel minder zijn. Bovendien is de gehanteerde risiconorm (1 op 1.000.000) een factor tien lager dan de huidige drinkwaternorm.”

*naar: Chemisch Weekblad*