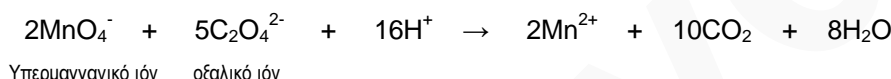


Άσκηση 11: Οξειδοαναγωγικές ογκομετρήσεις

Στόχος της άσκησης: ζητείται από τους σπουδαστές να κατανοήσουν την έννοια του **αριθμού οξείδωσης** των ατόμων σε μια χημική ένωση ή στοιχείο και της **μεταβολής** του σε μια αντίδραση οξειδοαναγωγής. Να γίνει κατανοητό τότε ένα στοιχείο ή χημική ένωση συμπεριφέρεται ως οξειδωτικό, και τότε ως αναγωγικό.

Ζητούμενα και δεδομένα της εργαστηριακής άσκησης

Σκοπός της άσκησης είναι να προσδιοριστεί ογκομετρικά ένα άγνωστης συγκέντρωσης διάλυμα ευδιάλυτου οξαλικού άλατος μέσω ογκομέτρησης με υπερμαγγανικό κάλιο. Η ογκομέτρηση του πειράματος στηρίζεται στην αντίδραση οξειδοαναγωγής:



Στην οποία το υπερμαγγανικό ιόν (με τη μορφή υπερμαγγανικού καλίου, KMnO_4) είναι το *οξειδωτικό* και το οξαλικό ιόν ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) είναι το *αναγωγικό*. Και εδώ ισχύει ότι η ποσότητα του οξειδωτικού είναι χημικά ισοδύναμη με εκείνη του αναγωγικού. Επειδή το οξειδωτικό (υπερμαγγανικό κάλιο, KMnO_4) είναι έντονα χρωματισμένο, το ισοδύναμο σημείο προσδιορίζεται με αποχρωματισμό του οξειδωτικού (υπερμαγγανικού καλίου, KMnO_4).

Εάν είναι $V_{\text{οξειδ}}$ mL (πειραματικό δεδομένο) ο όγκος του διαλύματος MnO_4^- 0.1M (ή ισοδύναμα η κανονικότητά του $N_{\text{οξειδ}}$ είναι: $5 \times 0.1 = 0.5\text{N}$) που καταναλώθηκε στην ογκομέτρηση και αντίστοιχα, $V_{\text{αναγ}} = 5\text{mL}$ ο όγκος του $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ με άγνωστη κανονικότητα $N_{\text{αναγ}}$, στο ισοδύναμο σημείο θα ισχύει:

$$\begin{aligned} \text{greqs}_{\text{οξειδ}} &= \text{greqs}_{\text{αναγ}} \\ N_{\text{οξειδ}} \times V_{\text{οξειδ}} &= N_{\text{αναγ}} \times V_{\text{αναγ}} \\ (0.5 \text{ greq/L}) \times (V_{\text{οξειδ}} \text{ mL}) &= N_{\text{αναγ}} \times 5\text{mL} \\ N_{\text{αναγ}} &= (V_{\text{οξειδ}} \text{ mL}) \times 0.02 \end{aligned}$$

Συνεπώς, έχουμε υπολογίσει από το πειραματικό δεδομένο την *κανονικότητα* (N) του $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$. Από εδώ, μπορούμε να βρούμε την μοριακότητα του M μέσω της σχέσης:

$$\begin{aligned} N &= n M, \\ \text{συνεπώς: } M &= N / n \end{aligned}$$

όπου n είναι η συνολική μεταβολή του αριθμού οξείδωσης (δηλ. για όλα τα άτομα C στο ιόν $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$). Συνεπώς¹, επειδή υπάρχουν 2 άτομα C, η τιμή του $n = 1 \times 2 = 2$.

Άρα:

$$\begin{aligned} M_{\text{αναγ}} &= 0.5 N_{\text{αναγ}} \\ M_{\text{αναγ}} &= 0.5 \times (V_{\text{οξειδ}} \text{ mL}) \times 0.02 \end{aligned}$$

¹ ΣΗΜ.: 1 είναι η μεταβολή του αριθμού οξείδωσης για κάθε άτομο C στο ιόν $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$.

Εργασία:

(α) Να περιγράψετε την πειραματική πορεία που ακολουθήσατε στο εργαστήριο προκειμένου να προσδιορίσετε με οξειδοαναγωγική ογκομέτρηση τη συγκέντρωση του διαλύματος οξαλικού καλίου.

(β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος οξαλικού καλίου.

