

1. Παραγωγή Σόδας (Μέθοδος Solvay)

Μέθοδος Σολβέ (Solvay process) Το 1861, ο Βέλγος βιομηχανικός χημικός Ερνέστ Σολβέ (Ernest **Solvay**) ανέπτυξε μια **μέθοδο** μετατροπής του χλωριούχου νατρίου σε ανθρακικό νάτριο χρησιμοποιώντας αμμωνία.

http://195.134.76.37/chemicals/chem_Na2CO3.htm

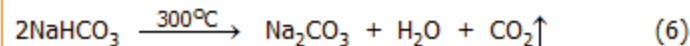
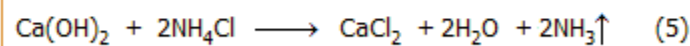
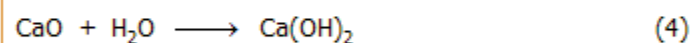
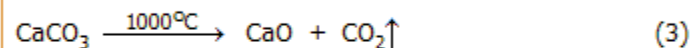
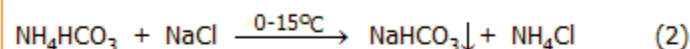
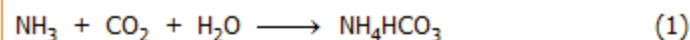
Σύμφωνα με τη **μέθοδο Solvay** (γνωστή και ως **μέθοδος αμμωνίας-σόδας**) ακολουθούνται τα ακόλουθα στάδια:

(α) Παρασκευάζεται ένα σχεδόν κορεσμένο διάλυμα NaCl (άλμη), συνήθως με διαβίβαση ύδατος μέσω μιας δεξαμενής που τροφοδοτείται συνεχώς με στερεό χλωριούχο νάτριο. Το πυκνό διάλυμα NaCl καταιονίζεται στον **πύργο αμμωνίωσης** (ammoniation tower), ενώ από το κάτω μέρος του πύργου ανέρχεται ένα ρεύμα αέριας αμμωνίας. Το διάλυμα NaCl πριν οδηγηθεί στον πύργο αμμωνίωσης, υπόκειται σε "αποσκλήρυνση", δηλ. απαλλάσσεται από άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, συνήθως διερχόμενο μέσω ιοντοανταλλακτικών στηλών.

(β) Το προκύπτον διάλυμα NaCl-NH₃ (η διάλυση αμμωνίας σε νερό συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας) ψύχεται και εισέρχεται σε έναν δεύτερο πύργο, τον **πύργο προενανθράκωσης** (precarbonization tower), όπου εισέρχεται υπό πίεση ένα ρεύμα διοξειδίου του άνθρακα. Αρχίζουν οι αντιδράσεις 1 και 2. Το CO₂ παράγεται σε κάμινο (kiln) συνεχώς τροφοδοτούμενο με ανθρακικό ασβέστιο (ασβεστόλιθο) (αντίδραση 3). Η κάμιнос θερμαίνεται συνήθως με καύση κωκ.

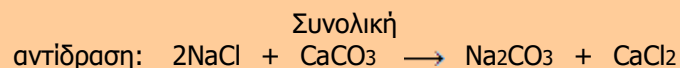
(γ) Η προηγούμενη διεργασία επαναλαμβάνεται σε έναν δεύτερο πύργο, τον **πύργο ενανθράκωσης** (carbonization tower) με διαβίβαση επιπλέον διοξειδίου του άνθρακα προερχόμενο από τον χώρο θερμικής διάσπαση του όξινου ανθρακικού νατρίου (drier) και συμπληρώνονται οι αντιδράσεις 1 και 2. Στον πύργο αυτό ουσιαστικά καθιζάνει το στερεό NaHCO₃ (με βάση την προηγούμενη αντίδραση), το οποίο διαχωρίζεται με φιλτράρισμα από το διάλυμα του σχηματιζόμενου NH₄Cl. Συχνά αναφέρονται οι πύργοι προενανθράκωσης και ενανθράκωσης (και οι δύο από ανοξείδωτο χάλυβα) ως μία ενιαία μονάδα που δέχεται το σύνολο του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα. Η καθίζηση διευκολύνεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες που διατηρούνται οι πύργοι (0-15°C). Η κύρια συνεισφορά του Solvay ήταν η εφεύρεση των πύργων ενανθράκωσης, όπου η αμμωνιούχος άλμη αναμιγνύεται αποτελεσματικά με το διοξείδιο του άνθρακα.

(δ) Το CaO που παράγεται κατά την πυράκτωση του ασβεστόλιθου αντιδρά με το νερό που περιέχει το διάλυμα NH₄Cl που προέρχεται από τα στάδια (β και γ) και παρέχει υδροξείδιο του ασβεστίου (αντίδραση 4). Το τελευταίο, ως ισχυρή βάση, αντιδρά με το NH₄Cl και απελευθερώνει αμμωνία (αντίδραση 5), η οποία έτσι ανακυκλώνεται και επανεισέρχεται, αφού προηγουμένως ψυχθεί, στον **πύργο αμμωνίωσης** (ammoniating tower) του σταδίου (α).



(ε) Το στερεό NaHCO_3 που καθιζάνει στον πύργο ενανθράκωσης προωθείται στον χώρο ξήρανσης/θέρμανσης (300°C), όπου διασπάται προς ανθρακικό νάτριο (τελικό προϊόν) και διοξείδιο του άνθρακα (αντίδραση 6). Το διοξείδιο του άνθρακα οδηγείται στον πύργο ενανθράκωσης (στάδιο γ).

