

ΕΚΦΕ Δ' Δ/ΝΣΗΣ ΔΕΥΤ/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

Εργαστηριακή άσκηση
στα
ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

(ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ – ΘΕΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ)

Συνεργάτες Χημικοί:

**Ερρίκος Γιακουμάκης
Γιώργος Καπελώνης
Μπάμπης Καρακώστας**



Δεκέμβριος 2004

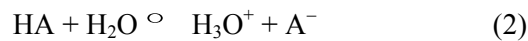
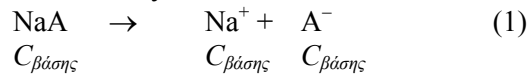
Ρυθμιστικά διαλύματα: Εισαγωγικό σημείωμα

Ρυθμιστικό διάλυμα είναι ένα διάλυμα που περιέχει ένα συζυγές ζεύγος ασθενούς οξέος – βάσης. Υπάρχουν δύο είδη ρυθμιστικών διαλυμάτων:

α. HA - A⁻ πχ CH₃COOH – CH₃COONa

β. B - BH⁺ πχ NH₃ – NH₄Cl

- Σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει HA και A⁻ ο υπολογισμός της συγκέντρωσης οξονίων και το pH μπορεί να γίνει βάσει του φαινομένου επίδρασης κοινού ιόντος



Αρχικά:



Ιοντ.-παράγ.:



Ισορροπία:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{x \cdot (C_{\text{βάσης}} + x)}{C_{\text{οξέος}} - x} \cong \frac{x \cdot C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}} \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{C_{\text{οξέος}}}{C_{\text{βάσης}}}$$

Ο υπολογισμός του pH μπορεί να γίνει από τον τύπο:

$$\boxed{pH = pK_a + \log \frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}}}$$

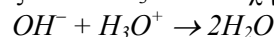
- Αντίστοιχα σε ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει B και BH⁺ ισχύει:

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}} \Rightarrow \boxed{pOH = pK_b + \log \frac{C_{\text{οξέος}}}{C_{\text{βάσης}}}}$$

- Γενικά ως **ρυθμιστική ικανότητα** αναφέρεται η ιδιότητα του ρυθμιστικού να διατηρεί πρακτικά σταθερό το pH του και μπορεί να οριστεί ως τα mole ισχυρού οξέος ή βάσης τα οποία πρέπει να προστεθούν σε 1 L του ρυθμιστικού διαλύματος ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά 1 μονάδα.

Τα H₃O⁺ ή τα OH⁻ (του ισχυρού οξέος ή της ισχυρής βάσης) που προστίθενται στο ρυθμιστικό διάλυμα δεσμεύονται από τα ιόντα του ρυθμιστικού διαλύματος και μετατρέπονται σε ασθενές οξύ, ή ασθενή βάση ή H₂O, οπότε το pH παραμένει πρακτικά σταθερό. Έτσι:

- κατά την προσθήκη ισχυρού οξέος σε ρυθμιστικό διάλυμα HA - A⁻, παράγονται H₃O⁺ και η ισορροπία (2) μετατοπίζεται προς τα αριστερά, δηλαδή τα H₃O⁺ του ισχυρού οξέος αντιδρούν πρακτικά πλήρως με τα ιόντα A⁻.
- κατά την προσθήκη ισχυρής βάσης σε ρυθμιστικό διάλυμα HA - A⁻, παράγονται OH⁻ τα οποία εξουδετερώνονται πλήρως από τα H₃O⁺ και σχηματίζουν μόρια νερού:



Η ισορροπία (2) μετατοπίζεται προς τα δεξιά και αναπληρώνει το μεγαλύτερο μέρος των οξονίων που εξουδετερώθηκαν.

- Κατά την αραιώση ρυθμιστικού διαλύματος (μέχρι ενός ορίου, C > 10⁻³ M) μειώνονται οι συγκεντρώσεις των συστατικών του (C_{HA} - C_{A⁻}) αλλά ο λόγος $\frac{C_{\text{A}^-}}{C_{\text{HA}}}$ δε μεταβάλλεται και το pH διατηρείται σταθερό.

Εργαστηρική άσκηση: Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH – CH_3COONa – Έλεγχος ρυθμιστικής ικανότητας.

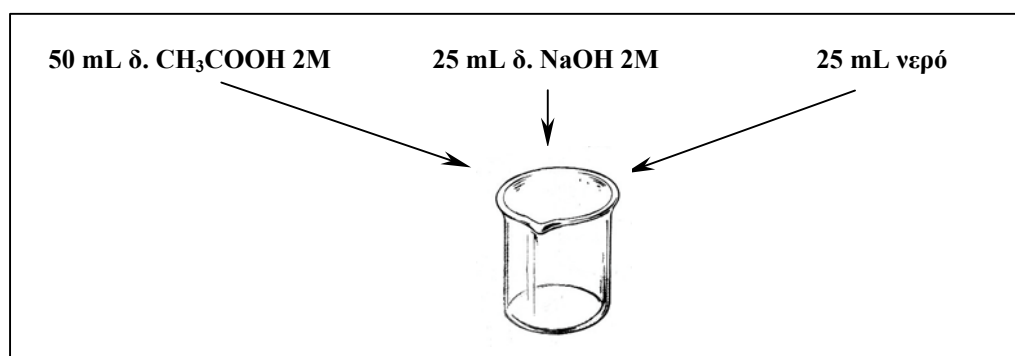
Απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια:

Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων
 9 μεγάλοι δοκιμαστικοί σωλήνες
 Ογκομετρικός κύλινδρος των 100 mL
 2 σιφόνια μετρήσεως 5 mL (πιπέτα)
 Πουάρ
 2 ποτήρια ζέσεως 250 mL (ένα για εκπλύσεις)

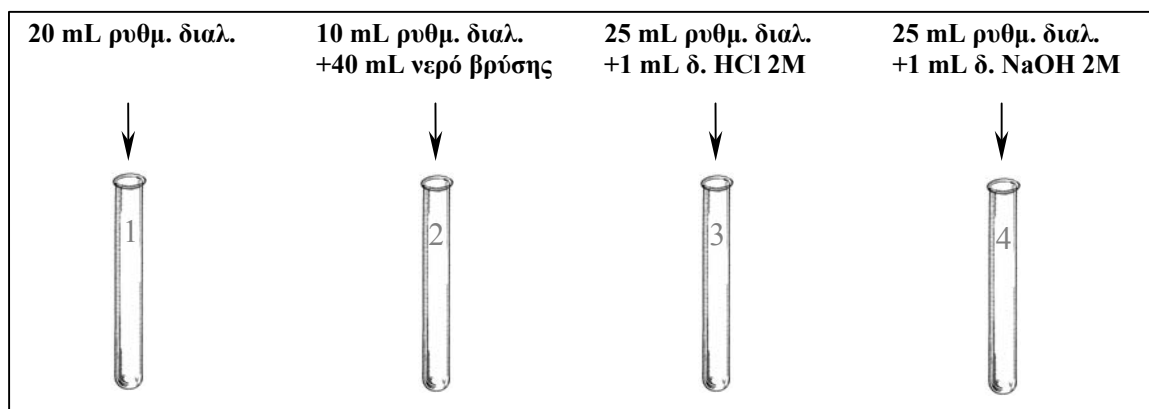
pH-μετρικό χαρτί & ηλεκτρονικό πεχάμετρο
 Υδροβολέας με απιονισμένο νερό
 Διαλύματα:
 CH_3COOH 2M
 NaOH 2M
 ρυθμιστικό διάλυμα (**B**) CH_3COOH 0,1M – CH_3COONa 0,9M

Διαδικασία:

ΜΕΡΟΣ 1:



1. Με τον ογκομετρικό κύλινδρο μετράτε 50 mL διαλύματος CH_3COOH 2M και το μεταφέρετε στο ποτήρι ζέσεως.
2. Με τον ογκομετρικό κύλινδρο (χωρίς έκπλυση) μετράτε 25 mL διαλύματος NaOH 2M και το μεταφέρετε στο ποτήρι ζέσεως.
3. Με τον ογκομετρικό κύλινδρο (χωρίς έκπλυση) μετράτε 25 mL απιονισμένου νερού και το μεταφέρετε στο ποτήρι ζέσεως. Τώρα το ποτήρι περιέχει 100 mL ρυθμιστικού διαλύματος (A).
4. Με τον ογκομετρικό κύλινδρο μεταφέρετε στους δοκιμαστικούς σωλήνες 1, 2, 3 και 4 αντίστοιχα 20 mL, 10 mL, 25 mL και 25 mL του ρυθμιστικού διαλύματος.

