

4. Τα άλατα

Μάθαμε ότι σε ένα διάλυμα υδροχλωρίου περιέχονται κατιόντα H^+ και ανιόντα Cl^- και ότι σε ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου περιέχονται κατιόντα Na^+ και ανιόντα OH^- .

Είδαμε ακόμη ότι, αν αναμειχθεί ένα διάλυμα υδροχλωρίου με την κατάλληλη ποσότητα ενός διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου, θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση της εξουδετέρωσης και θα προκύψει ένα ουδέτερο διάλυμα:



Είναι φανερό ότι αυτό το ουδέτερο διάλυμα θα περιέχει τα ιόντα Cl^- που περιέχονταν στο πρώτο διάλυμα και τα ιόντα Na^+ που περιέχονταν στο δεύτερο. Τι θα συμβεί, άραγε, με τα ιόντα αυτά, αν εξαερωθεί το νερό του διαλύματος;



Αλυκές



Έννοιες κλειδιά: άλατα • ανιόντα • κατιόντα • κρύσταλλοι • ευδιάλυτα άλατα
• δυσδιάλυτα άλατα

Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:

1. Να παρασκευάζετε κρυστάλλινους χλωριούχου νατρίου και θειικού βαρίου.
2. Να γράφετε ιοντικές εξισώσεις για το σχηματισμό των αλάτων.
3. Να ορίζετε τα άλατα.

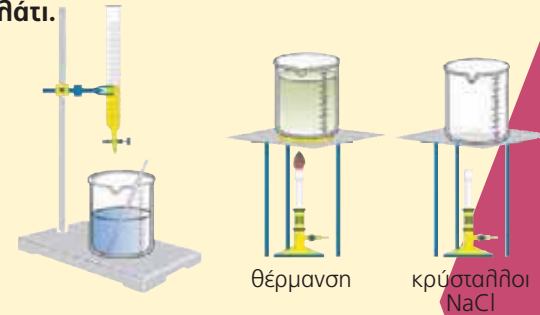
4.1 Σχηματισμός κρυστάλλων χλωριούχου νατρίου

Τι θα γίνουν, λοιπόν, τα ιόντα Na^+ και τα ιόντα Cl^- τα οποία περιέχονται στο διάλυμα που προκύπτει από την εξουδετέρωση ενός διαλύματος HCl με ένα διάλυμα NaOH , αν εξαερωθεί το νερό;

ΠΕΙΡΑΜΑ Με εξαέρωση παίρνουμε αλάτι.

Τι θα κάνουμε

1. Σε ένα ποτήρι ζέσης των 250 mL βάζουμε περίπου 50 mL αραιού διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου.
2. Προσθέτουμε στο διάλυμα 2-3 σταγόνες από το δείκτη μπιλε της βρομοθυμόλης, οπότε το διάλυμα αποκτά μπιλε χρώμα.
3. Στο διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου προσθέτουμε αργά-αργά με μια προχοΐδα αραιό διάλυμα υδροχλωρίου αναδεύοντας ταυτόχρονα. Σταματάμε την προσθήκη του οξέος, μόλις το διάλυμα στο ποτήρι αποκτήσει πράσινη απόχρωση.
4. Θερμαίνουμε το τελικό διάλυμα, ώσπου να εξαερωθεί όλο το νερό.

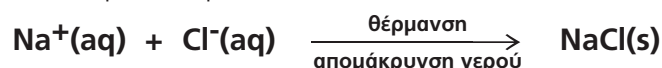


θέρμανση κρυστάλλοι NaCl

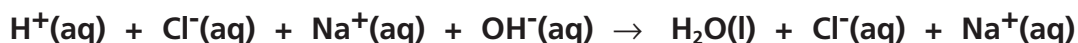
Παρατηρούμε:

Αν θερμαίνουμε το διάλυμα που προκύπτει από την εξουδετέρωση διαλύματος NaOH από διάλυμα HCl , έτσι ώστε να εξαερωθεί όλο το H_2O , στον πυθμένα του ποτηριού σχηματίζονται κρυστάλλοι ενός λευκού στερεού. Πρόκειται για κρυστάλλους χλωριούχου νατρίου, δηλαδή κρυστάλλους του αλατιού που τρώμε.

