

Tenzij anders vermeld, is er sprake van standaardomstandigheden:
 $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$.

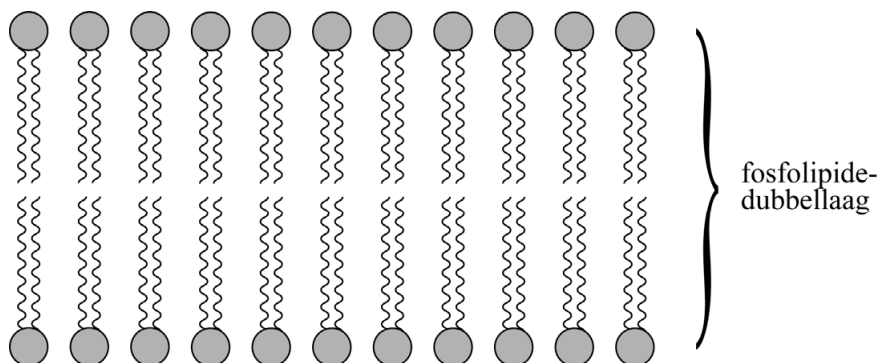
Bubbelbad

Een bubbelbad is een verwarmd zitbad voor meerdere personen. De watertemperatuur is meestal zo rond de 37°C . Het water in een bubbelbad moet vrij worden gehouden van micro-organismen zoals bacteriën en van zogeheten zwemmersvuil (bijvoorbeeld zweet, cosmetica). Oplossingen van onderchloorigzuur (HClO) en natriumhypochloriet (NaClO) zijn hiervoor effectieve middelen. Beide oplossingen bevatten een sterke oxidator die zwemmersvuil afbreekt. Het chlooratoom in HClO en ClO^- wordt 'actief chloor' genoemd, en kan worden beschouwd als een Cl^+ deeltje. Dit Cl^+ is een reactief deeltje.

- 2p 1 Geef de lewisstructuur van Cl^+ en leg uit dat Cl^+ een reactief deeltje is.

Een molecuul HClO kan het celmembraan van micro-organismen passeren en bacteriën doden. Een celmembraan kan worden voorgesteld als een dubbellaag van fosfolipide-deeltjes (figuur 1).

figuur 1



Het ClO^- -ion kan het celmembraan niet passeren.

- 2p 2 Leg uit dat het ClO^- -ion het celmembraan niet kan passeren. Maak eventueel gebruik van je informatieboek.

In een bubbelbad waarin HClO en ClO^- aanwezig zijn, treedt evenwicht 1 op.



$$\text{met } K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$$

Een bubbelbad heeft een gemiddelde temperatuur van 37°C .

De K_z -waarde van HClO bij die temperatuur is $6 \cdot 10^{-8}$.

Omdat HClO -deeltjes beter de cel binnendringen dan ClO^- , is het reinigend vermogen van een oplossing van actief chloor vooral afhankelijk van de hoeveelheid HClO .

De ligging van evenwicht 1 is afhankelijk van de temperatuur, waardoor ook de totaal reinigende werking afhankelijk is van de temperatuur.

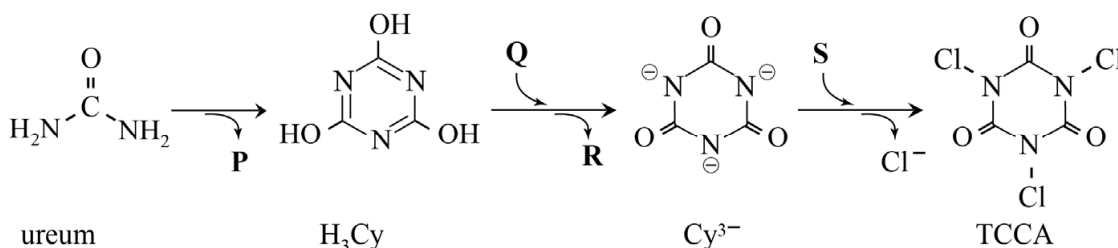
- 3p 3 Leg uit met behulp van de evenwichtsvoorwaarde of de totaal reinigende werking bij 37°C hoger of lager is dan die bij 25°C .
- Gebruik Binas-tabel 49 of ScienceData-tabel 9.1.c.
 - Ga ervan uit dat de pH-waarde van water onafhankelijk is van de temperatuur.

HClO en ClO^- zijn niet bestand tegen uv-straling. Ze worden afgebroken tot reactieproducten die nauwelijks een reinigende werking hebben. Zo wordt HClO in water afgebroken tot zoutzuur en zuurstof.

- 2p 4 Geef de vergelijking voor deze afbraak van HClO .

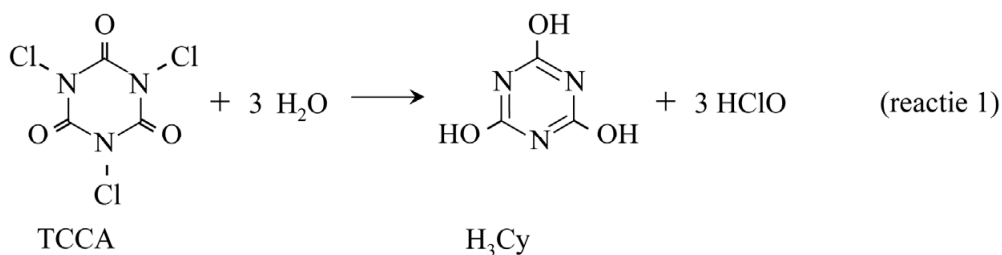
In bubbelbaden die worden blootgesteld aan zonlicht kan daarom beter het uv-bestendige trichloorisocyanuurzuur (TCCA) worden gebruikt. TCCA wordt industrieel gemaakt uit ureum, natronloog en chloor. Hierbij wordt onder andere het tussenproduct cyanuurzuur (H_3Cy) gevormd. De optredende omzettingen zijn in figuur 2 onvolledig weergegeven.

figuur 2



- 3p 5 Noteer op de uitwerkbijlage de formules van de deeltjes P, Q, R en S.

Elk chlooratoom in TCCA kan ook optreden als ‘actief chlooratoom’, omdat in een oplossing van TCCA in water reactie 1 optreedt.



Bregje en Martin gebruiken TCCA-tabletten voor het reinigen van hun bubbelbad. Enkele gegevens van het bad en de tabletten staan in de tabel.

tabel

dichtheid van het water	$1,0 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
massa TCCA in een tablet	10 g
molaire massa TCCA	232 g mol^{-1}
waterinhoud bubbelbad	$2,3 \text{ m}^3$

Elk TCCA-tablet genereert in het bubbelbad een gehalte ‘actief chloor’ van 2,0 massa-ppm Cl.

- 3p **6** Toon dit aan. Neem aan dat de dichtheid van het badwater niet verandert door toevoeging van tabletten.

Wanneer de TCCA op is, voegen zij een nieuw tablet aan het water toe. Met elk tablet stijgt de concentratie van H₃Cy. Men adviseert het bubbelbadwater te verversen als het gehalte H₃Cy boven 65 massa-ppm komt.

- 2p **7** Bereken na hoeveel TCCA-tabletten Bregje en Martin het water moeten verversen. De molaire massa van H₃Cy is 129 g mol^{-1} . Neem aan dat de totale massa van het badwater niet verandert door toevoeging van tabletten.