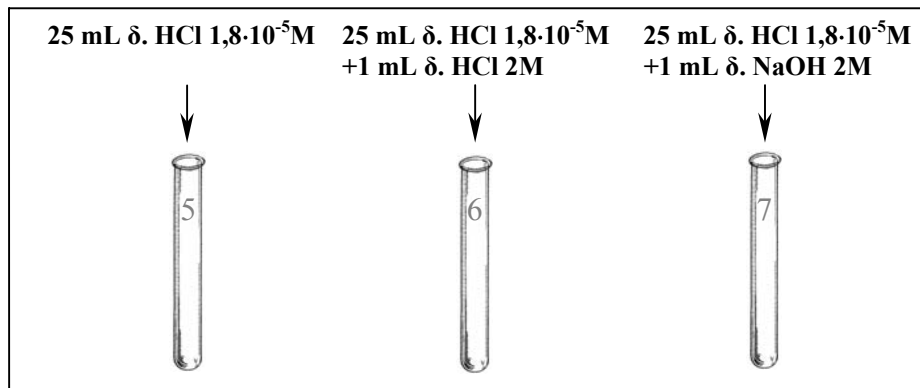


5. Στο σωλήνα 2 προσθέτετε (με τον ογκομετρικό κύλινδρο) 40 mL νερό βρύσης.

6. Στο σωλήνα 3 προσθέτετε (με το σιφόνιο) 1 mL διαλύματος HCl 2M.
7. Στο σωλήνα 4 προσθέτετε (με το σιφόνιο) 1 mL διαλύματος NaOH 2M.
8. Μετράτε το pH του διαλύματος που περιέχεται σε καθένα από τους σωλήνες 1, 2, 3 και 4.

ΜΕΡΟΣ 2:

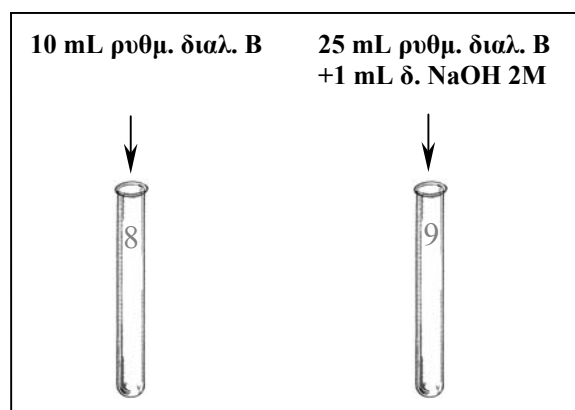
1. Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες (5, 6, 7) βάζετε (με τον ογκομετρικό κύλινδρο) 25 mL διαλύματος HCl $1,8 \cdot 10^{-5}$ M στον καθένα.



2. Στο σωλήνα 6 προσθέτετε (με το σιφόνιο) 1 mL διαλύματος HCl 2M.
3. Στο σωλήνα 7 προσθέτετε (με το σιφόνιο) 1 mL διαλύματος NaOH 2M.
4. Μετράτε το pH του διαλύματος που περιέχεται σε καθένα από τους σωλήνες 5, 6, και 7.

ΜΕΡΟΣ 3:

1. Μετράτε με τον ογκομετρικό κύλινδρο 10 mL του ρυθμιστικού διαλύματος B (που σας έχει δοθεί έτοιμο) και το βάζετε στο δοκιμαστικό σωλήνα 8.



2. Μετράτε με τον ογκομετρικό κύλινδρο 25 mL από το ρυθμιστικό διάλυμα B και το βάζετε στο δοκιμαστικό σωλήνα 9.
3. Προσθέτετε στο σωλήνα 9 (με το σιφόνιο) 1 mL διαλύματος NaOH 2M.
4. Μετράτε το pH του διαλύματος που περιέχεται σε καθένα από τους σωλήνες 8 και 9.

Σημείωση: Αν για τη μέτρηση των όγκων χρησιμοποιηθεί σιφόνιο ή προχοΐδα οι πειραματικές τιμές αποκλίνουν πολύ λίγο από τις θεωρητικές. Εδώ χρησιμοποιήθηκε ογκομετρικός κύλινδρος για εξοικονόμηση χρόνου.

Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος – Έλεγχος ρυθμιστικής ικανότητας

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο μαθητή: Τάξη: Ημερομηνία:

Πίνακας μετρήσεων και υπολογισμών

	Αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα					10 mL ρυθμιστικού διαλύματος + 40 mL νερού βρύσης					25 mL ρυθμιστικού διαλύματος + 1mL δ. HCl 2M					25 mL ρυθμιστικού διαλύματος + 1mL δ. NaOH 2M				
	Συγκεντρώσεις συστατικών (mol/L)			pH		Συγκεντρώσεις συστατικών (mol/L)			pH		Συγκεντρώσεις συστατικών (mol/L)			pH		Συγκεντρώσεις συστατικών (mol/L)			pH	
	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa	$\frac{C_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}}{C_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma}}$	Θεωρητική τιμή	Πειραματική τιμή	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa	$\frac{C_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}}{C_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma}}$	Θεωρητική τιμή	Πειραματική τιμή	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa	$\frac{C_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}}{C_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma}}$	Θεωρητική τιμή	Πειραματική τιμή	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa	$\frac{C_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}}{C_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma}}$	Θεωρητική τιμή	Πειραματική τιμή
Ρυθμιστ. διάλ. Α					σολ. 1					σολ. 2					σολ. 3					σολ. 4
											ΔpH					ΔpH				
Διάλ. HCl 1,8·10 ⁻⁵ M					σολ. 5										σολ. 6					σολ. 7
											ΔpH					ΔpH				
Ρυθμιστ. διάλ. Β					σολ. 8															σολ. 9
																ΔpH				

Για το CH₃COOH: pK_a = 4,74

Ερωτήσεις:

- Όταν προσθέσατε στα ρυθμιστικά διαλύματα Α και Β το διάλυμα NaOH 2M, σε ποιο από τα δύο δεν παρατηρήσατε πρακτικά μεταβολή του pH; Ποιο από τα διαλύματα Α και Β έχει μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα;
- Ένας μαθητής παρασκεύασε ρυθμιστικό διάλυμα NH₃ – NH₄Cl και μέτρησε το pH του διαλύματος πριν και μετά την προσθήκη διαλυμάτων ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης. Τα πειραματικά δεδομένα εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα					Μετά την προσθήκη 1mL δ. HCl 2M					Μετά την προσθήκη 1mL δ. NaOH 2M				
Συγκεντρώσεις συστατικών (mol/L)			pH		Συγκεντρώσεις συστατικών (mol/L)			pH		Συγκεντρώσεις συστατικών (mol/L)			pH	
NH ₃	NH ₄ Cl	$\frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}}$	Θεωρητική τιμή	Πειραματική τιμή	NH ₃	NH ₄ Cl	$\frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}}$	Θεωρητική τιμή	Πειραματική τιμή	NH ₃	NH ₄ Cl	$\frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}}$	Θεωρητική τιμή	Πειραματική τιμή
0,5	0,5			9,30					9,22					9,36

Να συμπληρώσετε τον πίνακα. Δίνεται η σταθερά ιοντισμού της NH₃: $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ και $\log(1,8) = 0,26$.

- Σε 30 mL διαλύματος CH₃COOH 1M προσθέτουμε 15 mL διαλύματος NaOH 2M και σχηματίζεται διάλυμα Χ. Προσθέτουμε στο διάλυμα Χ 50 mL διαλύματος HCl 0,3M και προκύπτουν 100 mL διαλύματος Ψ. Ποιο από τα διαλύματα Χ και Ψ είναι ρυθμιστικό; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
- Θέλουμε να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 9.
 - Είναι σωστό να επιλέξουμε το συνδυασμό NH₃ – NH₄⁺;
 - Να υπολογίσετε τους όγκους διαλυμάτων NH₃ 2 M και HCl 2M που απαιτούνται για την παρασκευή 120 mL ενός ρυθμιστικού διαλύματος με pH = 9,26. Δίνεται η σταθερά ιοντισμού της NH₃: $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ και $\log(1,8) = 0,26$.
- Δύο μαθητές ήθελαν να παρασκευάσουν ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5. Ο πρώτος μαθητής παρασκεύασε διάλυμα CH₃COOH 1M – CH₃COONa 2M και ο δεύτερος διάλυμα HClO 1M – NaClO 10⁻³M. Ποιος από τους δύο μαθητές δεν παρασκεύασε σωστά το ρυθμιστικό διάλυμα; Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού για το CH₃COOH $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$ και για το HClO $K_a' = 10^{-8}$.