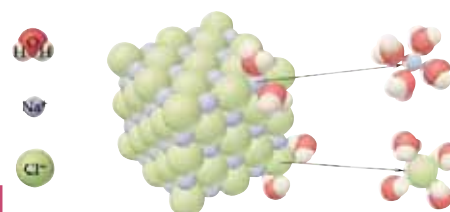
Ο σχηματισμός του αλατιού κατά την εξαέρωση του νερού του διαλύματος μπορεί να περιγραφεί με την επόμενη χημική εξίσωση:



Όταν αναμειγνύονται ένα διάλυμα υδροχλωρίου με ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, η χημική εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο είναι η εξής:



Τα ιόντα Na^+ και Cl^- που μετέχουν και στα δύο μέλη της χημικής εξίσωσης μπορούν να χαρακτηριστούν, «ιόντα-παρατηρητές». Όπως είδαμε όμως στο παραπάνω πείραμα, μπορούμε να παραλάβουμε το χλωριούχο νάτριο, αν θερμαίνουμε το διάλυμα και εξαερώσουμε το νερό.



Σχηματική αναπαράσταση της διάλυσης του παραγόμενου χλωριούχου νατρίου στο νερό με τη βοήθεια προσομοιωμάτων

Τα άλατα

4.2 Σχηματισμός κρυστάλλων θειικού βαρίου

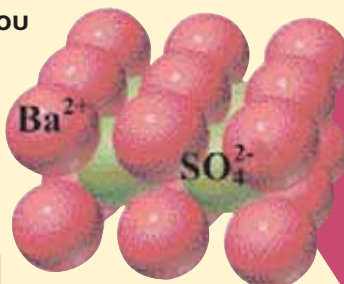
Ας δούμε τώρα ακόμη ένα πείραμα εξουδετέρωσης.

ΠΕΙΡΑΜΑ Καταβύθιση και παραλαβή θειικού βαρίου



Τι θα κάνουμε

1. Σε ένα ποτήρι ζέσης των 250 mL βάζουμε περίπου 50 mL αραιού διαλύματος υδροξειδίου του βαρίου.
2. Προσθέτουμε στο ποτήρι περίπου 50 mL αραιού διαλύματος θειικού οξέος.



Κρυσταλλική δομή θειικού βαρίου

Παρατηρούμε:

Το διάλυμα που προκύπτει από την ανάμειξη των διαλυμάτων θειικού οξέος και υδροξειδίου του βαρίου θολώνει, διότι σχηματίζονται κόκκοι ενός λευκού στερεού, οι οποίοι σιγά-σιγά καταβυθίζονται στον πυθμένα του ποτηριού. Το στερεό αυτό ονομάζεται θειικό βάριο και σχηματίζεται με τον τρόπο που περιγράφεται παρακάτω. Μπορούμε να παραλάβουμε τους κρυστάλλους του θειικού βαρίου, αν διηθήσουμε το περιεχόμενο του ποτηριού.

Το πρώτο από τα δύο διαλύματα που αναμείχθηκαν στο προηγούμενο πείραμα ήταν διάλυμα υδροξειδίου του βαρίου, επομένως περιείχε κατιόντα Ba^{2+} και ανιόντα OH^- . Το δεύτερο ήταν διάλυμα θειικού οξέος, επομένως περιείχε κατιόντα H^+ και ανιόντα SO_4^{2-} .

Μόλις αναμείχθηκαν τα δύο διαλύματα, συνέβησαν τα εξής:

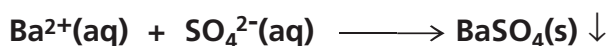
1. Από τα ιόντα H^+ και OH^- σχηματίστηκαν μόρια νερού (εξουδετέρωση).



2. Τα ιόντα βαρίου με τα θειικά ιόντα σχημάτισαν κρυστάλλους μιας νέας χημικής ένωσης, του θειικού βαρίου.

