

Μάθημα 5.5

Ρυθμιστικά διαλύματα

Ρυθμιστικά διαλύματα

Ρυθμιστικά διαλύματα ονομάζονται διαλύματα των οποίων το pH παραμένει **πρακτικά σταθερό**, όταν προστεθεί **μικρή αλλά υπολογίσιμη ποσότητα** ισχυρών οξέων ή βάσεων. Επίσης μπορούν **μέσα σε όρια να αραιωθούν, χωρίς να μεταβληθεί το pH τους**. Τα διαλύματα αυτά περιέχουν ένα **ασθενές οξύ και τη συζυγή του βάση (HA / A^-)** ή μια **ασθενή βάση και το συζυγές της οξύ (B / BH^+)**.

Παραδείγματα ρυθμιστικών

- Διάλυμα HF και NaF (HF / F⁻)
(ασθενές οξύ και η συζυγής του βάση)
- Διάλυμα NH₄Cl και NH₃ (NH₃ / NH₄⁺)
(ασθενής βάση και το συζυγές της οξύ)



Εξίσωση Henderson - Hasselbalch

Έχουμε αποδείξει ότι σε διάλυμα που περιέχει ασθενές οξύ HA με συγκέντρωση $c_{οξ}$ M και τη συζυγή βάση αυτού A^- με συγκέντρωση $c_{βασ}$ M η συγκέντρωση των H_3O^+ δίνεται από τον τύπο:

$$[H_3O^+] = K_a \frac{c_{οξ}}{c_{βασ}}$$

Αν λογαριθμίσουμε θα έχουμε:

$$pH = pK_a + \log \frac{c_{β}}{c_{ο}}$$

Εξίσωση Henderson - Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_\beta}{C_\alpha}$$

Η εξίσωση αυτή ισχύει υπό ορισμένες προϋποθέσεις π.χ. για ένα το ρυθμιστικό διάλυμα της μορφής HA / A^- θα πρέπει:

- η συγκέντρωση του οξέος στην κατάσταση ισορροπίας να είναι περίπου ίση με την αρχική συγκέντρωση του οξέος, δηλαδή $C_{\alpha} = [\text{HA}]_{\text{αρχικό}}$
- η συγκέντρωση της συζυγούς βάσης στην κατάσταση ισορροπίας να είναι περίπου ίση με την αρχική συγκέντρωση της βάσης, δηλαδή $C_{\beta} = [\text{A}^-]_{\text{αρχικό}}$

Παράδειγμα 5.14

Να βρεθεί το pH ρυθμιστικού διαλύματος που περιέχει HCOOH 0,2 M και HCOONa 0,4 M, αν είναι γνωστό ότι

$$K_a \text{HCOOH} = 2 \cdot 10^{-4}.$$

Εφαρμογή 5.14

Να βρεθεί το pH διαλύματος CH_3COOH 0,5 Μ και CH_3COONa 0,9 Μ, αν δίνεται $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Παρασκευές ρυθμιστικών διαλυμάτων

Μπορούμε να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα της μορφής HA / A^- π.χ. HF / NaF με τους εξής τρόπους:

1. Με ανάμιξη ασθενούς οξέος με τη συζυγή του βάση

Π.χ. προσθήκη διαλύματος HF σε διάλυμα NaF

2. Με μερική εξουδετέρωση ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση.

Π.χ. προσθήκη x mol $NaOH$ σε διάλυμα που περιέχει y mol HF , όπου $x < y$.

Παρασκευές ρυθμιστικών διαλυμάτων

Μπορούμε να παρασκευάσουμε ένα ρυθμιστικό διάλυμα της μορφής B / BH^+ π.χ. NH_3 / NH_4Cl με τους εξής τρόπους:

1. Με ανάμιξη **ασθενούς βάσης με το συζυγές της οξύ**
π.χ. προσθήκη διαλύματος NH_3 με διάλυμα NH_4Cl .
2. Με ανάμιξη **περίσσειας ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ** π.χ. προσθήκη x mol NH_3 σε διάλυμα y mol HCl , όπου $y < x$.

Παράδειγμα 5.15

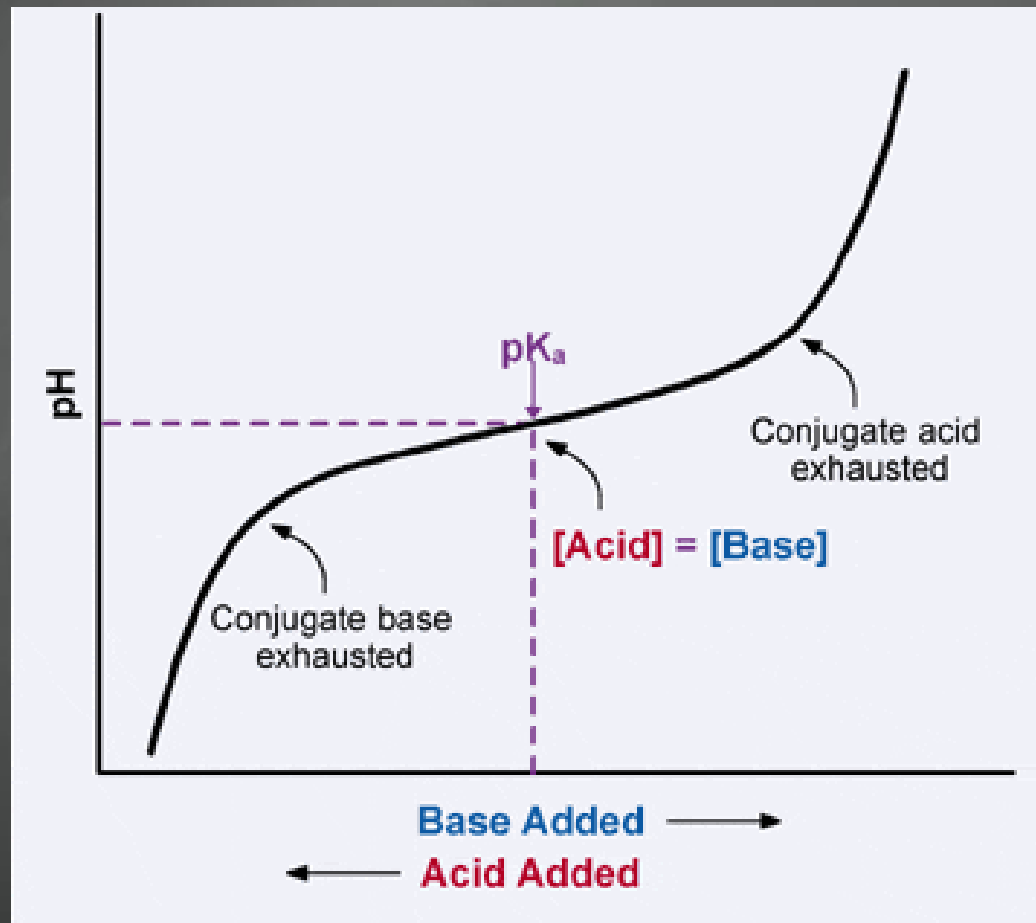
Πόσα λίτρα διαλύματος NaOH $0,4 \text{ M}$ πρέπει να προσθέσουμε σε 2 L διαλύματος HF $0,2 \text{ M}$ για να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό με $\text{pH} = 4$. Κατά την ανάμιξη θεωρούμε ότι δε μεταβάλλεται ο συνολικός όγκος. Δίνεται $K_{\text{a HF}} = 10^{-4}$.

Εφαρμογή 5.15

Ποιος όγκος διαλύματος HCl $0,2 \text{ M}$ πρέπει να αναμιχθεί με 500 mL διαλύματος NH_3 $0,6 \text{ M}$ για να πάρουμε ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}=9$.

Δίνονται $K_{\text{b NH}_3} = 10^{-5}$ και $K_{\text{w}} = 10^{-14}$.

Πως δρουν τα ρυθμιστικά διαλύματα



Πως δρουν τα ρυθμιστικά διαλύματα

Ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH και CH_3COONa

- Αν προσθέσουμε ποσότητα HCl



- Αν προσθέσουμε ποσότητα NaOH



Πως δρουν τα ρυθμιστικά διαλύματα

Ρυθμιστικό διάλυμα NH_3 και NH_4Cl

- Αν προσθέσουμε ποσότητα HCl



- Αν προσθέσουμε ποσότητα NaOH



Αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος

Αν έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα: $\text{HA } c_1 \text{ M}$ και $\text{NaA } c_2 \text{ M}$ τότε ισχύει, $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a c_1/c_2$

- Αν αραιώσουμε το διάλυμα 10 φορές με νερό, τότε το διάλυμα που θα προκύψει θα περιέχει: $\text{HA } 0,1c_1 \text{ M}$ και $\text{NaA } 0,1c_2 \text{ M}$ οπότε, $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a (0,1c_1) / (0,1c_2) = K_a c_1/c_2$
- Μετά από κάποια αραιώση το διάλυμα χάνει τη ρυθμιστική του ικανότητα.

Παράδειγμα 5.16

1. Σε 100 ml H_2O προσθέτουμε 0,001 mol HCl . Να υπολογιστεί η συγκέντρωση των H_3O^+ στο H_2O και στο διάλυμα και να γίνει η σύγκριση μεταξύ τους.

Παράδειγμα 5.16

2. Σε 100 ml διαλύματος Α που περιέχει HF 1 M και NaF 0,5 M προσθέτουμε 0,001 mol HCl και παίρνουμε διάλυμα Β. Να βρεθεί η συγκέντρωση H_3O^+ στο Α και στο Β και να συγκριθούν μεταξύ τους. Δίνεται $K_{\text{a HF}} = 10^{-4}$.

Εφαρμογή 5.16

Σε 1 L ρυθμιστικού διαλύματος Γ που περιέχει NH_3 0,2 M και NH_4Cl 0,4 M προσθέτουμε 1 L διαλύματος HCl 0,05 M και παίρνουμε 2 L διαλύματος Δ. Να βρεθεί η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο Γ και στο Δ.

Δίνονται: $K_b \text{NH}_3 = 2 \cdot 10^{-5}$ και $K_w = 10^{-14}$.