

**Ζητήστε τα ΝΕΑ βιβλία
των ΚΟΥΛΙΦΕΤΗ - ΜΑΝΤΑ**

→ **ΧΗΜΕΙΑ Α' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

→ **ΧΗΜΕΙΑ Β' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

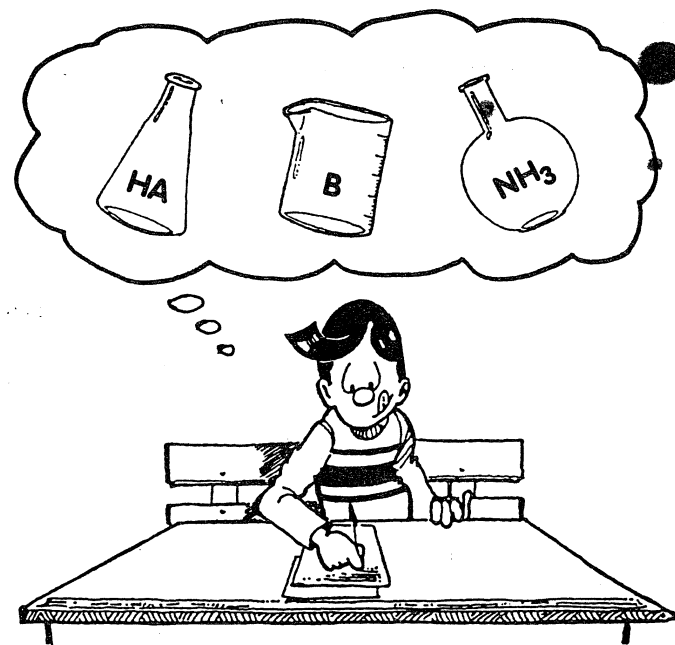
→ **ΧΗΜΕΙΑ Β' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(σε τεύχη)**

→ **ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(σε τεύχη)**

➤ **ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (ΤΕΣΤ)
ΓΙΑ ΤΗΝ Α' ΛΥΚΕΙΟΥ &
Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

➤ **ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (ΤΕΣΤ)
ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ
Β' ΛΥΚΕΙΟΥ & Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ**

Μανώλης Κουλιφέτης - Βασίλης Μαντάς



**ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(τεύχος 2ο)
3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ**

**και ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ**

**ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ
ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ**

Πολλές θυμένες ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

και ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

**ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΜΙΛΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ
Ίδρυμα 100 - 10680 ΑΘΗΝΑ - Τηλ. : 3646125 - FAX : 3641363**



ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ

υδροχλωρικό οξύ	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$	ιόν χλωρίου
υδροβρωμικό οξύ	$\text{HBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Br}^-$	ιόν βρωμίου
υδροϊώδικ οξύ	$\text{HI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{I}^-$	ιόν ιωδίου
υπερχλωρικό οξύ	$\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_4^-$	υπερχλωρικό ιόν
νιτρικό οξύ	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$	νιτρικό ιόν

ΑΣΘΕΝΗ ΟΞΕΑ

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$	K_a
νιτρώδες οξύ	$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$	K_a
υδροκυανικό οξύ	$\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CN}^-$	K_a
υποχλωριώδες οξύ	$\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}^-$	K_a
υδροφθορικό οξύ	$\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{F}^-$	K_a
οξικό οξύ	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	K_a
μυρμηκικό οξύ	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	K_a
ιόν αμμωνίου	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$	$K_a = K_w / K_b$
ιόν μεθυλαμμωνίου	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$	$K_a = K_w / K_b$

ΙΣΧΥΡΕΣ (ΕΥΔΙΑΛΥΤΕΣ) ΒΑΣΕΙΣ ή υδροξειδία μετάλλων

υδροξειδίο του νατρίου	$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
υδροξειδίο του καλίου	$\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$
υδροξειδίο του ασβεστίου	$\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
υδροξειδίο του βαρίου	$\text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΒΑΣΕΙΣ

	$\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$	K_b
αμμωνία	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	K_b
μεθυλαμίνη	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	K_b
νιτρώδες ιόν	$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HNO}_2$	$K_b = K_w / K_a$
ιόν κυανίου	$\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HCN}$	$K_b = K_w / K_a$
υποχλωριώδες ιόν	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HClO}$	$K_b = K_w / K_a$
ιόν φθορίου	$\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HF}$	$K_b = K_w / K_a$
οξικό ιόν	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$	$K_b = K_w / K_a$
μυρμηκικό ιόν	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$	$K_b = K_w / K_a$

ΑΛΑΤΑ

Οξικό νάτριο	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
χλωριούχο αμμώνιο	$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

• Θεωρία	σελ. 7
• Ερωτήσεις θεωρίας	σελ. 36
• Λυμένες ασκήσεις και προβλήματα	σελ. 43
• Άλυτες ασκήσεις και προβλήματα	σελ. 97
• Κριτήρια αξιολόγησης	σελ. 123
• Απαντήσεις στις ερωτήσεις – ασκήσεις Σχολικού βιβλίου	σελ. 132
• Ερωτήσεις αξιολόγησης Υπουργείου	σελ. 174
• Ασκήσεις αξιολόγησης Υπουργείου	σελ. 192
• Κριτήρια αξιολόγησης Υπουργείου	σελ. 201
• Απαντήσεις στις ερωτήσεις – ασκήσεις αξιολόγησης Υπουργείου	σελ. 207

Η Βασικότερη Βιβλιογραφία

- * Θ. Μαυρομούστακος – Α. Κοηκοκύρης – Κ. Παπακωνσταντίνου
Π. Σιγιάλιας – Κ. Λάππας :
"Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου"
- * J. Brady, J. Holm : "Fundamentals of chemistry"
- * St. Zumdahl : "Chemistry"
- * B. Segal : "Chemistry : experiment & theory"
- * L. Malone : "Basic concepts of chemistry"

Οφείλουμε να ευχαριστήσουμε όσους με τον ένα ή τον άλλο τρόπο συνέβαλαν στην έκδοση του βιβλίου αυτού.

Νοέμβριος 1999

Μανώλης Κουλιφρέτης - Βασίλης Μαντάς

$[\text{H}_3\text{O}^+]_2 / [\text{H}_3\text{O}^+]$

№ 2 ΥΛΗ ΤΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ : ΑΝΟΙΓΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΑΣΚΟΥΣ ΤΟΥ ΔΙΔΑΚΤΕΑΡΟΥ ...

ΕΠΙΣΗΜΑΙΝΟΥΜΕ :

☞ Ότι κάποια από τα τριπλά βιβλία έχουν H^+ αντί H_3O^+ και ΜΟΡΙΑΚΕΣ αντιδράσεις αντί για τις ΙΟΝΤΙΚΕΣ που προκαλεί η θεωρία των Bronsted-Lowry

ΔΕΝ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΟΥΜΕ :

☞ Γιατί ενώ στη θεωρία εφαρμόζεται πλήρως η θεωρία των Bronsted-Lowry και οι αντιδράσεις είναι όλες ιοντικές στις «ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ του ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ» βλέπουμε ΑΠΙΘΑΝΑ πράγματα π.χ. σελ. 84 $HCl + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$



☞ Γιατί να μην δώσουμε γενική έννοια στην ΔΙΑΣΤΑΣΗ να καλύπτει όλες τις αντιδράσεις ιοντισμού και τις διαστάσεις;

☞ Πώς να εξηγήσουμε το ΕΠΑΓΩΓΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ αφού η ηλεκτραρνητικότητα και η ατομική ακτίνα είναι εκτός ύλης στο 1ο Κεφάλαιο;

☞ Τι ωφελεί η χρήση των pK_a και pK_b τους μαθητές;

☞ Γιατί η προσκόλληση σε ΑΚΡΙΒΕΙΣ αριθμούς στα K_a και K_b οι οποίοι καταλήγουν σε δύσκολες πράξεις;

☞ Τι εξυπηρετεί η εξίσωση HENDERSON – HASSELBALCH τους μαθητές;

☞ Γιατί τέτοια ΑΚΡΙΒΕΙΑ στον υπολογισμό της $[H_2O]$ με πυκνότητα $H_2O = 0,997 \text{ g/mL}$ και $MB \ H_2O = 18,02$;

☞ Γιατί το ΚΕΕ μετέτρεψε τις ασκήσεις σε εξάσκηση ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ υπολογισμών με ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΥΣ, χωρίς να έχει ΠΟΙΚΙΛΙΑ στις περιπτώσεις και στους συνδυασμούς των διαλυμάτων των οξέων, βάσεων και αλάτων;

ΜΗΠΩΣ ΤΕΛΙΚΑ Η ΧΗΜΕΙΑ ΕΓΙΝΕ ΦΤΩΧΟΤΕΡΗ ΣΕ ΧΗΜΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΩΝ) ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΑ ΑΠΩΘΕΙ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ;

ΣΥΜΠΕΡΑΙΝΟΥΜΕ :

☞ Μάλλον οι ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ ΤΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ δεν έχουν διδακτική εμπειρία σε μαθητές Λυκείου.

☞ Το ΚΕΕ ακολούθησε και παρασύρθηκε από το σχολικό βιβλίο σε επιστημονικές υπερβολές για τους μαθητές του Λυκείου.

☞ Αν τα ΤΡΙΠΛΑ ΒΙΒΛΙΑ ακολούθησαν απλούστερη ορολογία και τακτική τότε θα βρεθούμε φέτος όλοι να έχουμε κάνει 1 χρόνο Πανεπιστημιακό μάθημα και να ταλαιπωρήσουμε τους μαθητές της Γ' Λυκείου χωρίς λόγο.

☞ Ας ΕΥΧΗΘΟΥΜΕ στα τριπλά βιβλία να επικρατήσει ένα πνεύμα μέσα στα πλαίσια των δυνατοτήτων των μαθητών του Λυκείου.

Μανώλης Κουλιφίτης - Βασίλης Μαντάς
Κόρινθος - Τηλ. (0741) - 22422 - Fax: 85765

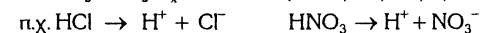
Διεύθυνση στο Internet: <http://users.hol.gr/~epilogh>
E-mail: epilogh@hol.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΝΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΤΑΞΕΙΣ

ΘΕΩΡΙΑ ΑΡΡΗΝΙΟΥΣ ΓΙΑ ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ

Οξέα κατά Arrhenius είναι οι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν σαν κατιόν H^+ .

Γενικός τύπος H_xA όπου A^{x-} ($A : F^-, Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-}$ ή αρνητικό πολυατομικό ιόν).



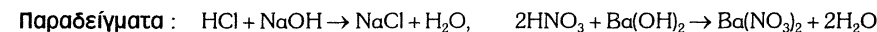
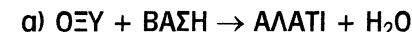
Βάσεις κατά Arrhenius είναι οι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο H_2O δίνουν σαν ανιόν OH^- .

Γενικός τύπος $M(OH)_x$ όπου M^{x+} κατιόν μετάλλου.

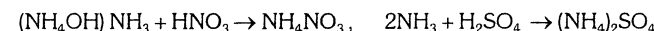


ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΣΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΙ ΑΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ



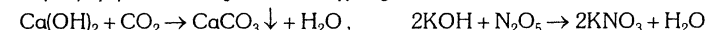
☞ Όταν έχουμε NH_3 στα αντιδρώντα σώματα στις εξουδετερώσεις, δεν θα παραχθεί H_2O , αλλά μόνον αλάτι του αμμωνίου (NH_4^+):



Ανυδρίτες οξέων ή όξινα οξειδία : έχουν προέλθει από τα οξέα με πλήρη αφαίρεση H_2O .

H_2SO_4	H_2SO_3	H_2CO_3	$2HNO_3$	$2HNO_2$	$2H_3PO_4$
$-H_2O$	$-H_2O$	$-H_2O$	$-H_2O$	$-H_2O$	$-3H_2O$
SO_3	SO_2	CO_2	N_2O_5	N_2O_3	P_2O_5

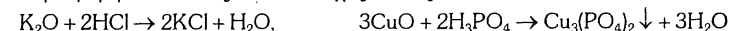
Συμπεριφέρονται όπως τα αντίστοιχα οξέα:



Ανυδρίτες βάσεων ή βασικά οξειδία : έχουν προέλθει από τις βάσεις με πλήρη αφαίρεση H_2O .

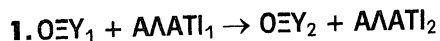
$2NaOH$	$2KOH$	$Ca(OH)_2$	$Fe(OH)_2$	$2Fe(OH)_3$	$2Al(OH)_3$
$-H_2O$	$-H_2O$	$-H_2O$	$-H_2O$	$-3H_2O$	$-3H_2O$
Na_2O	K_2O	CaO	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3

Συμπεριφέρονται όπως οι αντίστοιχες βάσεις:

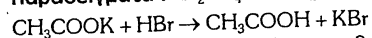
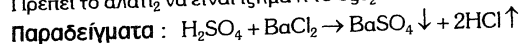


ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

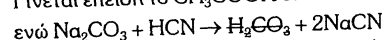
Είναι της μορφής: $A^+B^- + \Gamma^+D^- \rightarrow AD + \Gamma B$



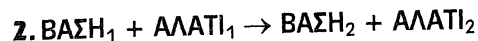
Πρέπει το αλάτι₂ να είναι ιζημα ή το οξύ₂ να είναι ασθενέστερο



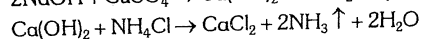
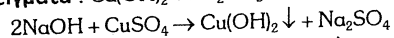
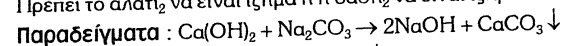
Γίνεται επειδή το CH_3COOH είναι ασθενέστερο οξύ από το HBr



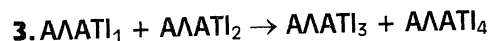
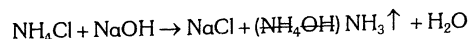
δεν γίνεται επειδή το HCN είναι ασθενέστερο οξύ από το H_2CO_3



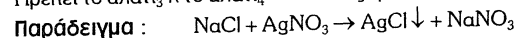
Πρέπει το αλάτι₂ να είναι ιζημα ή η βάση₂ να είναι ιζημα ή ασθενής βάση (π.χ. NH_3)



Τα αμμωνιακά άλατα με επίδραση ισχυρών βάσεων ελευθερώνουν NH_3 επειδή γίνεται η διάσπαση: $NH_4OH \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O$:



Πρέπει το αλάτι₃ ή το αλάτι₄ να είναι ιζημα



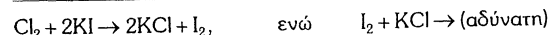
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

1. Στα αμέταλλα (κυρίως αηογόνα)

Σειρά ηλεκτραρνητικότητας :

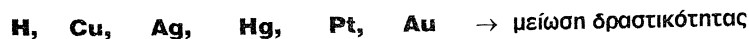
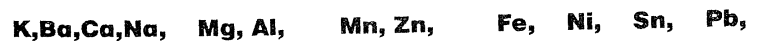


• Αντικατάσταση ΑΜΕΤΑΛΛΟΥ από ΑΜΕΤΑΛΛΟ :



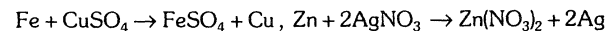
2. Στα μέταλλα

Σειρά ηλεκτροθετικότητας :



α. ΜΕΤΑΛΛΟ₁ + ΑΛΑΣ₁ → ΜΕΤΑΛΛΟ₂ + ΑΛΑΣ₂

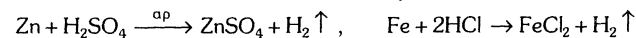
Αντικατάσταση ΜΕΤΑΛΛΟΥ από ΜΕΤΑΛΛΟ :



ενώ $Hg + MnSO_4 \rightarrow$ (αδύνατη)

β. ΜΕΤΑΛΛΟ + ΟΞΥ → ΑΛΑΣ + ΥΔΡΟΓΟΝΟ

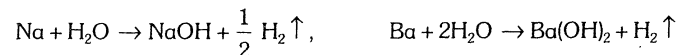
Αντικατάσταση του Η των οξέων από τα : K, Ba, Ca, \dots, Pb



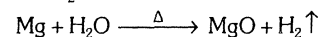
ενώ $Cu + HCl \rightarrow$ (αδύνατη)

γ. ΜΕΤΑΛΛΟ + ΝΕΡΟ → ΒΑΣΗ + ΥΔΡΟΓΟΝΟ

Τα K, Ba, Ca, Na αντιδρούν "εν ψυχρώ" με H_2O και δίνουν την αντίστοιχη βάση και υδρογόνο (H_2) :



☞ Τα υπόλοιπα, από Mg, \dots, Pb αντιδρούν "εν θερμώ" με H_2O και δίνουν το αντίστοιχο οξείδιο και H_2 :



☞ Τέλος, τα Cu, Hg, Ag, Pt, Au δεν αντιδρούν με H_2O .

ΝΟΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

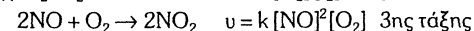
Γενικά, η ταχύτητα μιας αντίδρασης: $aA + bB \rightarrow \gamma\Gamma + \delta\Delta$

δίνεται από τη σχέση : $v = k [A]^a [B]^b$ (νόμος ταχύτητας αντίδρασης), εφ' όσον η αντίδραση γίνεται με απλό μηχανισμό.

☞ Η σταθερά αναλογίας k λέγεται **σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης** και εξαρτάται από όλους τους παράγοντες που εξαρτάται η ταχύτητα, εκτός από τη συγκέντρωση.

Όταν $[A] = [B] = 1 \text{ mol/L}$ τότε είναι αριθμητικά ίση με την ταχύτητα : $v = k$.

☞ Το άθροισμα των εκθετών στο νόμο ταχύτητας αντίδρασης ονομάζεται **τάξη της αντίδρασης**



ΝΟΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ - ΣΤΑΘΕΡΑ K_c

Έστω η αντίδραση $aA + bB \rightleftharpoons \gamma\Gamma + \delta\Delta$

Οι ταχύτητες δίνονται από το νόμο ταχύτητας αντίδρασης :

$$v_1 = k_1 [A]^a [B]^b \quad (1) \quad \text{και} \quad v_2 = k_2 [\Gamma]^\gamma [\Delta]^\delta \quad \text{και στη X.I.} \quad v_1 = v_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = K_c = \frac{[\Gamma]^\gamma [\Delta]^\delta}{[A]^a [B]^b}$$

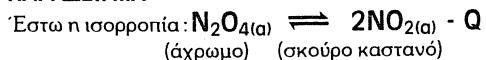
Το πηλίκο $\frac{k_1}{k_2}$ έχει σταθερή τιμή για ορισμένη αντίδραση και ορισμένη θερμοκρασία, ονομάζεται σταθερά χημικής ισορροπίας και συμβολίζεται με K_c .

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΜΕΤΑΤΟΠΙΖΟΥΝ ΜΙΑ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

➔ ΑΡΧΗ LE CHATELIER

Όταν σε ένα σύστημα που βρίσκεται σε κατάσταση χημικής ισορροπίας μεταβάσουμε έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ισορροπία, τότε το σύστημα θα μετατοπιστεί προς εκείνη την κατεύθυνση, που τείνει να ανατρέψει τη μεταβολή.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



α) Αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τη κατεύθυνση εκείνη, που απορροφά το ποσό της θερμότητας που προσφέρθηκε, δηλαδή **προς τα δεξιά**. Το μίγμα όταν καταλήξει και πάλι σε χημική ισορροπία, θα έχει πιο σκούρο χρώμα.

β) Ελάττωση του όγκου του δοχείου, στο οποίο περιέχεται το μίγμα, δηλαδή **αύξηση της πίεσης** έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς εκείνη την κατεύθυνση, όπου σχηματίζονται λιγότερα μόρια, έτσι ώστε η πίεση να παραμείνει σταθερή, δηλαδή **προς τα αριστερά**. Όταν το μίγμα καταλήξει και πάλι σε χημική ισορροπία, θα έχει πιο ανοιχτό χρώμα.

γ) Αύξηση της συγκέντρωσης του N_2O_4 , έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς την κατεύθυνση εκείνη, όπου ελαττώνεται η ποσότητα του N_2O_4 , δηλαδή **προς τα δεξιά**. Όταν το μίγμα καταλήξει και πάλι σε χημική ισορροπία, θα έχει πιο σκούρο χρώμα.

Κυριότεροι αριθμοί οξειδωσης

Μεταλλά	Αμέταλλά
Na, K, Ag : + 1 Al, Cr : + 3 Fe : + 2, + 3 Cu, Hg : + 1, + 2 Τα υπόλοιπα έχουν κυρίως + 2 Ba, Ca, Mg, Mn, Zn, Sn, Pb	F, Cl, Br, I : - 1 O, S : - 2

Πολυατομικά ιόντα

ClO_3^- : χλωρικό ιόν	NO_3^- : νιτρικό	SO_4^{2-} : θειικό	PO_4^{3-} : φωσφορικό
BrO_3^- : βρωμικό	NO_2^- : νιτρώδες	HSO_4^- : όξινο θειικό	HPO_4^{2-} : όξινο φωσφορικό
IO_3^- : ιωδικό	OH^- : υδροξύλιο (υδροξείδιο)	SO_3^{2-} : θειώδες	H_2PO_4^- : δισόξινο φωσφορικό
ClO_4^- : υπερχλωρικό		CO_3^{2-} : ανθρακικό	
ClO_2^- : χλωριώδες		HCO_3^- : όξινο ανθρακικό	
ClO^- : υποχλωριώδες			

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ και ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

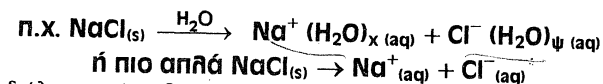
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

ΙΣΟΡΡΟΠΙΕΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΙΟΝΤΑ ΟΞΕΑ και ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ BRONSTED - LOWRY

1. Τι συμβαίνει κατά τη διάλυση των ιοντικών ενώσεων στο νερό :

Στις **ιοντικές ενώσεις**, (που είναι τα **άλατα** και τα **υδροξείδια των μετάλλων**) τα ιόντα έλκονται μεταξύ τους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις (Coulomb) και δομούνται σε ένα **κρυσταλλικό πλέγμα**. Κατά τη διάλυση των ιοντικών ενώσεων στο H_2O καταστρέφεται το κρυσταλλικό πλέγμα τους και απελευθερώνονται τα ιόντα, τα οποία προϋπάρχουν.

Ο **μηχανισμός** είναι ο εξής : το μόριο του νερού είναι δίπολο, με το αρνητικό φορτίο (δ^-) στο οξυγόνο, που είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικό και το θετικό φορτίο (δ^+) στο υδρογόνο. Κάθε ιόν λόγω του φορτίου του δημιουργεί **ηλεκτροστατικό πεδίο**, οπότε μέσα σε υδατικό περιβάλλον έλκει κατάλληλα τα **δίπολα μόρια του νερού**. Έτσι οι δυνάμεις μεταξύ των ιόντων **εξασθενούν** και γύρω από κάθε ιόν σχηματίζεται μια ατμόσφαιρα μορίων νερού που το περιβάλλουν.



Έτσι μέσα στο διάλυμα τα ιόντα θα είναι **εφυδατωμένα**.

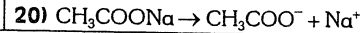
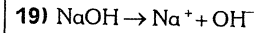
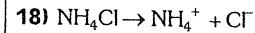
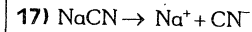
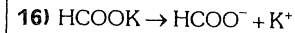
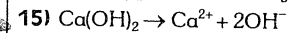
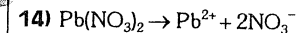
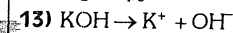
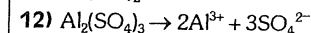
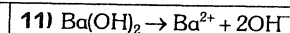
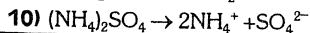
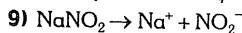
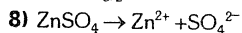
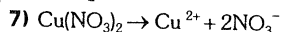
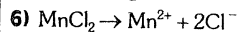
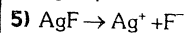
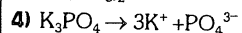
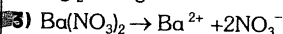
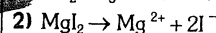
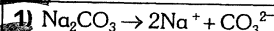
Ο αριθμός των μορίων του νερού ανά ιόν λέγεται αριθμός εφυδάτωσης και εξαρτάται από το μέγεθος και το φορτίο του ιόντος.

Η διαδικασία αυτή εμφάνισης ιόντων σε ένα διάλυμα ιοντικής ένωσης ονομάζεται **διάσταση**.

Οι ουσίες που διαίτανται κατά τη διάλυσή τους στο H_2O είναι τα **ΑΛΑΤΑ**, τα **ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΑ** των **ΑΛΚΑΛΙΩΝ** και των **ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΛΥΚΩΝ** (μόνο του Ca, Sr και Ba).

2. Να γίνουν οι ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ των ενώσεων :

1) Na_2CO_3 ,	2) MgI_2 ,	3) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$,	4) K_3PO_4 ,	5) AgF ,
6) MnCl_2 ,	7) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,	8) ZnSO_4 ,	9) NaNO_2 ,	10) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,
11) $\text{Ba}(\text{OH})_2$,	12) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,	13) KOH ,	14) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$,	15) $\text{Ca}(\text{OH})_2$,
16) HCOOK ,	17) NaCN ,	18) NH_4Cl ,	19) NaOH ,	20) CH_3COONa





3. Πώς ονομάζεται ο σχηματισμός ιόντων κατά τη διάλυση στο νερό ορισμένων μοριακών ενώσεων ; Ποιες μοριακές ενώσεις ιοντίζονται ;

Η διαδικασία σχηματισμού ιόντων κατά τη διάλυση μοριακών ενώσεων στο H_2O , ονομάζεται ιοντισμός. Οι μοριακές ενώσεις που μπορούν να ιοντιστούν είναι τα **ΟΞΕΑ** και οι **ΒΑΣΕΙΣ**, εκτός από αυτές που διίστανται.

4. α) Ποιες ενώσεις ονομάζονται ηλεκτρολύτες και γιατί ;

β) Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι ηλεκτρολύτες, ανάλογα με τη διάσπαση και τον πλήρη ή όχι ιοντισμό τους ;

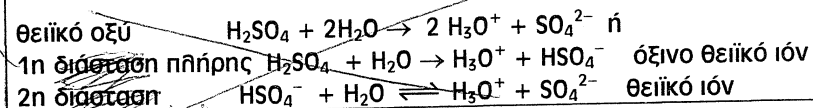
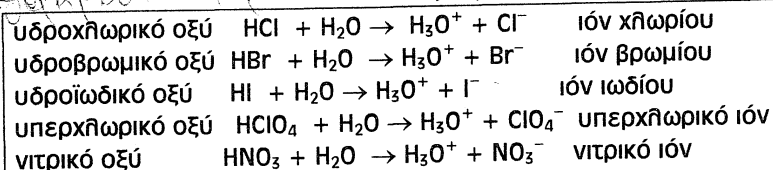
α) Τα ΟΞΕΑ, οι ΒΑΣΕΙΣ και τα ΑΛΑΤΑ ονομάζονται **ηλεκτρολύτες**, επειδή κατά τη διάλυσή τους στο H_2O παράγουν ηλεκτρικά αγώγιμα διαλύματα. Η αγωγιμότητα αυτών των διαλυμάτων οφείλεται στην ύπαρξη **ΙΟΝΤΩΝ**.

β) Οι ηλεκτρολύτες μπορούν να διακριθούν σε **ισχυρούς** και **ασθενείς**.

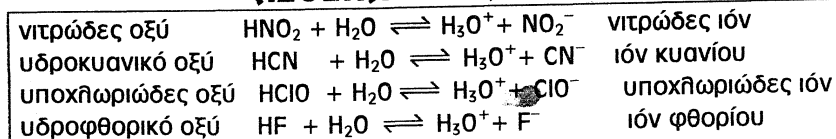
ΙΣΧΥΡΟΙ ηλεκτρολύτες είναι εκείνοι, οι οποίοι, όταν διαλυθούν στο νερό, θα βρίσκονται στο διάλυμα μόνο με τη μορφή ιόντων. Θα είναι οι ιοντικές ενώσεις (άλατα, υδροξείδια μετάλλων) που διίστανται και ορισμένα οξέα ($HClO_4$, HI , HBr , HCl , HNO_3).

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ηλεκτρολύτες είναι εκείνοι, οι οποίοι, όταν διαλυθούν στο νερό, θα βρίσκονται στο διάλυμα με τη μορφή μορίων και ιόντων και ανάμεσα στις δύο αυτές μορφές θα επέρχεται ισορροπία (ιοντική ισορροπία).

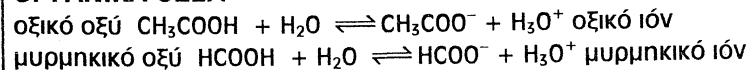
ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ



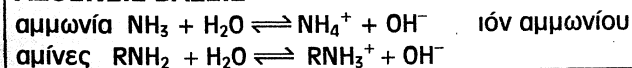
ΑΣΘΕΝΗ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ



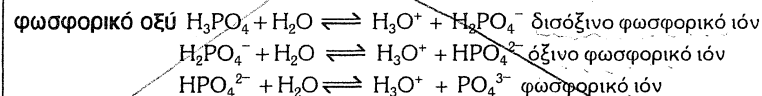
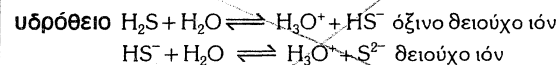
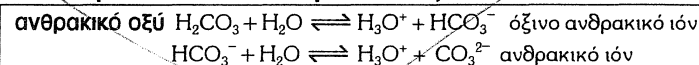
ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ



ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΒΑΣΕΙΣ



Πολυβασικά ή πολυπρωτικά οξέα



Θεωρία των Bronsted και Lowry

ΟΞΥ : δίνει H^+	ΒΑΣΗ : παίρνει H^+	H_2O : αμφιπρωτικό ή αμφολύτης
οξύ	συζ. βάση	βάση
$HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$		συζ. οξύ
$NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$		
$ΟΞΥ_1 + ΒΑΣΗ_2 \rightleftharpoons ΒΑΣΗ_1 + ΟΞΥ_2$		$ΒΑΣΗ_2 + ΟΞΥ_1 \rightleftharpoons ΟΞΥ_2 + ΒΑΣΗ_1$

Διαφορές μεταξύ της θεωρίας του Arrhenius και της θεωρίας των Bronsted και Lowry για τα οξέα και τις βάσεις

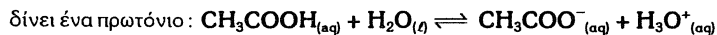
Θεωρία Arrhenius	Θεωρία Bronsted - Lowry
Τα ΟΞΕΑ και οι ΒΑΣΕΙΣ είναι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν αντίστοιχα κατιόν υδρογόνου ή ανιόν υδροξειδίου π.χ. $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ οξύ $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ βάση	Κανένας περιορισμός
Η δράση τους περιορίζεται σε υδατικά διαλύματα	Δρουν και σε μη υδατικά διαλύματα
Εκδηλώνουν το χαρακτήρα τους ανεξάρτητα από την ύπαρξη θάσης (ή οξέος)	Για να εκδηλωθεί ο χαρακτήρας τους πρέπει να υπάρχει βάση (ή οξύ)
Εξουδετέρωση: $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$	Εξουδετέρωση γενικά: $\begin{array}{c} \downarrow \text{(συζυγή)} \quad \quad \quad \downarrow \\ ΟΞΥ_1 + ΒΑΣΗ_2 \rightarrow ΒΑΣΗ_1 + ΟΞΥ_2 \\ \uparrow \text{(δότης } H^+) \text{ (δέκτης } H^+) \\ \uparrow \text{(συζυγή)} \end{array}$
Είναι μόνον χημικές ενώσεις	Μπορούν να είναι και ιόντα
Μια ουσία μπορεί να είναι μόνο οξύ ή βάση	Μια ουσία μπορεί να είναι και οξύ και βάση και λέγεται αμφιπρωτικό ή αμφολύτης

5. Δώστε τους ορισμούς των οξέων και βάσεων κατά Bronsted - Lowry και χρησιμοποιήστε ως παράδειγμα τον ιοντισμό του οξικού οξέος.

Οξέα κατά Bronsted - Lowry λέγονται οι χημικές ουσίες που μπορούν να παρέχουν ένα ή περισσότερα πρωτόνια.

Βάσεις κατά Bronsted - Lowry λέγονται οι χημικές ουσίες που μπορούν να δέχονται ένα ή περισσότερα πρωτόνια.

Για παράδειγμα, το οξικό οξύ όταν διαλύεται στο νερό δρα ως οξύ κατά Bronsted-Lowry, επειδή



Το μόριο του H_2O δρα ως βάση, αφού δέχεται ένα πρωτόνιο από το οξύ.

Στην αντίθετη αντίδραση, της παραπάνω ισορροπίας, το οξόνιο H_3O^+ δίνει ένα πρωτόνιο στο CH_3COO^- . Με άλλα λόγια, το H_3O^+ συμπεριφέρεται ως οξύ, αφού δίνει ένα πρωτόνιο και το CH_3COO^- ως βάση, αφού δέχεται ένα πρωτόνιο.