Το θειικό βάριο πρακτικά δε διαλύεται στο νερό, οπότε οι κρύσταλλοι καταβυθίζονται στον πυθμένα του δοχείου και μπορούμε να τους παραλάβουμε με διήθηση.

Ο σχηματισμός του θειικού βαρίου μπορεί να περιγραφεί με τη χημική εξίσωση:



4.3 Τα άλατα

Όπως είδαμε, το μαγειρικό αλάτι μπορεί να παραχθεί από την αντίδραση ενός διαλύματος οξέος με ένα διάλυμα βάσης. Όλες οι ουσίες που μπορούν να παραχθούν από μια τέτοια αντίδραση και αποτελούνται από ιόντα ονομάζονται άλατα. Έτσι:

Άλας ονομάζεται κάθε χημική ένωση η οποία αποτελείται από ιόντα και μπορεί να προκύψει από την αντίδραση ενός οξέος με μία βάση.

Από την αντίδραση λοιπόν ανάμεσα σε ένα οξύ και μια βάση παράγονται ένα άλας και νερό, όπως περιγράφεται στην εξίσωση:



Τα άλατα που προκύπτουν από την αντίδραση του θειικού οξέος με μια βάση ονομάζονται θειικά άλατα, αυτά που προκύπτουν από την αντίδραση του υδροχλωρίου με μια βάση ονομάζονται χλωριούχα άλατα και τέλος αυτά που προκύπτουν από την αντίδραση του νιτρικού οξέος με μια βάση ονομάζονται νιτρικά άλατα.

Τα άλατα είναι χημικές ουσίες ιδιαίτερα διαδεδομένες στη φύση. Τα περισσότερα συστατικά του στερεού φλοιού της Γης είναι άλατα. Από άλατα είναι φτιαγμένα τα κελύφη των αυγών και των σαλιγκαριών, τα κοράλλια, οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες.

| Πίνακας 3: Ορισμένα άλατα | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| όνομα άλατος | χημικός τύπος ¹ |
| θειικό ασβέστιο | CaSO ₄ |
| θειικό κάλιο | K ₂ SO ₄ |
| χλωριούχο κάλιο | KCl |
| χλωριούχο βάριο | BaCl ₂ |
| χλωριούχος άργυρος | AgCl |
| νιτρικό νάτριο | NaNO ₃ |
| νιτρικό ασβέστιο | Ca(NO ₃) ₂ |



Σταλακτίτες, σταλαγμίτες



Κοράλλια



Όστρακα



Ο πήλινος στρατός (Κίνα). Πυριτικά άλατα

Τα άλατα, τα οποία είναι προϊόντα της *αλληλεπίδρασης* οξέων και βάσεων, έχουν το δικό τους *χαρακτηρα-σύνολο* ιδιοτήτων. Ο τρόπος γραφής και ονοματολογίας τους είναι ίδιος σε παγκόσμια κλίμακα. Η γλώσσα της Χημείας, η ευρύτερα διαδεδομένη γλώσσα στον κόσμο, διευκολύνει την *επικοινωνία* και την *αλληλεπίδραση* μεταξύ λαών με διαφορετική γλώσσα, ήθη, έθιμα και πολιτισμό σε θέματα που αφορούν την καθημερινή ζωή, όπως η ασφάλεια των τροφίμων, των φαρμάκων κ.ά. Τα άλατα έχουν διαδραματίσει το δικό τους ρόλο στην τέχνη και τον *πολιτισμό*. Πολλά έργα, χαρακτηριστικά της *πολιτισμικής παράδοσης* διαφορετικών λαών, είναι κατασκευασμένα από υλικά τα οποία είναι άλατα.

1. Δε χρειάζεται οι μαθητές να αποστηθίσουν τον πίνακα.