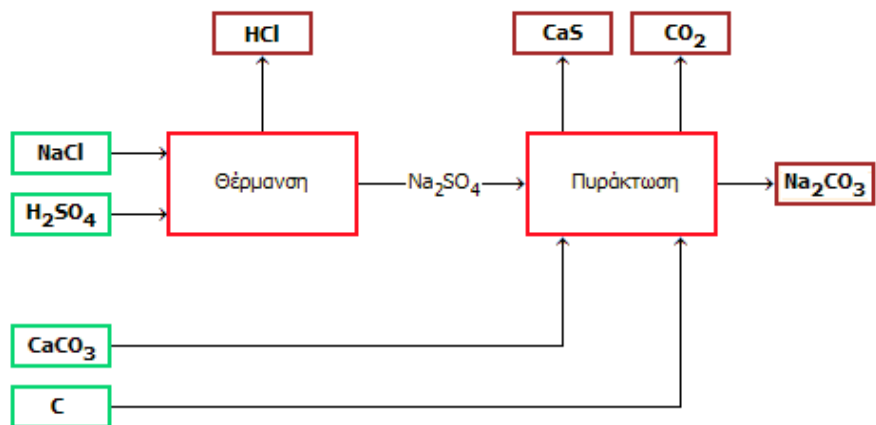
Η μέθοδος Solvay μπορεί να αποδοθεί από την ακόλουθη "συνολική" αντίδραση:



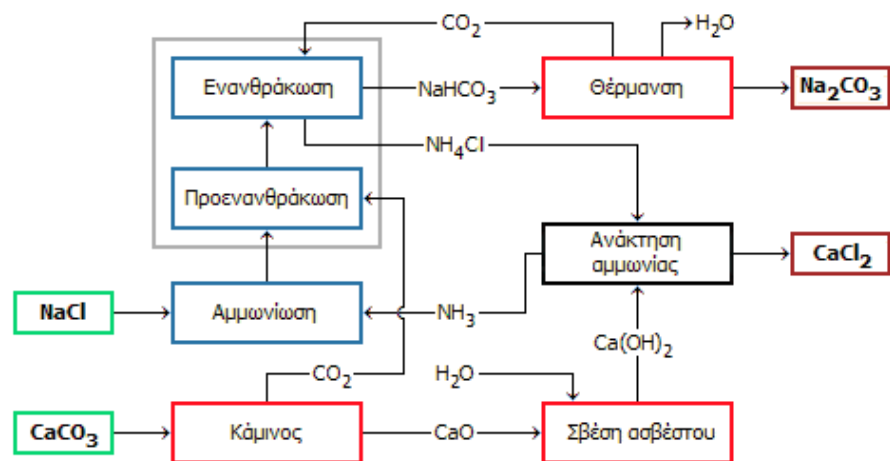
η οποία όχι μόνο δεν μπορεί να συμβεί απευθείας, αλλά αντίθετα προχωρεί αυθόρμητα προς την αντίστροφη από την παραπάνω σημειούμενη φορά. Αν και θεωρητικά η αμμωνία ανακυκλώνεται και δεν μετέχει έτσι ως αντιδρών στη "συνολική" αντίδραση, αναπόφευκτα απώλειές της υπάρχουν και καλύπτονται με την εισαγωγή νέων ποσοτήτων της. Έχει εκτιμηθεί ότι με προσεκτικό σχεδιασμό και καλή συντήρηση, οι απώλειες της αμμωνίας μπορούν να περιοριστούν στο 1 kg για κάθε τόνο παραγόμενου ανθρακικού νατρίου.

Σε ανάλογες απώλειες υπόκειται και το διοξείδιο του άνθρακα, οι οποίες όμως δεν απασχολούν, αφού αναπληρώνονται από το διοξείδιο του άνθρακα, που διατίθεται άφθονο ούτως ή άλλως από την καύση του κωκ για την παραγωγή CaO από ασβεστόλιθο (αντίδραση 3).

Σε αντίθεση με τη μέθοδο Leblanc, όπου η παραγωγή σόδας γίνεται "κατά παρτίδες" (batch process), με τη μέθοδο Solvay η παραγωγή είναι "συνεχής" (continuous process). Επιπλέον, σε αντίθεση με τα τοξικά παραπροϊόντα HCl και galligu της μεθόδου Leblanc, το μόνο παραπροϊόν της μεθόδου Solvay είναι το χλωριούχο ασβέστιο. Το άλας αυτό δεν αποτελεί κίνδυνο για το περιβάλλον και χρησιμοποιείται ως ξηραντικό μέσο στη βιομηχανία και στα χημικά εργαστήρια, ενώ σε μεγάλες ποσότητες χρησιμοποιείται ως αντιπαγωτικό άλας (road salt, de-icer). Ωστόσο, η ζήτησή του δεν επαρκεί για την απορρόφηση της συνολικώς παραγόμενης ποσότητας. Το πλεονάζον χλωριούχο ασβέστιο μπορεί να απορριφθεί στη θάλασσα, όχι όμως σε ποταμούς και λίμνες για να αποφευχθεί η αύξηση της συγκέντρωσης των χλωριούχων σε επικίνδυνα επίπεδα.



Μέθοδος Leblanc



Μέθοδος Solvay

Διαγραμματική παράσταση των μεθόδων Leblanc και Solvay παραγωγής Na_2CO_3 .