6. Σε μια αμφίδρομη αντίδραση μεταξύ οξέος και βάσης κατά Bronsted - Lowry, τι θα υπάρχει τελικά στο διάλυμα ; Τι ονομάζουμε συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης ;

Σε μια αντίδραση σε υδατικό διάλυμα: $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{A}^-$, όπου το HA είναι το οξύ και η B η βάση, στο τελικό διάλυμα θα υπάρχουν δύο οξέα (HA και BH^+) και δύο βάσεις (B και A^-) ή δύο ζεύγη οξέος-βάσης: HA - A^- και BH^+ και B.

Σε αυτά τα ζεύγη, το οξύ διαφέρει από τη βάση κατά ένα πρωτόνιο. Τέτοια ζεύγη ονομάζονται **συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης**. Ως οξύ ορίζεται η ουσία που περιέχει το επιπλέον πρωτόνιο.

Έτσι, το HA είναι το συζυγές οξύ του A^- και το A^- είναι η συζυγής βάση του HA.

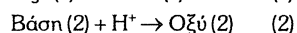
Όμοια, το BH^+ είναι το συζυγές οξύ της βάσης B και η B η συζυγής βάση του BH^+ .

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε υδατικά διαλύματα, δεν υπάρχουν ελεύθερα πρωτόνια H^+ , αλλά είναι πάντοτε ενωμένα με μόρια H_2O σε μορφή οξωνίου (H_3O^+).

7. Ποια η γενική μορφή μιας αντίδρασης οξέος και βάσης κατά Bronsted - Lowry (πρωτολυτική αντίδραση).

Γενικά, μια ουσία A θα δράσει ως οξύ, αν υπάρχει άλλη ουσία B η οποία μπορεί να δεχτεί πρωτόνιο από την A, και μια ουσία B θα δρά ως βάση, αν υπάρχει άλλη ουσία A η οποία μπορεί να δώσει στη B πρωτόνιο.

Η αντίδραση οξέος και βάσης (**πρωτολυτική αντίδραση**) μπορεί να γραφεί ως αλληλεπίδραση δύο συζυγών ζευγών οξέος-βάσης:



Με πρόσθεση των (1) και (2) προκύπτει: $\text{Οξύ(1)} + \text{Βάση(2)} \rightleftharpoons \text{Βάση(1)} + \text{Οξύ(2)}$

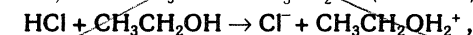
8. Αναφέρατε ως παραδείγματα πρωτολυτικών αντιδράσεων σε υδατικό διάλυμα :

- α) ιοντισμός H_2O , β) ιοντισμός HCl, γ) ιοντισμός NH_3 , δ) ιοντισμός CH_3COOH ,
ε) εξουδετέρωση HCl με NaOH, στ) εξουδετέρωση CH_3COOH με NH_3 ,
ζ) εξουδετέρωση CH_3COOH με NaOH, η) ιοντισμός NH_4^+ , θ) ιοντισμός CN^- ,
ι) αντίδραση διπλής αντικατάστασης μεταξύ CH_3COONa και HCl.

Αντίδραση	Οξύ(1) + Βάση(2) \rightleftharpoons Βάση(1) + Οξύ(2)
α) ιοντισμός H_2O	$\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
β) ιοντισμός HCl	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
γ) ιοντισμός NH_3	$\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{NH}_4^+$
δ) ιοντισμός CH_3COOH	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ε) εξουδετέρωση HCl με NaOH	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
στ) εξουδετέρωση CH_3COOH με NH_3	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$
ζ) εξουδετέρωση CH_3COOH με NaOH	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
η) ιοντισμός NH_4^+	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
θ) ιοντισμός CN^-	$\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$
ι) αντίδραση διπλής αντικατάστασης μεταξύ CH_3COONa και HCl	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

9. Η θεωρία των Bronsted - Lowry ισχύει μόνο στα υδατικά διαλύματα ; Αναφέρατε ένα παράδειγμα που να επιβεβαιώνει την απάντησή σας.

Η θεωρία των Bronsted-Lowry δεν ισχύει μόνο σε υδατικά διαλύματα, αλλά περιλαμβάνει και μη υδατικά. Έτσι, διαλύοντας HCl σε $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (αιθανόλη), γίνεται η παρακάτω αντίδραση :



όπου η αιθανόλη δρα ως βάση και το $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_2^+$ είναι το συζυγές οξύ της.

10. ΟΞΙΝΗ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ
Ποιες ισορροπίες αποκαθίστανται σε καθένα από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:
Δ1 : NaCl, Δ2 : KNO_2 , Δ3 : NH_4NO_3 , Δ4 : $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, Δ5 : CaO

α) Δ1 : Διάσταση $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

Το Na^+ προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH και δεν αντιδρά με το νερό επειδή δεν δίνει πρωτόνια, ενώ το Cl^- είναι πολύ ασθενής βάση επειδή προέρχεται από το ισχυρό οξύ HCl και ουσιαστικά δεν αντιδρά με το νερό, οπότε το διάλυμα είναι ΟΥΔΕΤΕΡΟ.

β) Δ2 : Διάσταση $\text{KNO}_2 \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_2^-$

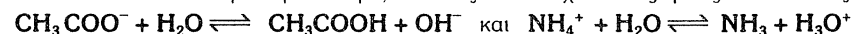
Το K^+ προέρχεται από την ισχυρή βάση KOH και δεν αντιδρά με το νερό, ενώ το NO_2^- αντιδρά με το νερό, δίνοντας το συζυγές του οξύ: $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$ και το διάλυμα είναι ΒΑΣΙΚΟ.

γ) Δ3 : Διάσταση $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$

Το NO_3^- προέρχεται από το ισχυρό οξύ HNO_3 και δεν αντιδρά με το νερό, ενώ το NH_4^+ αντιδρά με το νερό, δίνοντας τη συζυγή του βάση: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ και το διάλυμα είναι ΟΞΙΝΟ.

δ) Δ4 : Διάσταση $\text{CH}_3\text{COONH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$

Και τα δύο ιόντα αντιδρούν με το νερό, δίνοντας αντίστοιχα τα συζυγή οξέα και βάσεις :



το διάλυμα είναι ΟΞΙΝΟ ή ΒΑΣΙΚΟ ανάλογα με το πόσο ισχυρή βάση είναι το CH_3COO^- και πόσο ισχυρό οξύ είναι το NH_4^+ .

ε) Δ5 : Το CaO περιέχει το ιόν O^{2-} το οποίο σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted-Lowry είναι ισχυρή βάση $O^{2-} + H_2O \rightarrow OH^- + OH^-$
Γι' αυτό τα οξείδια των μετάλλων όταν διαλύονται στο H_2O δημιουργούν ΒΑΣΙΚΑ διαλύματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ :

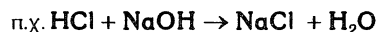
Τα ΙΟΝΤΑ που ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ	ΣΥΜΠΕΡΙΦΕΡΟΝΤΑΙ κατά Bronsted-Lowry
από ΑΣΘΕΝΗ ΟΞΕΑ → π.χ. το NO_2^- από το HNO_2	σαν ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΒΑΣΕΙΣ π.χ. $NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$
από ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΒΑΣΕΙΣ → π.χ. NH_4^+ από την NH_3	σαν ΑΣΘΕΝΗ ΟΞΕΑ π.χ. $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

Πώς θα γράφουμε ιοντικές αντιδράσεις σύμφωνα με τους Bronsted-Lowry :
 $οξύ_1 + βάση_2 \rightarrow οξύ_2 + βάση_1$

☞ Γράφουμε τους ΙΣΧΥΡΟΥΣ ηλεκτρολύτες → με μορφή ΙΟΝΤΩΝ
και τους ΑΣΘΕΝΕΙΣ ηλεκτρολύτες → με μορφή ΜΟΡΙΩΝ

ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ

Ισχυρό οξύ + Ισχυρή βάση → Αλάτι + Νερό



Έχουμε αντίδραση ιοντισμού $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
και διαστάσεις $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ και $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

οπότε έχουμε $H_3O^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightarrow Na^+ + Cl^- + 2H_2O$

και μετά την απλοποίηση $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

Όμοια για τις $HI + KOH \rightarrow KI + H_2O$ $HBr + Ca(OH)_2 \rightarrow CaBr_2 + H_2O$ κτλ.

Ασθενές οξύ + Ισχυρή βάση → Αλάτι + Νερό



Το CH_3COOH είναι ασθενές οξύ και υπάρχει κυρίως με την μορφή μορίων.

Έχουμε τις διαστάσεις $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ και $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$

οπότε έχουμε $CH_3COOH + Na^+ + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + Na^+ + H_2O$

και μετά την απλοποίηση ιοντικά γράφεται $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$

όμοια η αντίδραση $HNO_2 + KOH \rightarrow KNO_2 + H_2O$

ιοντικά γράφεται $HNO_2 + OH^- \rightarrow NO_2^- + H_2O$

Ισχυρο οξύ + Ασθενής βάση → Αλάτι + Νερό



Η NH_3 είναι ασθενής βάση και υπάρχει κυρίως με την μορφή μορίων.

Έχουμε αντίδραση ιοντισμού $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

και διάσταση $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

οπότε έχουμε $H_3O^+ + Cl^- + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^- + H_2O$

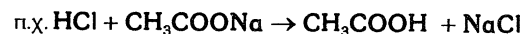
και μετά την απλοποίηση ιοντικά γράφεται $H_3O^+ + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + H_2O$

Όμοια η $HI + CH_3NH_2 \rightarrow CH_3NH_3I$

ιοντικά γράφεται $H_3O^+ + CH_3NH_2 \rightarrow CH_3NH_3^+ + H_2O$

ΔΙΠΛΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Οξύ₁ + Αλάτι₁ → Οξύ₂ (ασθενέστερο από το οξύ₁) + Αλάτι₂



Έχουμε αντίδραση ιοντισμού $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

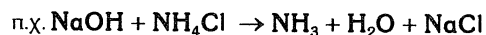
Έχουμε τις διαστάσεις $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$ και $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

Το CH_3COOH είναι ασθενές οξύ και υπάρχει κυρίως με την μορφή μορίων

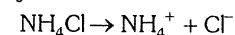
Όπότε έχουμε $H_3O^+ + Cl^- + CH_3COO^- + Na^+ \rightarrow CH_3COOH + Na^+ + Cl^- + H_2O$

και μετά την απλοποίηση ιοντικά γράφεται $H_3O^+ + CH_3COO^- \rightarrow CH_3COOH + H_2O$

Βάση₁ + Αλάτι₁ → Βάση₂ (ασθενέστερη από τη βάση₁) + Αλάτι₂



Έχουμε τις διαστάσεις $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$



και $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

Η NH_3 είναι ασθενής βάση και υπάρχει κυρίως με την μορφή μορίων.

Όπότε έχουμε $Na^+ + OH^- + NH_4^+ + Cl^- \rightarrow NH_3 + Na^+ + Cl^- + H_2O$

και μετά την απλοποίηση ιοντικά γράφεται $OH^- + NH_4^+ \rightarrow NH_3 + H_2O$

11. Πώς λέγονται οι ουσίες που μπορούν να δράσουν και ως οξέα και ως βάσεις κατά Bronsted - Lowry ; Αναφέρατε μια, χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα δύο αντιδράσεις, όπου να φαίνεται η δράση της.

Στην αντίδραση (σε υδατικό διάλυμα) : $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, το H_2O δρα ως ΒΑΣΗ κατά Bronsted-Lowry, επειδή δέχεται ένα πρωτόνιο από το NH_4^+ , ενώ στην αντίδραση (σε υδατικό διάλυμα) : $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$, το H_2O δρα ως ΟΞΥ κατά Bronsted-Lowry, επειδή παρέχει ένα πρωτόνιο στο CN^- .

Ουσίες, όπως το H_2O , που δρουν και ως οξέα και ως βάσεις κατά Bronsted-Lowry, ονομάζονται **αμφιπρωτικές ή αμφολύτες**.

12. Πώς συνδέεται η ισχύς των οξέων και των βάσεων με την τάση να δίνουν ή να προσλαμβάνουν πρωτόνια ;

Ένα οξύ είναι ισχυρό, αν έχει μεγάλη τάση να δίνει πρωτόνια, ενώ μια βάση είναι ισχυρή, αν έχει μεγάλη τάση να προσλαμβάνει πρωτόνια. Επειδή μεγάλη τάση αποβολής πρωτονίων συμβαδίζει με μικρή τάση επαναπρόσληψής τους, προκύπτει ότι όσο ισχυρότερο είναι ένα οξύ, τόσο ασθενέστερη είναι η συζυγής βάση του. Αντίστοιχα, όσο ισχυρότερη είναι μια βάση, τόσο ασθενέστερο είναι το συζυγές οξύ της.

Γενικά, σε όλες τις αντιδράσεις του τύπου $\text{Οξύ}(1) + \text{Βάση}(2) \rightleftharpoons \text{Οξύ}(2) + \text{Βάση}(1)$, η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση.

**13. α) Στην αντίδραση : $\text{HCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$, ποιο είναι ισχυρότερο οξύ, το HCl ή το H_3O^+ και γιατί ;
β) Στην αντίδραση : $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{CN}^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{HCN}_{(aq)}$, ποιο είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, ποια είναι ισχυρότερη βάση, το CN^- ή το CH_3COO^- και γιατί ;**

α) Στην αντίδραση σε υδατικό διάλυμα : $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$, το HCl είναι ισχυρότερο οξύ από το H_3O^+ , αφού έχει μεγαλύτερη τάση να δίνει πρωτόνια και η παραπάνω αντίδραση είναι πλήρως μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

β) Στην αντίδραση σε υδατικό διάλυμα : $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CN}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HCN}$, το CN^- είναι ισχυρότερη βάση από το CH_3COO^- , αφού έχει μεγαλύτερη τάση να παίρνει πρωτόνια και η παραπάνω αντίδραση είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, ευνοώντας το σχηματισμό της ασθενέστερης βάσης.

ΕΠΑΓΩΓΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

14. Ποιο φαινόμενο λέγεται επαγωγικό και σε ποιες περιπτώσεις διακρίνεται ;

Ένας από τους παράγοντες που καθορίζουν την ισχύ οξέων και βάσεων, είναι η ύπαρξη ενός ή περισσοτέρων υποκαταστάτων (ατόμων ή ομάδων) στο μόριο ή στο ιόν των οξέων ή των βάσεων, οι οποίοι επηρεάζουν την κατανομή του ζεύγους των ηλεκτρονίων διπλανών δεσμών.

Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **επαγωγικό** και συμβολίζεται με $\pm I$.

Οι υποκαταστάτες που έλκουν ηλεκτρόνια παρουσιάζουν αρνητικό επαγωγικό φαινόμενο $-I$ (π.χ. $-\text{Cl}$, $-\text{OH}$, $-\text{NO}_2$ κτλ.), ενώ αυτοί που απωθούν ηλεκτρόνια παρουσιάζουν θετικό επαγωγικό φαινόμενο $+I$ (π.χ. $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, μέταλλα κτλ.).

15. Ποια η επίδραση του επαγωγικού φαινομένου στην ισχύ οξέων και βάσεων;

Για τα οξυγονούχα οξέα, όσο ασθενέστερος είναι ο δεσμός $\text{O}-\text{H}$, τόσο ευκολότερα αποσπάται το πρωτόνιο.

Ένας δέκτης ηλεκτρονίων ($-I$) θα ελάττωνε την ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο άτομο του οξυγόνου με αποτέλεσμα τον ευκολότερο ιοντισμό, ενώ ένας δότης ηλεκτρονίων ($+I$) θα αύξανε την ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο οξυγόνο και το οξύ θα ιοντιζόταν πιο δύσκολα.

Για τις βάσεις (NH_3 , αμίνες και παράγωγά τους), όσο μεγαλύτερη ηλεκτρονιακή πυκνότητα υπάρχει στο άτομο του αζώτου, τόσο ευκολότερα προσλαμβάνουν πρωτόνια, άρα τόσο πιο ισχυρές είναι.

Ένας δότης ηλεκτρονίων ($+I$) θα αύξανε την ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο άζωτο, άρα θα μετέτρεπε τη βάση σε ισχυρότερη.

Ένας δέκτης ηλεκτρονίων ($-I$) θα ελάττωνε την ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο άζωτο, άρα θα μετέτρεπε τη βάση σε ασθενέστερη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ :

Υποκαταστάτες με $-I$ φαινόμενο

$\rightarrow \text{NH}_2$, $\rightarrow \text{CN}$, $\rightarrow \text{F}$, $\rightarrow \text{Cl}$,
 $\rightarrow \text{Br}$, $\rightarrow \text{I}$, $\rightarrow \text{OH}$,

ΣΕ ΕΝΑ ΟΞΥ ΕΛΚΟΥΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ

διευκολύνουν τον ιοντισμό

\rightarrow ΠΙΟ ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ

* Υποκαταστάτες με $+I$ φαινόμενο παρεμποδίζουν τον ιοντισμό των οξέων.

Υποκαταστάτες με $+I$ φαινόμενο

Γενικά μέταλλα και αλκύλια

$\text{C}(\text{CH}_3)_3 \rightarrow$, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \rightarrow$,
 $\text{C}_2\text{H}_5 \rightarrow$, $\text{CH}_3 \rightarrow$

ΣΕ ΜΙΑ ΒΑΣΗ ΑΠΩΘΟΥΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ

διευκολύνουν τον ιοντισμό

\rightarrow ΠΙΟ ΙΣΧΥΡΕΣ ΒΑΣΕΙΣ.

* Υποκαταστάτες με $-I$ φαινόμενο παρεμποδίζουν τον ιοντισμό των βάσεων.

Όσο πιο ισχυρό επαγωγικό φαινόμενο προκαλούν οι υποκαταστάτες, τόσο μεγαλύτερη η επίδραση.

16. α) Ποιο οξύ είναι ισχυρότερο, το HClO ή το HIO και γιατί ;

β) Ποιο οξύ είναι ισχυρότερο, το HCl ή το HI ;

γ) Ποια βάση είναι ισχυρότερη, η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ (αιθυλαμίνη) ή η NH_3 και γιατί ;

δ) Ποιο οξύ είναι ισχυρότερο, το CH_3COOH ή το CCl_3COOH (τριχλωροξικό) και γιατί ;

ε) Ποια βάση είναι ισχυρότερη, το HCOO^- ή το CH_3COO^- και γιατί ;

α) Στο $\text{H}-\text{O} \rightarrow \text{Cl}$, το Cl έχει ισχυρότερο $-I$ επαγωγικό φαινόμενο από το I στο $\text{H}-\text{O} \rightarrow \text{I}$.

Αυτό σημαίνει ότι ελαττώνεται η ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο άτομο του οξυγόνου περισσότερο στο HClO , άρα θα αποσπάται ευκολότερα το πρωτόνιο. Συνεπώς, το HClO είναι ισχυρότερο οξύ από το HIO . (ΤΟ Cl ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟ ΑΠΟ ΤΟ I).

β) ΠΡΟΣΟΧΗ! Εδώ (στα υδραλογόνα) δεν απαντάμε με επαγωγικό φαινόμενο επειδή το Cl και το I είναι απευθείας ενωμένα με το H και μεγαλύτερο ρόλο παίζει όχι η ηλεκτροαρνητικότητα αλλά η ατομική ακτίνα. Το I επειδή έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα επικαλύπτει λιγότερο το τροχιακό του H οπότε ο δεσμός είναι ασθενέστερος και μπορεί να αποσπαστεί ευκολότερα το H^+ .

γ) Στην αιθυλαμίνη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$) σε σχέση με την NH_3 υπάρχει $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ που έχει $+I$ επαγωγικό φαινόμενο. Αυτό σημαίνει ότι αυξάνεται η ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο άτομο του αζώτου στην $\text{CH}_3\text{CH}_2 \rightarrow \text{NH}_2$, άρα θα προσλαμβάνει ευκολότερα πρωτόνια. Συνεπώς, η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 .

δ) Στο τριχλωροξικό οξύ (CCl_3COOH) σε σχέση με το CH_3COOH , το $-I$ επαγωγικό φαινόμενο των τριών Cl θα είναι πολύ έντονο, με αποτέλεσμα να αποσπάται πολύ εύκολα το πρωτόνιο. Το $\text{C}(\text{Cl}_3) \leftarrow \leftarrow \text{C}-\text{COOH}$ είναι ισχυρότερο από το CH_3COOH .

ε) Σύγκριση των οξέων CH_3COOH και HCOOH :

Επειδή στο $\text{CH}_3 \rightarrow \text{COOH}$ το $-\text{CH}_3$ έχει $+I$ φαινόμενο, η πυκνότητα του ηλεκτρονιακού φορτίου στο άτομο του οξυγόνου του δεσμού $\text{O}-\text{H}$ θα αυξάνεται, άρα το πρωτόνιο θα αποσπάται δυσκολότερα. Συνεπώς το CH_3COOH θα είναι ασθενέστερο οξύ από το HCOOH .

Για τις βάσεις CH_3COO^- και HCOO^- θα ισχύει ότι όσο ισχυρότερο είναι το συζυγές οξύ, τόσο ασθενέστερη θα είναι η βάση. Άρα το CH_3COO^- θα είναι ισχυρότερη βάση από το HCOO^- .

(*ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Μπορούσε να γίνει και απευθείας σύγκριση των βάσεων).

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΕΩΝ Βαθμός και σταθερά ιοντισμού - pH

17. Τι εκφράζει ποιοτικά ο βαθμός ιοντισμού και πώς ορίζεται ποσοτικά:

Ο βαθμός ιοντισμού (συμβολίζεται με το γράμμα α) εκφράζει ποιοτικά την έκταση της αντίδρασης ενός οξέος ή μιας βάσης με ένα διαλύτη.

Ποσοτικά ο **βαθμός ιοντισμού** ορίζεται ως ο λόγος της συγκέντρωσης (x) του οξέος ή της βάσης που αντέδρασε με το διαλύτη (ιοντίστηκε) προς την ολική συγκέντρωση C του οξέος ή της

βάσης αντίστοιχα: $\alpha = \frac{x}{C}$ (με x, C σε mol/L)

18. Τι τιμές μπορεί να πάρει ο βαθμός ιοντισμού:

Ένα οξύ ή μια βάση αντιδρά περισσότερο ή λιγότερο με το H_2O , όσο μεγαλύτερος ή μικρότερος είναι αντίστοιχα ο βαθμός ιοντισμού τους, ο οποίος λαμβάνει τις τιμές $0 < \alpha \leq 1$

Τα ισχυρά οξέα, δηλαδή τα οξέα των οποίων τα άτομα H με μορφή πρωτονίων μεταφέρονται πλήρως στο H_2O έχουν $\alpha = 1$.

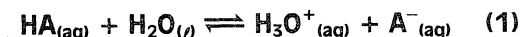
19. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται ο βαθμός ιοντισμού:

Ο βαθμός ιοντισμού εξαρτάται:

- από τη φύση του ηλεκτρολύτη
- από τη θερμοκρασία (αυξάνεται γενικά με την αύξηση της θερμοκρασίας),
- από τη φύση του διαλύτη (ενώ σε υδατικό διάλυμα το HCl είναι ισχυρότερο από το CH_3COOH , τα δύο αυτά οξέα μεταφέρουν πλήρως τα άτομα H με μορφή πρωτονίων στο διαλύτη υγρή αμμωνία. Ο ιοντισμός του CH_3COOH αυξάνεται και εξισώνεται προς τον ιοντισμό του HCl, λόγω της μεγάλης βασικότητας της NH_3).
(Σε αυτή την περίπτωση η NH_3 λέγεται "εξισωτής").
- από τη συγκέντρωση του διαλύματος (ελαττώνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης), και
- από την επίδραση κοινού ιόντος (η παρουσία άλλου ηλεκτρολύτη με κοινό ιόν με τον ασθενή ηλεκτρολύτη μειώνει το βαθμό ιοντισμού).

20. Εξετάζοντας τον ιοντισμό ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA, να εκφράσετε τη σταθερά ιοντισμού του. Αντίστοιχα, για μια ασθενή μονοπρωτική βάση B.

Σε υδατικό διάλυμα ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA (π.χ. HCOOH , NH_4^+) επέρχεται η ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη γενική εξίσωση:



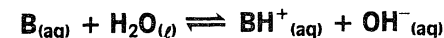
Η σταθερά ισορροπίας είναι: $K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{HA}]}$ (2)

Από την (2) έχουμε: $K[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ (3)

Η συγκέντρωση του νερού μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά σταθερή. Έτσι αν το γινόμενο $K[\text{H}_2\text{O}]$ εκφραστεί με μία νέα σταθερά K_a , τη σταθερά ιοντισμού το οξέος HA, τελικά προκύπτει:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (4)$$

Τα ίδια ισχύουν και για τις ασθενείς μονοπρωτικές βάσεις. Σε υδατικό διάλυμα μιας ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B (π.χ. NH_3 , CN^-) επέρχεται η ισορροπία:



Η έκφραση της σταθεράς ισορροπίας είναι: $K = \frac{[\text{OH}^-][\text{BH}^+]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{B}]}$

Όταν αντικατασταθεί το γινόμενο $K[\text{H}_2\text{O}]$, το οποίο μένει πρακτικά σταθερό, με τη σταθερά

ιοντισμού της βάσης K_b , η εξίσωση αυτή γράφεται: $K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{BH}^+]}{[\text{B}]}$

21. Γιατί σε ένα υδατικό διάλυμα θεωρούμε τη συγκέντρωση του νερού σταθερή:

$$\text{Για το } \text{H}_2\text{O}: C = \frac{n}{V} = \frac{m}{V} = \frac{\rho \cdot V}{V} \Rightarrow C = \frac{\rho}{M_B} = \frac{1000 \text{ g/L (25}^\circ\text{C)}}{18 \text{ g/mol}} = 55,5 \text{ M}$$

Επειδή:

- α) Η τιμή της συγκέντρωσης αυτής είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με τα αραιά διαλύματα ηλεκτρολυτών που μας ενδιαφέρουν και
- β) Το νερό ιοντίζεται ελάχιστα, θεωρούμε τη συγκέντρωσή του σταθερή.

ΔΕΝ ΣΥΜΦΩΝΟΥΜΕ ότι η ακρίβεια που δέλει το σχολικό βιβλίο στην πυκνότητα του H_2O 997 g/L το $M_B = 18,02$ και τη $C = 55,33 \text{ M}$ είναι χρήσιμη στους μαθητές.

22. Τι εκφράζουν οι σταθερές K_a και K_b και από ποιους παράγοντες εξαρτώνται :

Οι σταθερές ιοντισμού K_a και K_b εκφράζουν το σταθερό λόγο του γινομένου των συγκεντρώσεων των χημικών ουσιών που προκύπτουν από τον ιοντισμό του ασθενούς οξέος ή της ασθενούς βάσης προς τη συγκέντρωση των μορίων ή των ιόντων του ασθενούς οξέος ή της ασθενούς βάσης που δεν έχουν ιοντιστεί, στην κατάσταση ισορροπίας.

Οι σταθερές K_a και K_b εξαρτώνται από : τη θερμοκρασία, τη φύση του οξέος ή της βάσης και από τη φύση του διαλύτη.

23. Σκοπίστε την πρόταση : * Η K_a και η K_b αποτελούν μέτρο της ισχύος των οξέων και των βάσεων*.

Οι K_a και K_b αποτελούν μέτρο της ισχύος των οξέων και βάσεων, επειδή όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τους σε ορισμένη θερμοκρασία, τόσο ισχυρότερο είναι το οξύ ή η βάση και η ισορροπία είναι περισσότερο μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

ΝΟΜΟΣ ΑΡΑΙΩΣΗΣ ΤΟΥ OSTWALD**24. Εξετάζοντας τον ιοντισμό ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος (HA), να καταλήξετε σε σχέση της συγκέντρωσης και του βαθμού ιοντισμού (νόμος του Ostwald).**

Όταν ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA διαλυθεί στο H_2O ώστε η αρχική συγκέντρωσή του να είναι C (mol/L), επέρχεται η χημική ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη γενική εξίσωση :

αντίδραση ιοντισμού	$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$		
Αρχικά	C M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- α · C M	+ α · C M	+ α · C M
Χημική Ισορροπία	C(1-α) M	α · C M	α · C M

Από την έκφραση της σταθεράς ιοντισμού του ασθενούς οξέος HA προκύπτει :

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(\alpha \cdot C)(\alpha \cdot C)}{C(1-\alpha)} \Rightarrow K_a = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha} \quad (1)$$

Αντίστοιχα για ασθενή μονοπρωτική βάση B θα ισχύει : $K_b = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}$ (2)

Οι σχέσεις (1), (2) είναι γνωστές ως νόμος αραιώσης του Ostwald για ασθενές μονοπρωτικό οξύ ή για ασθενή μονοπρωτική βάση αντίστοιχα.

☞ **Σημείωση :** Όταν $\alpha \leq 0,1$ ή $\frac{K_a}{C}, \frac{K_b}{C} \leq 0,01$, θεωρούμε ότι $1 - \alpha \approx 1$

οπότε η σχέση (1) γίνεται : $K_a = \alpha^2 \cdot C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

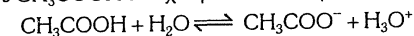
Αντίστοιχα για ασθενή μονοπρωτική βάση : $K_b = \alpha^2 \cdot C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$.

Ο βαθμός ιοντισμού, εξαρτάται από την αρχική συγκέντρωση και μάλιστα είναι αντιστρόφως ανάλογος προς αυτή, δηλαδή όταν ΕΛΑΤΤΩΝΕΤΑΙ Η ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (αραίωση του διαλύματος) ο ΒΑΘΜΟΣ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ και το αντίθετο .

25. Πώς θα μεταβληθεί ο βαθμός ιοντισμού ενός υδατικού διαλύματος CH_3COOH , όταν το αραιώσουμε με προσθήκη νερού σε σταθερή θερμοκρασία ; θεωρήστε ότι $K_a/C \leq 0,01$.

Για την αραιώση : $C_1 V_1 = C_2 V_2$ και επειδή $V_2 > V_1 \Rightarrow C_2 < C_1$, δηλαδή η συγκέντρωση ελαττώνεται.

Στο υδατικό διάλυμα του CH_3COOH θα έχουμε τον ιοντισμό :

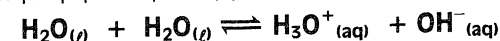


Για τη σταθερά ιοντισμού : $K_a = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}$ και μετά από προσέγγιση $K_a = \alpha^2 C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

Επειδή λοιπόν ο βαθμός ιοντισμού είναι αντιστρόφως ανάλογος προς τη συγκέντρωση και η συγκέντρωση ελαττώνεται, ο βαθμός ιοντισμού θα αυξάνεται.

26. Πώς προκύπτει η σταθερά του γινομένου των ιόντων του νερού :

Το χημικά καθαρό νερό εμφανίζει μια πολύ μικρή αγωγιμότητα, η οποία οφείλεται στον ιοντισμό μικρού αριθμού μορίων νερού σύμφωνα με την εξίσωση :



Στην κατάσταση ισορροπίας ισχύει : $K = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O][H_2O]}$ (1)

Επειδή το νερό ιοντίζεται ελάχιστα, η συγκέντρωση του νερού θεωρείται ότι είναι σταθερή και περίπου ίση με 55,5 M. Αν αντικατασταθεί το σταθερό γινόμενο K (55,5)² της σχέσης (1) με μία νέα σταθερά, η οποία συμβολίζεται με K_w , η σχέση (1) γίνεται : $K_w = [H_3O^+][OH^-]$ (2)

Η σταθερά K_w ονομάζεται σταθερά γινομένου ιόντων νερού και είναι ίση με : $K_w = 10^{-14}$ στους 25°C (3)

Η σχέση (3) ισχύει τόσο στο καθαρό νερό όσο και σε οποιοδήποτε υδατικό διάλυμα ηλεκτρολύτη ή μη ηλεκτρολύτη, αλλά μόνο για τους 25°C, ενώ η σχέση (2) ισχύει για οποιαδήποτε θερμοκρασία.

27. Από τι εξαρτάται η K_w και πώς :

Η K_w εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και επειδή ο ιοντισμός του νερού είναι ενδόθερμη αντίδραση, με την αύξηση της θερμοκρασίας σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier - Van't Hoff, θα έχουμε μετατόπιση προς τα δεξιά, άρα οι συγκεντρώσεις $[H_3O^+]$ και $[OH^-]$ θα αυξηθούν, οπότε η τιμή της K_w θα αυξηθεί.

28. Αν θέλαμε να θεωρήσουμε μια σταθερά ιοντισμού για το καθαρό νερό, αυτή θα ήταν η K_w ; Εξηγήστε την απάντησή σας.

Η σταθερά ιοντισμού του νερού είναι η $K_a = K[H_2O] = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]} = \frac{K_w}{[H_2O]}$

και στους 25°C ισούται με $\frac{10^{-14}}{55,5} \Rightarrow K_a \approx 1,8 \cdot 10^{-16}$.

29. Ποιο διάλυμα ονομάζεται ουδέτερο :

Στο καθαρό νερό ή σε υδατικά διαλύματα, στα οποία η πηγή ιόντων H_3O^+ και OH^- είναι μόνο τα μόρια του νερού (π.χ. διάλυμα NaCl), τα ιόντα H_3O^+ και OH^- παράγονται με αναλογία 1 : 1 και ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$.

Αυτό το διάλυμα λέγεται **ουδέτερο**.