Τα άλατα

4.4 Ευδιάλυτα και δυσδιάλυτα άλατα

Υπάρχουν άλατα τα οποία διαλύονται πολύ στο νερό και τα ονομάζουμε **ευδιάλυτα**. Για παράδειγμα, το αλάτι (NaCl) είναι ευδιάλυτο, γιατί σε 100 g νερού θερμοκρασίας 25°C μπορούν να διαλυθούν έως 36 g αλατιού.

Υπάρχουν όμως και άλατα τα οποία διαλύονται ελάχιστα στο νερό και τα ονομάζουμε **δυσδιάλυτα**. Για παράδειγμα, το θειικό ασβέστιο (CaSO_4) είναι δυσδιάλυτο, γιατί σε 100 g νερού θερμοκρασίας 25°C μπορούν να διαλυθούν το πολύ 0,21 g θειικού ασβεστίου.

Πίνακας 4: Ευδιάλυτα και δυσδιάλυτα άλατα

| όνομα άλατος | χημικός τύπος ² | g άλατος που μπορούν να διαλυθούν σε 100 g νερού στους 25°C |
|--------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| νιτρικός άργυρος | AgNO_3 | 217 |
| νιτρικό νάτριο | NaNO_3 | 87 |
| χλωριούχο ασβέστιο | CaCl_2 | 74 |
| χλωριούχο νάτριο | NaCl | 36 |
| θειικός χαλκός | CuSO_4 | 20,5 |
| θειικό ασβέστιο | CaSO_4 | 0,21 |
| ανθρακικό ασβέστιο | CaCO_3 | 0,0013 |
| χλωριούχος άργυρος | AgCl | 0,0002 |

Είναι θέμα... Χημείας

Ένυδρα άλατα

Συνήθως τα άλατα τα παραλαμβάνουμε από τα υδατικά τους διαλύματα. Αυτό συχνά έχει ως αποτέλεσμα να «εγκλωβίζονται» στους κρυστάλλους τους μόρια νερού σε ορισμένη αναλογία. Στις περιπτώσεις αυτές τα άλατα ονομάζονται *ένυδρα* και το νερό που περιέχεται στους κρυστάλλους τους ονομάζεται *κρυσταλλικό νερό*.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα ένυδρων αλάτων αποτελούν:

- η **γαλαζόπετρα**, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (ένυδρος θειικός χαλκός),
- η **γύψος**, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (ένυδρο θειικό ασβέστιο) και
- η **σόδα**, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (ένυδρο ανθρακικό νάτριο).

Ο συμβολισμός $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, για παράδειγμα, δηλώνει ότι στους κρυστάλλους της σόδας σε κάθε 2 κατιόντα νατρίου αναλογούν 1 ανθρακικό ανιόν και 10 μόρια νερού.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΣΤΟΧΟΙ

1. Ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται άλατα; 3
2. Ποιος είναι ο χημικός τύπος του μαγειρικού άλατος (αλάτι); Τίνος οξέος το διάλυμα πρέπει να αναμείξετε με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου ώστε να παραλάβετε το χλωριούχο νάτριο; 1
3. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που δείχνουν το σχηματισμό των επόμενων αλάτων από τα ιόντα τους: χλωριούχο κάλιο (KCl), χλωριούχο βάριο (BaCl_2) και θειικό ασβέστιο (CaSO_4). 2
4. Αν αναμείξετε ένα διάλυμα θειικού οξέος με ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, ποιο άλας μπορείτε να παραλάβετε; 2

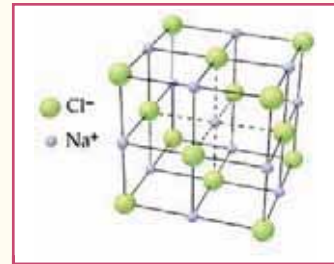
2. Δε χρειάζεται οι μαθητές να αποστηθίσουν τον πίνακα.

ΑΛΥΚΕΣ – ΜΑΓΕΙΡΙΚΟ ΑΛΑΤΙ

Το μαγειρικό αλάτι (χλωριούχο νάτριο) είναι μια χημική ένωση με χαρακτηριστική αλμυρή γεύση. Το αλάτι παραλαμβάνεται από το θαλασσινό νερό με εξάτμιση στις αλυκές και ως ορυκτό, από τα αλατωρυχεία. Υπολογίζεται ότι οι θάλασσες και οι ωκεανοί περιέχουν διαλυμένους 4.10^{16} τόνους χλωριούχου νατρίου.