(γ) Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, ακολουθώντας τα ακόλουθα βήματα:

(α) εντοπίστε σε κάθε εξίσωση (με υπογράμμιση) ποιο είναι το **οξειδωτικό** και ποιο το **αναγωγικό**

(β) βρείτε τον **αριθμό οξείδωσης** των στοιχείων που είναι υπεύθυνα για την οξειδωτική ή αναγωγική δράση

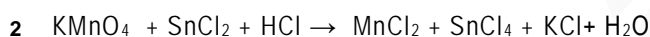
(γ) σημειώστε τη **μεταβολή** του αριθμού οξείδωσης σε κάθε περίπτωση

(δ) συμπληρώστε, βάσει των παραπάνω, τις εξισώσεις βρίσκοντας τους **συντελεστές**

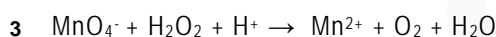
(ε) στην περίπτωση **ιοντικής** αντίδρασης, τέλος, επαληθεύστε την ορθότητα των συντελεστών με τη συμμόρφωση των **φορτίων**



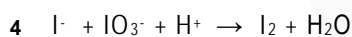
Μπορείτε, αν θέλετε να μετατρέψετε την αντίδραση σε ιοντική (δηλαδή παραλείποντας τα ιόντα K^+ και Cl^- και εμφανίζοντας μόνο εκείνα που συμμετέχουν στην οξειδοαναγωγή).



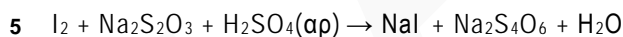
Μπορείτε, αν θέλετε να μετατρέψετε την αντίδραση σε ιοντική (δηλαδή παραλείποντας τα ιόντα K^+ και Cl^- και εμφανίζοντας μόνο εκείνα που συμμετέχουν στην οξειδοαναγωγή)



Υπόδειξη: μετατρέψτε την αντίδραση σε μοριακή χρησιμοποιώντας KMnO_4 αντί MnO_4^- και HCl αντί H^+ . Βρείτε μόνοι σας το άλας στο οποίο θα ανήκει το προϊόν Mn^{2+} .



Υπόδειξη: μετατρέψτε την αντίδραση σε μοριακή χρησιμοποιώντας KI αντί I^- και KIO_3 αντί IO_3^- . Τέλος, ως οξύ χρησιμοποιήστε HCl .



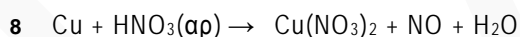
Μπορείτε, αν θέλετε να μετατρέψετε την αντίδραση σε ιοντική (δηλαδή παραλείποντας τα ιόντα Na^+ και SO_4^{2-} και εμφανίζοντας μόνο εκείνα που συμμετέχουν στην οξειδοαναγωγή).



Μπορείτε, αν θέλετε να μετατρέψετε την αντίδραση σε ιοντική (δηλαδή παραλείποντας τα ιόντα K^+ και εμφανίζοντας μόνο εκείνα που συμμετέχουν στην οξειδοαναγωγή).



Υπόδειξη: να θέσετε το συντελεστή που θα προκύψει για το οξειδωτικό (HNO_3), στο β' μέλος (δηλ. στο NO_2). Μπορείτε επίσης, αν θέλετε, να μετατρέψετε την αντίδραση στην ιοντική της μορφή (βλ. Σημ. δ).



Υπόδειξη: να θέσετε το συντελεστή που θα προκύψει για το οξειδωτικό (HNO_3), στο β' μέλος (δηλ. στο NO). Μπορείτε επίσης, αν θέλετε, να μετατρέψετε την αντίδραση στην ιοντική της μορφή (βλ. Σημ. δ).

π: "πυκνό", αρ: "αραιό".

ΣΗΜ: (α) Το νιτρικό οξύ δρα ως οξειδωτικό, είτε σε πυκνά, είτε σε αραιά διαλύματα. Το θειικό οξύ δρα ως οξειδωτικό μόνο σε πυκνά διαλύματα.

(β) Στις ιοντικές αντιδράσεις, προσθέτουμε αραιό οξύ (δηλ. H^+) στο πρώτο μέρος, ώστε να γίνει εφικτή η αντίδραση. Όταν η αντίδραση γράφεται στην πλήρη (μοριακή) μορφή της, το οξύ μπορεί να είναι αραιό HCl ή αραιό H_2SO_4 .

(γ) Οι εξισώσεις 7 και 8 μπορούν να γραφούν και με ιοντική μορφή ως εξής:

