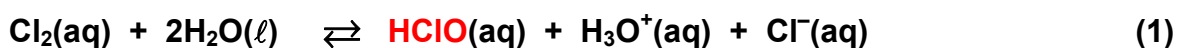


Η Χημεία του Νερού της Πισίνας

Η καταπολέμηση των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται στις πισίνες γίνεται συνήθως με χλώριο (Cl_2) ή με ενώσεις του χλωρίου, όπως τα υποχλωριώδη άλατα $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$ και NaOCl , καθώς και τα χλωριωμένα παράγωγα του **ισοκυανουρικού οξέος**, τα οποία, ανάλογα με τα άτομα χλωρίου που φέρουν ανά μόριο, κυκλοφορούν με τα εμπορικά ονόματα Tri-Chlor και Di-Chlor. Όταν το χλώριο ή κάποια από τις ενώσεις αυτές προστεθούν στο νερό, παράγεται **υποχλωριώδες οξύ (HClO)**:



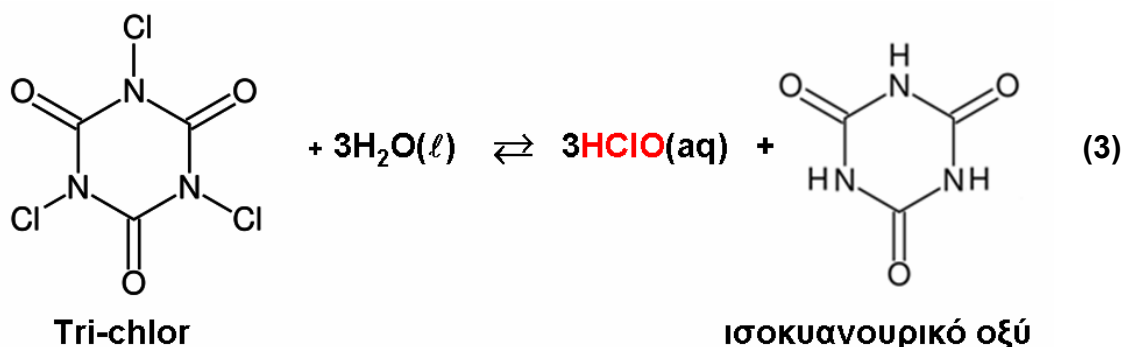
Υδρόλυση χλωρίου



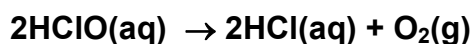
Υδρόλυση υποχλωριωδών αλάτων



Υδρόλυση του Tri-chlor

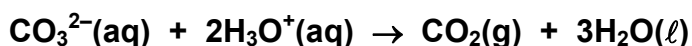


Παρατηρούμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις σχηματίζεται υποχλωριώδες οξύ (HClO). Αυτό είναι η δραστική μορφή του χλωρίου που στην πραγματικότητα εκτελεί το έργο της απολύμανσης. Αυτό φονεύει τους μικροοργανισμούς, σχίζοντας τα κυτταρικά τοιχώματα και καταστρέφοντας τα εσωτερικά ένζυμα, τις δομές και τις διεργασίες τους. Είναι σημαντικό λοιπόν να διατηρούνται οι συγκεντρώσεις του HClO σε αρκετά υψηλά επίπεδα, ώστε να παρέχεται ικανοποιητική προστασία απέναντι στη δράση βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών της πισίνας. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερα δύσκολο έργο στις υπαίθριες πισίνες, επειδή το HClO αποσυντίθεται σε έντονο φως και υψηλές θερμοκρασίες:



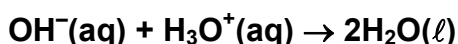
Κατά την αντίδραση (1) παράγεται υδροχλωρικό οξύ και η οξύτητα του νερού αυξάνεται. Έτσι, για τη διατήρηση του κατάλληλου pH, το οποίο πρέπει να

κυμαίνεται μεταξύ 7,2 και 7,8 (με ιδανική τιμή 7,5), είναι απαραίτητη η προσθήκη βάσεως. Συνήθως, προστίθεται στο νερό της πισίνας ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3):



Πέραν της εξουδετέρωσης, η προσθήκη αυτή έχει ως αποτέλεσμα και τη μετατόπιση της ισορροπίας (1) προς τα δεξιά, οπότε παράγεται ακόμα περισσότερο απολυμαντικό οξύ (HClO).