Η μεγάλη αξία του αλατιού αναγνωρίστηκε από τότε που ο άνθρωπος εγκατέλειψε τη νομαδική ζωή και η διατροφή του έπαψε να περιλαμβάνει ωμό κρέας, από το οποίο ο οργανισμός του εξασφάλιζε το αναγκαίο αλάτι (με το μαγείρεμα χάνεται ένα μεγάλο μέρος του αλατιού που περιέχει το κρέας).

Στους Ρωμαίους στρατιώτες, όταν βρίσκονταν σε εκστρατεία, μοιραζόταν τακτικά αλάτι (sal) και οι μερίδες τους ονομάζονταν salarius. Η αγγλική λέξη salary για την αμοιβή από μισθοδοσία έλκει την καταγωγή της από αυτή την παράδοση.



Η κρυσταλλική δομή του χλωριούχου νατρίου

Οι αλυκές στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα συναντάμε αλυκές πλήρως μηχανοποιημένες (Αλυκή Μεσολογγίου), αλλά και πρωτόγονες (Αλυκή Κυθίων).

Η δημιουργία μιας αλυκής σε έναν τόπο προϋποθέτει:

- α. την ύπαρξη μεγάλης παράκτιας και σχετικά επίπεδης έκτασης με κατάλληλο έδαφος και
- β. κατάλληλες μετεωρολογικές συνθήκες, που να ευνοούν την έντονη εξάτμιση και να εξασφαλίζουν χαμηλή βροχόπτωση από το Μάρτιο ως τον Οκτώβριο, που είναι η περίοδος συγκομιδής του αλατιού.

Η παραγωγή μαγειρικού αλατιού από τις ελληνικές αλυκές καλύπτει το 66% περίπου των συνολικών αναγκών της χώρας μας. Το υπόλοιπο εισάγεται κυρίως από την Αίγυπτο και τη Γαλλία.

Η σημασία των αλυκών ως υγροβιότοπων

Οι αλυκές δεν αποτελούν απλούς υγρότοπους. Μερικές από αυτές, όπως οι Αλυκές Μεσολογγίου, Κίτρους και Μέσης, αποτελούν υγροβιότοπους που προστατεύονται από τη διεθνή συνθήκη Ramsar. Στο σκληρό και αφιλόξενο περιβάλλον των αλυκών, οι οποίες συμπεριφέρονται σαν αλμυρές έρημοι, αντέχουν ορισμένα μόνο είδη οργανισμών.



Αλυκές στην Ελλάδα



Αιτόγourνα Κυθίων: μια πρωτόγονη αλυκή

Τα άλατα

Οι χερσαίοι φυτικοί οργανισμοί που συναντώνται στις αλυκές ανήκουν στο γένος *αλόφυτα*.

- Στις αλυκές συναντάται μεγάλη ποικιλία ζωικών οργανισμών, όπως υδρόβια έντομα ή μικρά σκουλήκια, μικρά οστρακόδερμα μαλάκια, αρθρόποδα και ένα μικρό είδος ψαριού, ο *arhapius fasciatus*.
- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα είδη των πουλιών που έχουν παρατηρηθεί.

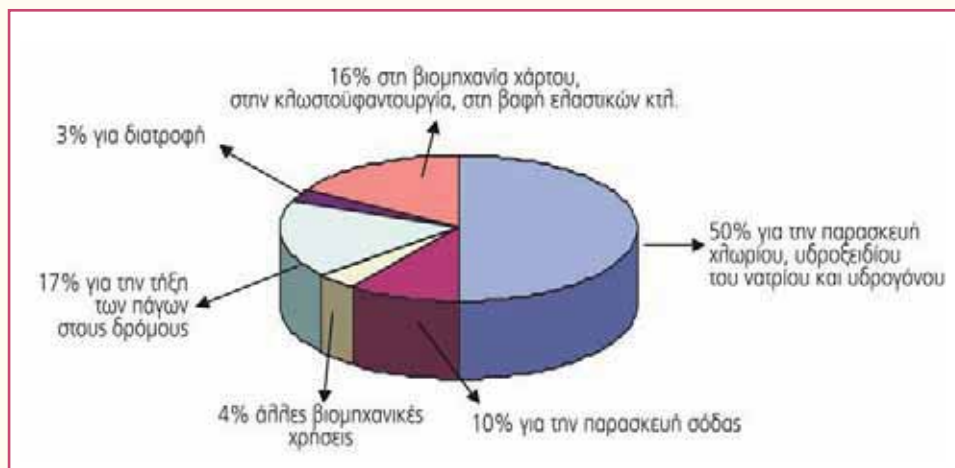
Ειδικά, στην Αλυκή του Μεσολογγίου παρατηρήθηκαν εβδομήντα ένα είδη πουλιών, που έκαναν μόνιμη ή περιστασιακή χρήση των χώρων της αλυκής, από τα οποία είκοσι πέντε χαρακτηρίζονται ως είδη απειλούμενα με εξαφάνιση σε ευρωπαϊκό επίπεδο και είκοσι προστατεύονται από ελληνικές, κοινοτικές ή διεθνείς συμβάσεις.



Καστανοκέφαλος γλάρος

Χρήσεις του χλωριούχου νατρίου

Χρησιμοποιείται για την άρτυση των τροφών, καθώς επίσης για τη διατήρηση και τη συντήρηση τροφίμων (παστό κρέας, παστά ψάρια, τουρσιά κτλ.). Επίσης, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, για την τήξη των πάγων στους δρόμους και για την παρασκευή φυσιολογικού ορού, ο οποίος είναι υδατικό διάλυμα χλωριούχου νατρίου που είναι ισοτονικό με το αίμα. Η ετήσια παγκόσμια κατανάλωση χλωριούχου νατρίου είναι περίπου 150 εκατομμύρια τόνοι. Το ποσοστό από την ποσότητα αυτή το οποίο χρησιμοποιείται για τη διατροφή είναι μικρό, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Δραστηριότητα 1: Να καταγράψετε τις κυριότερες αλυκές στον ελλαδικό χώρο, αναφέροντας την έκτασή τους, καθώς και τη δυναμικότητά τους στην παραγωγή αλατιού.

Δραστηριότητα 2: Για πολλά χρόνια το αλάτι είχε πολύ υψηλή φορολογία. Να βρείτε στοιχεία για το καθεστώς φορολόγησης του αλατιού στην Ελλάδα από την ίδρυση του ελληνικού κράτους μέχρι σήμερα και να αναζητήσετε τους λόγους που οδήγησαν στη φορολόγησή του.

www.saltworks.gr

www.focusmag.gr/articles/view-article.rx?oid=28995

Η ΣΟΔΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Κατά τον 18ο αιώνα η σόδα πλυσίματος (ανθρακικό νάτριο, Na_2CO_3) ήταν απαραίτητη για τη λειτουργία των σαπωνοποιείων, των υαλουργείων, των βαφείων και των χαρτοβιομηχανιών. Παραγόταν κυρίως με καύση φυκιών, οι στάχτες των οποίων περιείχαν 20-33% ανθρακικό νάτριο.

Το 1775 η Βασιλική Ακαδημία Επιστημών της Γαλλίας προκήρυξε διαγωνισμό για την επινόηση μεθόδου παρασκευής φτηνής σόδας με πρώτη ύλη το χλωριούχο νάτριο (NaCl). Το 1789 παραμονές της Γαλλικής Επανάστασης, το διαγωνισμό κέρδισε ο Leblanc (1742-1806), γιατρός και ερασιτέχνης χημικός, ο οποίος, σύμφωνα με πολλούς βιογράφους του, δεν έλαβε ποτέ τα χρήματα του βραβείου.