Στους 25°C θα έχουμε: $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ και
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$

**30. α) Τι συμβαίνει όταν προσθέσουμε ένα οξύ στο νερό ;
β) Τι θα ισχύει σε υδατικό διάλυμα βάσης ;**

α) Αν στο νερό προστεθεί ένα οξύ, τότε η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ αυξάνεται, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η συγκέντρωση των ιόντων OH^- , ώστε το γινόμενο ιόντων του νερού να παραμένει σταθερό. Άρα, σε διάλυμα οξέος, ασθενούς ή ισχυρού, θα ισχύει:

$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ και το διάλυμα θα χαρακτηρίζεται **όξινο**.

Στους 25°C προκύπτει ότι: $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ M}$

β) Σε υδατικό διάλυμα βάσης θα ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ και το διάλυμα θα χαρακτηρίζεται **αλκαλικό**. Στους 25°C προκύπτει ότι: $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M}$

31. Γιατί χρησιμοποιήθηκε η έννοια του pH και πώς ορίζεται ;

Η έννοια του pH χρησιμοποιήθηκε από τον Δανό Sorensen, για να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση αρνητικών δεκαδικών δυνάμεων των συγκεντρώσεων των ιόντων H_3O^+ και OH^- και επομένως να απλοποιούνται οι υπολογισμοί που περιλαμβάνουν.

Το pH ορίζεται ως ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της αριθμητικής τιμής της συγκέντρωσης των ιόντων H_3O^+ σε ένα υδατικό διάλυμα **$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$**

• ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΙ

$$10^x = a \Leftrightarrow \log a = x \text{ όπου } a > 0$$

$$\text{π.χ. } \log 10^5 = 5, \quad \log 10^{-4} = -4, \quad \log 0,01 = 2, \quad \log 1 = \log 10^0 = 0$$

$$\text{ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ : } \log (a \cdot b) = \log a + \log b, \quad \log \frac{a}{b} = \log a - \log b \text{ και } \log a^\mu = \mu \log a$$

$$\text{π.χ. } \log 2 \cdot 10^{-3} = \log 2 + \log 10^{-3} = \log 2 - 3$$

$$\log \frac{10^{-4}}{5} = \log 10^{-4} - \log 5, \quad \log 2^3 = 3 \log 2$$

32. Πώς ορίζεται το pOH ; Αποδείξτε τη σχέση που το συνδέει με το pH στους 25°C .

Το pOH ορίζεται ως ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων OH^- σε ένα υδατικό διάλυμα **$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$**

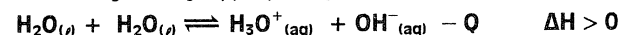
Από τη σχέση $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow \log [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = \log 10^{-14} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \log [\text{H}_3\text{O}^+] + \log [\text{OH}^-] = -14 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] - \log [\text{OH}^-] = 14 \Rightarrow \text{pH} + \text{pOH} = 14.$$

33. Το απεσταγμένο νερό, όταν φτάσει σε θερμοκρασία βρασμού (100°C) έχει $\text{pH} = 6,1$. Αυτό σημαίνει ότι είναι όξινο ;

Η τιμή του γινομένου $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$ έχει την τιμή 10^{-14} για τους 25°C . Έτσι, ένα ουδέτερο διάλυμα έχει $\text{pH} = 7$ στους 25°C .

Με την αύξηση της θερμοκρασίας και επειδή ο ιοντισμός του νερού είναι ενδόθερμη αντίδραση



σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier – Van't Hoff, θα έχουμε μετατόπιση προς τα δεξιά, άρα οι συγκεντρώσεις $[\text{H}_3\text{O}^+]$ και $[\text{OH}^-]$ θα αυξηθούν, οπότε η τιμή του γινομένου $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$ (K_w) αυξάνεται, δηλαδή ένα ουδέτερο διάλυμα σε μεγαλύτερη θερμοκρασία θα έχει μικρότερο pH. (π.χ. στους 100°C $\text{pH} = 6,1$)

**34. Πόσα ιόντα H_3O^+ περιέχονται σε 5 ml πορτοκαλάδας με $\text{pH} = 3$;
Δίνεται αριθμός Avogadro $N_A = 6 \cdot 10^{23}$.**

$\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$, οπότε ο αρ. mol H_3O^+ θα ισούται :

$$n = C \cdot V = 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

και ο αριθμός ιόντων $\text{H}_3\text{O}^+ = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{23}$ ιόντα, δηλαδή $3 \cdot 10^{18}$ ιόντα.

35. Πότε το $\text{pH} = 7$; Ποια σώματα μπορούν να δώσουν $\text{pH} = 7$;

$\text{pH} = 7$ έχουν :

☞ Το απεσταγμένο νερό

☞ τα διαλύματα των αλάτων που έχουν προέλθει από εξουδετέρωση ισχυρών οξέων (HA π.χ. HCl) από ισχυρές βάσεις (BOH π.χ. NaOH) και τα ιόντα A^- και B^+ δεν αντιδρούν με το H_2O .

☞ τα διαλύματα των αλάτων που έχουν προέλθει από ασθενές οξύ (HA π.χ. CH_3COOH) και ασθενή βάση (B π.χ. NH_3) με $K_a = K_b$ και τα ιόντα A^- και BH^+ είναι σύμφωνα με τους Bronsted-Lowry ασθενείς βάσεις και οξέα και όταν αντιδρούν με το H_2O δίνουν $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$

**36. α) Πότε $\text{pH} = 0$; Ποια σώματα μπορούν να δώσουν $\text{pH} = 0$;
β) Πότε $\text{pH} = 14$; Ποια σώματα μπορούν να δώσουν $\text{pH} = 14$;**

α) Όταν $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^0 \text{ M} = 1 \text{ M}$

Μόνο τα ισχυρά οξέα HCl, HBr, HI, HNO_3 , HClO_4 , H_2SO_4 , μπορούν να δώσουν $\text{pH} = 0$

β) Όταν $\text{pOH} = 0 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^0 \text{ M} = 1 \text{ M}$

Μόνο οι ευδιάλυτες ισχυρές βάσεις NaOH, KOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, μπορούν να δώσουν $\text{pH} = 14$

**37. α) Πότε $\text{pH} = -1$; Ποια σώματα μπορούν να δώσουν $\text{pH} = -1$;
β) Πότε $\text{pH} = 15$; Ποια σώματα μπορούν να δώσουν $\text{pH} = 15$;**

α) Όταν $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^1 \text{ M} = 10 \text{ M}$. Όμως τότε το διάλυμα είναι πυκνό και δεν ισχύει ακριβώς η σχέση $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ η οποία ισχύει μόνο για αραιά διαλύματα.

Έτσι έχουμε λάθη στον υπολογισμό της συγκέντρωσης.

Μόνο τα ισχυρά οξέα μπορούν να δώσουν $\text{pH} = -1$

β) Όταν $\text{pOH} = -1 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^1 \text{ M} = 10 \text{ M}$. Όμοια έχουμε πυκνά διαλύματα και λάθη στον υπολογισμό της συγκέντρωσης.

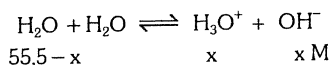
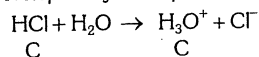
Μόνο οι ευδιάλυτες ισχυρές βάσεις μπορούν να δώσουν $\text{pH} = 15$.

**38. α) Ποια η σχέση της μεταβολής της $[H_3O^+]$ και της μεταβολής του pH ;
β) Ποια η σχέση της μεταβολής της $[OH^-]$ και της μεταβολής του pH ;**

- α) Επειδή από τον ορισμό του, το $pH = -\log[H_3O^+]$ όταν π.χ. η $[H_3O^+]$ θα αυξηθεί, το pH θα ελαττωθεί.
β) Επειδή $[H_3O^+][OH^-] = K_w = \text{σταθ.}$, η $[H_3O^+]$ σε ένα διάλυμα θα είναι αντιστρόφως ανάλογη της $[OH^-]$.
Έτσι, όταν π.χ. η $[OH^-]$ αυξάνεται, η $[H_3O^+]$ θα ελαττώνεται και το pH θα αυξάνεται.

39. Αραιώνουμε ένα υδατικό διάλυμα οξέος με προσθήκη νερού. Πώς θα μεταβληθεί το pH του διαλύματος ;

Αντιδράσεις Ιοντισμού:



Αν κάνουμε αραίωση: $C_1V_1 = C_2V_2$
Επειδή $V_2 > V_1 \Rightarrow C_2 < C_1 \Rightarrow [H^+]_2 < [H^+]_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \log[H^+]_2 < \log[H^+]_1 \Rightarrow -\log[H^+]_2 > -\log[H^+]_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow pH_2 > pH_1$, δηλαδή το pH μεγαλώνει.

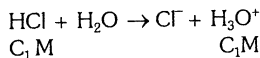
- ☞ Όταν $C > 10^{-6}$ M, τότε $n[H_3O^+]_{\text{ολ}} = [H_3O^+]_{HCl} > 10^{-6} \Rightarrow pH < 6$ από το HCl
☞ Όταν $10^{-8} \leq C \leq 10^{-6}$ M, τότε $n[H_3O^+]_{\text{ολ}} = [H_3O^+]_{HCl} + [H_3O^+]_{H_2O} > 10^{-7} \Rightarrow pH < 7$
☞ Όταν $C < 10^{-8}$ M, τότε $n[H_3O^+]_{\text{ολ}} = [H_3O^+]_{H_2O} = 10^{-7} \Rightarrow pH = 7$ από το H_2O
Παρατηρούμε ότι όταν αραιώνεται πολύ το διάλυμα του οξέος, τότε η $[H^+]$ λαμβάνεται από το νερό που έχει $[H^+] = 10^{-7}$.
Δηλαδή το pH των οξέων μεταβάλλεται από $0 \rightarrow 7$ και αντίστοιχα των βάσεων από $14 \rightarrow 7$.
☞ Αντίστοιχα, αν αραιώσουμε με προσθήκη νερού υδατικό διάλυμα ασθενούς ή ισχυρής βάσης το pH θα ελαττωθεί.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
οξύ αραιώση \rightarrow							H_2O	\leftarrow βάση αραιώση						

Μεταβολή του pH με αραίωση διαλύματος οξέος ή βάσης

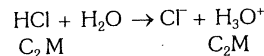
40. Αραιώνουμε με νερό ένα διάλυμα HCl σε 10πλάσιο όγκο. Ποια η μεταβολή στο pH του διαλύματος ;

Στο αρχικό διάλυμα επειδή το HCl είναι ισχυρό οξύ θα έχουμε:



Αραίωση: $C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_1V_1 = C_2 \cdot 10V_1 \Rightarrow C_1 = 10C_2$ (1)

Στο αραιωμένο διάλυμα θα έχουμε:



Οπότε λόγω της (1) θα ισχύει:

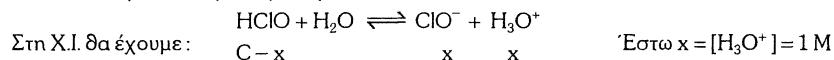
$$[H_3O^+]_1 = 10[H_3O^+]_2 \Rightarrow \log[H_3O^+]_1 = \log 10 + \log[H_3O^+]_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log[H_3O^+]_1 = -\log 10 - \log[H_3O^+]_2 \Rightarrow pH_1 = pH_2 - 1 \Rightarrow pH_2 = pH_1 + 1$$

☞ Κάθε 10 φορές μεταβολή $[H_3O^+]$ προκαλεί μεταβολή στο pH κατά 1, δηλαδή αν αυξηθεί η $[H_3O^+]$ 10 φορές, τότε το pH ελαττώνεται κατά 1, ενώ αν ελαττωθεί η $[H_3O^+]$ 10 φορές, τότε το pH αυξάνεται κατά 1.

41. Μπορεί ένα ασθενές οξύ να έχει pH = 0 ;

Έστω διάλυμα HClO με συγκέντρωση C.



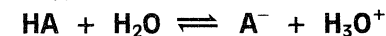
$$\text{Στα ασθενή οξέα } a < 0,01 \Rightarrow a = \frac{x}{C} < 0,01 \Rightarrow C > \frac{x}{0,01} \Rightarrow C > 100 \text{ M.}$$

Αυτό όμως είναι αδύνατον, επειδή δεν υπάρχουν τόσο μεγάλες τιμές στη συγκέντρωση. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των οξέων είναι 10 M ή 20 M, αλλά επειδή ο βαθμός ιοντισμού είναι αντιστρόφως ανάλογος της συγκέντρωσης, θα είναι πολύ μικρός, οπότε και πάλι θα έχουμε $[H_3O^+] < 1 \text{ M}$.

☞ Γενικά μόνο τα ισχυρά οξέα μπορούν να έχουν πολύ μικρά pH = 0 ή 1 και μόνο ισχυρές βάσεις έχουν πολύ μεγάλα pH = 13 ή 14.

42. Αποδείξτε τη σχέση που ισχύει μεταξύ της σταθεράς ιοντισμού ενός ασθενούς οξέος (K_a) και της σταθεράς ιοντισμού της συζυγούς του βάσης (K_b). Τι είναι τα pK_a και pK_b και ποια η σχέση μεταξύ τους ;

Έστω π.χ. το συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης HA, A^- . Το οξύ HA και η συζυγής βάση του A^- συνυπάρχουν στην ιοντική ισορροπία:



$$\text{με σταθερά ισορροπίας } K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \quad (1)$$

και στην ιοντική ισορροπία: $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$

$$\text{με σταθερά ισορροπίας } K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \quad (2)$$

Με πολλαπλασιασμό των εξισώσεων (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει ότι:

$$K_a \cdot K_b = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \cdot \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \Rightarrow K_a \cdot K_b = [H_3O^+][OH^-] \Rightarrow K_a \cdot K_b = K_w \quad (3)$$

Ορίζονται: $pK_a = -\log K_a$ και $pK_b = -\log K_b$

Για τους 25°C ισχύει ότι: $K_a \cdot K_b = 10^{-14}$ και με λογαριθμηση έχουμε:

$$\log(K_a \cdot K_b) = \log 10^{-14} \Rightarrow \log K_a + \log K_b = \log 10^{-14} \Rightarrow -\log K_a - \log K_b = -(-14) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pK_a + pK_b = 14 \quad (4)$$

43. Δύο διαλύματα HNO₂ και HNO₃ έχουν ίδια συγκέντρωση. Ποιο διάλυμα έχει μεγαλύτερο pH :

Έστω ότι και τα δύο διαλύματα έχουν συγκέντρωση C.
Το HNO₃ είναι ισχυρό οξύ, οπότε η [H₃O⁺] θα ισούται με C.

Το HNO₂ είναι ασθενές οξύ: $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Στη Χ.Ι. θα έχουμε: $\text{C} - x \qquad \qquad x \qquad \qquad x$

Επειδή ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος είναι $\alpha < 1 \Rightarrow \alpha = \frac{x}{C} < 1 \Rightarrow x < C$ οπότε

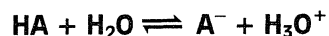
$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ασθ}} < [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ισχ}} \Rightarrow \log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ασθ}} < \log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ισχ}} \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ασθ}} > -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ισχ}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{\text{pH}_{\text{ασθ}} > \text{pH}_{\text{ισχ}}}$

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ

44. Αν προστεθεί σε υδατικό διάλυμα ασθενούς οξέος HA : α) HCl ή β) NaA πώς θα μεταβληθεί ο βαθμός ιοντισμού σε κάθε περίπτωση και γιατί ; Πώς ονομάζεται το φαινόμενο αυτό ;

Έστω ένα διάλυμα του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA, στο οποίο έχει επέλθει η χημική ισορροπία:



Αν προστεθεί στο διάλυμα ένας ηλεκτρολύτης ο οποίος με τη διάσταση ή με τον ιοντισμό του μπορεί να δημιουργήσει κοινό ιόν με τα προϊόντα της αντίδρασης του ασθενή ηλεκτρολύτη με το H₂O, τότε θα αυξηθεί αντίστοιχα η συγκέντρωση του οξζωνίου ή η συγκέντρωση της συζυγούς βάσης A⁻ στο διάλυμα. Σύμφωνα όμως με την αρχή του **Le Chatelier – Van't Hoff** η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά, προς όφελος της μη ιοντισθείσας μορφής του οξέος, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται ο ιοντισμός του.

Συμπερασματικά, η επίδραση κοινού ιόντος προκαλεί ελάττωση στο βαθμό ιοντισμού (α ↓), ενός ασθενούς ηλεκτρολύτη, ενώ αφήνει αμετάβλητη τη σταθερά ιοντισμού (K_a = σταθερή) διότι θεωρείται ότι η διεργασία αυτή διεξάγεται υπό σταθερή θερμοκρασία.

α) Αντίδραση ιοντισμού: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ κοινό ιόν H₃O⁺

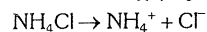
β) Διάσταση: $\text{NaA} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{A}^-$ κοινό ιόν A⁻

45. Αν προστεθεί σε διάλυμα NH₃ μικρή ποσότητα NH₄Cl, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, πώς θα μεταβληθούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH ; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Στο υδατικό διάλυμα της αμμωνίας αποκαθίσταται η ισορροπία:



Με την προσθήκη του NH₄Cl, επειδή αυτό είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης διίσταται:



Η αύξηση της συγκέντρωσης των NH₄⁺, λόγω της αρχής Le Chatelier – Van't Hoff, θα μετατοπίσει την ισορροπία (1) προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα την **ελάττωση του βαθμού ιοντισμού**.

Παράλληλα, η [OH⁻] θα ελαττωθεί και για να διατηρηθεί σταθερό το γινόμενο [H₃O⁺][OH⁻], η [H₃O⁺] θα αυξηθεί. Αύξηση όμως της [H₃O⁺] σημαίνει **ελάττωση του pH του διαλύματος**.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ

Κοινό ιόν H ₃ O ⁺	Κοινό ιόν OH ⁻	Κοινό ιόν το ανιόν A ⁻	Κοινό ιόν το κατιόν BH ⁺
Ισχυρό οξύ π.χ. HCl, HBr, HI, HNO ₃ , HClO ₄ , H ₂ SO ₄	Ισχυρή βάση π.χ. NaOH, KOH, Ca(OH) ₂ , Ba(OH) ₂	Αλάτι NaA π.χ. NaNO ₂ , NaCN, NaClO, NaF, CH ₃ COONa, HCOONa	Αλάτι BHCl π.χ. NH ₄ Cl, RNH ₃ Cl
σε ασθενές οξύ π.χ. HNO ₂ , HCN, HClO, HF, CH ₃ COOH, HCOOH, NH ₄ ⁺ , RNH ₃ ⁺	σε ασθενή βάση π.χ. NH ₃ , RNH ₂ αμίνη, CH ₃ COO ⁻ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , ClO ⁻ , F ⁻ , HCOO ⁻	σε ασθενές οξύ HA π.χ. HNO ₂ , HCN, HClO, HF, CH ₃ COOH, HCOOH (αντίστοιχα)	σε ασθενή βάση π.χ. NH ₃ , RNH ₂ αμίνη (αντίστοιχα)

Επίδραση κοινού ιόντος μπορούμε να έχουμε και ανάμεσα σε δύο ασθενείς ηλεκτρολύτες

☞ **δύο ασθενείς οξέα** στο ίδιο διάλυμα, π.χ. HNO₂, HCN, HClO, HF, CH₃COOH, HCOOH, NH₄⁺, RNH₃⁺ ή

☞ **δύο ασθενείς βάσεις** στο ίδιο διάλυμα, π.χ. NH₃, RNH₂ αμίνη, CH₃COO⁻, CN⁻, NO₂⁻, ClO⁻, F⁻, HCOO⁻

ΠΡΩΤΟΑΥΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

46. Ποια χρώματα λέγονται βασικά ή κύρια και ποια συμπληρωματικά ;

Βασικά είναι τα χρώματα από το φάσμα του ορατού φωτός, τα οποία, όταν αναμιχθούν με διάφορες αναλογίες παρέχουν όλες τις δυνατές αποχρώσεις.

Σύμφωνα με την προσθετική θεωρία των χρωμάτων, τα βασικά χρώματα είναι το **κόκκινο**, το **πράσινο** και το **μπλε** (RGB : red, green, blue)

Η ανάμιξη τους σε ίσες αναλογίες, δίνει λευκό χρώμα.

Αν χρησιμοποιήσουμε ένα φίλτρο που να απορροφά το **μπλε**, αυτό που θα μείνει (κόκκινο, πράσινο) θα είναι το συμπληρωματικό χρώμα του μπλε, που είναι το **κίτρινο**.

Αν χρησιμοποιήσουμε ένα φίλτρο που να απορροφά το **πράσινο**, αυτό που θα μείνει (κόκκινο, μπλε) θα είναι το συμπληρωματικό χρώμα του πράσινου, που είναι το **ματζέντα (ιώδες)**.

Αν χρησιμοποιήσουμε ένα φίλτρο που να απορροφά το **κόκκινο**, αυτό που θα μείνει (πράσινο, μπλε) θα είναι το συμπληρωματικό χρώμα του κόκκινου, που είναι το **κυανό**.

Αν αναμίξουμε δύο συμπληρωματικά χρώματα, θα πάρουμε λευκό χρώμα.

47. Πώς αντιλαμβανόμαστε ως έγχρωμη μια χημική ουσία ;

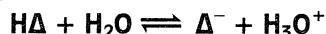
Όταν πάνω σε ένα άτομο ή μόριο επιδράσει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, τότε αυξάνει η ενεργειακή του κατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι λαμβάνει χώρα απορρόφηση της ακτινοβολίας. Αν η απορρόφηση γίνεται σε μήκη κύματος στην περιοχή περίπου 390–770nm (ορατό φάσμα) και υπάρχει μια σχετικά μεγάλη συγκέντρωση όμοιων ατόμων ή μορίων μιας χημικής ουσίας, τότε την αντιλαμβανόμαστε ως έγχρωμη. Δεν βλέπουμε όμως το χρώμα της ακτινοβολίας που απορροφάται αλλά το συμπληρωματικό της.

48. Ποιες ενώσεις ονομάζουμε πρωτολυτικούς δείκτες ;

Πρωτολυτικοί δείκτες ονομάζονται οι ενώσεις (ασθενή οργανικά οξέα ή ασθενείς οργανικές βάσεις) για τις οποίες είτε η μία μόνο από τις δύο συζυγείς μορφές απορροφά στο ορατό φάσμα, είτε και οι δύο συζυγείς μορφές απορροφούν, σε διαφορετικές όμως περιοχές του ορατού φάσματος.

**49. α) Αν θεωρήσουμε τη φαινολοφθαλεΐνη ως ασθενές οξύ ΗΔ, εξηγήστε το χρώμα που αποκτά το διάλυμα όταν προσθέσουμε μικρή ποσότητα διαλύματος άχρωμης βάσης ΝαΟΗ.
β) Γιατί το διάλυμα της φαινολοφθαλεΐνης είναι άχρωμο, όταν προσθέσουμε άχρωμο διάλυμα οξέος ΗCl ;**

Η φαινολοφθαλεΐνη είναι ένα ασθενές μονοπρωτικό οργανικό οξύ ($pK_{\text{HΔ}} = 9,5$) και θα παριστάνεται χάρη ευκολίας ως ΗΔ με Δ^- τη συζυγή βάση του ΗΔ. Στο υδατικό διάλυμα ιοντίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:

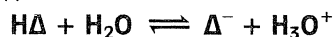


Προσθέτοντας στο άχρωμο υδατικό διάλυμα της φαινολοφθαλεΐνης υδατικό διάλυμα ΝαΟΗ, η ιοντική ισορροπία οδηγείται προς τα ΔΕΞΙΑ, λόγω ελάττωσης της $[\text{H}_3\text{O}^+]$. Τα ιόντα Δ^- που επικρατούν, απορροφούν σε μήκος κύματος 550–555nm δηλαδή στην πράσινη περιοχή του ορατού φάσματος, οπότε το διάλυμα αποκτά το συμπληρωματικό ΙΩΔΕΣ χρώμα.

Στην περίπτωση που προσθέσουμε υδατικό διάλυμα ΗCl, η ιοντική ισορροπία οδηγείται προς τα ΑΡΙΣΤΕΡΑ, λόγω αύξησης της $[\text{H}_3\text{O}^+]$, οπότε επικρατούν τα μη ιοντισμένα μόρια της φαινολοφθαλεΐνης. Αυτά δεν απορροφούν στην ορατή περιοχή, οπότε το διάλυμα παραμένει ΑΧΡΩΜΟ.

50. Εξηγήστε τις μεταβολές του "μπλε της βρωμοθυμόλης", αν θεωρήσουμε το δείκτη αυτόν ως ασθενές οξύ ΗΔ.

Το "μπλε της βρωμοθυμόλης" είναι ένα ασθενές οργανικό οξύ ($pK_{\text{HΔ}} = 7,3$) που παριστάνεται χάρη ευκολίας ως ΗΔ με Δ^- τη συζυγή βάση του ΗΔ. Στο διάλυμα αυτό, που θα έχει ΠΡΑΣΙΝΟ χρώμα, αποκαθίσταται η ισορροπία:



Τα αδιάστατα μόρια του ασθενούς οξέος απορροφούν στην μπλε περιοχή του ορατού φάσματος ενώ τα ιόντα της συζυγούς βάσης του απορροφούν στην κίτρινη περιοχή. Με την επίδραση διαλύματος οξέος, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά. Όταν υπερτερεί η μη ιοντισμένη μορφή το διάλυμα χρωματίζεται ΚΙΤΡΙΝΟ (συμπληρωματικό του μπλε). Με την επίδραση διαλύματος βάσης η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Όταν υπερτερεί η ιοντισμένη μορφή της, το διάλυμα χρωματίζεται ΜΠΛΕ (συμπληρωματικό του κίτρινου).

**51. α) Αν και οι δύο συζυγείς μορφές του δείκτη απορροφούν στο ορατό φάσμα, πώς μπορούμε να διακρίνουμε τα χρώματά τους ;
β) Ένας δείκτης αλλάζει χρώμα σε οποιαδήποτε περιοχή pH ;
Δικαιολογήστε την απάντησή σας.**

α) Έστω ότι ένας δείκτης είναι ασθενές οξύ: $\text{H}\Delta + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \Delta^- + \text{H}_3\text{O}^+$.

Αντικαθιστώντας στη σταθερά ιοντισμού θα έχουμε: $K_{\text{HΔ}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = \frac{K_{\text{HΔ}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ (1)

Αν και οι δύο συζυγείς μορφές του (ΗΔ και Δ^-) απορροφούν στο ορατό φάσμα, από πειραματικά ευρήματα έχει διαπιστωθεί πως το μάτι μας μπορεί να ξεχωρίσει τα χρώματα που δίνουν, όταν η συγκέντρωση της μιας μορφής είναι τουλάχιστον δεκαπλάσια της άλλης.

Δηλαδή είτε $\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \geq 10$ είτε $\frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} \geq 10 \Rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \leq \frac{1}{10}$ οπότε από την (1) προκύπτει ότι:

☞ Το χρώμα που δίνει η συζυγής βάση ενός δείκτη επικρατεί όταν ισχύει: $\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \geq 10 \Rightarrow$

$$\frac{K_{\text{HΔ}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \geq 10 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] \leq \frac{K_{\text{HΔ}}}{10} \Rightarrow \log[\text{H}_3\text{O}^+] \leq \log \frac{K_{\text{HΔ}}}{10} \Rightarrow \log[\text{H}_3\text{O}^+] \leq \log K_{\text{HΔ}} - \log 10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \geq -\log K_{\text{HΔ}} + \log 10 \Rightarrow \text{pH} \geq \text{p}K_{\text{HΔ}} + 1$$

☞ Ενώ το χρώμα που δίνει το συζυγές οξύ ενός δείκτη επικρατεί όταν ισχύει:

$$\frac{K_{\text{HΔ}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \leq \frac{1}{10} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] \geq 10 \cdot K_{\text{HΔ}} \Rightarrow \log[\text{H}_3\text{O}^+] \geq \log 10 \cdot K_{\text{HΔ}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log[\text{H}_3\text{O}^+] \geq \log K_{\text{HΔ}} + \log 10 \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \leq -\log K_{\text{HΔ}} - \log 10 \Rightarrow \text{pH} \leq \text{p}K_{\text{HΔ}} - 1.$$

2ος τρόπος :

$$K_{\text{HΔ}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow -\log K_{\text{HΔ}} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] - \log \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_{\text{HΔ}} + \log \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \quad (2)$$

$$\text{χρώμα της συζυγούς βάσης } \Delta^- : \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \geq 10 \Rightarrow \log \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \geq \log 10 \Rightarrow \log \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \geq 1$$

οπότε από τη σχέση (2) $\Rightarrow \text{pH} \geq \text{p}K_{\text{HΔ}} + 1$

$$\text{χρώμα του συζυγούς οξέος ΗΔ} : \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} \geq 10 \Rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \leq \frac{1}{10} \Rightarrow \log \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \leq \log \frac{1}{10} \Rightarrow \Rightarrow$$

$$\log \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \leq \log 1 - \log 10 \Rightarrow \log \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \leq -1, \text{ και από τη σχέση (2)} \Rightarrow \text{pH} \leq \text{p}K_{\text{HΔ}} - 1.$$

β) Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, η αλλαγή του χρώματος γίνεται σε περιοχή pH περίπου δύο μονάδων, δηλαδή μια μονάδα εκατέρωθεν του $pK_{HΔ}$ του δείκτη. Η τιμή του pH γύρω από την οποία μεταβάλλεται το χρώμα που δίνει ο δείκτης, εξαρτάται από τη σταθερά ιοντισμού του και είναι διαφορετική για τους διάφορους δείκτες.

Όταν το pH του υδατικού διαλύματος ενός δείκτη κυμαίνεται μεταξύ $pK_{HΔ} - 1$ και $pK_{HΔ} + 1$, τότε το διάλυμα αυτό αποκτά το χρώμα που προκύπτει από την ανάμιξη των χρωμάτων που δίνουν οι δύο συζυγείς μορφές του. Έτσι, για παράδειγμα υδατικό διάλυμα που περιέχει το δείκτη "μπλε της θρωμοθυμόλης" και έχει $pH = 7$ χρωματίζεται ΠΡΑΣΙΝΟ, το χρώμα της ανάμιξης του ΚΙΤΡΙΝΟΥ και του ΜΠΛΕ.

52. Ο δείκτης "ερυθρό του μεθυλίου" έχει $pK_{HΔ} = 5$. Σε $pH = 2$, το διάλυμα του δείκτη έχει ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα, ενώ σε $pH = 10$, το διάλυμα του δείκτη έχει ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα. Αν θεωρήσουμε το δείκτη ως ασθενές οξύ να βρεθεί το χρώμα της μη ιοντισμένης και της ιοντισμένης μορφής.



$$K_a = \frac{[H_3O^+][Δ^-]}{[HΔ]} \Rightarrow \frac{[Δ^-]}{[HΔ]} = \frac{K_{HΔ}}{[H_3O^+]} \quad (1)$$

α) Σε $pH = 2 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2}$ και $\frac{K_{HΔ}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = 10^{-3} \Rightarrow \frac{[Δ^-]}{[HΔ]} = 10^{-3} \Rightarrow \frac{[HΔ]}{[Δ^-]} = 10^3 > 10$,

υπερισχύει το χρώμα των αδιασπώσιμων μορίων HΔ άρα η μη ιοντισμένη μορφή έχει χρώμα ΚΟΚΚΙΝΟ.

β) Σε $pH = 10 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-10}$ και $\frac{K_{HΔ}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-5}}{10^{-10}} = 10^5 \Rightarrow \frac{[Δ^-]}{[HΔ]} = 10^5 \Rightarrow \frac{[Δ^-]}{[HΔ]} > 10$,

υπερισχύει το χρώμα των ανιόντων $[Δ^-]$, άρα η ιοντισμένη μορφή έχει χρώμα ΚΙΤΡΙΝΟ.

53. α) Τι είναι η χρωματομετρική μέθοδος προσεγγιστικού υπολογισμού του pH ενός υδατικού διαλύματος και σε ποιο γεγονός στηρίζεται η αξία της ;

β) Μπορούμε με ένα μόνο δείκτη να προσδιορίσουμε προσεγγιστικά το pH ενός αγνώστου υδατικού διαλύματος ; Τι θα πρέπει να κάνουμε ;

γ) Πώς γίνεται ο ακριβής προσδιορισμός του pH ενός υδατικού διαλύματος ;

α) Με τη βοήθεια των πρωτολυτικών δεικτών αναπτύχθηκε η **χρωματομετρική μέθοδος** προσεγγιστικού υπολογισμού του pH ενός υδατικού διαλύματος, δηλαδή μόνον από τη μεταβολή του χρώματος των δεικτών προσδιορίζουμε κατά προσέγγιση το pH ενός διαλύματος. Η αξία της χρωματομετρικής μεθόδου έγκειται στο γεγονός ότι χωρίς καμιά ιδιαίτερη τεχνική και μόνο με την αίσθηση της όρασης μπορεί να διαπιστωθεί αν π.χ. το pH του νερού μιας πισίνας βρίσκεται μέσα σε ορισμένες προδιαγραφές, χρησιμοποιώντας χαρτάκια εμπτισμένα σε μίγμα δεικτών.

β) Με ένα μόνο πρωτολυτικό δείκτη, του οποίου και οι δύο συζυγείς μορφές απορροφούν στο ορατό φάσμα, μπορούμε να συμπεράνουμε αν το pH του αγνώστου υδατικού διαλύματος βρίσκεται σε μία από τις δύο αντίστοιχες περιοχές του δείκτη, δηλαδή θα έχουμε μεγάλο εύρος τιμών pH. Μόνο με τη βοήθεια μίγματος πρωτολυτικών δεικτών υπάρχει η δυνατότητα εύρεσης μιας ακριβέστερης τιμής του pH.

