Πείραμα 3

ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΟΝΤΩΝ

ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς :

1.Να αναγνωρίζεις τις *μεταθετικές* χημικές αντιδράσεις *ή αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης*. Ιδιαίτερα αυτές με *συνένωση ιόντων προς δημιουργία ιζήματος*.

2.Να αναγνωρίζεις ότι οι αντιδράσεις αυτές γίνονται μέσα σε υδατικά διαλύματα και κυρίως, ότι το ίζημα σε πολλές περιπτώσεις επιτρέπει την *ταυτοποίηση* ενός αντιδρώντος σώματος ή καλύτερα ιόντος.

3.Να αναλύεις ποιοτικά ορισμένα ιόντα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Όπως είναι ήδη γνωστό, τα χημικά στοιχεία συνδυάζονται και σχηματίζουν τις χημικές ενώσεις. Για παράδειγμα συναντά κανείς το θείο ελεύθερο, σαν ένα κίτρινο στερεό, αλλά και σε ενώσεις του, όπως είναι το H_2S, H_2SO_4, $CaSO_4$, κλπ. Σε κάθε μάλιστα ένωση εμφανίζει και άλλες ιδιότητες, διαφορετικές από εκείνες του ελεύθερου στοιχείου. Αυτό κάνει την αναζήτηση των στοιχείων από τα οποία αποτελείται μία ένωση – ποιοτική ανάλυση – όχι ιδιαίτερα εύκολη υπόθεση.

Για τις ενώσεις εκείνες που διαλυόμενες στο νερό διίστανται σε ιόντα, δηλαδή τους ηλεκτρολύτες (οξέα, βάσεις και άλατα) ο «παραδοσιακός» τρόπος ταυτοποίησης των ιόντων είναι κυρίως οι μεταθετικές αντιδράσεις. Απ' αυτές, επιλέγουμε εκείνες που οδηγούν σε ιζήματα με χαρακτηριστικές ιδιότητες. Στις ιδιότητες αυτές περιλαμβάνονται το *χρώμα* του ιζήματος, η *διαλυτότητά του* –όχι βέβαια στο νερό, αλλά σε οξέα ή βάσεις ή άλλους διαλύτες- και σε δεύτερη μοίρα πιο εξειδικευμένες ιδιότητες. Τέλος,

θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι οι αντιδράσεις αυτές είναι χαρακτηριστικές των ιόντων και όχι των ενώσεων που τα περιέχουν.
Η ένωση της οποίας το διάλυμα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό ενός ιόντος ονομάζεται ***αντιδραστήριο.***
Αν για παράδειγμα σε τρία διαλύματα που περιέχουν αντίστοιχα NaCl, $CaCl_2$ και HCl προστεθούν σταγόνες από διάλυμα $AgNO_3$ (αντιδραστήριο των χλωροϊόντων), τότε η «καθαρή» αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι :

$$Cl^- + Ag^+ \rightarrow \mathbf{AgCl} \downarrow \text{ (ιοντική μορφή)}$$

και όχι η (για το πρώτο από τα διαλύματα)

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + \mathbf{AgCl} \downarrow \text{ (μοριακή μορφή)}$$

η οποία είναι κατάλληλη για στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.
Ο παραγόμενος χλωριούχος άργυρος είναι ένα λευκό ίζημα αδιάλυτο σε οξέα, αλλά διαλυτό σε αραιή NH_3. Επιπλέον, το ίζημα αυτό είναι *φωτοπαθές* και αν εκτεθεί σε ηλιακό φως μαυρίζει. Αν αναζητήσει κανείς άλλα χλωριούχα ιζήματα, θα βρει τα $PbCl_2$ και Hg_2Cl_2,τα οποία όμως δεν διαλύονται στην NH_3 ούτε είναι φωτοπαθή. Γι'αυτό και διακρίνονται από το AgCl. Συνεπώς, η παραπάνω αντίδραση μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ταυτοποίηση των ιόντων Ag^+.
Με ανάλογο τρόπο, μπορούν να ανιχνευτούν X^- (ιόντα αλογόνων)$^-$ με προσθήκη Ag^+. Ο σχηματιζόμενος λευκός **AgCl**, θα πρέπει να διαφοροποιηθεί από τον λευκοκίτρινο και διαλυτό στην πυκνή NH_3, **AgBr,** καθώς και από τον κίτρινο και αδιάλυτο και στην πυκνή NH_3, **AgI**.
Η αναζήτηση τέτοιων αντιδράσεων και ιδιοτήτων οδήγησε τελικά σε ταξινόμηση των κατιόντων και των ανιόντων σε *αναλυτικές ομάδες* και σε μία πορεία ανάλυσης η οποία είναι η, υγροχημική, *ποιοτική ανάλυση*. Η εξέλιξη έφερε την *ενόργανη ποιοτική* ανάλυση, όπου με τη βοήθεια οργάνων γίνεται ανάλυση πολυπλόκων δειγμάτων ταχύτατα, ακριβέστατα και αν χρειαστεί εξ αποστάσεως- θυμηθείτε τον *path finder* της τελευταίας αποστολής στον πλανήτη Άρη-.
Στο πείραμα που ακολουθεί, θα δοθούν οι αντιδράσεις ταυτοποίησης μερικών από τα συνήθη ιόντα, τα οποία συναντά κανείς