Η παρασκευή σόδας με τη μέθοδο Leblanc αποτέλεσε ένα από τα κύρια θεμέλια της χημικής βιομηχανίας. Ως πρώτες ύλες εκτός από το χλωριούχο νάτριο χρησιμοποιήθηκαν θειικό οξύ, άνθρακας και ασβεστόλιθοι (CaCO_3). Αυτό είχε ως συνέπεια γύρω από κάθε εργοστάσιο παρασκευής σόδας να «χτίζεται» ένα ολόκληρο **σύστημα** και άλλων βιομηχανιών, όπως βιομηχανιών παρασκευής θειικού οξέος. Τη βιομηχανική ανάπτυξη όμως την ώθησαν και τα «μειονεκτήματα» της μεθόδου: το κύριο παραπροϊόν αυτής της παρασκευής ήταν το αέριο υδροχλώριο (HCl), το οποίο δημιουργούσε περιβαλλοντικά προβλήματα. Το 1863 λοιπόν η αγγλική κυβέρνηση θέσπισε νόμο που υποχρέωνε τις βιομηχανίες να βρουν τρόπους αξιοποίησης του υδροχλωρίου. Αυτό είχε ως συνέπεια την ανάπτυξη και νέων χημικών βιομηχανιών, οι οποίες χρησιμοποιούσαν το υδροχλώριο για την παρασκευή λευκαντικών απαραίτητων για την κλωστοϋφαντουργία.

Η μέθοδος Leblanc για την παρασκευή σόδας άρχισε να εκτοπίζεται μετά το 1865 από μια νέα μέθοδο, τη μέθοδο του Βέλγου εφευρέτη Ernest Solvay, η οποία ήταν οικονομικότερη και παρήγαγε καθαρότερο προϊόν. Σήμερα η σόδα παράγεται από ορυκτά που περιέχουν μεταξύ άλλων αλάτων ανθρακικό νάτριο.

Αλληλεπίδραση – Μεταβολή

Η αλματώδης ανάπτυξη των χημικών εφαρμογών το 18ο αιώνα

είχε ποικίλες **επιδράσεις** σε **κοινωνικό, οικονομικό και πολιτισμικό επίπεδο**.

Γύρω από τα εργοστάσια παρασκευής σόδας οικοδομήθηκαν ολόκληρα χωριά για τους εργάτες και τις οικογένειές τους. Μεγάλα στρώματα πληθυσμού, που μέχρι τότε ζούσαν σε συνθήκες εξαθλίωσης, απασχολούμενα με αγροτικές εργασίες κάτω από φεουδαρχικά καθεστώτα, μετατράπηκαν σε εργατικό δυναμικό. Πολύ γρήγορα τα στρώματα αυτά ανέπτυξαν συνείδηση και διεκδίκησαν καλύτερες συνθήκες ζωής, μόρφωση και συμμετοχή στα κοινά. Η ανάπτυξη της Χημείας υπήρξε σημαντικός παράγοντας μεταβολής των εργασιακών δεδομένων των ανθρώπων. Η αλλαγή των δεδομένων στην εργασία ήταν ένας από τους παράγοντες που οδήγησε σε σοβαρές κοινωνικές μεταβολές οι οποίες ολοκληρώθηκαν με τη Γαλλική Επανάσταση. Η Γαλλική Επανάσταση έθεσε τις αρχές του αστικού κράτους και διακήρυξε τα δικαιώματα του ανθρώπου με καθολική ισχύ. Έτσι το αίτημα για μόρφωση και συμμετοχή στα πολιτιστικά αγαθά για πρώτη φορά απέκτησε ευρεία βάση.

*Με το παράδειγμα της ανάπτυξης της χημικής βιομηχανίας του 18ου αιώνα βλέπουμε πως η **μεταβολή** σε ένα **σύστημα**, την **επιστήμη της Χημείας**, επέδρασε και **μετέβαλε** σημαντικά τα δεδομένα ευρύτερων **συστημάτων** με έμμεσο αλλά καθοριστικό τρόπο.*