γ) Ο ακριβής προσδιορισμός του pH γίνεται με το πεχάμετρο. Η λειτουργία του στηρίζεται σε οξειδοαναγωγική αντίδραση η οποία διεξάγεται μέσα σε ηλεκτρόδιο που βυθίζεται στο διάλυμα με το άγνωστο pH.

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

54. Ποια υδατικά διαλύματα ονομάζονται ρυθμιστικά και τι ουσίες περιέχουν ;

Ρυθμιστικά ονομάζονται τα υδατικά διαλύματα που διατηρούν το pH τους πρακτικά σταθερό όταν προστεθεί σ' αυτά μικρή ποσότητα ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης.

Ένα ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει το συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης
π.χ. $CH_3COOH - CH_3COO^-$ ή $NH_4^+ - NH_3$.

55. Προτείνετε τρεις (3) γενικούς τρόπους παρασκευής ενός ρυθμιστικού διαλύματος.

- Ανάμιξη διαλυμάτων ασθενούς οξέος και της συζυγούς βάσης ή ασθενούς βάσης του συζυγούς οξέος της.
- Ανάμιξη διαλυμάτων ασθενούς οξέος και ισχυρής βάσης, όπου το ασθενές οξύ βρίσκεται σε περίσσεια.
- Ανάμιξη διαλυμάτων ασθενούς βάσης και ισχυρού οξέος, όπου η ασθενής βάση βρίσκεται σε περίσσεια.

Παραδείγματα παρασκευής ρυθμιστικών διαλυμάτων :

* για το $CH_3COOH - CH_3COONa$	* για το $NH_3 - NH_4Cl$
i) Απευθείας ανάμιξη διαλυμάτων $CH_3COOH - CH_3COONa$	i) Απευθείας ανάμιξη διαλυμάτων $NH_3 - NH_4Cl$
ii) Μερική εξουδετέρωση $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$ ή $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$ περίσσεια $\rightarrow CH_3COOH$	ii) Μερική εξουδετέρωση $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ ή $NH_3 + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + H_2O$ περίσσεια $\rightarrow NH_3$
iii) Διπλή αντικατάσταση $CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$ ή $CH_3COO^- + H_3O^+ \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ περίσσεια $\rightarrow CH_3COONa$	iii) Διπλή αντικατάσταση $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$ ή $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$ περίσσεια $\rightarrow NH_4Cl$

56. Εξηγήστε γενικά τη δράση των ρυθμιστικών διαλυμάτων.

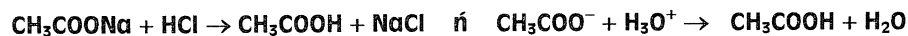
Το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος διατηρείται πρακτικά σταθερό, επειδή όταν προσθέτουμε μικρές ποσότητες ιόντων H_3O^+ αυτά εξουδετερώνονται από τη **ΣΥΖΥΓΗ ΒΑΣΗ** του ρυθμιστικού διαλύματος, ενώ όταν προσθέτουμε ιόντα OH^- αυτά εξουδετερώνονται από το **ΣΥΖΥΓΕΣ ΟΞΥ** του ρυθμιστικού διαλύματος.

57. Πώς διατηρεί το pH του πρακτικά σταθερό ένα ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$ ή CH_3COO^- με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων HCl ή H_3O^+ και NaOH ή OH^- :

Στο ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$, υπάρχει ισορροπία:



Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας ισχυρού οξέος π.χ HCl στο ρυθμιστικό αυτό διάλυμα, τα ιόντα H_3O^+ που προκύπτουν από το ισχυρό οξύ, δεσμεύονται από τη βάση CH_3COO^- και σχηματίζουν επιπλέον μόρια CH_3COOH :



Κατά τη προσθήκη μικρής ποσότητας ισχυρής βάσης π.χ. NaOH στο ίδιο ρυθμιστικό διάλυμα, τα ιόντα OH^- που προκύπτουν από την ισχυρή βάση, δεσμεύονται από το οξύ CH_3COOH και σχηματίζουν επιπλέον ιόντα CH_3COO^- :



58. Πώς διατηρεί το pH του πρακτικά σταθερό ένα ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ ή NH_4^+ με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων HCl ή H_3O^+ και NaOH ή OH^- :

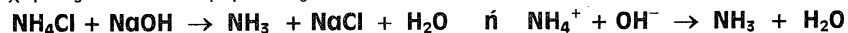
Στο ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3 - \text{NH}_4^+$, υπάρχει ισορροπία:



Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας ισχυρού οξέος π.χ HCl στο ρυθμιστικό αυτό διάλυμα, τα ιόντα H_3O^+ που προκύπτουν από το ισχυρό οξύ, δεσμεύονται από τη βάση NH_3 και σχηματίζουν επιπλέον ιόντα NH_4^+ :



Κατά τη προσθήκη μικρής ποσότητας ισχυρής βάσης π.χ. NaOH στο ίδιο ρυθμιστικό διάλυμα, τα ιόντα OH^- που προκύπτουν από την ισχυρή βάση, δεσμεύονται από το οξύ NH_4^+ και σχηματίζουν επιπλέον μόρια NH_3 :



59. Για ένα ρυθμιστικό διάλυμα ασθενούς οξέος HA και της συζυγούς του βάσης A^- να αποδείξετε τη σχέση $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}}$ (Εξίσωση Henderson – Hasselbalch)

Έστω ότι το οξύ HA έχει αρχική συγκέντρωση $C_{\alpha\xi}$ και η συζυγής του βάση A^- έχει αρχική συγκέντρωση C_β .

Από την αντίδραση ιοντισμού του οξέος παίρνουμε:

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C_{\alpha\xi} \text{ M}$	$C_\beta \text{ M}$	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	$-x \text{ M}$	$+x \text{ M}$	$+x \text{ M}$
Ιοντική Ισορροπία	$C_{\alpha\xi} - x \text{ M}$	$C_\beta + x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$\text{Από τη σταθερά ιοντισμού: } K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{(C_\beta + x)[\text{H}_3\text{O}^+]}{(C_{\alpha\xi} - x)} \quad (1)$$

Αν ισχύει $K_a / C_{\alpha\xi} < 10^{-2}$ και $K_b / C_\beta < 10^{-2}$ μπορούμε να κάνουμε προσεγγίσεις: $C_\beta + x \approx C_\beta$ και $C_{\alpha\xi} - x \approx C_{\alpha\xi}$

$$\text{και η (1) γίνεται: } K_a = \frac{C_\beta [\text{H}_3\text{O}^+]}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{C_{\alpha\xi} \cdot K_a}{C_\beta} \quad (2) \quad (\text{Εξίσωση Henderson})$$

Με λογαρίθμηση και των δύο μελών της (2) παίρνουμε:

$$\log[\text{H}_3\text{O}^+] = \log K_a + \log \frac{C_{\alpha\xi}}{C_\beta} \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log K_a - \log \frac{C_{\alpha\xi}}{C_\beta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \quad (\text{Εξίσωση Henderson – Hasselbalch})$$

60. Για ένα ρυθμιστικό διάλυμα ασθενούς βάσης B και του συζυγούς της οξέος BH^+ , να αποδείξετε τη σχέση $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}}$ (Εξίσωση Henderson – Hasselbalch)

Έστω ότι η βάση B έχει αρχική συγκέντρωση C_β και το συζυγές της οξύ BH^+ έχει αρχική συγκέντρωση $C_{\alpha\xi}$.

Από την αντίδραση ιοντισμού της βάσης παίρνουμε:

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$		
Αρχικά	$C_\beta \text{ M}$	$C_{\alpha\xi} \text{ M}$	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	$-x \text{ M}$	$+x \text{ M}$	$+x \text{ M}$
Ιοντική Ισορροπία	$C_\beta - x \text{ M}$	$C_{\alpha\xi} + x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$\text{Από τη σταθερά ιοντισμού: } K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = \frac{(C_{\alpha\xi} + x)[\text{OH}^-]}{(C_\beta - x)} \quad (1)$$

Αν ισχύει $K_a / C_{\alpha\xi} < 10^{-2}$ και $K_b / C_\beta < 10^{-2}$ μπορούμε να κάνουμε προσεγγίσεις: $C_\beta - x \approx C_\beta$ και $C_{\alpha\xi} + x \approx C_{\alpha\xi}$

$$\text{και η (1) γίνεται: } K_b = \frac{C_{\alpha\xi} [\text{OH}^-]}{C_\beta} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{C_\beta \cdot K_b}{C_{\alpha\xi}} \quad (2) \quad (\text{Εξίσωση Henderson})$$

Με λογαρίθμηση και των δύο μελών της (2) παίρνουμε:

$$\log[\text{OH}^-] = \log K_b + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow -\log[\text{OH}^-] = -\log K_b - \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \text{pOH} = \text{pK}_b - \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 14 - \text{pH} = \text{pK}_b - \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pK}_b + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \quad (\text{Εξίσωση Henderson – Hasselbalch})$$

ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ (ΟΞΥΜΕΤΡΙΑ - ΑΛΚΑΛΙΜΕΤΡΙΑ)
61. Ποια διαδικασία ονομάζουμε ογκομέτρηση εξουδετέρωσης και τι στόχο έχει ;

Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης είναι η διαδικασία προσδιορισμού του ελάχιστου απαιτούμενου όγκου πρότυπου διαλύματος ισχυρής βάσης ή ισχυρού οξέος (με γνωστή συγκέντρωση), που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση γνωστού όγκου διαλύματος οξέος ή βάσης (άγνωστης συγκέντρωσης).

Η ογκομέτρηση έχει ως στόχο την εύρεση της άγνωστης συγκέντρωσης του διαλύματος του ηλεκτρολύτη και χαρακτηρίζεται ως :

Οξύμετρία, όταν προσδιορίζεται ο όγκος του πρότυπου διαλύματος του ΙΣΧΥΡΟΥ ΟΞΕΟΣ

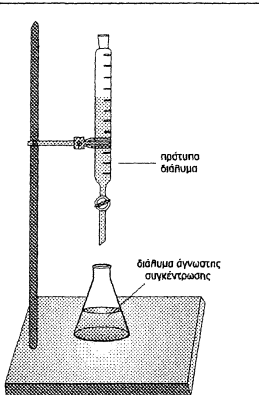
Αλκαλιμετρία όταν προσδιορίζεται ο όγκος του πρότυπου διαλύματος της ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ.

Η μέτρηση του όγκου του πρότυπου διαλύματος που καταναλώνεται μέχρι το άγνωστο διάλυμα να εξουδετερωθεί πλήρως γίνεται με ένα όργανο που λέγεται ΠΡΟΧΟΪΔΑ και μπορεί να μετρήσει όγκο με ακρίβεια δεκάτου του mL.

62. Στην κωνική φιάλη του διπλανού σχήματος εισάγονται 50 mL άχρωμου διαλύματος ασθενούς οξέος HA με $K_a = 10^{-5}$, άγνωστης συγκέντρωσης $C_{\text{αρχ}}$ και προστίθενται 2-3 σταγόνες του δείκτη "μπλε της θυμόλης" με $pK_{\text{HD}} = 9$ και χρώματα ΚΙΤΡΙΝΟ για τη μη ιοντισμένη (αδιάστατα μόρια) και ΜΠΛΕ για την ιοντισμένη μορφή (ανιόντα), οπότε το χρώμα του διαλύματος γίνεται ΚΙΤΡΙΝΟ.

Στη συνέχεια γεμίζουμε την προχοΐδα με διάλυμα NaOH 0,25 M.

Να περιγράψετε σε συντομία τη διαδικασία εύρεσης της άγνωστης συγκέντρωσης $C_{\text{αρχ}}$ με τη σταδιακή προσθήκη του διαλύματος NaOH.



Προσθέτοντας σταδιακά το διάλυμα NaOH παρατηρούμε πως το χρώμα του διαλύματος κάποια στιγμή αρχίζει να παίρνει αποχρώσεις διαφορετικές του ΚΙΤΡΙΝΟΥ. Μόλις συμβεί αυτό, το διάλυμα της πρότυπης ισχυρής βάσης προστίθεται σταγόνα-σταγόνα, μέχρις ότου με μία σταγόνα του, το διάλυμα του ασθενούς οξέος γίνει ΜΠΛΕ και το χρώμα παραμένει και δεν μεταβάλλεται με την ανακίνηση.

Το pH του διαλύματος του ασθενούς οξέος εκείνη τη στιγμή βρίσκεται μεταξύ $pK_{\text{HD}} - 1 = 8$ και $pK_{\text{HD}} + 1 = 10$.

Το ανθρώπινο μάτι παύει να διαχωρίζει το ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα (που δίνει η μη ιοντισμένη μορφή του δείκτη) από το ΜΠΛΕ χρώμα (που δίνει η ιοντισμένη του μορφή).

Τη στιγμή που το διάλυμα του HA αποκτά ΜΠΛΕ χρώμα, υποθέτουμε πως επήλθε εξουδετέρωση. Αντέδρασε δηλαδή όλο το HA και δεν υπάρχει περίσσεια της πρότυπης ισχυρής βάσης. Έτσι ότι η προχοΐδα δείχνει ότι καταναλώσαμε 20 mL NaOH 0,25 M.

Άρα η συγκέντρωση του A^- όταν επήλθε εξουδετέρωση, ισούται με :

$$C_{\text{τελ}} = \frac{0,25 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{(50 + 20) \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{14} \text{ M}$$

Στο διάλυμα επέρχεται η ισορροπία : $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$

$$\frac{1}{14} - x \text{ M} \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

με σταθερά : $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$ και επειδή $[HA] = [OH^-] \Rightarrow K_b = \frac{x^2}{\frac{1}{14} - x} = \frac{[OH^-]^2}{C_{\text{τελ}}}$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C} \Rightarrow [OH^-] = 8,4 \cdot 10^{-6} \Rightarrow pOH = 5,07 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pH = 14 - pOH \Rightarrow pH = 8,93.$$

Η τιμή αυτή βρίσκεται ανάμεσα στην περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη (9 ± 1 δηλ. 8 - 10). Άρα η υπόθεση που κάναμε ότι επήλθε εξουδετέρωση, είναι σωστή. Ο αριθμός mol του HA στο σημείο πλήρους εξουδετέρωσης, θα ισούται με τον αριθμό mol NaOH που αντέδρασε, δηλαδή θα είναι ίσος με $0,25 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3}$ mol (ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΗΜΕΙΟ σελ. 34). Συνεπώς, η άγνωστη συγκέντρωση του οξέος στο αρχικό διάλυμα είναι :

$$C_{\text{αρχ}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} = 0,1 \text{ M.}$$

63. Με βάση ποια κριτήρια επιλέγουμε ένα δείκτη για μια ογκομέτρηση;

Το ΤΕΛΙΚΟ σημείο είναι όταν σταματά μια ογκομέτρηση. Θέλουμε αυτό να συμβεί στο ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ σημείο (σελ. 34). Χρειαζόμαστε λοιπόν ένα δείκτη με pK_a περίπου ίσο με το pH στο ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ σημείο, ώστε αυτό να περιέχεται στα όρια αλλαγής χρώματος του δείκτη.

☞ Για παράδειγμα, η ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗ ($pK_a = 9,5$) που έχει περιοχή αλλαγής χρώματος 8,5 - 10,5 είναι κατάλληλη για την ογκομέτρηση ενός ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΟΞΕΟΣ με μία ΙΣΧΥΡΗ ΒΑΣΗ. Αλλά, παράλληλα, είναι κατάλληλη και για την ογκομέτρηση ενός ισχυρού οξέος με μία ισχυρή βάση, αν και το ισοδύναμο σημείο ($pH = 7$) είναι εκτός της περιοχής της. Αυτό συμβαίνει, επειδή, όταν προσδέσουμε ελάχιστη ποσότητα πρότυπου διαλύματος της βάσης, το pH αμέσως αυξάνεται στην περιοχή της.

☞ Για την ογκομέτρηση μιας ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΒΑΣΗΣ από ένα ΙΣΧΥΡΟ ΟΞΥ, δείκτες με περιοχή αλλαγής χρώματος σε pH μεταξύ 3 και 7, θα ήταν κατάλληλοι. Η ΗΛΙΑΝΘΙΝΗ ($pK_a = 3,5$) με περιοχή αλλαγής χρώματος 2,5 - 4,5 θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, αν και η αλλαγή χρώματος (κιτρινοπορτοκαλί σε κόκκινο) δεν είναι τόσο έντονη. Αυτό είναι ένα άλλο σημείο στην επιλογή του κατάλληλου δείκτη : η όσο το δυνατόν εντονότερη αλλαγή χρώματος.

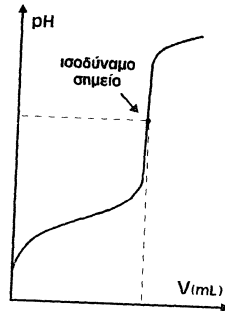
Και αυτό είναι ένα από τα πλεονεκτήματα της φαινολφθαλεΐνης (άχρωμο σε κόκκινο).

**64. α) Τι ονομάζουμε καμπύλη ογκομέτρησης ;
β) Πώς προκύπτει στην καμπύλη εξουδετέρωσης το ισοδύναμο σημείο ;**

Αν πάρουμε μετρήσεις του όγκου του πρότυπου διαλύματος που καταναλώνεται και του pH του διαλύματος με την άγνωστη συγκέντρωση τη στιγμή της προσθήκης και κατασκευάσουμε το διάγραμμα της σχέσης $pH = f(V)$ σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων, η καμπύλη που παίρνουμε λέγεται **καμπύλη εξουδετέρωσης**.

Ονομάζουμε **ισοδύναμο σημείο** της καμπύλης αυτής, το σημείο που έχει ως τεταγμένη τον όγκο του προστιθέμενου διαλύματος ισχυρής βάσης γνωστής συγκέντρωσης, ο οποίος απαιτείται για την εξουδετέρωση διαλύματος οξέος άγνωστης συγκέντρωσης και ως τεταγμένη την τιμή του pH του διαλύματος που προκύπτει κατά την εξουδετέρωση.

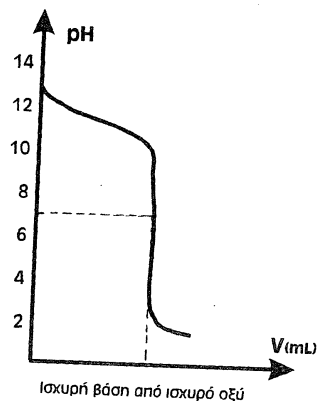
Για την εξουδετέρωση ενός διαλύματος ασθενούς οξέος HA από πρότυπο διάλυμα ισχυρής βάσης, η μορφή της καμπύλης είναι όπως στο διπλανό σχήμα.



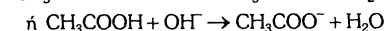
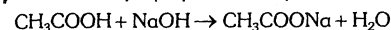
65. Να αναφέρετε παραδείγματα ογκομετρήσεων :

- α) ισχυρής βάσης από ισχυρό οξύ
β) ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση
γ) ασθενούς βάσης από ισχυρό οξύ
και να σχεδιάσετε ποιοτικά τις αντίστοιχες καμπύλες.

α) Έστω ότι ογκομετρείται διάλυμα NaOH με πρότυπο διάλυμα HCl. Το pH του διαλύματος NaOH με την προσθήκη του HCl θα ελαττώνεται αργά στην αρχή και κατόπιν θα έχουμε απότομη πτώση (πλήρης εξουδετέρωση) και μετά την εξουδετέρωση, θα υπάρχει περίσσεια του οξέος, άρα το διάλυμα θα είναι όξινο. Στους 25°C, στο ισοδύναμο σημείο $pH = 7$, επειδή από το αλάτι NaCl που σχηματίστηκε, κανένα ιόν δεν δρα ως οξύ ή βάση κατά Bronsted-Lowry.

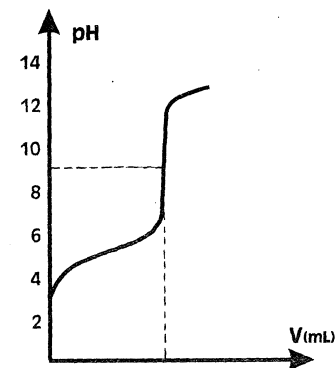
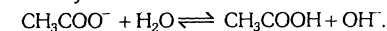


β) Έστω ότι ογκομετρείται διάλυμα



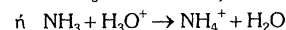
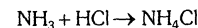
Αρχικά, το pH στο διάλυμα του CH₃COOH θα αυξάνεται, κατόπιν θα έχουμε απότομη άνοδο και με την περίσσεια NaOH, θα έχουμε στο τελικό διάλυμα CH₃COONa και NaOH.

Στο ισοδύναμο σημείο (25°C) το $pH > 7$, επειδή από το αλάτι που σχηματίστηκε, το CH₃COO⁻ δρα ως βάση κατά Bronsted-Lowry :



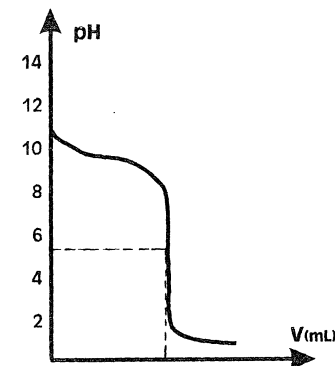
Ασθενές οξύ από ισχυρή βάση

γ) Έστω ότι ογκομετρείται διάλυμα NH₃ με πρότυπο διάλυμα HCl :

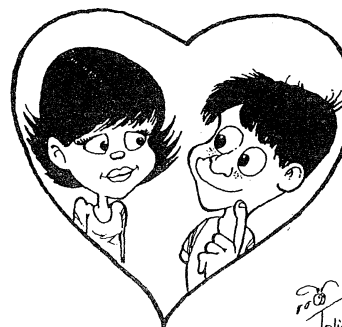


Αρχικά το pH στο διάλυμα της NH₃ θα ελαττώνεται, κατόπιν θα έχουμε απότομη κάθοδο και με την περίσσεια HCl θα έχουμε στο τελικό διάλυμα NH₄Cl, HCl.

Στο ισοδύναμο σημείο (25°C) το $pH < 7$, επειδή από το αλάτι που σχηματίστηκε, το NH₄⁺ δρα ως οξύ κατά Bronsted-Lowry :
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$



Ασθενής βάση από ισχυρό οξύ



Τολίς

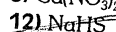
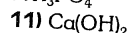
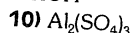
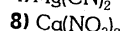
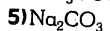
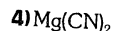
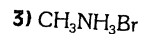
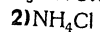
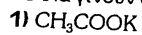
Συζυγές ζευγάρι
οξέος και
βάσης

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ §§ 3.1 - 3.2.2

(Ισορροπίες που περιλαμβάνουν ιόντα - Θεωρία Bronsted - Lowry)

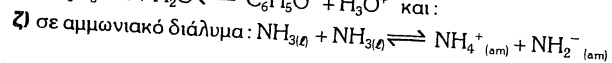
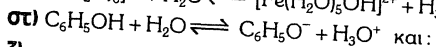
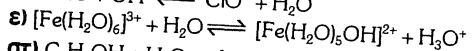
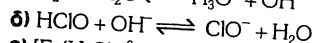
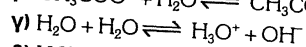
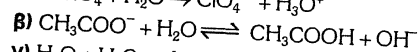
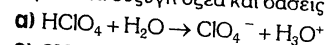
1. Να γίνουν οι διαστάσεις των ενώσεων :



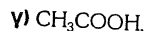
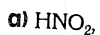
2. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα :

	Συζυγές οξύ	Συζυγής βάση
α		CH_3COO^-
β	NH_4^+	
γ		CO_3^{2-}
δ	HCOOH	
ε		$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$

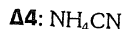
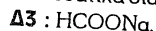
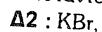
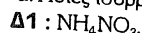
3. Βρείτε τα συζυγή οξέα και βάσεις στις παρακάτω αντιδράσεις (α-στ : σε υδατικό διάλυμα) :



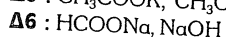
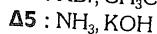
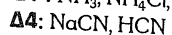
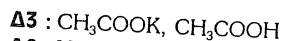
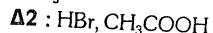
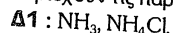
4. Χαρακτηρίστε σαν οξέα ή βάσεις κατά Bronsted - Lowry τα παρακάτω σώματα, γράφοντας τις σχετικές εξισώσεις (σε υδατικό διάλυμα) :



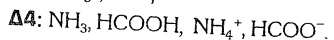
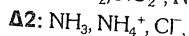
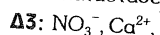
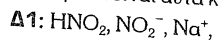
5. α) Ποιες ισορροπίες αποκαθίστανται στα παρακάτω υδατικά διαλύματα :



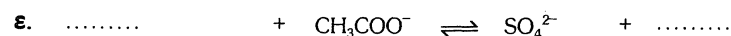
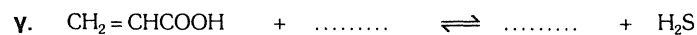
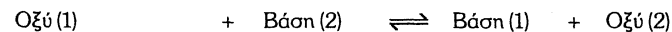
β) Γράψτε τις διαστάσεις και τους ιοντισμούς που πραγματοποιούνται στα υδατικά διαλύματα που περιέχουν τις παρακάτω ουσίες :



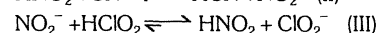
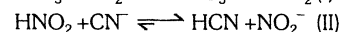
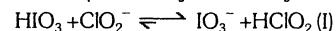
6. Σε τέσσερα διαλύματα, υπάρχουν τα παρακάτω μόρια ή ιόντα. Να βρείτε ποιων αλάτων διαλύματα είναι αυτά και ποιες ισορροπίες έχουν αποκατασταθεί :



7. Να συμπληρωθούν οι παρακάτω αντιδράσεις κατά το γενικό σχήμα :

8. Να γράψετε τις εξισώσεις των ακόλουθων πρωτολυτικών αντιδράσεων (σε υδατικό διάλυμα) σύμφωνα με το γενικό σχήμα : Οξύ (1) + Βάση (2) \rightleftharpoons Βάση (1) + Οξύ (2)α) ιοντισμός H_2O , β) ιοντισμός HClO_4 , γ) ιοντισμός NH_3 ,δ) ιοντισμός HCOOH , ε) εξουδετέρωση HNO_3 με NaOH ,στ) εξουδετέρωση HCOOH με NaOH , ζ) εξουδετέρωση HCOOH με NH_3 ,η) ιοντισμός NH_4^+ , θ) ιοντισμός NO_2^- ,ι) αντίδραση διπλής αντικατάστασης HCOONa και HCl ,ια) αντίδραση διπλής αντικατάστασης NH_4Br και KOH .9. α) Το HCN είναι ασθενέστερο οξύ από το HNO_2 . Αυτό σημαίνει ότι και το CN^- είναι ασθενέστερη βάση από το NO_2^- :β) Όμοια το HCl είναι ισχυρό οξύ. Αυτό σημαίνει ότι το Cl^- είναι ισχυρή βάση, σύμφωνα με την αντίδραση : $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{OH}^-$:

10. Καθεμία από τις ακόλουθες αντιδράσεις είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά :

Να κατατάξετε τα οξέα HClO_2 , HNO_2 , HIO_3 και HCN κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος

11. Τα περισσότερα όξινα και δισόξινα ιόντα είναι αμφιπρωτικά σώματα.

Γράψτε τις αντίστοιχες αντιδράσεις για τα : α) HS^- , β) HCO_3^- , γ) H_2PO_4^- σε υδατικό διάλυμα.12. Τα αμινοξέα δρουν και ως οξέα και ως βάσεις κατά Bronsted - Lowry. Χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα το απλούστερο αμινοξύ, το αμινοξικό οξύ (γλυκίνη) $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$, να γράψετε τις αντιδράσεις της με OH^- και H_3O^+ .13. α) Να δικαιολογήσετε την ορθότητα της πρότασης "το HBrO είναι ισχυρότερο οξύ από το H_2O ".

β) Τι θα συμβαίνει με τις συζυγείς βάσεις τους και γιατί ;

14. Να κατατάξετε τα οξέα : HIO_2 , HIO_3 , HIO και HIO_4 κατά σειρά ελαττούμενης ισχύος και να δικαιολογήσετε τη σειρά κατάταξης.[Απ. : $\text{HIO}_4 > \text{HIO}_3 > \text{HIO}_2 > \text{HIO}$]

15. Να κατατάξετε τα παρακάτω οξέα κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος με βάση το επαγωγικό φαινόμενο :

$\text{CH}_3 - \text{COOH}$ (I) οξικό οξύ	$\text{Cl} - \text{CH}_2\text{COOH}$ (II) χλωροξικό οξύ	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{COOH}$ (III) προπανικό οξύ
--	--	---

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

[Απ. : (III) < (I) < (II)]

16. Να κατατάξετε τις παρακάτω βάσεις κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος :

ClO^- (I), IO^- (II), BrO^- (III).

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

[Απ. : $\text{ClO}^- < \text{BrO}^- < \text{IO}^-$]

17. Να κατατάξετε τις παρακάτω βάσεις κατά σειρά ελαττούμενης ισχύος με βάση το επαγωγικό φαινόμενο :

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ (I)	NH_2Cl (II)	NH_3 (III)
---	-----------------------------	---------------------

[Απ. : (I) > (III) > (II)]

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ § 3.2.3

(Βαθμός ιοντισμού · pH · Επίδραση κοινού ιόντος · Δείκτες)

18. Σε διαφορετικές ασκήσεις ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH αναφέρεται ότι είναι αντίστοιχα 0,01 και 0,04. Είναι λάθος αυτό; Εξηγήστε.

19. Διάλυμα ασθενούς οξέος HA έχει $\alpha = 10^{-2}$, ενώ διάλυμα ασθενούς οξέος HB έχει $\alpha = 6 \cdot 10^{-3}$, στην ίδια θερμοκρασία. Μπορείτε να καθορίσετε ποιο είναι πιο ισχυρό; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

20. Σε δύο διαλύματα περιέχονται δύο ασθενή οξέα HA 0,1 M με $\alpha = 0,01$ και το HB 0,01 M με $\alpha = 0,02$, στην ίδια θερμοκρασία. Ποιο είναι ισχυρότερο;

21. Σε υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοβασικού οξέος HA, με αρχική συγκέντρωση C, θα υπάρχουν αδιάστατα μόρια HA και ιόντα A^- , H_3O^+ και OH^- .

Είναι σωστό να πούμε ότι : $[\text{HA}] + [\text{A}^-] = \text{C}$; Από ποια αρχή ή νόμο πηγάζει αυτή η σχέση;

[Απ. : Αρχή διατήρησης μάζας για το A]

22. Σε υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοβασικού οξέος HA, θα υπάρχουν αδιάστατα μόρια HA και ιόντα A^- , H_3O^+ και OH^- . Είναι σωστό να πούμε ότι : $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] + [\text{OH}^-]$;

Από ποια αρχή ή νόμο πηγάζει αυτή η σχέση; [Απ. : Αρχή διατήρησης φορτίου]

23. Ένα διάλυμα περιέχει 10πλάσια $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από αυτή του απεσταγμένου νερού.

Είναι όξινο ή βασικό; Ποιο το pH;

24. Σε ένα διάλυμα στους 25°C έχουμε τη σχέση : $[\text{OH}^-] = 100 [\text{H}_3\text{O}^+]$. Ποιο το pH του διαλύματος αυτού;

[Απ. : pH = 8]

25. Πόσα ιόντα OH^- περιέχονται σε 1 mL διαλύματος με pH = 12;

Δίνεται αριθμός Avogadro $N_A = 6 \cdot 10^{23}$.

[Απ. : $6 \cdot 10^{18}$]

26. α) Ένα διάλυμα A έχει 10πλάσια $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από ένα άλλο διάλυμα B. Ποια η σχέση ανάμεσα στα pH των δύο διαλυμάτων;

[Απ. : $\text{pH}_A = \text{pH}_B - 1$]

- β) Ένα διάλυμα Γ έχει 100πλάσια $[\text{OH}^-]$ από ένα άλλο διάλυμα Δ. Ποια η σχέση ανάμεσα στα pH των δύο διαλυμάτων;

[Απ. : $\text{pH}_\Gamma = \text{pH}_\Delta + 2$]

27. Τοποθετήστε τις παρακάτω ουσίες κατά αυξανόμενη οξύτητα (δηλαδή έτσι ώστε να αυξάνεται η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ και να μειώνεται το pH):

α) Υγρό καθαρισμού φούρνου : $\text{pOH} = 0,7$,

β) σάλιο : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$,

γ) υγρά χολής : $[\text{OH}^-] = 10^{-6}$,

δ) διάλυμα σαπουνιού : $\text{pH} = 8,3$,

ε) νερό βροχής : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6}$,

στ) υγρό καθαρισμού τουαλέτας : $\text{pOH} = 13,7$,

ζ) χυμός σταφυλιών : $[\text{OH}^-] = 10^{-10}$. Δίνεται $\log 2 = 0,3$.

28. α) Πώς εξαρτάται από τη θερμοκρασία η σταθερά του γινομένου των συγκεντρώσεων του νερού (K_w);

β) Στους 60°C το pH ενός ουδέτερου διαλύματος θα είναι μεγαλύτερο, μικρότερο ή ίσο του 7;

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

29. Αραιώνουμε με νερό ένα διάλυμα HNO_3 σε 100πλάσιο όγκο. Ποια η μεταβολή στο pH του διαλύματος;

[Απ. : $\Delta \text{pH} = 2$]

30. Πώς μεταβάλλεται το pH – αύξηση ή ελάττωση – σε ένα διάλυμα HCl 0,1 M, αν προσδέσουμε:

α) νερό, β) στερεό NaOH, γ) αέριο HCl, δ) διάλυμα HCl 1 M, ε) διάλυμα HCl 0,1 M;

στ) διάλυμα HCl 0,01 M, ζ) διάλυμα HBr 2 M;

Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

31. Πώς μεταβάλλεται το pH αν σε διάλυμα KOH 0,1 M προσδέσουμε :

α) νερό, β) διάλυμα HNO_3 , γ) στερεό KOH, δ) διάλυμα KOH 1 M,

ε) διάλυμα KOH 0,1 M, στ) διάλυμα KOH 0,01 M, ζ) διάλυμα NaOH 2 M.

Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

32. Διάλυμα ασθενούς οξέος HA έχει pH = 2, ενώ διάλυμα ασθενούς οξέος HB έχει pH = 3, στην ίδια θερμοκρασία. Μπορείτε να καθορίσετε ποιο είναι πιο ισχυρό;

33. α) Έχουμε ένα διάλυμα HNO_3 και ένα διάλυμα μυρμηκικού οξέος HCOOH με την ίδια συγκέντρωση. Ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερο pH;

β) Έχουμε ένα διάλυμα NaOH και ένα διάλυμα NH_3 με το ίδιο pH. Ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση;

34. Να κατατάξετε τα παρακάτω διαλύματα των ουσιών που έχουν τις ίδιες συγκεντρώσεις κατά αυξανόμενο pH (στην ίδια θερμοκρασία) : NaOH, CH_3COOH , HNO_3 , NH_3 , KBr.

35. Να κατατάξετε τα παρακάτω διαλύματα των ουσιών που έχουν τις ίδιες συγκεντρώσεις κατά αυξανόμενο pH (στην ίδια θερμοκρασία) : CH_3COOK , $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$, KOH, HCl, NaCl.

36. Τα παρακάτω διαλύματα έχουν την ίδια συγκέντρωση: HCl , CH_3COOH , HCOOH στην ίδια θερμοκρασία. Να τα κατατάξετε κατά αυξανόμενο pH. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

$K_x \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$ $K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}$ [Απ.: $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{HCOOH} < \text{HCl}$]

37. Τα παρακάτω διαλύματα έχουν την ίδια συγκέντρωση: NH_3 , Ca(OH)_2 , NaOH , CH_3NH_2 στην ίδια θερμοκρασία. Να τα κατατάξετε κατά αυξανόμενο pH.

Δικαιολογήστε την απάντησή σας. [Απ.: NH_3 , CH_3NH_2 , NaOH , Ca(OH)_2]

38. Αν έχουμε διάλυμα HCl με $\text{pH} = 3$ και διάλυμα οξικού οξέος (CH_3COOH) με $\text{pH} = 3$, μπορούμε να πούμε ότι και το CH_3COOH είναι ισχυρό οξύ;

Αν έχουμε ίσους όγκους από τα δύο διαλύματα, χρειάζονται ίσα mol NaOH για πλήρη εξουδετέρωση και γιατί;

39. Διαθέτουμε ίσους όγκους δύο διαλυμάτων ασθενών οξέων HA και HB με την ίδια συγκέντρωση. Το διάλυμα του οξέος HA έχει μεγαλύτερο pH από αυτό του HB . Να βρεθούν:

α) Ποιο από τα δύο είναι ισχυρότερο οξύ,

β) Ποιο χρειάζεται μεγαλύτερο όγκο διαλύματος βάσης για πλήρη εξουδετέρωση.

[Απ.: α) HB , β) ίδιο]

40. Δύο διαλύματα HCN Α και Β έχουν ίσο όγκο και το διάλυμα Α χρειάζεται μεγαλύτερο αριθμό mol NaOH για πλήρη εξουδετέρωση. Ποιο έχει μεγαλύτερο pH;

[Απ.: Β]

41. Πώς μεταβάλλεται ο βαθμός ιοντισμού και το pH – αύξηση ή ελάττωση – αν σε διάλυμα CH_3COOH 0,1 M ($K_a < 10^{-4}$) προσθέσουμε:

α) νερό, β) καθαρό CH_3COOH , γ) διάλυμα CH_3COOH 1 M,

δ) διάλυμα CH_3COOH 0,1 M, ε) διάλυμα CH_3COOH 0,01 M, στ) διάλυμα HBr 0,1 M,

ζ) λίγο στερεό NaOH , η) στερεό CH_3COONa , θ) διάλυμα CH_3COOK 0,1 M

42. Έχουμε διάλυμα $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ 0,1 M ($K_a \leq 10^{-4}$).

α) Αναφέρατε δύο τρόπους ώστε να μειωθεί η $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-]$

β) Αναφέρατε τρεις τρόπους ώστε να αυξηθεί η $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-]$

Τι παθαίνει κάθε φορά – αύξηση ή ελάττωση – ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος;

Δίνεται ότι $\Sigma.Z. \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} > \Sigma.Z. \text{H}_2\text{O}$

43. α) Διάλυμα HA 0,1 M έχει $\text{pH} = 2$. Τι συμπεραίνετε για την ισχύ του οξέος HA ;

β) Αν σε διάλυμα οξέος HB 0,1 M προσθέτουμε το άλας του NaB και το pH του αρχικού διαλύματος του HB παραμένει σταθερό, τι συμπεραίνετε για την ισχύ του οξέος HB ;

γ) Ένα διάλυμα μονοβασικού οξέος HX έχει συγκέντρωση 0,01 M. Ένα άλλο διάλυμα του ίδιου οξέος έχει $\text{pH} = 2$. Ποια η σχέση στις συγκεντρώσεις των δύο διαλυμάτων αν το οξύ είναι ισχυρό και αν είναι ασθενές;

44. Για τα οξέα CH_3COOH και HCN , ισχύει $K_a \text{CH}_3\text{COOH} > K_a \text{HCN}$ στην ίδια θερμοκρασία. Πρέπει να συμπεράνουμε ότι το CH_3COO^- είναι ισχυρότερη βάση από το CN^- ;

45. Δίνεται ότι διάλυμα NaClO συγκέντρωσης C έχει $\text{pH} = 11$ και άλλο διάλυμα NaF της ίδιας συγκέντρωσης C έχει $\text{pH} = 9$. Ποιο από τα δύο οξέα HClO ή HF είναι ισχυρότερο;

46. Διάλυμα άλατος $\text{XH}\Psi$ 1 M έχει $\text{pH} = 5$. Αν μόνο το ένα από τα δύο ιόντα αντιστοιχεί σε ασθενές οξύ ή βάση, να βρείτε την K_a του ασθενούς οξέος XH^+ ή την K_b της ασθενούς βάσης Ψ^- .

Υποθέστε ότι το ασθενές οξύ XH^+ έχει συζυγή βάση X και η ασθενής βάση Ψ^- έχει συζυγές οξύ $\text{H}\Psi$. Δίνεται $K_w = 10^{-14}$. [Απ.: $K_a = 10^{-4}$]

47. Εξηγήστε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες:

α) Διάλυμα HCl 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από διάλυμα HCl 0,1 M.

β) Διάλυμα NaOH 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{OH}^-]$ από διάλυμα NaOH 0,1 M.

γ) Διάλυμα CH_3COOH 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από διάλυμα CH_3COOH 0,1 M.

δ) Διάλυμα NH_3 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{OH}^-]$ από διάλυμα NH_3 0,1 M.

ε) Διάλυμα CH_3COOH 0,2 M και CH_3COONa 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από διάλυμα CH_3COOH 0,1 M και CH_3COONa 0,1 M.

στ) Διάλυμα CH_3COONa 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{OH}^-]$ από διάλυμα CH_3COONa 0,1 M.

ζ) Διάλυμα NH_4Cl 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από διάλυμα NH_4Cl 0,1 M.

48. Διαθέτουμε 1 L διαλύματος HCl 0,1 M και 1 L διαλύματος CH_3COOH 0,1 M:

α) Ποιο έχει μεγαλύτερο pH;

β) Ποιο χρειάζεται μεγαλύτερη ποσότητα NaOH για πλήρη εξουδετέρωση;

γ) Μετά την εξουδετέρωση, θα έχουν και τα δύο διαλύματα $\text{pH} = 7$;

49. Σε 1 L διαλύματος NH_3 1 M προσθέτουμε HCl μέχρι το διάλυμα να γίνει ουδέτερο. Η ποσότητα του HCl είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από 1 mol;

50. Ένας δείκτης Hd είναι ασθενές οξύ. Όταν σταγόνες του δείκτη προστίθενται σε διάλυμα Δ_1 με $\text{pH} = 3$, το διάλυμα χρωματίζεται κόκκινο, ενώ όταν προστίθενται σε διάλυμα Δ_2 με $\text{pH} = 9$ το διάλυμα χρωματίζεται κίτρινο.

α) Εξηγήστε την μεταβολή του χρώματος με την προσθήκη του δείκτη στα διαλύματα Δ_1 και Δ_2 .

β) Ποιο θα είναι το χρώμα της μη ιοντισμένης μορφής του δείκτη και ποιο της ιοντισμένης μορφής;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ §§ 3.3, 3.4

(Ρυθμιστικά διαλύματα - Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης)

51. Ποια από τα παρακάτω διαλύματα είναι ρυθμιστικά:

α) $\text{HCl} - \text{NaCl}$,

β) $\text{HCN} - \text{NaCN}$,

γ) $\text{KOH} - \text{KCl}$,

δ) $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{NO}_3$,

ε) $\text{HCOOH} - \text{HNO}_3$,

στ) $\text{CH}_3\text{NH}_2 - \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$,

ζ) $\text{NaHSO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4$,

η) $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3$,

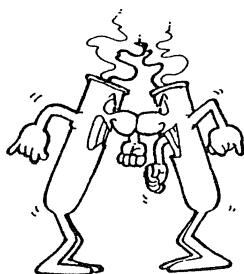
θ) $\text{NaH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{HPO}_4$.

52. Σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει HA και A⁻, οι συγκεντρώσεις του οξέος και του αλάτος είναι ίσες. Το διάλυμα είναι όξινο, αλκαλικό ή ουδέτερο;

53. Έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα CH₃COOH 1 M – CH₃COONa 1 M (K_a < 10⁻⁴).

Πώς μεταβάλλεται το pH – αύξηση ή ελάττωση – αν:

- α) αραιώσουμε με H₂O σε V' = 3 V,
 β) προσδέσουμε λίγο HCl,
 γ) προσδέσουμε λίγο KOH,
 δ) προσδέσουμε διάλυμα CH₃COOH 3 M,
 ε) προσδέσουμε διάλυμα CH₃COOH 0,1 M,
 στ) προσδέσουμε διάλυμα CH₃COONa 2 M,
 ζ) προσδέσουμε διάλυμα (CH₃COO)₂Ca 0,2 M



54. Σε 1 L καθενός από τα ακόλουθα διαλύματα προστίθεται 0,01 mol NaOH. Πού θα παρατηρηθεί μικρότερη μεταβολή στο pH;

- α) HCl 0,1 M, β) HCN 0,1 M, γ) HCN 0,1 M και NaCN, 1 M, δ) NaCN 0,1 M.

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

55. α) Σε διάλυμα A ενώ κάνουμε αραιώση με προσθήκη νερού το pH παραμένει σταθερό.

Τι μπορεί να περιέχει το διάλυμα A;

[Απ.: Ρυθμιστικό διάλυμα, αλάτι από ισχυρό οξύ και ισχυρή βάση, αλάτι από ασθενές οξύ και ασθενή βάση, του οποίου τα δύο ιόντα αντιδρούν με το νερό στην ίδια έκταση]

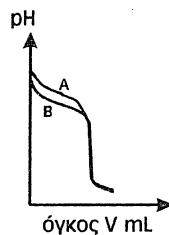
β) Σε διάλυμα ενός ευδιάλυτου ηλεκτρολύτη XΨ προσθέτουμε νερό και το pH μειώνεται.

Τι μπορεί να είναι ο ηλεκτρολύτης XΨ;

[Απ.: Βάση]

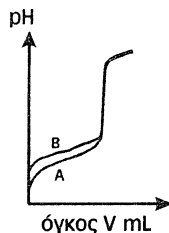
56. α) Τι μορφής ογκομέτρηση – οξυμετρία ή αλκαλιμετρία – παριστάνουν οι δύο καμπύλες;

β) Αν η ογκομέτρηση έχει γίνει με το ίδιο πρότυπο διάλυμα και για το ίδιο οξύ ή βάση, ποια σχέση ισχύει μεταξύ των συγκεντρώσεων C_A και C_B;



57. α) Τι μορφής ογκομέτρηση – οξυμετρία ή αλκαλιμετρία – παριστάνουν οι δύο καμπύλες;

β) Αν η ογκομέτρηση έχει γίνει με το ίδιο πρότυπο διάλυμα για δύο διαφορετικά οξέα HA (A) και ΗΓ (B) ή δύο διαφορετικές βάσεις B₁ (A) και B₂ (B) ίδιας συγκέντρωσης, ποια είναι η σχέση των ισχυών των δύο ηλεκτρολυτών;



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

δ/μα NaOH: **10% w/w** : Στα **100 g** δ/τος περιέχ. **10 g** NaOH
 δ/μα H₂SO₄: **8% w/v** : Στα **100 mL** δ/τος περιέχ. **8 g** H₂SO₄
 δ/μα HNO₃: **0,1 M** : Στα **1000 mL** δ/τος περιέχ. **0,1 mol** HNO₃
 δ/μα KOH: **0,6 m** : Στα **1000 g** νερό περιέχ. **0,6 mol** KOH

Δίνεται ένα διάλυμα NaOH 20% w/w με πυκνότητα ρ = 1,2 g/mL.
 ΑΒ Na = 23, O = 16, H = 1
 Να βρεθούν:

- α) η % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος,
 β) η συγκέντρωση (M) του διαλύματος (μοριακότητα κ.ο.)

Λύση:

α)

$$V = \frac{m}{\rho}$$

ΕΧΩ	100 g δ/τος περ.	20 g NaOH
	$\frac{100}{1,2}$ mL δ/τος	20 g NaOH
ΖΗΤΑΩ	100 mL δ/τος	x ₁ ;

$$x_1 = 24 \text{ g NaOH, άρα το διάλυμα είναι } \mathbf{24\% \text{ w/v}}$$

β)

ΕΧΩ	100 g δ/τος περ.	20 g NaOH
	$\frac{100}{1,2}$ mL δ/τος	$\frac{20}{40}$ mol = 0,5 mol NaOH
ΖΗΤΑΩ	1000 mL δ/τος	x ₂ ;

$$x_2 = 6 \text{ mol NaOH, άρα το διάλυμα είναι } \mathbf{6 \text{ M.}}$$

ΑΡΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ - ΑΝΑΜΙΞΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Εύρεση mol σε διάλυμα

V (L)
C M

Σε 1 L δ/τος C mol ουσίας
V L x;

$$x = CV \text{ mol}$$

Αραίωση ή συμπύκνωση με πρόσθεση ή αφαίρεση νερού

V₁ (L)
δ.Α
C₁

± H₂O →

V₂ (L)
δ.Α
C₂

1ο διάλυμα

Σε 1 L δ/τος περιέχ. C₁ mol A

V₁ L ; → C₁V₁ mol

2ο διάλυμα

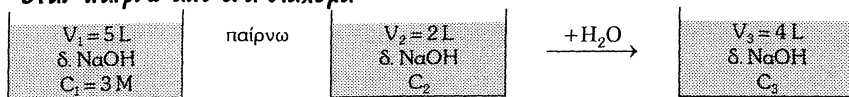
Σε 1 L δ/τος περιέχ. C₂ mol A

V₂ L ; → C₂V₂ mol

άρα:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Όταν παίρνω από ένα διάλυμα



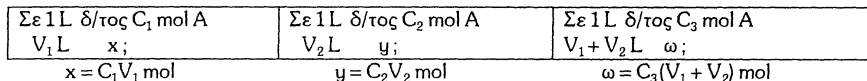
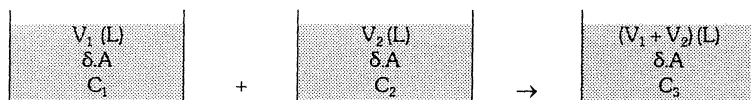
όταν παίρνω από ένα διάλυμα
η **συγκέντρωση** παραμένει **σταθερή**
 $C_1 = C_2 = 3\text{ M}$
αλλά η **ποσότητα** της διαλυμένης
ουσίας θα είναι **μικρότερη** :

Αραίωση : η **συγκέντρωση αλλάζει**
 $C_2 V_2 = C_3 V_3 \Rightarrow$
 $3\text{ M} \cdot 2\text{ L} = C_3 \cdot 4\text{ L} \Rightarrow C_3 = 1,5\text{ M}$
αλλά η **ποσότητα** της διαλυμένης
ουσίας είναι **σταθερή**

Στα 5 L δ/τος $5 \cdot 3 = 15\text{ mol NaOH}$
2 L $x_i \rightarrow 6\text{ mol NaOH}$

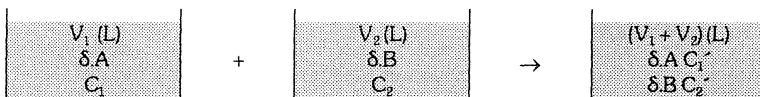
Στα 4 L δ/τος 6 mol NaOH
1 L $y_i \rightarrow 1,5\text{ M}$

Ανάμιξη δύο διαλυμάτων με 1 διαλυμένη ουσία



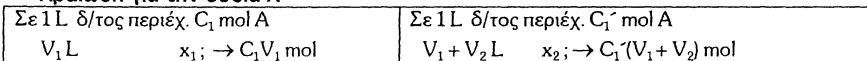
$$\text{Άρα: } C_1 V_1 + C_2 V_2 = C_3 (V_1 + V_2)$$

Ανάμιξη δύο διαλυμάτων με 2 διαλυμένες ουσίες που δεν αντιδρούν



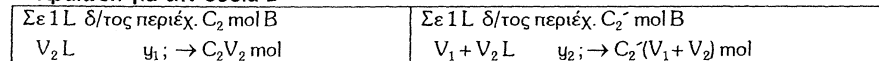
Αραίωση για την κάθε ουσία ξεχωριστά

Αραίωση για την ουσία A



$$\text{Άρα για τις συγκεντρώσεις: } C_1 V_1 = C_1' (V_1 + V_2)$$

Αραίωση για την ουσία B



$$\text{Άρα για τις συγκεντρώσεις: } C_2 V_2 = C_2' (V_1 + V_2)$$

Ασθενή οξέα και βάσεις - Νόμος Ostwald

1. α) Σε διάλυμα ασθενούς οξέος HA με $K_a = 10^{-5}$, να βρεθούν ο βαθμός ιοντισμού και η $[\text{H}_3\text{O}^+]$.
β) Αραιώνουμε το διάλυμα σε τετραπλάσιο όγκο. Πώς θα μεταβληθούν ο βαθμός ιοντισμού και η $[\text{H}_3\text{O}^+]$:

Λύση :

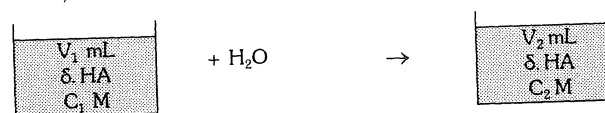
Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$	A^-	$+ \text{H}_3\text{O}^+$
Αρχικά	$C_1\text{ M}$	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	$-a_1 C_1$ $-x$	$+a_1 C_1$ $+x$	$+a_1 C_1$ $+x$
Χημική Ισορροπία	$C_1 - a_1 C_1\text{ M}$ $C_1 - x\text{ M}$	$a_1 C_1\text{ M}$ x	$a_1 C_1\text{ M}$ x

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{C-x} \quad \text{Επειδή } K_a / C < 10^{-2} \Rightarrow C-x \approx C$$

$$\text{Άρα } K_a = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-3}\text{ M}$$

$$\text{και } a_1 = \frac{x}{C} \Rightarrow a_1 = \frac{10^{-3}}{0,1} \Rightarrow a_1 = 10^{-2}$$

β) Αραίωση:



$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_1 V = C_2 \cdot 4V \Rightarrow C_2 = \frac{C_1}{4} = 0,025\text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$	A^-	$+ \text{H}_3\text{O}^+$
Αρχικά	$C_2\text{ M}$	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	$-a_2 C_2$ $-y$	$+a_2 C_2$ $+y$	$+a_2 C_2$ $+y$
Χημική Ισορροπία	$C_2 - a_2 C_2\text{ M}$ $C_2 - y\text{ M}$	$a_2 C_2\text{ M}$ $y\text{ M}$	$a_2 C_2\text{ M}$ $y\text{ M}$

$$\text{Όμοια με πριν: } K_a = \frac{y^2}{C_2} \Rightarrow y = \sqrt{K_a \cdot C_2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 5 \cdot 10^{-4}\text{ M}$$

$$\text{και } a_2 = \frac{y}{C_2} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow a_2 = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Δηλαδή } \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_2}{[\text{H}_3\text{O}^+]_1} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = \frac{1}{2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{2}$$

$$\text{και } \frac{a_2}{a_1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = 2 \Rightarrow a_2 = 2a_1$$

Τι συμβαίνει όταν αραιώνουμε ένα διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος (HA)

Όταν αραιώνουμε ω φορές δηλ. $V' = \omega V$, τότε η C μειώνεται ω φορές και :

☞ Ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται $\sqrt{\omega}$ φορές επειδή α , C αντιστρόφως ανάλογα.

☞ Όμως η $[H_3O^+]$ ελαττώνεται $\sqrt{\omega}$ φορές επειδή χ , C είναι ανάλογα.

Τι συμβαίνει όταν αραιώνουμε ένα διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης (B)

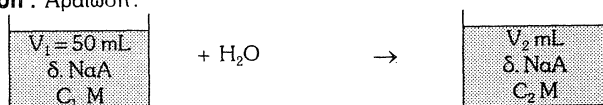
Όταν αραιώνουμε ω φορές δηλ. $V' = \omega V$, τότε η C μειώνεται ω φορές και :

☞ Ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται $\sqrt{\omega}$ φορές επειδή α , C αντιστρόφως ανάλογα.

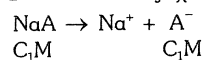
☞ Όμως η $[OH^-]$ ελαττώνεται $\sqrt{\omega}$ φορές επειδή χ , C είναι ανάλογα.

2. Σε ποιον όγκο πρέπει να αραιωθούν με νερό 50 ml διαλύματος άλατος NaA, ώστε ο βαθμός ιοντισμού να τριπλασιαστεί ; Δίνεται για το HA : $K_a = 10^{-8}$ και ότι μπορούν να γίνουν προσεγγίσεις στους υπολογισμούς.

Λύση : Αραίωση :



Έστω ότι το άλας έχει αρχική συγκέντρωση C_1 .



Το ιόν A^- είναι ασθενής βάση σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted-Lowry ενώ το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό επειδή προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH.

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$		
Αρχικά	$C_1 \text{ M}$	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	$- \alpha_1 C_1 \text{ M}$	$+ \alpha_1 C_1 \text{ M}$	$+ \alpha_1 C_1 \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_1 - \alpha_1 C_1 \text{ M}$	$\alpha_1 C_1 \text{ M}$	$\alpha_1 C_1 \text{ M}$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{\alpha_1^2 C_1^2}{C_1(1-\alpha_1)} \Rightarrow K_b = \frac{\alpha_1^2 C_1}{1-\alpha_1}$$

Θεωρούμε $1 - \alpha_1 \approx 1$, οπότε θα έχουμε $K_b = \alpha_1^2 C_1$ (1)

Για το αραιωμένο διάλυμα, αν η συγκέντρωση του άλατος είναι C_2 , καταλήγουμε αντίστοιχα :

$$K_b = \alpha_2^2 C_2 \quad (2) \quad \text{Επίσης } \alpha_2 = 3\alpha_1 \quad (3)$$

$$(1), (2), (3) \Rightarrow \alpha_1^2 C_1 = (3\alpha_1)^2 C_2 \Rightarrow \alpha_1^2 C_1 = 9\alpha_1^2 C_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1}{9} \quad (4)$$

$$\text{Από τον τύπο της αραίωσης : } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_1 V_1 = \frac{C_1}{9} V_2 \Rightarrow V_2 = 9V_1 \Rightarrow V_2 = 450 \text{ mL}$$

☞ Στην Τεχνολογική Κατεύθυνση είναι εκτός ύλης ο βαθμός διάστασης και ο νόμος αραίωσης του Ostwald.

pH και ισχυρά οξέα ή βάσεις

Ισχυρά οξέα π.χ. HCl, HBr, HI, HNO₃, HClO₄, H₂SO₄ (1η διάσταση)

3. Διάλυμα HCl, 0,01 M. Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και το pH του διαλύματος ;

Λύση : Το HCl είναι ισχυρό οξύ και η αντίδραση ιοντισμού είναι πλήρης.

Αντίδραση Ιοντισμού	HCl + H ₂ O → H ₃ O ⁺ + Cl ⁻		
Αρχικά	0,01 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- 0,01 M	+ 0,01 M	+ 0,01 M
Τέλος	-	0,01 M	0,01 M

$$\text{pH} = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2 \Rightarrow \text{pH} = 2$$

$$[Cl^-] = [H_3O^+] = 10^{-2} \text{ M}, \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12}$$

Ισχυρές βάσεις π.χ. NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂

4. Διάλυμα Ba(OH)₂, $5 \cdot 10^{-3}$ M. Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και το pH του διαλύματος ;

Λύση : Το Ba(OH)₂ διίσταται πλήρως

	Ba(OH) ₂ → Ba ²⁺ + 2 OH ⁻		
Αρχικά	$5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	-	-
Διίστανται - Παράγονται	$- 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	$+ 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	$+ 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 10^{-2} \text{ M}$
Τέλος	-	$5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	10^{-2} M

$$\text{pOH} = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow \text{pH} = 12$$

$$[Ba^{2+}] = 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}, \quad [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12}$$

5. Διάλυμα NaOH $5,5 \cdot 10^{-4}$ M. Ποιο το pH ; Δίνεται $\log 5,5 = 0,74$

Λύση : Το NaOH διίσταται πλήρως

	NaOH → Na ⁺ + OH ⁻		
Αρχικά	$5,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$	-	-
Διίστανται - Παράγονται	$- 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$	$+ 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$	$+ 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$
Τέλος	-	$5,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$	$5,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$$\text{pOH} = -\log 5,5 \cdot 10^{-4} = -(\log 5,5 + \log 10^{-4}) = -(0,74 - 4) = 3,26$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,26 \Rightarrow \text{pH} = 10,74$$

6. Διαλύουμε στο νερό 0,8 g NaOH και παρασκευάζουμε 2 L διαλύματος. Να βρεθεί το pH του διαλύματος αυτού.

Λύση : MB NaOH = 40

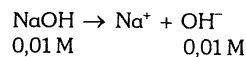
$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } 40 \text{ g} \\ x; \quad 0,8 \text{ g} \end{array} \quad x = n = \frac{m}{MB} = \frac{0,8}{40} = 0,02 \text{ mol NaOH}$$

Εύρεση συγκέντρωσης :

$$\begin{array}{l} \text{Στα 2 L διαλύματος περιεχ.} \\ 1 \text{ L} \end{array} \quad \frac{0,8}{40} \text{ mol} = 0,02 \text{ mol NaOH} \quad x;$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,02 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,01 \text{ M}$$

Επειδή το NaOH είναι ιοντική ένωση, διίσταται :

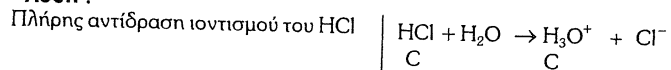


$$\begin{array}{l} 0,01 \text{ M} \quad \quad 0,01 \text{ M} \\ [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = 2 \quad \text{και} \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pH} = 12 \end{array}$$

Εύρεση συγκέντρωσης από το pH

7. Ποια η συγκέντρωση διαλύματος HCl που έχει pH = 4,7 ;
Δίνεται $\log 2 = 0,3$.

Λύση :



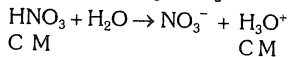
$$\begin{aligned} \text{pH} = 5 - 0,3 &= -\log 10^{-5} - \log 2 = -(\log 10^{-5} + \log 2) = -\log 2 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \\ \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] &= -\log 2 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M} \quad \text{και} \quad C = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M} \end{aligned}$$

8. Σε διάλυμα HNO₃ το pH είναι ίσο με 1. Να βρεθεί η συγκέντρωση του διαλύματος σε mg/mL.

Λύση : MB HNO₃ = 63.

$$\text{pH} = 1 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-1} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ M}$$

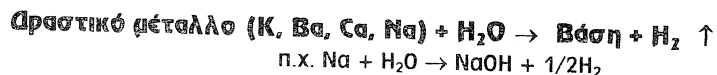
Επειδή το HNO₃ ιοντίζεται πλήρως :



σημαίνει ότι και C = 0,1 M

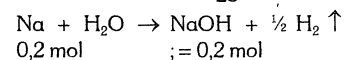
$$C = \frac{0,1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \rightarrow \frac{0,1 \cdot 63 \text{ g}}{1 \text{ L}} = \frac{6,3 \cdot 10^3 \text{ mg}}{10^3 \text{ mL}}, \text{ άρα η συγκέντρωση θα είναι } 6,3 \text{ mg/mL}$$

Παρασκευή βάσεων από μέταλλο (Κ, Βα, Ca, Na) και νερό



9. 4,6 g Na αντιδρούν με νερό και τελικά προκύπτει διάλυμα όγκου 2 L. Να βρεθεί το pH του διαλύματος αυτού.

$$\text{Λύση : } \text{αρ. mol Na} = \frac{4,6}{23} = 0,2 \text{ mol}$$

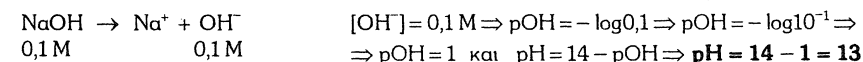


Εύρεση συγκέντρωσης

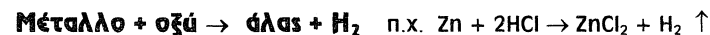
$$\begin{array}{l} \text{Στα 2 L διαλύματος περιεχ.} \\ 1 \text{ L} \end{array} \quad \begin{array}{l} 0,2 \text{ mol NaOH} \\ x; \end{array}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

Το NaOH διίσταται :



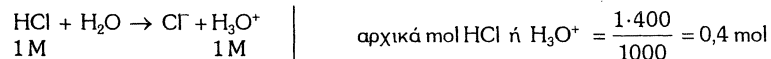
Αντίδραση οξέος με μέταλλο δραστικότερο του υδρογόνου



10. Σε 400 mL διαλύματος HCl 1 M, προσθέτουμε ποσότητα ριζισμάτων σιδήρου, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Μετά την απομάκρυνση του αερίου που εκλύεται, βρέθηκε ότι το διάλυμα έχει pH = 1. Να βρεθούν :
α) η μάζα των ριζισμάτων του σιδήρου,
β) η [Fe²⁺] στο τελικό διάλυμα.

Λύση :

Επειδή μετά την αντίδραση το διάλυμα έχει pH = 1, σημαίνει ότι υπάρχει περίσσεια H₃O⁺. Έστω ότι προσθέσαμε a mol Fe.



	Fe + 2HCl	→	FeCl ₂	+ H ₂ ↑
	Fe + 2H ₃ O ⁺	→	Fe ²⁺	+ H ₂ ↑ + 2H ₂ O
Αρχικά	a mol		0,4 mol	
Αντιδρούν - Παράγονται	- a mol		- 2a mol	+ a mol
Τέλος	-		0,4 - 2a mol	a mol

Στο τελικό διάλυμα pH = 1 ⇒ [H₃O⁺] = 0,1 M

$$\text{Άρα : } \frac{0,4 - 2a}{0,4} = 0,1 \Rightarrow a = 0,18 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Fe}} = 0,18 \cdot 56 = 10,08 \text{ g} \quad \text{και} \quad [\text{Fe}^{2+}] = \frac{0,18 \text{ mol}}{0,4 \text{ L}} \Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] = 0,45 \text{ M}$$

pH και ΔΙΟΞΕΝΗ ΟΞΕΑ ή ΒΑΣΕΙΣ κατά Bronsted-Lowry

ΔΙΟΞΕΝΗ ΜΟΝΟΒΑΣΙΚΑ ΟΞΕΑ (γενικά HA ή BH⁺)

11. Διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,1 M με $K_a = 10^{-5}$. Να υπολογιστούν :
 α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιάστατων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.
 β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος.
 γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.
 δ) Το pK_a του ασθενούς οξέος (HA) και τα K_b , pK_b της συζυγούς βάσης (A⁻).