συχνά, ακόμα και στις ετικέτες των εμφιαλωμένων νερών. Αυτά είναι τα Cl^- και τα SO_4^{2-}, από τα ανιόντα και τα Fe^{3+} και Al^{3+}, από τα κατιόντα.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος αυτού θα χρειαστούν:

1. 12 δοκιμαστικοί σωλήνες με το στήριγμά τους.
2. Σταγονόμετρο.
3. Διαλύματα ≈ 100 ppm από: NaCl, $AlCl_3$, Na_2SO_4, $FeCl_3$,* $AgNO_3$. Αντί διαλυμάτων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στερεά. Από αυτά απαιτείται ελάχιστη ποσότητα στην άκρη της σπαθίδας και διάλυση τους σε 5-10 mL νερό.
4. H_2SO_4 0,01 M, HCl 0,01 M, $Ba(NO_3)_2$ 0,01 M, πυκνό HNO_3, διάλυμα NH_3 1 M, διάλυμα NaOH 1 M.
5. Σιφώνιο των 5 mL βαθμολογημένο.
6. Χαλύβδινη σπαθίδα.

- Το διάλυμα του $FeCl_3$ να οξινίζεται με 2–3 σταγόνες πυκνού HCl.

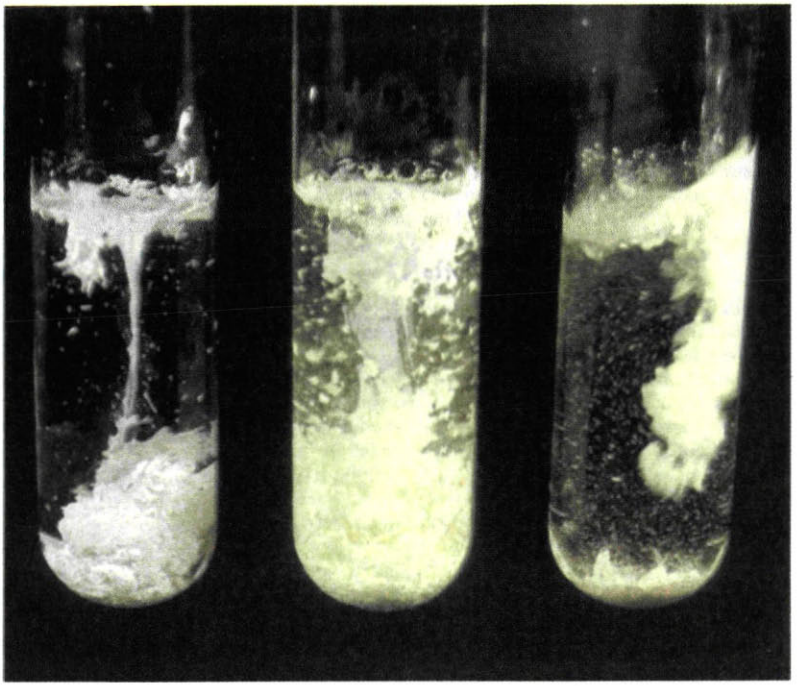
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

α. ανίχνευση χλωριόντων

Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες εισάγονται από 5 mL των διαλυμάτων NaCl, $AlCl_3$ και HCl. Σε καθένα τώρα από τους τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες, προστίθενται με το σταγονόμετρο δύο σταγόνες από το διάλυμα του $AgNO_3$.

Στον πρώτο από τους δοκιμαστικούς σωλήνες, προστίθενται σταγόνες από πυκνό HNO_3. Στο δεύτερο προστίθεται 1 mL από το διάλυμα NH_3 1 M και αναταράσσεται ο σωλήνας. Τι παρατηρείτε;

Στον τρίτο σωλήνα χύνουμε το υπερκείμενο διάλυμα και εκθέτουμε το ίζημα στο άμεσο ηλιακό φως. Σημειώστε τυχόν αλλαγή στο χρώμα του ιζήματος.

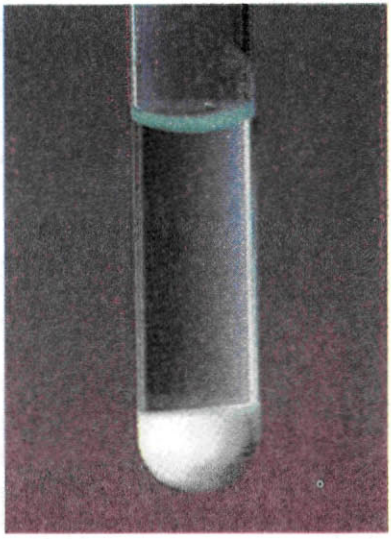


ΣΧΗΜΑ 6.1 Ανίχνευση Cl^-, Br^-, I^- με αντιδραστήριο Ag^+, προς σχηματισμό αντίστοιχα λευκού ιζήματος($AgCl$) διαλυτού σε αραιή NH_3, κίτρινου ιζήματος ($AgBr$) διαλυτού σε πυκνή NH_3 και κίτρινου ιζήματος (AgI) αδιάλυτου σε πυκνή NH_3

