

Πείραμα 4

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος του πειράματος αυτού θα πρέπει να μπορείς:

1. Να αναγνωρίζεις ότι με τον όρο θέση της χημικής ισορροπίας, στην οποία καταλήγει σε συγκεκριμένες συνθήκες μια *αμφίδρομη αντίδραση*, εννοούμε την *απόδοση* ή την *έκταση* της αντίδρασης (μέχρι πού «φτάνει»).
2. Να αναγνωρίζεις τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση μιας αντίδρασης π.χ συγκέντρωση, θερμοκρασία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΘΕΜΑ

Κάθε *αμφίδρομη αντίδραση* κάτω από ένα σύνολο συνθηκών, φτάνει αργά ή γρήγορα - πράγμα το οποίο είναι θέμα ταχύτητας- σε μια κατάσταση ισορροπίας (X.I.). Στην πορεία της αντίδρασης ένα μέρος από τα αντιδρώντα μετατρέπεται σε προϊόντα, οπότε στη θέση της X.I. θα συνυπάρχουν σε μίγμα όλα μαζί, αντιδρώντα και προϊόντα. Η σύσταση αυτού του μίγματος ισορροπίας θα παραμένει χρονικά σταθερή αν δεν αλλάξουν οι συνθήκες.

Ακόμα, θα χαρακτηρίζεται ποσοτικά από τη *σταθερά ισορροπίας* K_c (K_c ή K_p), η οποία εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία. Για την αντίδραση π.χ.



στην κατάσταση της X.I. θα είναι : $K_c = [\Gamma] \cdot [\Delta] / [A] \cdot [B]$.

Αν αλλάξουν οι άλλες συνθήκες, πλην της θερμοκρασίας, η τιμή του K_c μένει σταθερή, έστω και αν αλλάζουν οι επιμέρους τιμές των συγκεντρώσεων των A, B, Γ και Δ. Αλλάζοντας όμως τις τιμές αυτές, αλλάζει και η *απόδοση α της αντίδρασης* που μπο-

ρεί να οριστεί π.χ. ως ο λόγος των mol του A που αντέδρασαν προς τα mol που θα αντιδρούσαν αν η αντίδραση ήταν ποσοτική. Μπορεί κανείς να προβλέψει τη μεταβολή αυτή του α ή (διαφορετικά) τη φορά προς την οποία θα κινηθεί η αντίδραση – δεξιά ή αριστερά – ποιοτικά και ποσοτικά, με βάση την *αρχή του Le Chatelier*. Σε πολύ γενική διατύπωση η αρχή αυτή λείει, ότι «μεταβολή κάποιου από τους παράγοντες της ισορροπίας μετατοπίζει την θέση της προς την μεριά εκείνη, η οποία θα αντισταθμίσει τη μεταβολή».

Έτσι, αν στην παραπάνω ισορροπία αυξηθεί έστω η $[Γ]$, τότε η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά μικραίνοντας έτσι την απόδοση της αντίδρασης, χωρίς να μεταβληθεί η τιμή της K . Η περίπτωση της μεταβολής της θερμοκρασίας έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, μια και η μετατόπιση της θέσης ισορροπίας εξαρτάται από το αν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη. Σύμφωνα με την παραπάνω αρχή, αύξηση π.χ. της θερμοκρασίας μετατοπίζει την ισορροπία προς την πλευρά της απορρόφησης θερμότητας, δηλαδή προς την ενδόθερμη φορά.

Στο πείραμα που ακολουθεί θα μελετηθεί σε πρώτη φάση η επίδραση της μεταβολής της συγκέντρωσης, στη θέση ισορροπίας. Σαν παράδειγμα επελέγη η ισορροπία :



Στη θέση ισορροπίας το χρώμα που υπερισχύει εξαρτάται από την $[\text{H}^+]$. Έτσι, αύξηση της $[\text{H}^+]$ μετατοπίζει την ισορροπία προς τα δεξιά και το διάλυμα αποκτά ολοένα και πιο έντονο πορτοκαλλοκόκκινο χρώμα. Αντίθετα, μείωση της $[\text{H}^+]$ ή το ίδιο αύξηση της $[\text{OH}^-]$, οδηγεί τελικά στην επικράτηση του κίτρινου χρώματος, που είναι το χρώμα των χρωμικών ιόντων.



ΣΧΗΜΑ 4.1 Προσθήκη οξέος σε διάλυμα CrO_4^{2-} οδηγεί τελικά στην επικράτηση του πορτοκαλοκόκκινου χρώματος, που είναι το χρώμα των $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

Για την μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας ένα προσιτό πείραμα είναι η ισορροπία :



Στην περίπτωση αυτή αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει την ισορροπία δεξιά με επικράτηση του κυανού χρώματος του συμπλόκου, ενώ με ψύξη θα επικρατεί το κόκκινο χρώμα των ενυδατωμένων ιόντων Co^{2+} , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



ΣΧΗΜΑ 4.2

Επίδραση της θερμοκρασίας στη θέση της χημικής ισορροπίας.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Για την εκτέλεση του πειράματος απαιτούνται:

1. 10 δοκιμαστικοί σωλήνες 13x100 mm.
2. Λύχνος Bunsen και ξυλολαβίδα δοκιμαστικών σωλήνων.
3. Σταγονόμετρο.
4. Διαλύματα K_2CrO_4 και $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M.
5. Διαλύματα HCl και NaOH 1 M.
6. $CoCl_2$.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

α. μελέτη της επίδρασης της συγκέντρωσης.

1. Βάλτε από 5 mL των διαλυμάτων K_2CrO_4 και $K_2Cr_2O_7$ σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες. Σημειώστε το χρώμα τους. Αυτοί θα χρησιμεύουν σαν πηγές των αντιστοιχών ιόντων.
2. Μεταφέρατε από 20 σταγόνες (1 mL) από το κάθε διάλυμα σε δύο άλλους σωλήνες και προσθέστε στον καθένα σταγόνα-σταγόνα διάλυμα NaOH 1M. Σημειώστε τυχόν αλλαγή στο χρώμα. Στους σωλήνες τώρα αυτούς προσθέστε πάλι σταγόνα-σταγόνα από το διάλυμα του HCl 1M. Σημειώστε τυχόν αλλαγές.
3. Σε δύο νέους σωλήνες προσθέστε πάλι 20 σταγόνες από τα αρχικά διαλύματα και προσθέστε σταγόνα-σταγόνα από το διάλυμα του HCl 1M. Σημειώστε τις μεταβολές στο χρώμα. Μετά προσθέστε και εδώ σταγόνες από το διάλυμα του NaOH. Σημειώστε τις αλλαγές.

β. μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας.

1. Σε δοκιμαστικό σωλήνα μεταφέρατε 5 mL απιονισμένο νερό και διαλύστε σε αυτό λίγο $CoCl_2$ (στην άκρη της σπαθίδος). Σημειώστε το χρώμα.
2. Προσθέστε τώρα με το σταγονόμετρο διάλυμα HCl 1M και σημειώστε την αλλαγή στο χρώμα. Αραιώστε τώρα το διάλυμα με σταγόνες νερού και σημειώστε την αλλαγή.

3. Θερμάνετε τώρα τον σωλήνα στην φλόγα του λύχνου με πολύ προσοχή και παρατηρήστε την αλλαγή.