Λύση :

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ H ₃ O ⁺ + A ⁻		
Αρχικά	0,1 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,1-x M	x M	x M

$$\alpha) K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} = 10^{-5} \Rightarrow x^2 = 10^{-6} \Rightarrow x = [H_3O^+] = 10^{-3}$$

(Ισχύει $K_a/C < 10^{-2} \rightarrow x \ll 0,1$)

$$[A^-] = [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ M}, \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11}$$

$$[HA] = 0,1 - x \approx 0,1 \text{ M}$$

Θεωρούμε ότι $x < 0,1$ και δεν είναι μεγάλο λάθος να το αγνοήσουμε

$$\beta) \text{Βαθμός ιοντισμού } \alpha = \frac{x}{C} = \frac{10^{-3}}{0,1} = 10^{-2} \Rightarrow \alpha = 10^{-2} \text{ και } \alpha\% = 1\%$$

$$\gamma) \text{pH} = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-3} = 3 \Rightarrow \text{pH} = 3$$

$$\text{pOH} = -\log[OH^-] = -\log 10^{-11} \Rightarrow \text{pOH} = 11 \quad \text{ή} \quad \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 3 = 11$$

$$\delta) \text{p}K_a = -\log K_a = -\log 10^{-5} \Rightarrow \text{p}K_a = 5 \quad (K_b : A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-)$$

$$K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow K_b = 10^{-9}$$

$$\text{p}K_b = -\log K_b = -\log 10^{-9} \Rightarrow \text{p}K_b = 9 \quad \text{ή} \quad \text{p}K_b = 14 - \text{p}K_a = 14 - 5 = 9$$

Πώς θα αποφεύγουμε την δευτεροβάθμια εξίσωση

$$\text{Από τον νόμο αραιώσεως του Ostwald έχουμε } K = \frac{a^2 C}{1-a} \approx a^2 C \Rightarrow \frac{K}{C} = a^2 \quad (1)$$

$$\text{Για να μην κάνουμε σημαντικό λάθος πρέπει } a \leq 10^{-1} \Rightarrow a^2 \leq 10^{-2} \quad (2)$$

$$\text{άρα από (1), (2) αρκεί } \frac{K}{C} \leq 10^{-2} \text{ για να έχουμε } K = \frac{x^2}{C-x} \approx \frac{x^2}{C} \text{ και } K = \frac{a^2 C}{1-a} \approx a^2 C$$

Καλό είναι να κάνουμε κάθε φορά τον έλεγχο όταν βρίσκουμε την τιμή του x ή του a.

ΑΓΝΩΣΤΟ ΣΤΑΝ ΤΟ Χ ΓΙΝΑΜΙ ΤΟΥ

ΜΕΤΡΑ ΙΣΧΥΟΣ :

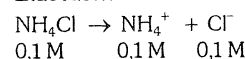
Για να βρούμε ανάμεσα σε δύο ασθενή οξέα HA (K_a) και HB (K_a') ποιο είναι ισχυρότερο :

- ☞ $K_a > K_a'$ τότε σίγουρα το HA είναι ισχυρότερο σε σταθερή θερμοκρασία.
- ☞ $\alpha(\text{HA}) > \alpha(\text{HB})$. Τότε το HA ισχυρότερο. Πρέπει τα δύο διαλύματα των οξέων να έχουν ίδια συγκέντρωση C, ίδια θερμοκρασία και να μην υπάρχει επίδραση κοινού ιόντος.
- ☞ $\text{pH}(\text{HA}) < \text{pH}(\text{HB})$. Τότε το HA ισχυρότερο. Πρέπει τα δύο διαλύματα των οξέων να έχουν ίδια συγκέντρωση C, ίδια θερμοκρασία και να μην υπάρχει επίδραση κοινού ιόντος.

12. Διάλυμα άλατος NH₄Cl 0,1 M με $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$. Να υπολογιστούν :
 α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιάστατων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.
 β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος NH₄⁺ (κατά B-L)
 γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.
 δ) Τα pK_a και pK_b των συζυγών NH₄⁺/NH₃.

Λύση :

Διάσταση :



Το Cl⁻ είναι πολύ ασθενής βάση κατά Bronsted-Lowry και δεν αντιδρά με το H₂O

Αντίδραση Ιοντισμού	NH ₄ ⁺ + H ₂ O ⇌ NH ₃ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	0,1 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,1-x M	x M	x M

$$\alpha) \text{Ισχύει } K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$K_a = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} = 10^{-9} \Rightarrow x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = [H_3O^+] = 10^{-5}$$

(Ισχύει $K_a/C < 10^{-2} \rightarrow x \ll 0,1$)

$$[NH_3] = [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ M}, \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$[NH_4^+] = 0,1 - x \approx 0,1 \text{ M}$$

Θεωρούμε ότι $x < 0,1$ και δεν είναι μεγάλο λάθος να το αγνοήσουμε

$$\text{Επίσης } [Cl^-] = 0,1 \text{ M.}$$

$$\beta) \text{Βαθμός ιοντισμού } \alpha = \frac{x}{C} = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 10^{-4} \text{ και } \alpha\% = 0,01\%$$

$$\gamma) \text{pH} = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-5} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 5$$

$$\text{pOH} = -\log[OH^-] = -\log 10^{-9} \Rightarrow \text{pOH} = 9 \quad \text{ή} \quad \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 5 = 9$$

$$\delta) \text{p}K_b = -\log K_b = -\log 10^{-5} \Rightarrow \text{p}K_b = 5$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a = -\log 10^{-9} \Rightarrow \text{p}K_a = 9 \quad \text{ή} \quad \text{p}K_a = 14 - \text{p}K_b = 14 - 5 = 9$$

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΟΝΟΞΗΜΕΣ ΒΑΣΕΙΣ (γενικά B ή A)

- 13. Διάλυμα ασθενούς βάσης B 10^{-2} M με $K_b = 10^{-6}$. Να υπολογιστούν :**
- Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιάστατων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.
 - Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης B
 - Το pH και το pOH του διαλύματος.
 - Τα pK_b και pK_a των συζυγών B / BH⁺.

Λύση :

Αντίδραση Ιοντισμού	B + H ₂ O	⇌	BH ⁺ + OH ⁻
Αρχικά	10 ⁻² M		-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- y M		+ y M
Χημική Ισορροπία	10 ⁻² - y M		y M

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{y^2}{10^{-2} - y} \approx \frac{y^2}{10^{-2}} = 10^{-6} \Rightarrow y = 10^{-4}$$

(επειδή $K_b / C < 10^{-2} \rightarrow y \ll 0,01$)

$$[BH^+] = [OH^-] = 10^{-4} \text{ M}, \quad [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$[B] = 10^{-2} - y \approx 10^{-2} \text{ M}$$

Θεωρούμε ότι $y < 10^{-2}$ και δεν είναι μεγάλο λάθος να το αγνοήσουμε

$$\beta) \text{ Βαθμός ιοντισμού } \alpha = \frac{y}{C} = \frac{10^{-4}}{10^{-2}} = 10^{-2} \Rightarrow \alpha = 10^{-2} \text{ και } \alpha\% = 1\%$$

$$\gamma) \text{ pOH} = -\log[OH^-] = -\log 10^{-4} \Rightarrow \text{pOH} = 4$$

$$\text{pH} = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-10} = 10 \Rightarrow \text{pH} = 10 \text{ ή } \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4 = 10$$

$$\delta) \text{ p}K_b = -\log K_b = -\log 10^{-6} \Rightarrow \text{p}K_b = 6$$

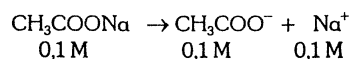
$$K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} \Rightarrow K_a = 10^{-8}$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a = -\log 10^{-8} \Rightarrow \text{p}K_a = 8 \text{ ή } \text{p}K_a = 14 - \text{p}K_b = 14 - 6 = 8$$

- 14. Διάλυμα άλατος CH₃COONa 0,1 M με K_a CH₃COOH = 10^{-5} . Να υπολογιστούν :**
- Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιάστατων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.
 - Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης CH₃COO⁻ (κατά B-L)
 - Το pH και το pOH του διαλύματος.
 - Τα pK_a και pK_b των συζυγών CH₃COO⁻ / CH₃COOH.

Λύση :

Διάσταση:



Το Na⁺ δεν αντιδρά με το H₂O επειδή έχει προέλθει από την ισχυρή βάση NaOH.

Αντίδραση Ιοντισμού	CH ₃ COO ⁻ + H ₂ O	⇌	CH ₃ COOH + OH ⁻
Αρχικά	0,1 M		-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M		+ x M
Χημική Ισορροπία	0,1 - x M		x M

$$\alpha) \text{ Ισχύει } K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$K_b = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} = 10^{-9} \Rightarrow x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = [OH^-] = 10^{-5}$$

(Ισχύει $K_b / C < 10^{-2} \rightarrow x \ll 0,1$)

$$[CH_3COOH] = [OH^-] = 10^{-5} \text{ M}, \quad [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$[CH_3COO^-] = 0,1 - x \approx 0,1 \text{ M}$$

Θεωρούμε ότι $x \ll 0,1$ και δεν είναι μεγάλο λάθος να το αγνοήσουμε

Επίσης $[Na^+] = 0,1 \text{ M}$

$$\beta) \text{ Βαθμός ιοντισμού } \alpha = \frac{x}{C} = \frac{10^{-5}}{10^{-1}} = 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 10^{-4} \text{ και } \alpha\% = 0,01\%$$

$$\gamma) \text{ pOH} = -\log[OH^-] = -\log 10^{-5} \Rightarrow \text{pOH} = 5$$

$$\text{pH} = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-9} = 9 \Rightarrow \text{pH} = 9 \text{ ή } \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5 = 9$$

$$\delta) \text{ p}K_a = -\log K_a = -\log 10^{-5} \Rightarrow \text{p}K_a = 5$$

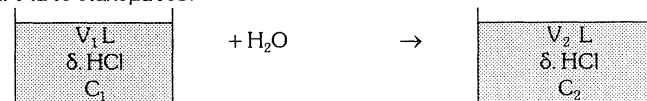
$$\text{p}K_b = -\log K_b = -\log 10^{-9} \Rightarrow \text{p}K_b = 9 \text{ ή } \text{p}K_b = 14 - \text{p}K_a = 14 - 5 = 9$$

Σύγκριση μεταβολής pH με αραιώση σε ισχυρό και σε ασθενές οξύ

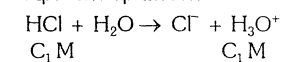
- 15. Αραιώνουμε :** α) ένα διάλυμα HCl σε δεκαπλάσιο όγκο και β) ένα διάλυμα CH₃COOH σε δεκαπλάσιο όγκο. Να συγκριθούν οι μεταβολές στο pH. Για το CH₃COOH να θεωρήσετε $K_a / C < 10^{-2}$.

Λύση : Και για τα δύο διαλύματα: $C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_1 V = C_2 \cdot 10V \Rightarrow C_1 = 10C_2$ (1)

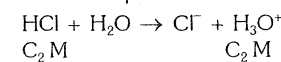
α) Για το διάλυμα HCl



Πριν την αραιώση:



Μετά την αραιώση:



$$\frac{[H_3O^+]_1}{[H_3O^+]_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{10C_2}{C_2} \Rightarrow [H_3O^+]_1 = 10[H_3O^+]_2 \Rightarrow -\log[H_3O^+]_1 = -\log(10[H_3O^+]_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log[H_3O^+]_1 = -\log 10 + \log[H_3O^+]_2 \Rightarrow -\log[H_3O^+]_1 = -\log 10 - \log[H_3O^+]_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH}_1 = -1 + \text{pH}_2 \Rightarrow \text{pH}_2 = \text{pH}_1 + 1$$

β) Για το διάλυμα CH_3COOH :



Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C_1 \text{ M}$	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	$-x \text{ M}$	$+x \text{ M}$	$+x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_1 - x \text{ M}$	$x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$K_a = \frac{x^2}{C_1 - x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{C_1} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C_1} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = \sqrt{K_a \cdot C_1}$$

(Ισχύει $K_a / C_1 < 10^{-2}$ και $K_a / C_2 < 10^{-2}$)

Για το αραιωμένο διάλυμα αντίστοιχα θα έχουμε: $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = \sqrt{K_a \cdot C_2}$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{[\text{H}_3\text{O}^+]_2} = \frac{\sqrt{K_a \cdot C_1}}{\sqrt{K_a \cdot C_2}} \Rightarrow \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{[\text{H}_3\text{O}^+]_2} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \Rightarrow \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{[\text{H}_3\text{O}^+]_2} = \sqrt{10}$$

δηλαδή ελαττώθηκε η $[\text{H}_3\text{O}^+]$, αλλά όχι τόσο, όσο στο διάλυμα του ισχυρού οξέος.

$$\text{Άρα: } [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = \sqrt{10} [\text{H}_3\text{O}^+]_2 \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = -\log \sqrt{10} [\text{H}_3\text{O}^+]_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = -\log \sqrt{10} - \log[\text{H}_3\text{O}^+]_2 \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = -\log 10^{1/2} - \log[\text{H}_3\text{O}^+]_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = -\frac{1}{2} \log 10 - \log[\text{H}_3\text{O}^+]_2 \Rightarrow \text{pH}_1 = -0,5 + \text{pH}_2 \Rightarrow \text{pH}_2 = \text{pH}_1 + 0,5$$

Πώς μεταβάλλεται το pH κατά την αραιώση διαλύματος ασθενούς οξέος ή ασθενούς βάσης.

☞ Σε διάλυμα ασθενούς οξέος: $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ή $\text{BH}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{B} + \text{H}_3\text{O}^+$

π.χ. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ή $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

Κατά την αραιώση θα ισχύει $C_1 V_1 = C_2 V_2$ και επειδή $V_2 > V_1 \Rightarrow C_2 < C_1$, δηλαδή η συγκέντρωση του HA θα ελαττωθεί.

Επειδή $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C}$, θα ελαττωθεί και η $[\text{H}_3\text{O}^+]$,

άρα το pH του διαλύματος θα αυξηθεί.

☞ Σε διάλυμα ασθενούς βάσης:

$\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$ ή $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$

π.χ. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ή $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

Επειδή πάλι λόγω της αραιώσης η συγκέντρωση της βάσης θα ελαττωθεί και ισχύει

$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C}$, θα ελαττωθεί και η $[\text{OH}^-]$. Επειδή το $[\text{H}_3\text{O}^+]$ και τα $[\text{OH}^-]$ έχουν σταθερό γινόμενο (K_w) είναι αντιστρόφως ανάλογα, οπότε η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα αυξηθεί, άρα το pH του διαλύματος θα ελαττωθεί.

16. Σε ποιον όγκο πρέπει να αραιώσουμε 10 mL διαλύματος HCOOK 1 M, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά μία (1) μονάδα; Δίνεται $K_a \text{ HCOOH} = 10^{-4}$.

Λύση:

Διάσταση:

$\text{HCOOK} \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{K}^+$ (ιοντική ένωση)

1 M 1 M

Το HCOO^- δρα ως βάση κατά Bronsted - Lowry:

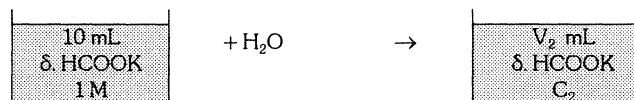
Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$		
Αρχικά	1 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	$-x \text{ M}$	$+x \text{ M}$	$+x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$1 - x \text{ M}$	$x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

$$K_b = \frac{x^2}{1-x} \text{ και } 1-x=1, \text{ άρα } 10^{-10} = x^2 \Rightarrow x = 10^{-5} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 5 \text{ και } \text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pH} = 9.$$

Αραίωση



Με την αραιώση, επειδή ο όγκος του διαλύματος αυξάνεται, η συγκέντρωση ελαττώνεται, άρα και η $[\text{OH}^-]$ ελαττώνεται. Άρα η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα αυξηθεί και το pH θα ελαττωθεί.

$\text{pH}_2 = \text{pH}_1 - 1 \Rightarrow \text{pH}_2 = 9 - 1 = 8$ και $\text{pOH}_2 = 14 - 8 = 6$, οπότε $[\text{OH}^-]_2 = 10^{-6}$.

Για το αραιωμένο διάλυμα:

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$		
Αρχικά	$C_2 \text{ M}$	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	$-y \text{ M}$	$+y \text{ M}$	$+y \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_2 - y \text{ M}$	$y \text{ M}$	$y \text{ M}$

$$[\text{OH}^-]_2 = 10^{-6} \Rightarrow y = 10^{-6}$$

$$K_b = \frac{y^2}{C_2 - y} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{y^2}{C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{(10^{-6})^2}{10^{-10}} \Rightarrow C_2 = 10^{-2} \text{ M}$$

(Υποθέτουμε ότι ισχύει $K_b / C < 10^{-2}$)

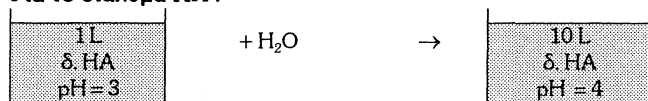
$$\text{Αραίωση: } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 1 \cdot 10 = 10^{-2} V_2 \Rightarrow V_2 = 1000 \text{ mL ή } V_2 = 1 \text{ L}$$

17. ΑΣΚΗΣΗ 3.3.50. ΣΧΟΛ. Σε 1 L διαλύματος μονοπρωτικού οξέος HA με pH=3, προσθέτουμε 9 L νερό και παίρνουμε 10 L διαλύματος με pH=4.
Σε 1 L διαλύματος μονοπρωτικού οξέος HB με pH=3, προσθέτουμε 9 L νερό και παίρνουμε 10 L διαλύματος με pH=3,5.
Τι συμπεραίνετε για την ισχύ των οξέων HA και HB ;
Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Πανελλήνιος μαθητικός διαγωνισμός χημείας 1988

Λύση :

Για το διάλυμα HA :



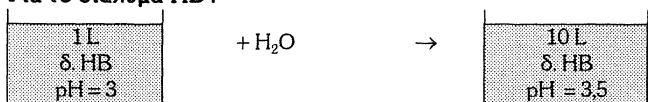
$$\text{pH}_1 = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-3} \quad \text{και} \quad \text{pH}_2 = 4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 10^{-4}$$

$$\text{Αραίωση: } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_1 \cdot 1\text{L} = C_2 \cdot 10\text{L} \Rightarrow C_1 = 10 C_2 \quad (1)$$

$$\text{και} \quad \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{[\text{H}_3\text{O}^+]_2} = \frac{10^{-3}}{10^{-4}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10[\text{H}_3\text{O}^+]_2 \quad (2)$$

Επειδή η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μεταβάλλεται όπως ακριβώς η συγκέντρωση του HA, αυτό σημαίνει ότι έχουμε πλήρη ιοντισμό και **το HA θα είναι ισχυρό οξύ.**

Για το διάλυμα HB :



$$\text{pH}_1 = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-3} \text{ M} \quad \text{pH}_2 = 3,5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 10^{-3,5} \text{ M}$$

$$\text{Αραίωση: } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_1 \cdot 1\text{L} = C_2 \cdot 10\text{L} \Rightarrow C_1 = 10 C_2 \quad (1)$$

$$\text{και} \quad \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{[\text{H}_3\text{O}^+]_2} = \frac{10^{-3}}{10^{-3,5}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = \sqrt{10} [\text{H}_3\text{O}^+]_2 \quad (2)$$

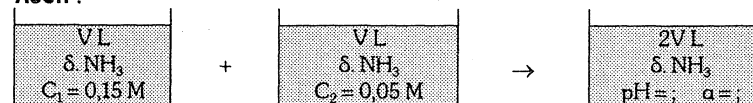
Επειδή η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ελαττώνεται μεν, αλλά όχι τόσο, όσο η συγκέντρωση του HB, αυτό σημαίνει ότι δεν έχουμε πλήρη ιοντισμό και **το HB θα είναι ασθενές οξύ.**

* **ΣΧΟΛΙΟ** : Την ελάττωση της $[\text{H}_3\text{O}^+]$ τη συγκρατεί η αύξηση του βαθμού ιοντισμού (α), ο οποίος γίνεται $\sqrt{10}$ φορές μεγαλύτερος.

Αναμίξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας

18. Αναμιγνύουμε ίσους όγκους δύο διαλυμάτων NH_3 0,15 M και 0,05 M αντίστοιχα. Να βρεθούν στο τελικό διάλυμα ο βαθμός ιοντισμού και το pH.
Δίνεται $K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}$.

Λύση :



$$\text{Θα ισχύει: } C_1 V_1 + C_2 V_2 = C_{\text{τελ}} (V_1 + V_2) \Rightarrow C_1 V + C_2 V = C_{\text{τελ}} 2V \Rightarrow 0,15 + 0,05 = 2 C_{\text{τελ}} \Rightarrow C_{\text{τελ}} = 0,1 \text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
Αρχικά	0,1 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,1-x M	x M	x M

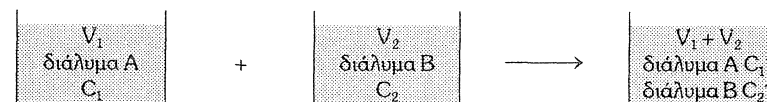
$$K_b = \frac{x^2}{0,1-x} \quad \text{και με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 10^{-6} \Rightarrow x = 10^{-3} \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

$$\text{και } \alpha = \frac{x}{0,1} = \frac{10^{-3}}{0,1} = 10^{-2}$$

$$\text{και } [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-3} = 3 \quad \text{άρα } \text{pH} = 14 - 3 = 11.$$

ΑΝΑΜΙΞΕΙΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

☞ Όταν δεν γίνεται αντίδραση τότε :

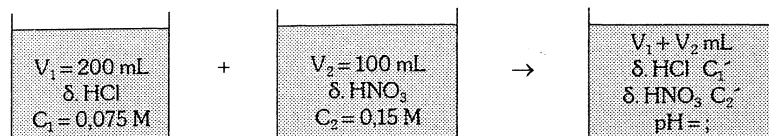


Απλά χρησιμοποιούμε τους τύπους της αραίωσης για το καθένα σώμα ξεχωριστά :
Για το A : $C_1 V_1 = C_1' (V_1 + V_2)$ και για το B : $C_2 V_2 = C_2' (V_1 + V_2)$

Δύο ισχυρά οξέα ή δύο ισχυρές βάσεις στο ίδιο διάλυμα

19. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος HCl 0,075 M με 100 mL διαλύματος HNO₃ 0,15 M. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος :

Λύση :



Προκύπτει για ανάμιξη διαλυμάτων δύο ουσιών που δεν αντιδρούν μεταξύ τους (ανάμιξη χωρίς αντίδραση), οπότε εφαρμόζουμε τον τύπο της αραιώσης για κάθε μια ξεχωριστά :

$$\text{HCl: } C_1 V_1 = C_1^- V_{\text{τελ}} \Rightarrow 0,075 \text{ M} \cdot 200 \text{ mL} = C_1^- \cdot 300 \text{ mL} \Rightarrow C_1^- = 0,05 \text{ M}$$

$$\text{HNO}_3: C_2 V_2 = C_2^- V_{\text{τελ}} \Rightarrow 0,15 \text{ M} \cdot 100 \text{ mL} = C_2^- \cdot 300 \text{ mL} \Rightarrow C_2^- = 0,05 \text{ M}$$

Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε :



$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ολ}} = 0,05 + 0,05 = 0,1$$

$$\text{Άρα } \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,1 = -\log 10^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 1.$$

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ

Θα ήμε πώς έχουμε επίδραση κοινού ιόντος, όταν υπάρχουν ένας ασθενής κι ένας ισχυρός ηλεκτρολύτης (ή δύο ασθενείς) που διαθέτουν ένα ιόν κοινό π.χ.

Κοινό ιόν H_3O^+	Κοινό ιόν OH^-	Κοινό ιόν το ανιόν A^-	Κοινό ιόν το κατιόν BH^+
Ισχυρό οξύ π.χ. HCl	Ισχυρή βάση π.χ. NaOH	Αλάτι NaA π.χ. NaNO ₂	Αλάτι BHCl π.χ. NH ₄ Cl
σε ασθενές οξύ π.χ. CH ₃ COOH, NH ₄ ⁺	σε ασθενή βάση π.χ. NH ₃ , CH ₃ COO ⁻	σε ασθενές οξύ HA π.χ. HNO ₂	σε ασθενή βάση π.χ. NH ₃
δύο ασθενή οξέα στο ίδιο διάλυμα, π.χ. HNO ₂ , HClO, HF, CH ₃ COOH, NH ₄ ⁺ , RNH ₃ ⁺	δύο ασθενείς βάσεις στο ίδιο διάλυμα, π.χ. NH ₃ , RNH ₂ αμίνη, CH ₃ COO ⁻ , CN ⁻ , ClO ⁻		

Επίδραση κοινού ιόντος ισχυρού οξέος σε ασθενές μονοπρωτικό οξύ

20. α) Σε διάλυμα CH₃COOH 0,1 M, να βρεθούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH.
β) Σε διάλυμα που περιέχει CH₃COOH 0,1 M και HCl 0,1 M να βρεθούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH. Δίνεται $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$.

Λύση :

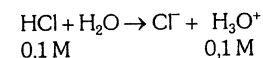
Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Χημική Ισορροπία	$0,1 - x \text{ M}$	$x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x} \quad \text{και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 10^{-5} \cdot 0,1 \Rightarrow x = 10^{-3} \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

$$\alpha_1 = \frac{x}{0,1} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{10^{-3}}{0,1} \Rightarrow \alpha_1 = 10^{-2}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 3$$

β) Θα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος από το HCl στο CH₃COOH



Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$0,1 \text{ M}$	-	$0,1 \text{ M}$
Ιοντίζονται - Παράγονται	$-y \text{ M}$	$+y \text{ M}$	$+y \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$0,1 - y \text{ M}$	$y \text{ M}$	$0,1 + y \text{ M}$

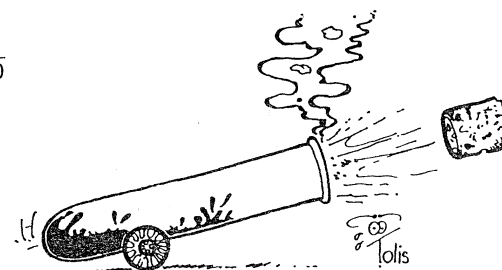
$$K_a = \frac{y(0,1 + y)}{0,1 - y} \quad \text{και με προσέγγιση } K_a = \frac{y \cdot 0,1}{0,1} \Rightarrow y = 10^{-5} \quad \text{και} \quad \alpha_2 = \frac{y}{0,1} = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4}$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 + y \approx 0,1 \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 1$$

👁 Παρατηρούμε ότι ο βαθμός ιοντισμού ελαττώθηκε 100 φορές (λόγω επίδρασης κοινού ιόντος)

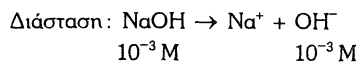
$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{10^{-4}}{10^{-2}} = 10^{-2} = \frac{1}{100}$$



Επίδραση κοινού ιόντος ισχυρής βάσης σε ασθενή μονοπρωτική βάση

21. Στο ίδιο διάλυμα έχουμε ασθενή βάση B 0,01 M και NaOH 10^{-3} M. Ποιο το pH, ο βαθμός ιοντισμού και η $[BH^+]$ στο διάλυμα αυτό. Δίνεται $K_b = 10^{-6}$.

Λύση :



Αντίδραση Ιοντισμού	$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$		
Αρχικά	0,01 M	-	$10^{-3} M$
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	$0,01 - x M$	x M	$10^{-3} + x M$

$$K_b = \frac{x(10^{-3} + x)}{0,01 - x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{x \cdot 10^{-3}}{0,01} \Rightarrow x = \frac{0,01 \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} \Rightarrow x = 10^{-5}$$

(Ισχύει $K_b / C < 10^{-2}$)

$$\text{Άρα } [BH^+] = 10^{-5} \text{ και } \alpha = \frac{x}{0,01} = \frac{10^{-5}}{0,01} \Rightarrow \alpha = 10^{-3}$$

$$[OH^-] = 10^{-3} + 10^{-5} \approx 10^{-3} \Rightarrow pOH = -\log 10^{-3} \Rightarrow pOH = 3$$

$$\text{και } pH = 14 - pOH \Rightarrow pH = 14 - 3 = 11$$

ΠΡΟΣΟΧΗ : Όταν έχουμε ισχυρό οξύ ή βάση μαζί με ασθενή ηλεκτρολύτη, το pH θα το βρίσκουμε από το ισχυρό οξύ ή βάση.

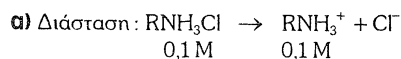
22. Πολλά φάρμακα περιέχουν αμίνες, οι οποίες δεν μπορούν να διαλυθούν στο νερό, γι' αυτό βρίσκονται με τη μορφή κλωριούχων αλάτων τους. Ένα τέτοιο άλας (θεωρήστε τον τύπο RNH_3Cl) βρίσκεται σε υδατικό διάλυμα όγκου 500 mL και έχει συγκέντρωση 0,1 M.

α) Να βρεθεί το pH και η συγκέντρωση των μορίων της αμίνης.

β) Πόση θα είναι η συγκέντρωση των μορίων της αμίνης αν στο ίδιο διάλυμα περιέχεται δ. HCl 0,01 M ;

Δικαιολογήστε το αποτέλεσμα. Δίνεται $K_b = 10^{-9}$.

Λύση :

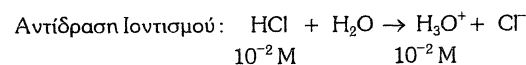
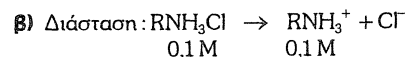


Αντίδραση Ιοντισμού	$RNH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons RNH_2 + H_3O^+$		
Χημική Ισορροπία	$0,1 - x M$	x M	x M

$$K_a K_b = K_w \Rightarrow K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 0,1 \cdot K_a \Rightarrow x^2 = 10^{-6} \Rightarrow x = 10^{-3} M$$

$$\text{Άρα: } [RNH_2] = 10^{-3} M \text{ και } [H_3O^+] = 10^{-3} M \Rightarrow pH = 3.$$



Αντίδραση Ιοντισμού	$RNH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons RNH_2 + H_3O^+$		
Αρχικά	0,1 M	-	$10^{-2} M$
Ιοντίζονται - Παράγονται	-y M	+y M	+y M
Χημική Ισορροπία	$0,1 - y M$	y M	$10^{-2} + y M$

$$K_a = \frac{y \cdot 10^{-2}}{0,1 - y} + y \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{y \cdot 10^{-2}}{0,1} \Rightarrow y = \frac{10^{-5} \cdot 10^{-1}}{10^{-2}} = 10^{-4} M.$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$)

Άρα $[RNH_2] = 10^{-4} M$. Η $[RNH_2]$ ελαττώθηκε λόγω επίδρασης κοινού ιόντος.

23. Αναμιγνύουμε 300 mL διαλύματος KCN 0,8 M με 100 mL διαλύματος KOH 0,4 M. Να υπολογιστούν στο τελικό διάλυμα :

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των ασιαστών μορίων.

β) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης CN^- .

γ) Το pH και το pOH.

δ) Τα pK_b και pK_a των συζυγών CN^- / HCN .

Δίνεται $K_a(HCN) = 10^{-10}$.

Λύση : Ανάμιξη χωρίς αντίδραση

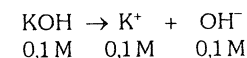
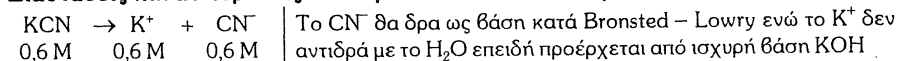
$V_1 = 300 \text{ mL}$ δ. KCN $C_1 = 0,8 M$	+	$V_2 = 100 \text{ mL}$ δ. KOH $C_2 = 0,4 M$	→	$V_1 + V_2 = 400 \text{ mL}$ δ. KCN C_1' δ. KOH C_2' pH = ,
---	---	---	---	--

ii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα :

$$KCN : 300 \text{ mL} \cdot 0,8 M = 400 \text{ mL} \cdot C_1' \Rightarrow C_1' = 0,6 M$$

$$KOH : 100 \text{ mL} \cdot 0,4 M = 400 \text{ mL} \cdot C_2' \Rightarrow C_2' = 0,1 M$$

iii) Διαστάσεις και αντιδράσεις ιοντισμού στο τελικό διάλυμα :



Θα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος από το KOH στην ασθενή βάση CN^-

Αντίδραση Ιοντισμού	$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$		
Αρχικά	0,6 M	-	0,1 M
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	$0,6 - x M$	x M	$0,1 + x M$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4} \quad (\text{Ισχύει } K_b/C < 10^{-2})$$

$$K_b = \frac{x(0,1+x)}{0,6-x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{x \cdot 0,1}{0,6} \Rightarrow x = \frac{0,6 \cdot 10^{-4}}{0,1} \Rightarrow x = 6 \cdot 10^{-4}$$

α) $[\text{HCN}] = 6 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ $[\text{K}^+] = 0,7 \text{ M}$
 $[\text{CN}^-] = 0,6 - x \approx 0,6 \text{ M}$ Θεωρούμε $x \ll 0,6 \text{ M}$
 $[\text{OH}^-] = 0,1 + x \approx 0,1 \text{ M}$ και $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ M}$

β) Βαθμός ιοντισμού $\alpha = \frac{x}{C} = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{0,6} = 10^{-3}$ ή $\alpha\% = 0,1\%$

γ) $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-1} \Rightarrow \text{pOH} = 1$ και $\text{pH} = 14 - 1 = 13$.

δ) $\text{p}K_a = -\log K_a = -\log 10^{-10} = 10$ $\text{p}K_b = 14 - \text{p}K_a = 14 - 10 = 4$

Κοινό ιόν η συζυγής βάση ενός ασθενούς οξέος ή το συζυγές οξύ μιας ασθενούς βάσης.

24. Στο ίδιο διάλυμα περιέχονται CH_3COOH 0,1 M και CH_3COONa 0,1 M.

Να υπολογιστούν:

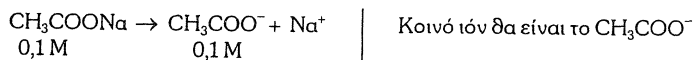
α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιάστατων μορίων.

β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος CH_3COOH .

γ) Το pH και το pOH.

Δίνεται $\text{p}K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 5$.

Λύση: Διάσταση - Αντίδραση Ιοντισμού



Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	0,1 M	0,1 M	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,1-x M	0,1+x M	x M

$$\text{p}K_a = -\log K_a \Rightarrow 5 = -\log 10^{-5} = -\log K_a \Rightarrow K_a = 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{(0,1+x)x}{0,1-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{0,1 \cdot x}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5} \quad (\text{Ισχύει } K_a/C < 10^{-2})$$

α) $[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-5} \text{ M}$ $[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ M}$

$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 - x \approx 0,1 \text{ M}$ $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,1 + x \approx 0,1 \text{ M}$

Θεωρούμε $x \ll 0,1$ και μπορούμε να αγνοήσουμε χωρίς μεγάλο σφάλμα.

β) Βαθμός ιοντισμού $\alpha = \frac{x}{C} = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4}$ ή $\alpha\% = 0,01\%$

γ) $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = 5$ και $\text{pOH} = 14 - 5 = 9$.

Μεταβολή στο pH με επίδραση κοινού ιόντος

25. Πόσα mol HCOONa πρέπει να προσθέσουμε σε 200 mL διαλύματος HCOOH 1 M με $\text{pH} = 2$ για να μεταβληθεί το pH κατά μία (1) μονάδα;

Λύση:

i) Από το pH και τη συγκέντρωση στο αρχικό διάλυμα προσδιορίζουμε την K_a του οξέος.

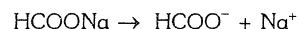
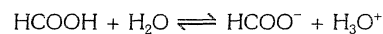
$$\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-2} \text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Χημική Ισορροπία	1-x M	x M	x M

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} \Rightarrow K_a = \frac{(10^{-2})^2}{1-10^{-2}} \Rightarrow K_a = 10^{-4} \quad (\text{Ισχύει } K_a/C < 10^{-2})$$

ii) Με το HCOONa θα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος:

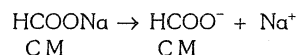
200 mL δ. HCOOH 1 M	+ HCOONa	→	200 mL δ. HCOOH δ. HCOONa $\text{pH}' = \text{pH} + 1$
------------------------------------	-------------------	---	---



Αύξηση της $[\text{HCOO}^-]$ σημαίνει, λόγω της αρχής Le Chatelier - Van't Hoff, μετατόπιση προς τα αριστερά. Η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ελαττωθεί, άρα το pH θα αυξηθεί.

$$\text{pH}_2 = \text{pH}_1 + 1 \Rightarrow \text{pH}_2 = 3 \text{ και } [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 10^{-3} \text{ M}$$

Έστω ότι το HCOONa αποκτά συγκέντρωση C M



Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	1 M	C M	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-y M	+y M	+y M
Χημική Ισορροπία	1-y M	C+y M	y M

$$K_a = \frac{(C+y)y}{1-y} \text{ με } y = 10^{-3} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{C \cdot y}{1} \Rightarrow C = \frac{10^{-4}}{10^{-3}} = 0,1 \text{ M}$$

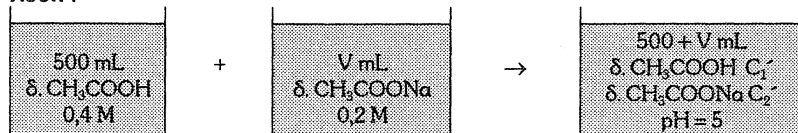
(Ισχύει $K_a/C < 10^{-2}$)

Ο αριθμός mol θα είναι: $n = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,2 \text{ mol} = 0,02 \text{ mol}$

Αναμιξη χωρίς αντίδραση - Επίδραση κοινού ιόντος

26. Ποιον όγκο διαλύματος CH_3COONa 0,2 M πρέπει να προσθέσουμε σε 500 mL διαλύματος CH_3COOH 0,4 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 5$; Δίνεται $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$.

Λύση :



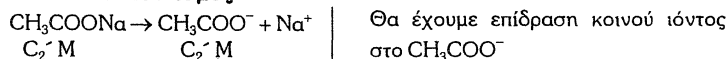
I) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα.

Έστω ότι προσθέτουμε V L διαλύματος CH_3COONa , οπότε ο όγκος του τελικού διαλύματος θα είναι $0,5 + V$ L.

$$\text{CH}_3\text{COOH} : 0,4 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = C_1' \cdot V_{\text{τελ}} \Rightarrow C_1' = \frac{0,2}{0,5 + V}$$

$$\text{CH}_3\text{COONa} : 0,2 \text{ M} \cdot V \text{ L} = C_2' \cdot V_{\text{τελ}} \Rightarrow C_2' = \frac{0,2V}{0,5 + V}$$

II) Διάσταση - ιοντισμός



Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C_1' \text{ M}$	$C_2' \text{ M}$	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	$-x \text{ M}$	$+x \text{ M}$	$+x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_1' - x \text{ M}$	$C_2' + x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$\text{pH} = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \Rightarrow x = 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{(C_2' + x)x}{C_1' - x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{C_2' \cdot x}{C_1'} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{C_2' \cdot 10^{-5}}{C_1'} \Rightarrow C_1' = C_2' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{0,2}{0,5 + V} = \frac{0,2 \cdot V}{0,5 + V} \Rightarrow V = 1 \text{ L.}$$

(Ισχύει $K_a/C < 10^{-2}$)

Επίδραση κοινού ιόντος μεταξύ δύο ασθενών ηλεκτρολυτών

27. Υδατικό διάλυμα όγκου 1 L στους 25°C περιέχει 0,1 mol οξέος HA και 0,1 mol οξέος ΗΓ (Α⁻ και Γ⁻ μονοσθενή ανιόντα).

Το pH του διαλύματος είναι ίσο με 1.

Και τα δύο οξέα HA και ΗΓ δεν ιοντίζονται πλήρως και η σταθερά ιοντισμού του HA στους 25°C είναι ίση με 0,2. Ζητούνται :

α) Η συγκέντρωση των [Α⁻] και των αδιασάτων μορίων [ΗΑ] στο διάλυμα.

β) Η συγκέντρωση των [Γ⁻] και των αδιασάτων μορίων [ΗΓ] στο διάλυμα.

γ) Να αποδειχθεί ότι το HA είναι ισχυρότερο από το ΗΓ στους 25°C.

(ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 1989)

Λύση :

ΠΡΟΣΟΧΗ : Επειδή K_a/C και $K_a'/C > 10^{-2}$ τα x, y δεν αγνοούνται.

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Χημική Ισορροπία	$0,1 - x \text{ M}$	$x \text{ M}$	$x \text{ M}$

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{ΗΓ} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Γ}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Χημική Ισορροπία	$0,1 - y \text{ M}$	$y \text{ M}$	$y \text{ M}$

Η συνολική $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα είναι : $x + y$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow 0,2 = \frac{x(x+y)}{0,1-x} \quad (1) \text{ και } K_a' = \frac{[\text{Γ}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{ΗΓ}]} \Rightarrow K_a' = \frac{y(x+y)}{0,1-y} \quad (2)$$

$$\text{pH} = 1 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ M.} \quad \text{Άρα } x + y = 0,1 \quad (3)$$

α) Από την (1) λόγω της (3) έχουμε : $0,2 = \frac{0,1 \cdot x}{0,1-x} \Rightarrow x = \frac{0,2}{3} \text{ M}$

δηλαδή $[\text{A}^-] = \frac{0,2}{3} \text{ M}$ και $[\text{HA}] = 0,1 - \frac{0,2}{3} \Rightarrow [\text{HA}] = \frac{0,1}{3} \text{ M}$

β) Από την (3) προκύπτει $y = \frac{0,1}{3} \text{ M}$, δηλαδή $[\text{Γ}^-] = \frac{0,1}{3} \text{ M}$ και

$$[\text{ΗΓ}] = 0,1 - \frac{0,1}{3} \Rightarrow [\text{ΗΓ}] = \frac{0,2}{3} \text{ M}$$

γ) Από την (2) : $K_a' = \frac{0,1 \cdot \frac{0,1}{3}}{0,1 - \frac{0,1}{3}} \Rightarrow K_a' = 0,05$

Επειδή προκύπτει $K_a > K_a'$ στην ίδια θερμοκρασία (25°C), συμπεραίνουμε ότι το οξύ HA θα είναι ισχυρότερο από το οξύ ΗΓ.

ΠΡΟΣΟΧΗ : Δεν μπορούμε να πούμε ότι είναι ισχυρότερο οξύ το HA ή το ΗΓ από τους βαθμούς ιοντισμού επειδή υπάρχει επίδραση κοινού ιόντος. (Παρ' ότι τα δύο οξέα έχουν ίδια C και βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία)

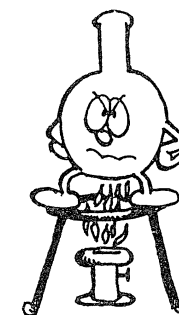
ΠΙΟ ΓΕΝΙΚΑ :

Αν $K_a \gg K_a'$, τότε $x \gg y$ και θεωρούμε το y αμελητέο ($[\text{H}_3\text{O}^+] \approx x$).

Αν $K_a \ll K_a'$, τότε $x \ll y$ και θεωρούμε το x αμελητέο ($[\text{H}_3\text{O}^+] \approx y$).

Αν K_a, K_a' , παραπλήσια, τότε $[\text{H}_3\text{O}^+] = x + y$.

Επίσης αν K_a/C και $K_a'/C < 10^{-2}$ τότε $x, y < C$ και αγνοούνται.



ΔΕΙΚΤΕΣ

28. Για τον δείκτη "πράσινο της βρωμοκρεσόλης", σε pH = 4,2 η αναλογία των συγκεντρώσεων της μη ιοντισμένης μορφής προς την ιοντισμένη είναι $[H\Delta]/[\Delta^-]$ ίση με 5. Να βρεθεί το pK_a του δείκτη. Δίνεται $\log 5 = 0,7$.

Λύση :

Θεωρούμε το δείκτη ως ασθενές οξύ: $H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$

$$K_a = \frac{[\Delta^-][H_3O^+]}{[H\Delta]} \Rightarrow \log K_a = \log[H_3O^+] + \log \frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} \Rightarrow -\log K_a = -\log[H_3O^+] - \log \frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pK_a = pH + \log \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} \Rightarrow pK_a = 4,2 + \log 5 \Rightarrow pK_a = 4,9.$$

29. Θεωρούμε ένα δείκτη ασθενές οξύ με $pK_a = 10$. Οι χρωματικές μεταβολές που επιφέρονται από το συζυγές οξύ και τη συζυγή βάση του δείκτη είναι αντίστοιχα ΑΧΡΩΜΟ και ΜΠΛΕ. Ρίχνουμε μια σταγόνα του δείκτη σε ΑΧΡΩΜΟ διάλυμα ασθενούς βάσης Β 0,4 Μ και χρωματίζεται ΜΠΛΕ.

Αν η αναλογία των συγκεντρώσεων $[H\Delta]/[\Delta^-]$ είναι 1 : 10, ποια η K_b της βάσης :

Λύση :

Για το δείκτη: $H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][\Delta^-]}{[H\Delta]} \Rightarrow [H_3O^+] = K_a \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-10} \frac{1}{10} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{και } [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \text{ M}$$

Για τη βάση:

Αντίδραση Ιοντισμού	$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$		
Αρχικά	0,4 Μ	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x Μ	+x Μ	+x Μ
Χημική Ισορροπία	0,4 - x Μ	x Μ	x Μ

$$\text{Όμως } x = [OH^-] = 10^{-3} \text{ M} \text{ και } K_b = \frac{x^2}{0,4 - x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{(10^{-3})^2}{0,4} \Rightarrow K_b = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

(Ισχύει $K_b/C < 10^{-2}$)

30. Ο δείκτης ερυθρό του μεθυλίου είναι ασθενές οξύ με $K_a = 10^{-5}$.

Το χρώμα των μορίων $H\Delta$ είναι ΚΟΚΚΙΝΟ και των ιόντων Δ^- είναι ΚΙΤΡΙΝΟ

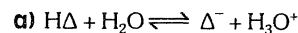
α) Να βρεθούν οι τιμές του pH στις οποίες αλλάζει χρώμα ο δείκτης.

β) Πώς εξηγείται το χρώμα που παίρνει ο δείκτης σε διάλυμα HCl 0,1 Μ και διάλυμα NaOH 0,1 Μ ;

γ) Σε ποια από τις τρεις εξουδετερώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτός ο δείκτης :



Λύση :



$$\text{Για το δείκτη ισχύει: } K_a = \frac{[H_3O^+][\Delta^-]}{[H\Delta]} = 10^{-5} \quad (1)$$

☞ Για να έχει ο δείκτης ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα πρέπει $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} \geq 10$ οπότε λόγω της σχέσης (1):

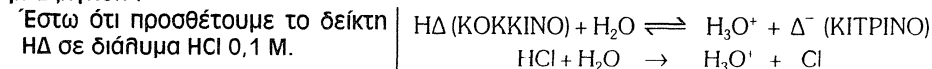
$$\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a} \geq 10 \Rightarrow [H_3O^+] \geq 10K_a = 10 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [H_3O^+] \geq 10^{-4} \Rightarrow pH \leq 4$$

☞ Για να έχει ο δείκτης ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα πρέπει $\frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} \geq 10$ οπότε λόγω της σχέσης (1):

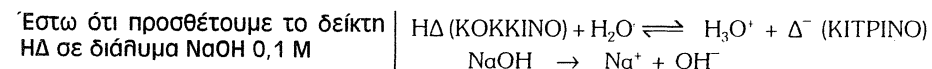
$$\frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]} \geq 10 \Rightarrow [H_3O^+] \leq 10^{-1} \cdot K_a = 10^{-1} \cdot 10^{-5} \Rightarrow [H_3O^+] \leq 10^{-6} \Rightarrow pH \geq 6$$

Οπότε όποια διαλύματα έχουν $pH \leq 4$ χρωματίζουν το δείκτη ΚΟΚΚΙΝΟ, ενώ όποια διαλύματα έχουν $pH \geq 6$ χρωματίζουν το δείκτη ΚΙΤΡΙΝΟ.

β) Εξήγηση :



Λόγω επίδρασης κοινού ιόντος έχουμε μετατόπιση της ισορροπίας του δείκτη προς τα αδιάστατα μόρια $H\Delta$ γι' αυτό σε $pH \leq 4$ επικρατεί το κόκκινο χρώμα των $H\Delta$.



Επειδή στο διάλυμα η $[OH^-]$ αυξάνεται και η $[H_3O^+]$ μειώνεται έχουμε μετατόπιση της ισορροπίας του δείκτη προς τα ιόντα Δ^- γι' αυτό σε $pH \geq 6$ επικρατεί το ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα των ιόντων Δ^- .

γ) Στην πρώτη εξουδετέρωση $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ το διάλυμα που προκύπτει θα έχει $pH = 7$, επειδή κανένα από τα ιόντα του NaCl δεν αντιδρά με το νερό. Ο δείκτης στο $pH = 7$ δεν αλλάζει χρώμα επειδή σε $pH \geq 6$ έχει συνεχώς χρώμα ΚΙΤΡΙΝΟ. Άρα είναι ακατάλληλος γι' αυτή την εξουδετέρωση.

☞ Στην δεύτερη εξουδετέρωση $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$ το διάλυμα που προκύπτει θα έχει $pH > 7$, επειδή δρα ως βάση το ανιόν του άλατος, σύμφωνα με την εξίσωση: $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$. Ο δείκτης στο $pH > 7$ δεν αλλάζει χρώμα επειδή σε $pH \geq 6$ έχει συνεχώς χρώμα ΚΙΤΡΙΝΟ. Άρα είναι ακατάλληλος γι' αυτή την εξουδετέρωση.

☞ Στην τρίτη εξουδετέρωση $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ το διάλυμα που προκύπτει έχει $pH < 7$, επειδή δρα ως οξύ το κατιόν του άλατος, σύμφωνα με την: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ και το $pH \approx 5$.

Ο δείκτης αλλάζει χρώμα σε $4 \leq pH \leq 6$ και άρα θα μας δείξει πότε γίνεται η εξουδετέρωση.

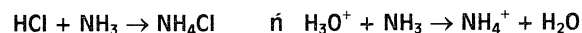
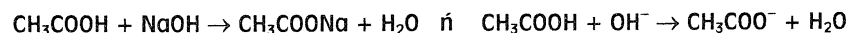
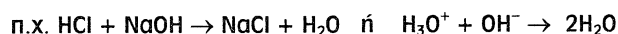
ΑΝΑΜΙΞΕΙΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

👁️ Όταν γίνεται αντίδραση η διαδικασία που ακολουθούμε είναι :

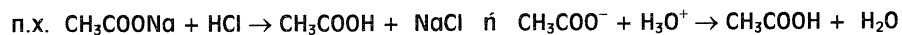
- ⇒
- Εύρεση αρ. mol των ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ
 - Αντίδραση
 - Εύρεση συγκεντρώσεων ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ και ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ που τυχόν έχουν ΠΕΡΙΣΣΕΥΕΙ
 - ΤΕΛΟΣ βρίσκουμε το pH στο τελικό διάλυμα που περιέχει ΟΞΥ ή ΒΑΣΗ (γενικά κατά Bronsted-Lowry) ή ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ ισχυρού οξέος σε ασθενές οξύ ή ισχυρής βάσης σε ασθενή βάση ή δύο ασθενή οξέα ή δύο ασθενείς βάσεις ή ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ.

Κυριότερες περιπτώσεις αντιδράσεων :

i) Οξύ + Βάση → Άλας + H₂O



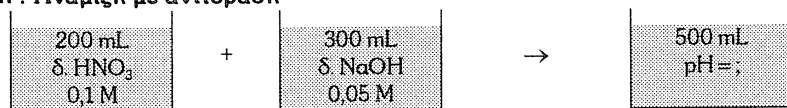
ii) Όταν προκύπτει ασθενές οξύ ή βάση



Ισχυρό οξύ με ισχυρή βάση

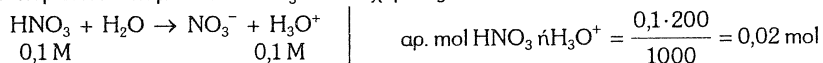
31. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος HNO₃ 0,1 M με 300 mL διαλύματος NaOH 0,05 M. Να βρεθεί το pH του τελικού διαλύματος.

Λύση : Ανάμιξη με αντίδραση

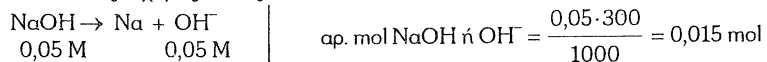


1. Εύρεση αριθμών mol

Αντίδραση ιοντισμού: Το HNO₃ είναι ισχυρό οξύ



Διάσταση της ισχυρής βάσης NaOH



2. Αντίδραση

	HNO ₃ + NaOH → NaNO ₃ + H ₂ O
	H ₃ O ⁺ + OH ⁻ → 2H ₂ O
Αρχικά	0,02 mol 0,015 mol -
Αντιδρούν - Παράγονται	- 0,015 mol - 0,015 mol + 0,015 mol
Τέλος	0,005 mol - 0,015 mol

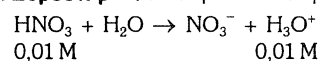
Το HNO₃ ή H₃O⁺ βρίσκεται σε περίσσεια

Από τη διάσταση NaNO₃ → Na⁺ + NO₃⁻ τα ιόντα Na⁺ και NO₃⁻ επειδή προέρχονται από ισχυρή βάση και ισχυρό οξύ αντίστοιχα δεν αντιδρούν με το νερό.

3. Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα :

Στα 500 mL διαλύματος	0,005 mol HNO ₃ ή H ₃ O ⁺	x;	x = 0,01 M = [HNO ₃] = [H ₃ O ⁺]
1000 mL			

4. Εύρεση pH : Αντίδραση ιοντισμού: Το HNO₃ είναι ισχυρό οξύ



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,01 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{pH} = 2$$

👁️ Εάν κατά την ανάμιξη διαλυμάτων ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση έχουμε πλήρη εξουδετέρωση (δεν υπάρχει περίσσεια H₃O⁺ ή OH⁻), το τελικό διάλυμα θα είναι ουδέτερο δηλ. pH = 7, αφού τα ιόντα που θα υπάρχουν σε αυτό, δεν δρουν ούτε ως οξέα, ούτε ως βάσεις.

Όταν δίνεται το pH του τελικού διαλύματος

Επειδή πρόκειται για ανάμιξη ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις για το τελικό διάλυμα:

- pH < 7 σημαίνει ότι έχουμε περίσσεια οξέος
- pH > 7 σημαίνει ότι έχουμε περίσσεια βάσης
- pH = 7 σημαίνει ότι έχουμε πλήρη εξουδετέρωση

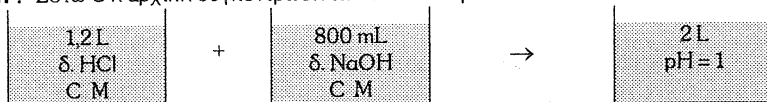


Οι "αιώνιοι αντίπαλοι"...
Αλληλοεξουδετερώνονται,
αλλά δεν μπορεί να υπάρξει
ο ένας χωρίς τον άλλο.

10/07
Tolis

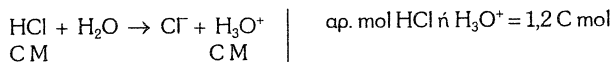
32. Σε 1,2 L διαλύματος HCl προστίθενται 800 mL διαλύματος NaOH της ίδιας συγκέντρωσης. Το τελικό διάλυμα έχει pH = 1. Ποια η τιμή της συγκέντρωσης των αρχικών διαλυμάτων ;

Λύση : Έστω C η αρχική συγκέντρωση των δύο διαλυμάτων

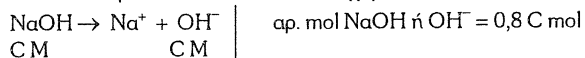


Εύρεση mol

Αντίδραση ιοντισμού για το HCl που είναι ισχυρό οξύ



Διάσταση για το NaOH που είναι ισχυρή βάση

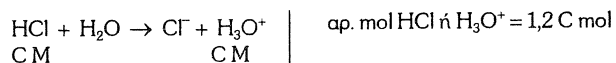


Αντίδραση

	HCl + NaOH → NaCl + H ₂ O		
	H ₃ O ⁺ + OH ⁻ → 2H ₂ O		
Αρχικά	1,2 C mol	0,8 C mol	-
Αντιδρούν - Παράγονται	- 0,8 C mol	- 0,8 C mol	+ 0,8 C mol
Τέλος	0,4 C mol	-	0,8 C mol

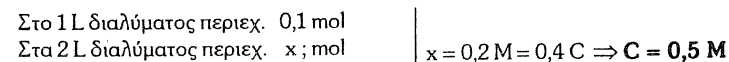
Το pH προκύπτει από το HCl ή H₃O⁺ που βρίσκεται σε περίσσεια

Αντίδραση ιοντισμού για το HCl που είναι ισχυρό οξύ



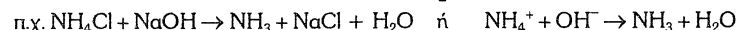
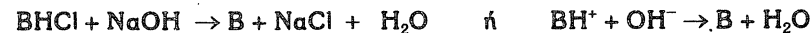
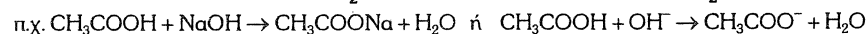
Από τη διάσταση NaCl → Na⁺ + Cl⁻ τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ επειδή προέρχονται από ισχυρή βάση και ισχυρό οξύ αντίστοιχα δεν αντιδρούν με το νερό.

Εύρεση συγκέντρωσης στο τελικό διάλυμα (2 L)



Ασθενές οξύ με ισχυρή βάση ή ασθενής βάση με ισχυρό οξύ

1. Ανάμιξη διαλύματος ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση



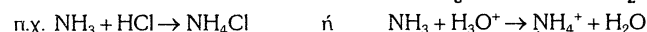
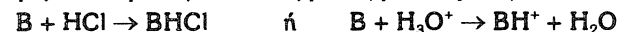
Διακρίνουμε τρεις (3) περιπτώσεις :

α) Πλήρης αντίδραση : στο τελικό διάλυμα θα περιέχεται η συζυγής βάση (A⁻ ή B) του οξέος (HA ή BH⁺) και το διάλυμα θα είναι αλκαλικό (pH > 7)

β) Περίσσεια της ισχυρής βάσης : στο τελικό διάλυμα θα έχουμε ασθενή βάση (A⁻ ή B) και ισχυρή βάση : επίδραση κοινού ιόντος από την ισχυρή βάση στην ασθενή (pH >> 7)

γ) Περίσσεια του ασθενούς οξέος : στο τελικό διάλυμα θα έχουμε το ασθενές οξύ και τη συζυγή του βάση (ρυθμιστικό διάλυμα π.χ. CH₃COOH, CH₃COO⁻ βλ. παρακάτω) : επίδραση κοινού ιόντος στον ιοντισμό του οξέος

2. Ανάμιξη διαλύματος ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ



Διακρίνουμε και πάλι τρεις (3) περιπτώσεις :

α) Πλήρης αντίδραση : στο τελικό διάλυμα θα περιέχεται το συζυγές οξύ (HA ή BH⁺) της βάσης (A⁻ ή B) και το διάλυμα θα είναι όξινο (pH < 7)

β) Περίσσεια του ισχυρού οξέος : στο τελικό διάλυμα θα έχουμε ασθενές οξύ (HA ή BH⁺) και ισχυρό οξύ : επίδραση κοινού ιόντος από το ισχυρό οξύ στο ασθενές (pH << 7)

γ) Περίσσεια του ασθενούς βάσης : στο τελικό διάλυμα θα έχουμε την ασθενή βάση και το συζυγές της οξύ (ρυθμιστικό διάλυμα π.χ. NH₃, NH₄⁺ βλ. παρακάτω) : επίδραση κοινού ιόντος στον ιοντισμό της βάσης.

Ανάμιξη με αντίδραση - Πλήρης εξουδετέρωση

33. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA 1,5 M με 500 mL διαλύματος NaOH 0,6 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 3 L.

Να υπολογιστούν στο τελικό διάλυμα :

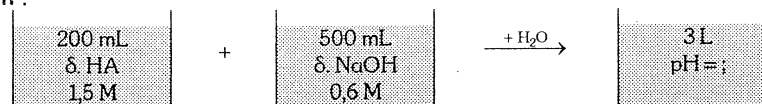
α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των μορίων.

β) Το pH και το pOH.

γ) Ο βαθμός ιοντισμού όποιου ασθενούς οξέος ή βάσης περιέχει.

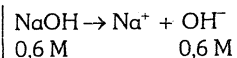
Δίνεται K_a HA = 10⁻⁵.

Λύση :



β) Εύρεση αρ. mol

$$\text{αρ. mol HA} = \frac{200 \cdot 1,5}{1000} = 0,3 \text{ mol,}$$



$$\text{αρ. mol NaOH ή OH}^- = \frac{500 \cdot 0,6}{1000} = 0,3 \text{ mol}$$

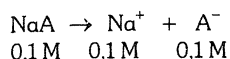
ii) Αντίδραση :

	HA + NaOH → NaA + H ₂ O		
	HA + OH ⁻ → A ⁻ + H ₂ O		
Αρχικά	0,3 mol	0,3 mol	
Αντιδρούν - Παράγονται	-0,3 mol	-0,3 mol	0,3 mol
Τέλος	-	-	0,3 mol

iii) Εύρεση συγκέντρωσης στο τελικό διάλυμα (3 L)

Στα 3 L διαλύματος 0,3 mol NaA ή A⁻
 1 L x; x = 0,1 M NaA ή A⁻ που είναι ασθενής βάση

iv) Διάσταση - Ιοντισμός στο τελικό διάλυμα - Εύρεση pH



Αντίδραση Ιοντισμού	A ⁻ + H ₂ O ⇌ HA + OH ⁻		
Χημική Ισορροπία	0,1-x M	x M	x M

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \quad (\text{ισχύει } K_b/C < 10^{-2})$$

$$K_b = \frac{x^2}{0,1-x} \quad \text{και με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 0,1 \cdot 10^{-9} \Rightarrow x = 10^{-5}$$

$$\text{α) } [\text{HA}] = 10^{-5} \text{ M} \quad [\text{Na}^+] = 0,1 \text{ M} \quad [\text{A}^-] = 0,1 - x \approx 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ M}$$

$$\text{β) } \text{pOH} = -\log 10^{-5} \Rightarrow \text{pOH} = 5 \quad \text{και } \text{pH} = 14 - 5 = 9.$$

γ) Στο διάλυμα περιέχεται η ασθενής βάση κατά Bronsted-Lowry A⁻ που έχει

$$\text{βαθμό ιοντισμού } \alpha = \frac{x}{C} = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4} \quad \text{ή } \alpha\% = 10^{-2}\%$$

Ανάμιξη με αντίδραση - Πλήρης εξουδετέρωση

34. ΑΣΚΗΣΗ 3.3.46. ΣΧΟΛ. Σε 1 L διαλύματος ασθενούς μονοβασικού οξέος περιέχεται 1 mol του οξέος HA.

α) Να βρεθεί ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο παραπάνω διάλυμα.

$$\text{Δίνεται } K_a = 10^{-6}.$$

β) Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε 1 mol KOH χωρίς να μεταβληθούν ο όγκος και οι συνθήκες του διαλύματος. Να βρεθεί το pH του νέου διαλύματος.

$$\text{Δίνεται } K_w = 10^{-14}.$$

(ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 1984)

Λύση :

α) Η συγκέντρωση του οξέος είναι 1 M και ιοντίζεται:

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺		
Χημική Ισορροπία	1-x M	x M	x M

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} \quad \text{και με προσέγγιση } K_a = x^2 \Rightarrow x = 10^{-3} \quad \text{και } \alpha = \frac{x}{1} = 10^{-3}$$

β)

1 L 1 mol HA	+ 1 mol KOH	→	1 L pH = ;
-----------------	-------------	---	---------------

Έχουμε αντίδραση μεταξύ του HA και του KOH

i) Εύρεση mol : 1 mol HA και 1 mol KOH

ii) Αντίδραση :

	HA + KOH → KA + H ₂ O		
	HA + OH ⁻ → A ⁻ + H ₂ O		
Αρχικά	1 mol	1 mol	-
Αντιδρούν - Παράγονται	-1 mol	-1 mol	+1 mol
Τέλος	-	-	1 mol

iii) Εύρεση συγκέντρωσης : Σε 1 L διαλύματος περιέχεται 1 mol KA → KA : C = 1 M.

iv) Διάσταση του KA : KA → K⁺ + A⁻

1 M	1 M
-----	-----

Αντίδραση Ιοντισμού του A⁻

	A ⁻ + H ₂ O ⇌ HA + OH ⁻		
Χημική Ισορροπία	1-y M	y M	y M

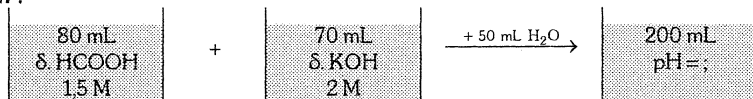
$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \quad K_b = \frac{y^2}{1-y} \quad \text{και με προσέγγιση } K_b = y^2 \Rightarrow y = 10^{-4}$$

$$\text{δηλ. } [\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 4 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 4 = 10.$$

Ανάμιξη με αντίδραση - Περίσσεια ισχυρής βάσης

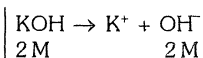
35. Αναμιγνύουμε 80 mL διαλύματος HCOOH 1,5 M με 70 mL διαλύματος KOH 2 M και προσθέτουμε 50 mL νερού. Να βρεθεί το pH του τελικού διαλύματος. Δίνεται $K_a \text{HCOOH} = 10^{-4}$.