β. ανίχνευση θειικών

Σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθενται 10 mL διαλύματος Na_2SO_4 και H_2SO_4 , αντίστοιχα. Στη συνέχεια προστίθενται σε κάθε σωλήνα από δύο σταγόνες διαλύματος $Ba(NO_3)_2$, το οποίο είναι το αντιδραστήριο των SO_4^{2-}.Τι παρατηρείτε;

Αποβάλουμε τώρα το υπερκείμενο διάλυμα από τους σωλήνες και προστίθεται στο μεν ένα διάλυμα HCl και στο άλλο διάλυμα NH_3. Υπάρχει καμιά μεταβολή;



ΣΧΗΜΑ 6.2 Ανίχνευση SO_4^{2-} με αντιδραστήριο Ba^{2+}, προς σχηματισμό λευκού ιζήματος $BaSO_4$.

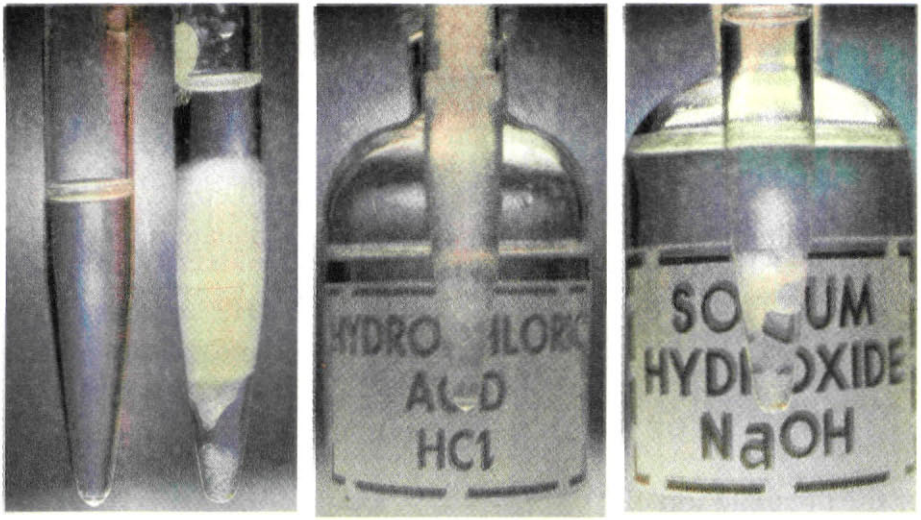
γ. ανίχνευση ιόντων Αργιλίου, Al^{3+}

Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθενται από 10 mL του διαλύματος του $AlCl_3$. Στη συνέχεια προστίθενται από δύο σταγόνες από το διάλυμα του NaOH. Τι παρατηρείτε;

Στον ένα τώρα από τους σωλήνες προστίθεται περίσσεια από το αντιδραστήριο, το διάλυμα του NaOH και το μίγμα αναταράσσεται. Σημειώστε όποια αλλαγή.

Στον δεύτερο προστίθενται σταγόνες από το διάλυμα του HCl και το μίγμα αναταράσσεται. Σημειώνεται η τυχόν μεταβολή.

Στον τρίτο προστίθενται σταγόνες από το διάλυμα της NH_3 και μετά την ανατάραξη, σημειώνεται η τυχόν μεταβολή.



ΣΧΗΜΑ 6.3 Ανίχνευση Al^{3+} με αντιδραστήριο OH^-, προς σχηματισμό λευκού ιζήματος $Al(OH)_3$. Το σχηματιζόμενο ίζημα διαλύεται τόσο σε διάλυμα HCl όσο και σε διάλυμα NaOH. Δηλαδή, το $Al(OH)_3$ έχει επαμφοτερίζοντα χαρακτήρα (αντιδρά τόσο με οξέα όσο και με βάσεις).

δ. ανίχνευση ιόντων Fe^{3+}

Σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθενται από 10 mL του διαλύματος του $FeCl_3$. Στην συνέχεια προστίθενται από δύο σταγόνες από το διάλυμα του NaOH. Αναταράσσονται οι σωλήνες και σημειώνεται η μεταβολή.

Στον ένα τώρα από τους σωλήνες προστίθεται περίσσεια από το αντιδραστήριο, ενώ στον άλλο περίσσεια από το διάλυμα του HCl. Σημειώστε τις μεταβολές.

ΣΧΗΜΑ 6.5 Ανίχνευση Fe^{3+} με αντιδραστήριο OH^-, προς σχηματισμό ιζήματος $Fe(OH)_3$. Το σχηματιζόμενο ίζημα διαλύεται σε διάλυμα HCl.