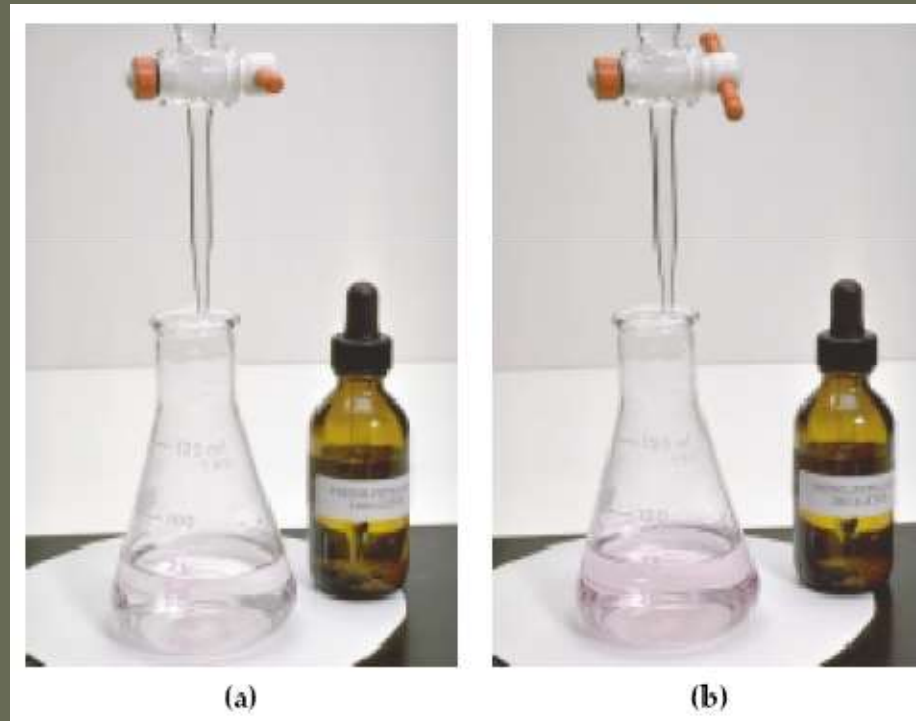


Ενότητα 5^η: i) Στοιχειομετρία – Ογκομετρήσεις 2
ii) Σταθμική Ανάλυση



Στοιχειομετρικοί Υπολογισμοί Μέσω Ογκομετρήσεων Εξουδετέρωσης

2

Σε περιπτώσεις όπου μια στερεή ουσία αντιδρά ποσοτικά με ένα ισχυρό οξύ, τότε μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντίδραση με περίσσεια οξέος. Η περίσσεια μπορεί να υπολογιστεί μέσω ογκομέτρησης με γνωστή συγκέντρωσης βάση.

Έτσι, μέσω στοιχειομετρικών υπολογισμών μπορεί να προσδιοριστεί το βάρος της ουσίας που αντέδρασε, χωρίς να χρειαστεί διαδικασία ζύγισης. Αυτή η τεχνική είναι γνωστή και ως «όπισθεν ογκομέτρηση» (back-titration).



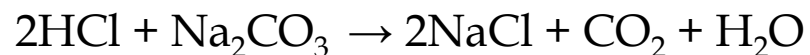
Προσδιορισμός μάζας

3

Σε κωνική φιάλη των 100 mL που περιέχει άγνωστη ποσότητα Na_2CO_3 προστίθενται 20 mL HCl 0.2 M. Το μίγμα αναδεύεται επαρκώς και αφήνεται ν' αντιδράσει.

Μετά το πέρας της αντίδρασης το HCl που δεν αντέδρασε προσδιορίζεται με ογκομέτρηση με διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0.2 M.

Να προσδιοριστεί το βάρος σε g του Na_2CO_3 . Δίνεται η αντίδραση:



Σταθμική ανάλυση

4

Η ανάλυση υλικών χωρίζεται σε ποιοτική και ποσοτική ανάλυση.

Η ποιοτική ανάλυση περιλαμβάνει την ταυτοποίηση ουσιών ή χημικών ειδών που υπάρχουν σε ένα υλικό. Για παράδειγμα, μπορούμε να βρούμε αν ένα δείγμα νερού περιέχει ιόντα μολύβδου(II).

Η ποσοτική ανάλυση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της ποσότητας μιας ουσίας ή κάποιας οντότητας που υπάρχει στο υλικό.

Σταθμική ανάλυση

Σταθμική ανάλυση είναι το είδος της ποσοτικής ανάλυσης κατά το οποίο η ποσότητα μιας οντότητας σε ένα υλικό προσδιορίζεται μετά από μετατροπή της οντότητας σε προϊόν που μπορεί να απομονωθεί πλήρως και να ζυγιστεί.

Σε σταθμικές αναλύσεις χρησιμοποιούμε συνήθως αντιδράσεις καταβύθισης. Στις αντιδράσεις αυτές προσδιορίζουμε την ποσότητα μιας ιοντικής οντότητας, καταβυθίζοντας αυτήν από το διάλυμα. Το ίζημα που σχηματίζεται κατά την αντίδραση διηθείται από το διάλυμα, ξηραίνεται και ζυγίζεται.

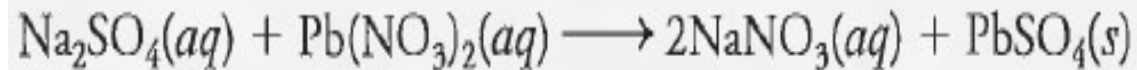
Τα πλεονεκτήματα μιας σταθμικής ανάλυσης είναι η απλότητά της και η ακρίβειά της. Το μεγαλύτερο μειονέκτημά της είναι ότι χρειάζεται σχολαστική και χρονοβόρα εργασία.

Σταθμική ανάλυση

Προσδιορισμός της ποσότητας μολύβδου σε δείγμα πόσιμου νερού

6

Ο μολύβδος, αν υπάρχει στο νερό, βρίσκεται πιθανώς υπό τη μορφή ιόντων Pb^{2+} . Ο θεικός μολύβδος(II) είναι μια δυσδιάλυτη ένωση του μολύβδου(II). Προσθέτοντας θεικό νάτριο, Na_2SO_4 , σε διάλυμα που περιέχει ιόντα Pb^{2+} , καταβυθίζεται θεικός μολύβδος(II), δηλαδή από το διάλυμα αποβάλλεται $PbSO_4$ ως ένα λεπτοκρυσταλλικό στερεό.



Με διήθηση είναι εύκολο να διαχωρίσουμε το λευκό ίζημα του θεικού μολύβδου(II) από το διάλυμα. Μετά ξηραίνουμε και ζυγίζουμε το ίζημα.

Σταθμική ανάλυση

Σταθμική ανάλυση ιόντων βαρίου

7



Διάλυμα χρωμικού καλίου (κίτρινο) χύνεται από τον ογκομετρικό κύλινδρο με τη βοήθεια ράβδου ανάδευσης μέσα σε διάλυμα που περιέχει μια άγνωστη ποσότητα ιόντων βαρίου, Ba^{2+} . Το κίτρινο ίζημα που σχηματίζεται είναι χρωμικό βάριο, $BaCrO_4$.



Το διάλυμα διηθείται, διερχόμενο μέσα από πορώδη γυάλινο ηθμό. Μετά ο γυάλινος ηθμός θερμαίνεται για να ξηραθεί το χρωμικό βάριο. Ζυγίζοντας τον ηθμό πριν και μετά τη διεργασία, μπορούμε να προσδιορίσουμε τη μάζα του ιζήματος.

Προσδιορισμός της ποσότητας μιας οντότητας με σταθμική ανάλυση

8

Δείγμα 1,000 L μολυσμένου νερού αναλύθηκε για ιόντα μολύβδου(II), Pb^{2+} , με προσθήκη σε αυτό περίσσειας διαλύματος θειικού νατρίου. Η μάζα του θειικού μολύβδου (II) που καταβυθίστηκε ήταν 229,8 mg. Πόση είναι η μάζα μολύβδου σε ένα λίτρο νερού; Δώστε την απάντησή σας σε mg μολύβδου ανά λίτρο διαλύματος.

Βρίσκουμε την εκατοστιαία περιεκτικότητα του $PbSO_4$ σε μόλυβδο διαιρώντας τη γραμμομοριακή μάζα του Pb με τη γραμμομοριακή του $PbSO_4$ και πολλαπλασιάζοντας μετά επί 100%:

$$\% Pb = \frac{207,2 \text{ g/mol}}{303,3 \text{ g/mol}} \times 100\% = 68,32\%$$

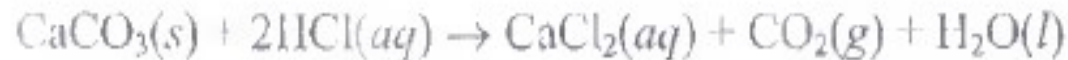
Άρα, το 1,000 L δείγματος νερού περιέχει:

$$\text{Ποσότητα Pb στο δείγμα} = 229,8 \text{ mg } PbSO_4 \times 0,6832 = 157,0 \text{ mg Pb}$$

Το δείγμα νερού περιέχει **157,0 mg Pb ανά λίτρο.**

Προσδιορισμός της ποσότητας μιας οντότητας με σταθμική ανάλυση

- Σας δίνεται ένα δείγμα ασβεστολιθού, ο οποίος είναι κυρίως CaCO_3 , για να προσδιορίσετε την εκατοστιαία περιεκτικότητα του πετρώματος σε ασβέστιο. Διαλύετε τον ασβεστόλιθο σε υδροχλωρικό οξύ, οπότε λαμβάνετε ένα διάλυμα χλωριδίου του ασβεστίου. Μετά καταβυθίζετε τα ιόντα ασβεστίου του διαλύματος, προσθέτοντας οξαλικό νάτριο, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Το ίζημα που σχηματίζεται είναι οξαλικό ασβέστιο, CaC_2O_4 . Βρήκατε ότι το ασβεστολιθικό δείγμα, που ζύγιζε 128,3 mg, έδωσε 140,2 mg CaC_2O_4 . Πόσο τοις εκατό ασβέστιο περιέχει ο ασβεστόλιθος (CaC_2O_4 molar mass 128.10 g/mol) ;



The overall stoichiometry of the reactions is one mol CaCO_3 /one mol CaC_2O_4 . Also note that each CaCO_3 contains one Ca atom, so this gives an overall conversion factor of one mol Ca/one mol CaC_2O_4 .

The mass of Ca can now be calculated

$$0.1402 \text{ g CaC}_2\text{O}_4 \times \frac{1 \text{ mol CaC}_2\text{O}_4}{128.10 \text{ g CaC}_2\text{O}_4} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{1 \text{ mol CaC}_2\text{O}_4} \times \frac{40.08 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 0.043866 \text{ g Ca}$$

The percentage of calcium in the 128.3 mg (0.1283 g) limestone

$$\frac{0.043866 \text{ g Ca}}{0.1283 \text{ g limestone}} \times 100\% = 34.190 = 34.19\%$$