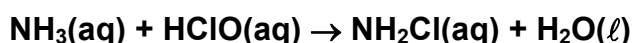
Σε ιδιωτικές κυρίως πισίνες, το υποχλωριώδες οξύ σχηματίζεται από την υδρόλυση του υποχλωριώδους ιόντος (ClO^-), αλάτων όπως το $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$ (αντίδραση 2). Λόγω της ταυτόχρονης παραγωγής ιόντων OH^- , το pH του νερού αυξάνεται και για να το φέρουμε στα επιθυμητά επίπεδα προσθέτουμε υδροχλωρικό οξύ (HCl) ή στερεό υδρογονοθειικό νάτριο (NaHSO_4):



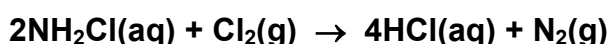
Όσον αφορά στο Tri-chlor, αυτό παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των άλλων πηγών υποχλωριώδους οξέος, όπως:

- Διατίθεται σε συγκεντρώσεις χλωρίου μέχρι 90%, με αποτέλεσμα να προτιμάται για μεγάλες πισίνες.
- Στη διάρκεια της ημέρας εμφανίζει ελαττωμένη απώλεια χλωρίου.
- Μειώνει την ανάπτυξη φυκών στο νερό σχηματίζοντας ένα αόρατο προστατευτικό στρώμα στην επιφάνεια που αντανακλά το ηλιακό φως, γεγονός που παρεμποδίζει την ανάπτυξη φυκών.
- Διαλύεται βραδέως στο νερό, επιτρέποντας συνεχή έλεγχο του διατιθέμενου χλωρίου.

Για τον ερεθισμό (τσούξιμο και κοκκίνισμα) των ματιών, αλλά και του δέρματος, στην πισίνα, ο κόσμος πιστεύει συνήθως ότι ευθύνεται η υπερβολική χλωρίωση του νερού. Στην πραγματικότητα όμως ο ερεθισμός των ματιών μπορεί να οφείλεται στην παρουσία **χλωραμινών** στο νερό, όπως η NH_2Cl . Αυτές οι ενώσεις με τη δυσάρεστη οσμή σχηματίζονται από την αντίδραση του HClO με αμμωνία και άλλες αζωτούχες ενώσεις που εισέρχονται στο νερό από τους λουόμενους, υπό μορφή ιδρώτα, ούρων, σάλιου κ.λπ. Για παράδειγμα:



Ένας τρόπος για να καταστρέψουμε τις χλωραμίνες, οι οποίες εκτός των παραπάνω θολώνουν και το νερό της πισίνας, είναι να προσθέσουμε περισσότερο χλώριο, μια διαδικασία γνωστή ως **υπερχλωρίωση**. Αυτό το επιπλέον χλώριο αντιδρά με τις χλωραμίνες και τις διασπά, παρέχοντας υδροχλωρικό οξύ και άζωτο:



Οι συγκεντρώσεις χλωρίου στο νερό μιας πισίνας πρέπει να διατηρούνται συνεχώς στο επίπεδο 1 – 3 ppm, δηλαδή 1 – 3 g χλωρίου στα 10^6 g ή στα 1000 kg νερού.

Τελευταία, η απολύμανση μιας πισίνας με τη χρήση όζοντος (O_3), ως βακτηριοκτόνου, γίνεται όλο και πιο δημοφιλής, επειδή αυτό προκαλεί λιγότερο ερεθισμό στα μάτια. Το όζον είναι πολύ ισχυρό οξειδωτικό και απολυμαντικό μέσον. Καταστρέφει ταχύτατα και αποτελεσματικά κάθε μικροοργανισμό με τον οποίο έρχεται σε επαφή. Ωστόσο, επειδή το O_3 αποσυντίθεται βραδέως σε O_2 , για να διατηρούνται ασφαλείς οι συνθήκες υγιεινής σε μια πισίνα, θα πρέπει να προστίθενται στο νερό και κάποιες μικρές ποσότητες υποχλωριώδους άλατος ή χλωρίου.

Ένα άλλο απολυμαντικό για πισίνες είναι το βρώμιο (Br_2), το οποίο χημικά μοιάζει με το χλώριο. Με αμμωνία και αζωτούχες ενώσεις σχηματίζει **βρωμαμίνες**, οι οποίες σε αντίθεση με τις χλωραμίνες είναι πολύ δραστικά βακτηριοκτόνα, δεν μυρίζουν στο βαθμό που μυρίζουν οι χλωραμίνες και, κυρίως δεν ερεθίζουν τα μάτια και το δέρμα. Επίσης το βρώμιο είναι πιο σταθερό από το χλώριο στο θερμό νερό των ιαματικών λουτρών (spa). Έτσι, το χρησιμοποιούν αρκετοί στις πισίνες τους. Μειονέκτημα είναι η σημαντικά υψηλότερη τιμή του σε σχέση με το χλώριο.

Πηγές

Geoff Rayner-Canham, Tina Overton
Descriptive Inorganic Chemistry
3rd Edition W.H. Freeman and Co (2003) pg 544

<http://www.wikihow.com/Properly-Maintain-Swimming-Pool-Water-Chemistry>

<http://www.poolcenter.com/poolcare.htm>

Ελεύθερη απόδοση στα Ελληνικά

Ζωή Πιπερίγκου (Φοιτήτρια, 1ο Έτος, 2007-08)
Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών