

ΕΚΦΕ Α & Β ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ : Παρασκευή και ιδιότητες ρυθμιστικών διαλυμάτων

Τάξη : Γ' Λυκείου, Χημεία κατ/νσης

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να παρασκευάσουν ρυθμιστικό διάλυμα με ορισμένη τιμή pH.
- Να εξετάσουν πως συμπεριφέρεται ένα ρυθμιστικό διάλυμα ορισμένου pH, όταν προστίθενται σε αυτό, μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες οξέος ή βάσης.
- Να κάνουν χρήση του πεχάμετρου.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΟΡΓΑΝΑ	ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ
<ul style="list-style-type: none">❖ Ποτήρι ζέσης 100ml❖ Ογκομετρικός κύλινδρος 100ml❖ Σιφώνια των 10ml (2)❖ Πουάρ❖ Γυάλινη ράβδος ανάδευσης❖ Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων❖ Δοκιμαστικοί σωλήνες (4)❖ Σταγονόμετρα (3)❖ Υδροβολέας	<ul style="list-style-type: none">❖ Οξικό οξύ CH_3COOH 1M❖ Οξικό νάτριο CH_3COONa 1M❖ ηλεκτρονικό πεχάμετρο❖ Ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ (παρασκευάζεται κατά την εργ/κή άσκηση 1)❖ Υδροχλωρικό οξύ HCl 0,01M❖ Υδροξείδιο του νατρίου NaOH 0,01M❖ Απιονισμένο νερό❖ Δείκτης ερυθρό του μεθυλίου (0,1g στερεό ερυθρό του μεθυλίου σε 100 ml αλκοόλης 95°)

Ρυθμιστικά διαλύματα ονομάζονται τα υδατικά διαλύματα που διατηρούν το pH τους σταθερό, όταν προστεθεί μικρή αλλά υπολογίσιμη ποσότητα ισχυρού οξέος ή βάσης, ή όταν υποστούν συμπύκνωση ή αραιώση μέσα σε κάποια όρια. Δηλαδή τα ρυθμιστικά διαλύματα αντιστέκονται στην μεταβολή του pH τους.

Ένα ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει:

- **Ασθενές οξύ** και το **άλας** του, που είναι προϊόν της εξουδετέρωσής του από μια ισχυρή βάση π.χ.
 $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$

➤ **Ασθενή βάση** και το **άλας** της, που είναι προϊόν της εξουδετέρωσής της από ισχυρό οξύ π.χ. $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$

Το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος υπολογίζεται με βάση την εξίσωση των ρυθμιστικών διαλυμάτων ή εξίσωση των Henderson - Hasselbach:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_s}{C_a}$$

όπου K_a = σταθερά διάστασης οξέος

C_s = συγκέντρωση του άλατος

C_a = συγκέντρωση οξέος

Όταν $C_s = C_a$ τότε $\log \frac{C_s}{C_a} = \log 1 = 0$, οπότε $\text{pH} = \text{pK}_a$

Έτσι το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος καθορίζεται από την τιμή της pK_a και βρίσκεται στην περιοχή $\text{pH} = \text{pK}_a \pm 1$

Αυτό μας επιτρέπει να παρασκευάσουμε ρυθμιστικά διαλύματα με ορισμένο pH, αρκεί να επιλέξουμε το κατάλληλο οξύ με βάση την τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του οξέος. Ανάλογα ισχύουν και για τα ρυθμιστικά διαλύματα που περιέχουν ασθενή βάση και το άλας της με ισχυρό οξύ.

Μπορούμε να ορίσουμε ως **ρυθμιστική ικανότητα ενός ρυθμιστικού διαλύματος** τον αριθμό των moles ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης, τα οποία πρέπει να προστεθούν σε 1L του διαλύματος ώστε να μεταβληθεί η τιμή του pH κατά μία μονάδα. Από την εξίσωση Henderson-Hasselbach επίσης προκύπτει ότι το pH του P.Δ. διατηρείται σταθερό μετά από αραιώση.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Η επιλογή των αντιδραστηρίων για την παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος ορισμένου pH βασίζεται στις τιμές pK_a των οξέων ή pK_b των βάσεων, που δίνονται σε πίνακες.

Έστω για παράδειγμα ότι θέλουμε να παρασκευάσουμε 100 ml ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH / CH_3COONa με $pH = 5.8$.

1) Πρόκειται να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα, CH_3COOH / CH_3COONa με $pH = 5,8$

2) Γνωρίζοντας ότι $K_a = 1,7 \cdot 10^{-5}$ άρα $pK_a = 4,8$, να υπολογίσετε από την εξίσωση των Henderson - Hasselbach:

A) τον λόγο $\frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]} = \dots\dots\dots$

B) Στην συνέχεια, να υπολογίσετε τους όγκους των διαλυμάτων CH_3COOH 1M και CH_3COONa 1M για την παρασκευή 100ml ρυθμιστικού διαλύματος

Αν x ml είναι ο απαιτούμενος όγκος του δ/τος CH_3COOH 1M αντίστοιχα ο όγκος του δ/τος CH_3COONa 1M θα είναι $100 - x$ ml.

συγκέντρωση $[CH_3COOH]$ στο ρυθμιστικό διάλυμα 100ml $\dots\dots\dots$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ-1

Αφού φορέσετε τα προστατευτικά γυαλιά

➤ Με τον ογκομετρικό κύλινδρο των 100ml μετράμε $\dots\dots\dots$ ml διαλύματος CH_3COONa 1M.

➤ Με το σιφώνιο χρησιμοποιώντας το πουάρ μετράμε $\dots\dots$ ml από το διάλυμα του CH_3COOH 1M.

➤ Αναμιγνύουμε τα δύο διαλύματα στο ποτήρι ζέσης των 100ml, χρησιμοποιώντας τη ράβδο ανάδευσης.

Μετράμε την ένδειξη του ηλεκτρονικού πεχάμετρου $pH = \dots\dots\dots$

Συμφωνεί η ένδειξη του εργαστηριακού οργάνου, με την τιμή του pH, που υπολόγισες θεωρητικά; $\dots\dots\dots$

Αν όχι, σε ποιους παράγοντες πιστεύεις ότι οφείλεται αυτή η απόκλιση θεωρητικής – πειραματικής τιμής;

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ -2

Στην ογκομετρική φιάλη των 100 mL εισάγονται 50 mL διαλύματος CH_3COOH 1M και 25 mL διαλύματος NaOH 1M με τους αντίστοιχους ογκομετρικούς κυλίνδρους, αφού προηγουμένως έχει τοποθετηθεί το χωνί στο στόμιο της ογκομετρικής φιάλης. Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται με προσθήκη νερού από τον υδροβολέα μέχρι τη χαραγή ώστε να έχει τελικά όγκο 100 mL.

A. Να συμπληρώσετε τα κενά του πιο κάτω πίνακα και να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις CH_3COOH και CH_3COONa του P.Δ. που παρασκευάστηκε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

moles	CH_3COOH	+	NaOH	→	CH_3COONa	+	H_2O
αρχικά							
αντιδρούν και παράγονται							
τελικά							

$$C_{\text{οξέος}} = \frac{n_{\text{οξέος}}}{V_{\delta/\text{τος}}} = \dots\dots\dots$$

$$C_{\text{βάσης}} = \frac{n_{\text{βάσης}}}{V_{\delta/\text{τος}}} = \dots\dots\dots$$

B. Να υπολογίσετε με την εξίσωση Henderson-Hasselbach το pH αυτού του P.Δ. με δεδομένη την τιμή $K_a=10^{-4.76}$ στους 25°C .

pH=.....

Γ. Να μετρήσετε με το pHμετρο το pH του P.Δ. pH=.....

Δ. Να συγκρίνετε τις δύο πιο πάνω τιμές και να γράψετε δύο λόγους που εξηγούν τη πιθανή διαφορά μεταξύ της θεωρητικής και πειραματικής τιμής του pH.

.....

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2η

Συμπεριφορά του ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος / οξικού νατρίου (pH ~ 5.8) μετά την προσθήκη μικρών ποσοτήτων οξέος ή βάσης

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- 1) Τοποθετούμε τους 4 δοκιμαστικούς σωλήνες στο στατώ και τους αριθμούμε από το 1 έως το 4.
- 2) Ρίχνουμε από 10ml απιοντισμένο νερό στον 1^ο και στον 2^ο δοκιμαστικό σωλήνα, ενώ στον 3^ο και στον 4^ο από 10ml ρυθμιστικό διάλυμα.
- 3) Προσθέτουμε και στους 4 σωλήνες 2-3 σταγόνες **δείκτη ερυθρό του μεθυλίου** και παρατηρούμε τα χρώματα των διαλυμάτων.
- 4) Συμπληρώνουμε τα χρώματα στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα 1 στο φύλλο εργασίας .
- 5) Στη συνέχεια προσθέτουμε στον 1^ο και στον 3^ο σωλήνα με το σταγονόμετρο 5-10 σταγόνες HCl , ενώ στον 2^ο και 4^ο σωλήνα 5-10 σταγόνες NaOH.
- 6) Τέλος καταγράφουμε την αλλαγή του χρώματος των διαλυμάτων στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα 1 του φύλλο εργασίας.
- 7) Σημειώνουμε τις παρατηρήσεις μας.
- 8) Να παρατηρήσετε τις αλλαγές στο χρώμα των διαλυμάτων στους 4 δοκιμαστικούς σωλήνες μετά την προσθήκη υδροχλωρικού οξέος (HCl aq) και υδροξειδίου του νατρίου (NaOH aq).
- 9)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Δοκιμαστικός Σωλήνας	Αντιδραστήριο που προστίθεται	Αρχικό χρώμα διαλύματος	Τελικό χρώμα διαλύματος
1	HCl		
2	NaOH		
3	HCl		
4	NaOH		

Παίρνετε με ογκομετρικό κύλινδρο 25 mL του ίδιου P.Δ. και αραιώνετε με νερό σε ογκομετρική φιάλη με τελικό όγκο 100 mL. Μετράτε κατόπιν με το pHμετρο την τιμή του pH στο αραιωμένο διάλυμα. Να συγκρίνετε το pH του P.Δ. με το pH του αραιωμένου διαλύματος και να **εξηγήσετε** τη σχέση αυτών των δύο τιμών.

.....
.....
.....
.....

Βιβλιογραφία

1. Φύλλο εργασίας ΕΚΦΕ Αχαρνών : Ρυθμιστικά – Επιμέλεια Εγγλεζάκη Φρ. Παπαευσταθίου Ε.
2. Φύλλο εργασίας ΕΚΦΕ Παλλήνης : Ρυθμιστικά – Επιμέλεια Παπαευσταθίου Ε. Βαλλιάνος Δ.
3. Εργαστηριακός οδηγός Χημείας Γ΄ Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης (Σ.Λιοδάκης, Δ. Γάκης)
4. Χημεία Γ΄ Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης(Σ. Λιοδάκης, Δ. Γάκης, Δ. Θεοδωρόπουλος, Π.
5. Chemistry The Central Science(T.L.Brown, H.E. LeMay, B.Bursten) Prentice Hill International, Inc.