Λύση :



i) Εύρεση αρ. mol

$$\text{αρ. mol HCOOH} = \frac{80 \cdot 1,5}{1000} = 0,12 \text{ mol}$$



$$\text{αρ. mol KOH ή OH}^- = \frac{70 \cdot 2}{1000} = 0,14 \text{ mol}$$

ii) Αντίδραση :

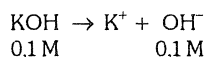
	HCOOH + KOH → HCOOK + H ₂ O	
	HCOOH + OH ⁻ → HCOO ⁻ + H ₂ O	
Αρχικά	0,12 mol 0,14 mol	-
Αντιδρούν - Παράγονται	- 0,12 mol - 0,12 mol	0,12 mol
Τέλος	-	0,02 mol 0,12 mol

iii) Εύρεση συγκέντρωσης στο τελικό διάλυμα (200 mL)

Στα 200 mL διαλύματος περιεχ. 0,12 mol HCOOK ή HCOO⁻ 0,02 mol KOH ή OH⁻
1000 mL C₁; C₂;

$$\text{HCOOK ή HCOO}^- : C_1 = \frac{0,12 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,6 \text{ M}, \quad \text{KOH ή OH}^- : C_2 = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ M}$$

iv) Διάσταση - Ιοντισμός - Εύρεση pH



Αντίδραση Ιοντισμού	HCOO ⁻ + H ₂ O ⇌ HCOOH + OH ⁻		
Αρχικά	0,6 M	-	0,1 M
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	0,6 - x M	x M	0,1 + x M

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} \quad (\text{ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

$$K_b = \frac{x(0,1+x)}{0,6-x} \quad \text{και με προσέγγιση } K_b = \frac{x \cdot 0,1}{0,6} \Rightarrow x = 6 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{OH}^-] = 0,1 + 6 \cdot 10^{-10} \approx 0,1 \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-1} \Rightarrow \text{pOH} = 1 \quad \text{και } \text{pH} = 14 - 1 = 13,$$

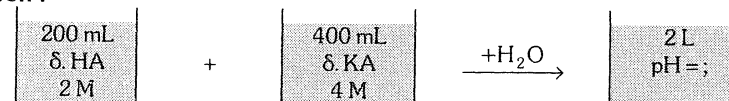
δηλαδή μόνον από την ισχυρή βάση.

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Ανάμιξη χωρίς αντίδραση - Ρυθμιστικό διάλυμα

36. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA 2 M με 400 mL διαλύματος άλατος του ασθενούς οξέος με κάλιο KA 4 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 2 L. Να βρεθεί το pH του διαλύματος. Δίνεται $K_a \text{HA} = 4 \cdot 10^{-6}$.

Λύση :

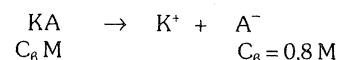


i) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα :

$$\text{HA} : 200 \text{ mL} \cdot 2 \text{ M} = 2000 \text{ mL} \cdot C_{\text{οξ}} \Rightarrow C_{\text{οξ}} = 0,2 \text{ M}$$

$$\text{KA} : 400 \text{ mL} \cdot 4 \text{ M} = 2000 \text{ mL} \cdot C_{\text{β}} \Rightarrow C_{\text{β}} = 0,8 \text{ M}$$

ii) Διάσταση - Ιοντισμός στο τελικό διάλυμα και εύρεση pH



Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ H ₃ O ⁺ + A ⁻		
Αρχικά	0,2 M	-	0,8 M
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	0,2 - x M	x M	0,8 + x M

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{(C_{\text{β}} + x)x}{C_{\text{οξ}} - x} \approx \frac{C_{\text{β}}[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_{\text{οξ}}} = 4 \cdot 10^{-6} \Rightarrow$$

$$(\text{ισχύει } K_a / C_{\text{οξ}} < 10^{-2} \text{ και } K_b / C_{\text{β}} < 10^{-2} \rightarrow x \ll C_{\text{οξ}}, C_{\text{β}})$$

$$\text{Άρα θα έχουμε: } K_a = \frac{C_{\text{β}}[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow \boxed{[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{β}}}} \quad \text{Εξίσωση Henderson}$$

$$\Rightarrow \frac{0,8[\text{H}_3\text{O}^+]}{0,2} = 4 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \Rightarrow \text{pH} = 6.$$

$$\text{με λογαρίθμηση: } \log [\text{H}_3\text{O}^+] = \log K_a + \log \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{β}}} \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log K_a - \log \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{β}}} \Rightarrow$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\text{β}}}{C_{\text{οξ}}} \quad (1) \text{ Εξίσωση Henderson - Hasselbalch}$$

Ειλικρινά δεν καταλάβαμε τι χρειάζονται τη λογαρίθμηση οι μαθητές ;

$$\text{Εδώ λοιπόν θα ισχύει: } \text{pH} = -\log 4 \cdot 10^{-6} + \log \frac{0,8}{0,2} = 6 - \log 4 + \log 4 \Rightarrow \text{pH} = 6$$

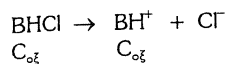
☞ Αντίστοιχα για το pOH ισχύει αλλά συνήθως χρησιμοποιούμε την σχέση (1)

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{β}}} \quad (2)$$

III) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (1,5 L)

Στα 200 mL διαλύματος περιεχ. 0,025 mol B 0,025 mol BHCl ή BH⁺
1000 mL ; C_β = 0,125 M ; C_{οξ} = 0,125 M

IV) Διάσταση – Ιοντισμός – Εύρεση pH (Ρυθμιστικό διάλυμα):



Αντίδραση Ιοντισμού	B + H ₂ O ⇌ BH ⁺ + OH ⁻
Αρχικά	C _β M C _{οξ} M -
Ιοντίζονται – Παράγονται	- x M + x M + x M
Χημική Ισορροπία	C _β - x M C _{οξ} + x M x M

$$K_b = \frac{(C_{οξ} + x)x}{C_{β} - x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{C_{οξ} \cdot x}{C_{β}} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{0,125[\text{OH}^-]}{0,125} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-6} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-6} \Rightarrow \text{pOH} = 6 \Rightarrow \text{pH} = 8 \quad (\text{Ισχύει } K_b/C < 10^{-2})$$

Λύση με την εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$\text{p}K_b = -\log K_b = -\log 10^{-6} = 6 \Rightarrow \text{p}K_a = 14 - \text{p}K_b = 14 - 6 = 8$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{β}}{C_{οξ}} \Rightarrow \text{pH} = 8 + \log \frac{0,125}{0,125} \Rightarrow \text{pH} = 8 + \log 1 \Rightarrow \text{pH} = 8$$

(Ισχύει K_a/C_{οξ} < 10⁻² και K_b/C_β < 10⁻²)

Ανάμιξη με αντίδραση – Ρυθμιστικό διάλυμα

39. Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα Α και Β σε θερμοκρασία 25°C. Το διάλυμα Α έχει όγκο 500 mL και συγκέντρωση 0,1 M σε NaOH. Το διάλυμα Β έχει όγκο 1000 mL, περιέχει ασθενές οξύ HA και εμφανίζει pH = 3. Τα διαλύματα Α και Β αναμιγνύονται, οπότε προκύπτει διάλυμα Γ.

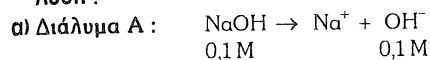
α) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Α και η συγκέντρωση (mol/L) του διαλύματος Β.

β) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Γ.

Δίνονται K_a (HA) = 10⁻⁵ και K_w = 10⁻¹⁴.

(Πανελλαδικές Εξετάσεις 1994)

Λύση:



$$[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 1 \Rightarrow \text{pH} = 13$$

Διάλυμα Β: pH = 3 ⇒ [H₃O⁺] = 10⁻³ M

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺
Χημική Ισορροπία	C - x M x M x M

$$K_a = \frac{x^2}{C-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{C} \text{ με } x = 10^{-3} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{10^{-6}}{C} \Rightarrow C = 0,1 \text{ M}$$

(Ισχύει K_a/C < 10⁻²)

β) Ανάμιξη με αντίδραση

δ. Β 500 mL δ. NaOH 0,1 M	+	δ. Α 1000 mL δ. HA 0,1 M	→	1500 mL δ. Γ pH = ;
---------------------------------	---	--------------------------------	---	---------------------------

I) Εύρεση mol :

αρ. mol NaOH ή OH⁻ = 0,1 M · 0,5 L = 0,05 mol και αρ. mol HA = 0,1 M · 1 L = 0,1 mol

II) Αντίδραση :

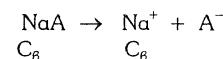
	HA + NaOH → NaA + H ₂ O	HA + OH ⁻ → A ⁻ + H ₂ O
Αρχικά	0,1 mol 0,05 mol -	
Αντιδρούν – Παράγονται	- 0,05 mol - 0,05 mol + 0,05 mol	
Τέλος	0,05 mol - 0,05 mol	

III) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (1,5 L)

Στα 1,5 L διαλύματος περιεχ. 0,05 mol HA 0,05 mol NaA ή A⁻
1 L C_{οξ} ; C_β ;

$$\text{HA} : C_{οξ} = \frac{0,05}{1,5} = \frac{1}{30} \text{ M}, \quad \text{NaA ή A}^- : C_{β} = \frac{0,05}{1,5} = \frac{1}{30} \text{ M}$$

IV) Διάσταση – Ιοντισμός – Εύρεση pH (Ρυθμιστικό διάλυμα):



Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺
Αρχικά	C _{οξ} M C _β M -
Ιοντίζονται – Παράγονται	- y M + y M + y M
Χημική Ισορροπία	C _{οξ} - y M C _β + y M y M

$$K_a = \frac{(C_{β} + y)y}{C_{οξ} - y} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{C_{β} \cdot y}{C_{οξ}} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{1/30 \cdot y}{1/30} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 5 \quad (\text{Ισχύει } K_a/C < 10^{-2})$$

Λύση με την εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{β}}{C_{οξ}} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log \frac{1/30}{1/30} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log 1 \Rightarrow \text{pH} = 5$$

(Ισχύει K_a/C_{οξ} < 10⁻² και K_b/C_β < 10⁻²)

Δύο ρυθμιστικά μαζί με πολλές επιδράσεις κοινού ιόντος

40. 1 mol NaOH αντιδρά πλήρως με 1 L υδατικού διαλύματος που περιέχει 1 mol του οξέος HA και 1 mol ενός άλλου οξέος HB, οπότε εξουδετερώνεται το 25% της ποσότητας του οξέος HA και το 75% της ποσότητας του οξέος HB.

α) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου του διαλύματος που προκύπτει.

β) Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού του οξέος HB.

Δίνεται η σταθερά ιοντισμού του οξέος HA, $K_1 = 10^{-5}$.

Να θεωρήσετε ότι ο όγκος του διαλύματος των ασθενών οξέων δεν μεταβάλλεται με την προσθήκη του NaOH.

(Πανελλαδικές Εξετάσεις 1998)

Λύση :

Έχουμε τις εξής αντιδράσεις :

	HA + NaOH → NaA + H ₂ O			HB + NaOH → NaB + H ₂ O		
	HA + OH ⁻ → A ⁻ + H ₂ O			HB + OH ⁻ → B ⁻ + H ₂ O		
Αρχικά	1 mol	0,25	-	Αρχικά	1 mol	0,75
Αντ. - Παρ.	- 0,25	- 0,25	+ 0,25 mol	Αντ. - Παρ.	- 0,75	- 0,75
Τέλος	0,75	-	0,25 mol	Τέλος	0,25	-

Οι συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα (1 L) θα είναι :

HA : 0,75 M, NaA ή A⁻ : 0,25 M, HB : 0,25 M, NaB ή B⁻ : 0,75 M

Διαστάσεις - Αντιδράσεις Ιοντισμού



Έχουμε πολλές **επιδράσεις κοινού ιόντος**.

- Των ιόντων H₃O⁺ ανάμεσα στα ασθενή οξέα HA, HB.
- Των ιόντων A⁻ στο ρυθμιστικό διάλυμα HA, A⁻ (ή NaA)
- Των ιόντων B⁻ στο ρυθμιστικό διάλυμα HB, B⁻ (ή NaB)

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	0,75 M	0,25 M	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	0,75 - x M	0,25 + x M	x M

Αντίδραση Ιοντισμού	HB + H ₂ O ⇌ B ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	0,25 M	0,75 M	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- y M	+ y M	+ y M
Χημική Ισορροπία	0,25 - y M	0,75 + y M	y M

Η συνολική [H₃O⁺] θα είναι : x + y

$$K_1 = \frac{(x+y)(0,25+x)}{0,75-x} \text{ και με προσέγγιση } 10^{-5} = \frac{(x+y)0,25}{0,75} \Rightarrow x+y = 3 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{δηλ. } [H_3O^+] = 3 \cdot 10^{-5}$$

$$K_2 = \frac{(x+y)(0,75+y)}{0,25-y} \text{ και με προσέγγιση } K_2 = \frac{3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,75}{0,25} \Rightarrow K_2 = 9 \cdot 10^{-5}$$

(Ισχύει $K_1/C < 10^{-2}$ και $K_2/C < 10^{-2}$)

"Αραινά" του ρυθμιστικού διαλύματος

Δηλαδή πώς ένα ρυθμιστικό διάλυμα διατηρεί το pH πρακτικά σταθερό όταν το αραιώσουμε με νερό ή όταν προσθέσουμε λίγο ισχυρό οξύ ή λίγο ισχυρή βάση.

41. Διαθέτουμε 0,5 L διαλύματος ασθενούς οξέος HA 0,6 M και του άλατός του με νάτριο NaA 0,6 M. $K_a \text{ HA} = 10^{-5}$.

α) Ποιο θα είναι το pH, του διαλύματος αυτού :

Λύση : Το NaA διάσταται : $\text{NaA} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{A}^-$

Έστω C_{οξ} η συγκέντρωση του HA και C_β η συγκέντρωση του A⁻

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	C _{οξ} M	C _β M	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	C _{οξ} - x M	C _β + x M	x M

$$K_a = \frac{(C_\beta + x)x}{C_{\text{οξ}} - x} \text{ . Επειδή } K_a / C_{\text{οξ}} < 10^{-2} \text{ και } K_b / C_\beta < 10^{-2} \text{ , τότε } C_\beta + x \approx C_\beta \text{ και } C_{\text{οξ}} - x \approx C_{\text{οξ}}$$

Λύση με την εξίσωση Henderson - Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log \frac{0,6}{0,6} \Rightarrow \text{pH} = 5$$

β) Ποιο θα είναι το pH, αν αραιώσουμε με νερό το διάλυμα μέχρι το 1 L :

V ₁ = 0,5 L δ. HA 0,6 M NaA 0,6 M	+H ₂ O →	V ₂ = 1 L δ. HA 0,3 M NaA 0,3 M
--	---------------------	--

Αραιώσεις :

$$\text{HA} : C_{\text{οξ}} \cdot V_1 = C_{\text{οξ}}' \cdot V_2 \Rightarrow C_{\text{οξ}}' = C_{\text{οξ}}/2 = 0,3 \text{ M}$$

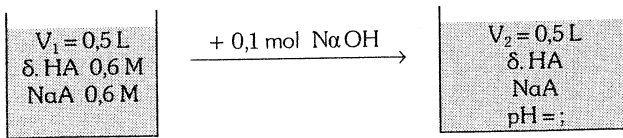
$$\text{NaA ή A}^- : C_\beta \cdot V_1 = C_\beta' \cdot V_2 \Rightarrow C_\beta' = C_\beta/2 = 0,3 \text{ M}$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση Henderson - Hasselbalch :

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log \frac{0,3}{0,3} \Rightarrow \text{pH} = 5 \text{ (Ισχύει } K_a/C_{\text{οξ}} < 10^{-2} \text{ και } K_b/C_\beta < 10^{-2})$$

Παρατηρούμε ότι το pH του ρυθμιστικού διαλύματος με την αραιώση παραμένει αμετάβλητο.

γ) Ποιο θα είναι το pH, αν προσθέσουμε στο αρχικό διάλυμα 0,1 mol NaOH ; Δεν έχουμε μεταβολή όγκου. Δίνεται $\log 2 = 0,3$.



Το HA "μετατρέπεται" τα OH^- σε A^- και έχουμε πάλι ρυθμιστικό διάλυμα $\text{HA} - \text{A}^-$.

i) Εύρεση mol

$$\text{HA} : 0,6 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,3 \text{ mol}, \quad \text{A}^- : 0,6 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,3 \text{ mol}, \quad \text{NaOH} \text{ ή } \text{OH}^- : 0,1 \text{ mol}$$

ii) Αντίδραση :

	$\text{HA} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaA} + \text{H}_2\text{O}$		
	$\text{HA} + \text{OH}^- \rightarrow \text{A}^- + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	0,3 mol	0,1 mol	0,3 mol
Αντιδρούν - Παράγονται	-0,1 mol	-0,1 mol	+0,1 mol
Τέλος	0,2 mol	-	0,4 mol

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα :

Στα 0,5 L διαλύματος περιεχ.	0,2 mol HA	0,4 mol NaA
1 L	$C_{\alpha\xi}$;	C_{β} ;

$$\text{HA} : C_{\alpha\xi} = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 \text{ M}, \quad \text{NaA ή } \text{A}^- : C_{\beta} = \frac{0,4}{0,5} = 0,8 \text{ M}$$

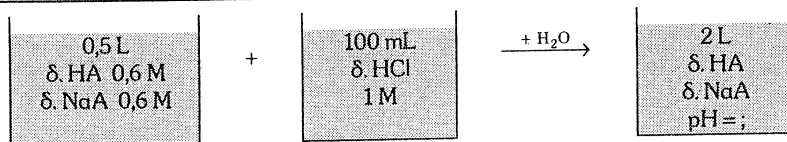
iv) Εύρεση pH - Ρυθμιστικό διάλυμα $\text{HA} - \text{A}^-$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση Henderson - Hasselbalch :

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log \frac{0,8}{0,4} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log 2 \Rightarrow \text{pH} = 5,3$$

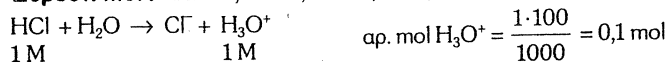
☞ Παρατηρούμε ότι ενώ το NaOH "μόνο" του θα έδινε $\text{pH} \approx 13$, τώρα το pH μένει πρακτικά σταθερό.

δ) Ποιο θα είναι το pH, αν προσθέσουμε στο αρχικό διάλυμα 100 mL διαλύματος HCl 1 M και αραιώσουμε με H_2O μέχρι τελικού όγκου 2 L ; Δίνεται $\log 2 = 0,3$.



Αντίστοιχα το A^- "μετατρέπεται" τα H_3O^+ σε HA

i) Εύρεση mol : $\text{HA} : 0,6 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,3 \text{ mol}, \quad \text{A}^- : 0,6 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,3 \text{ mol}$



ii) Αντίδραση :

	$\text{NaA} + \text{HCl} \rightarrow \text{HA} + \text{NaCl}$		
	$\text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{HA} + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	0,3 mol	0,1 mol	+0,3 mol
Αντιδρούν - Παράγονται	-0,1 mol	-0,1 mol	+0,1 mol
Τέλος	0,2 mol	-	0,4 mol

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα :

Στα 2 L διαλύματος περιεχ.	0,4 mol HA	0,2 mol NaA
1 L	$C_{\alpha\xi}$;	C_{β} ;

$$\text{HA} : C_{\alpha\xi} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ M}, \quad \text{NaA ή } \text{A}^- : C_{\beta} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ M}$$

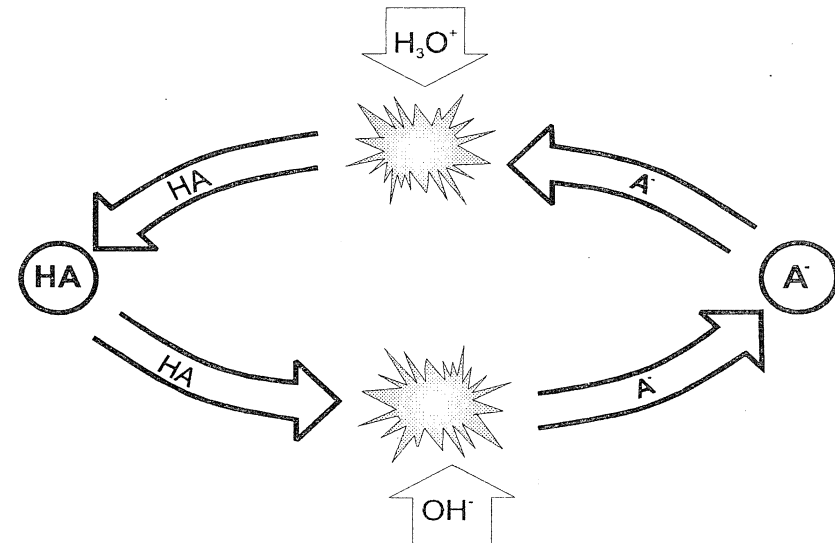
iv) Εύρεση pH - Ρυθμιστικό διάλυμα $\text{HA} - \text{A}^-$:

Εφαρμόζοντας την εξίσωση Henderson - Hasselbalch :

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log \frac{0,1}{0,2} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log \frac{1}{2} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log 1 - \log 2 \Rightarrow \text{pH} = 4,7$$

☞ Παρατηρούμε ότι ενώ το HCl "μόνο" του θα έδινε $\text{pH} \approx 1$, τώρα το pH μένει πρακτικά σταθερό.

Σχηματικά η δράση ενός ρυθμιστικού διαλύματος $\text{HA} - \text{A}^-$ δίνεται από το παρακάτω σχήμα :



Ρυθμιστικό διάλυμα και μεταβολή στο pH

42. Σε 500 mL ρυθμιστικού διαλύματος NH_3 2 M / NH_4^+ (NH_4Cl) 2 M προσθέτουμε ορισμένη ποσότητα HCl χωρίς μεταβολή του όγκου και προκύπτει πάλι ρυθμιστικό διάλυμα, ενώ το pH έχει μεταβληθεί κατά μία (1) μονάδα. Ποια ποσότητα HCl προστέθηκε; Για την NH_3 : $pK_b = 5$.

Λύση: $pK_a = 14 - pK_b = 14 - 5 = 9$

Για το αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα χρησιμοποιούμε τη σχέση Henderson - Hasselbalch

$$pH_1 = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow pH_1 = 9 + \log \frac{2}{2} \Rightarrow pH_1 = 9$$

Επειδή προσθέτουμε H_3O^+ , το pH θα ελαττωθεί, άρα $pH_2 = pH_1 - 1 = 8$ και $pOH_2 = 6$,

οπότε $[\text{OH}]_2 = 10^{-6}$.

Με τα H_3O^+ από το HCl θα αντιδράσει η βάση που υπάρχει στο ρυθμιστικό διάλυμα, δηλαδή η

$$\text{NH}_3. \text{ Έστω ότι προσθέτουμε } \omega \text{ mol } \text{H}_3\text{O}^+ \text{ αρχικά mol } \text{NH}_3 = \frac{2 \cdot 500}{1000} = 1 \text{ mol και } \text{NH}_4^+ : 1 \text{ mol.}$$

	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$		
	$\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	1 mol	+ ω mol	1 mol
Αντιδρούν - Παράγονται	- ω mol	- ω mol	+ ω mol
Τέλος	1 - ω mol	-	1 + ω mol

Οι νέες συγκεντρώσεις θα είναι:

$$\text{Στα 500 mL διαλύματος περιεχ. } 1 - \omega \text{ mol } \text{NH}_3 \quad 1 + \omega \text{ mol } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ ή } \text{NH}_4^+ \\ 1000 \text{ mL} \quad C_{\alpha\xi}; \quad C_\beta;$$

$$\text{NH}_3 : C_\beta = \frac{1 - \omega}{0,5} \text{ M,} \quad \text{NH}_4\text{Cl} \text{ ή } \text{NH}_4^+ : C_{\alpha\xi} = \frac{1 + \omega}{0,5} \text{ M}$$

$$\text{Από την εξίσωση Henderson: } [\text{OH}] = K_b \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow 10^{-6} = 10^{-5} \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow$$

$$C_{\alpha\xi} = 10 C_\beta \Rightarrow \frac{1 + \omega}{0,5} = 10 \frac{(1 - \omega)}{0,5} \Rightarrow 1 + \omega = 10 - 10\omega \Rightarrow \omega = \frac{9}{11} \text{ mol.}$$

Λίγη στοιχειομετρία - Ρυθμιστικό - Ασθενές οξύ NH_4^+

43. 0,672 L αερίου χλωρίου (Cl_2) που μετρήθηκαν σε πρότυπες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (stp), διαβιβάζονται σε υδατικό διάλυμα, το οποίο περιέχει 2,38 g αμμωνίας (NH_3) και έχει όγκο 40 mL. Μετά το τέλος της αντίδρασης:



η οποία είναι ποσοτική (απόδοση 100%), δεν παρατηρείται μεταβολή στον όγκο του διαλύματος.

α) Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος.

β) Στο τελικό διάλυμα προστίθενται 0,06 mol HCl και το διάλυμα αραιώνεται μέχρι τελικού όγκου 1200 mL. Ποιο θα είναι το pH του νέου διαλύματος;

Δίνονται: Η σταθερά ιοντισμού της αμμωνίας $K_b = 10^{-5}$ και η σταθερά του γινομένου των συγκεντρώσεων των ιόντων του νερού $K_w = 10^{-14}$.

(Πανελλαδικές Εξετάσεις 1997)

Λύση:

$$\alpha) \text{ Τα mol του } \text{Cl}_2 \text{ είναι } \frac{0,672}{22,4} = 0,03 \text{ mol και τα mol της } \text{NH}_3 \text{ είναι } \frac{2,38}{17} = 0,14 \text{ mol.}$$

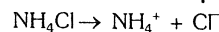
Γίνεται η αντίδραση:

Αντίδραση Ιοντισμού	8NH_3	+ 3Cl_2	\rightarrow	N_2	+ $6\text{NH}_4\text{Cl}$
Αρχικά	0,14 mol	0,03 mol		-	-
Αντιδρούν - Παράγονται	- 0,08 mol	- 0,03 mol		0,01 mol	0,06 mol
Τέλος	0,06 mol	-		0,01 mol	0,06 mol

Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (40 mL):

$$\text{NH}_3 : C_\beta = \frac{0,06}{0,04} = 1,5 \text{ M και } \text{NH}_4\text{Cl} = \frac{0,06}{0,04} = 1,5 \text{ M και} \quad (\text{Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό})$$

Διάσπαση - Ιοντισμός NH_3 :



$$1,5 \text{ M} \quad C_{\alpha\xi} = 1,5 \text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
Αρχικά	1,5 M
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M
Χημική Ισορροπία	1,5 - x M

$$K_b = \frac{(1,5 + x)x}{1,5 - x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{1,5 \cdot x}{1,5} \Rightarrow x = 10^{-5} \Rightarrow [\text{OH}] = 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pOH = 5 \text{ και } \mathbf{pH = 9}$$

(Ισχύει $K_b / C < 10^{-2}$)

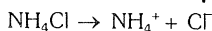
β) Το HCl (H_3O^+) που προσθέτουμε αντιδρά με την NH_3 :

$$\text{αρ. mol } \text{NH}_3 = 0,06 \text{ mol, αρ. mol HCl ή } \text{H}_3\text{O}^+ = 0,06 \text{ mol}$$

	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$		
	$\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	0,06 mol	0,06 mol	0,06 mol
Αντιδρούν - Παράγονται	- 0,06 mol	- 0,06 mol	+ 0,06 mol
Τέλος	-	-	0,12 mol

$$\text{Στο τελικό διάλυμα (1,2 L) περιέχεται μόνο } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ με συγκεντρωσ. } C = \frac{0,12}{1,2} = 0,1 \text{ M}$$

Διάσπαση - Ιοντισμός



$$0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
Χημική Ισορροπία	0,1 - y M

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

$$K_a = \frac{y^2}{0,1 - y} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{y^2}{0,1} \Rightarrow y = 10^{-5} \text{ δηλ. } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M και } \mathbf{pH = 5.}$$

ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ και ΚΑΜΠΥΛΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗΣ

44. Ένα διάλυμα CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 10^{-5}$) ογκομετρείται με διάλυμα NaOH 0,1 M. Υπολογίστε το pH του διαλύματος, όταν σε 50 mL του διαλύματος CH_3COOH προσθέτουμε τους παρακάτω όγκους διαλύματος NaOH :

α) 0 mL, β) 10 mL, γ) 20 mL, δ) 25 mL, ε) 30 mL,
 στ) 40 mL, ζ) 45 mL, η) 47 mL, θ) 49 mL, ι) 50 mL,
 ια) 51 mL, ιβ) 53 mL, ιγ) 55 mL, ιδ) 60 mL, ιε) 70 mL.

Επίσης, να κατασκευαστεί διάγραμμα που να δείχνει τη μεταβολή του pH σε συνάρτηση με τον όγκο (σε mL) του διαλύματος NaOH που προσθέτουμε.

Λύση :

α) Μόνο του το CH_3COOH : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 3$

β) αρ. mol $\text{CH}_3\text{COOH} = 5 \cdot 10^{-3}$, αρ. mol $\text{OH}^- = 10^{-3}$

σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH : $C_{\alpha\beta} = 0,04 \text{ M}$, CH_3COO^- : $C_{\beta} = 0,01 \text{ M}$

και $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\alpha\beta}}{C_{\beta}} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\beta}} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log \frac{0,01}{0,04} \Rightarrow \text{pH} = 4,4$.

Συνεχίζοντας με τον ίδιο τρόπο, κατασκευάζουμε τον επόμενο πίνακα με τον όγκο του διαλύματος NaOH που προστίθεται, την $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα που προκύπτει και το pH του διαλύματος :

Όγκος (σε mL) διαλύματος NaOH που προστίθεται	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	pH
α) 0 mL	10^{-3}	3
β) 10 mL	$4 \cdot 10^{-5}$	4,4
γ) 20 mL	$1,5 \cdot 10^{-5}$	4,82
δ) 25 mL	10^{-5}	5
ε) 30 mL	$6,67 \cdot 10^{-6}$	5,17
στ) 40 mL	$2,5 \cdot 10^{-6}$	5,6
ζ) 45 mL	$1,11 \cdot 10^{-6}$	5,95
η) 47 mL	$6,38 \cdot 10^{-7}$	6,19
θ) 49 mL	$2,04 \cdot 10^{-7}$	6,69
ι) 50 mL	$1,41 \cdot 10^{-9}$	8,85
ια) 51 mL	$1,01 \cdot 10^{-11}$	11
ιβ) 53 mL	$3,43 \cdot 10^{-12}$	11,46
ιγ) 55 mL	$2,1 \cdot 10^{-12}$	11,68
ιδ) 60 mL	$1,1 \cdot 10^{-12}$	11,96
ιε) 70 mL	$6 \cdot 10^{-13}$	12,22

• Και το διάγραμμα θα είναι το εξής :

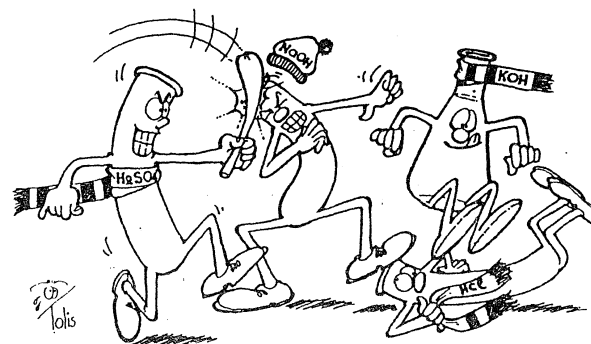
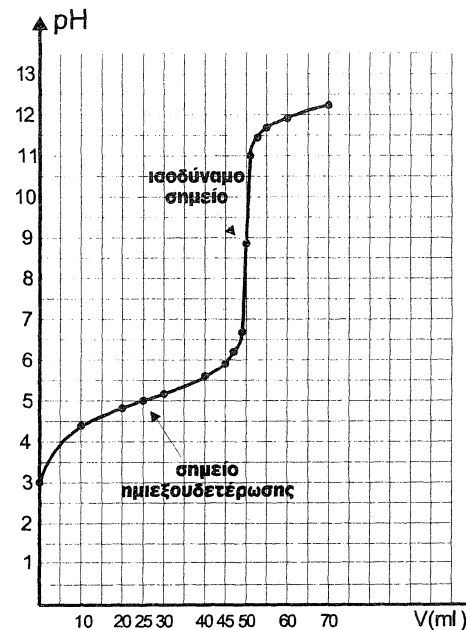
* ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗΣ $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{NaOH}$

• Μέχρι τα 25 mL η καμπύλη στρέφει τα κοίλα προς τα κάτω.

• Στα 25 mL, σημείο ημιεξουδετέρωσης έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα με $C_{\alpha\beta} = C_{\beta}$, οπότε $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a$ (1ο σημείο καμπής)

• Κατόπιν και μέχρι τα 50 mL η καμπύλη στρέφει τα κοίλα προς τα πάνω (συνεχίζουμε να έχουμε διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$).

• Στα 50 mL έχουμε πλήρη εξουδετέρωση (τελικό σημείο) και ιοντισμό του CH_3COO^- (2ο σημείο καμπής). Η αλλαγή του pH είναι απότομη και από τα 50 mL και πέρα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος στον ιοντισμό του CH_3COO^- ($\text{CH}_3\text{COO}^- - \text{NaOH}$).



ΓΙΑ ΦΑΝΑΤΙΚΟΥΣ . . . ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΕΙΣ ΣΤΟ pH

ΑΝ ΞΕΡΟΥΜΕ ΤΟ pH ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΠΡΟΒΛΕΨΟΥΜΕ ΤΙ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΟ ΔΙΑΛΥΜΑ :

Ξεκινώντας με ασθενές οξύ CH_3COOH

45.

2 L
δ. CH_3COOH
0,1 M

Έχουμε 2 L διαλύματος CH_3COOH 0,1 M, με $K_a = 10^{-5}$. Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε κάθε φορά στο αρχικό διάλυμα χωρίς μεταβολή στον όγκο του ώστε το pH να γίνεται :

- α) + ω mol NaOH → στο τελικό διάλυμα pH=13 (χωρίς ΔV)
β) + ψ mol NaOH → στο τελικό διάλυμα pH = 5 (χωρίς ΔV)

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

- > Το CH_3COOH μόνο του δίνει pH = 3
> Αν έχουμε πλήρη αντίδραση το pH=9 θα είναι από την ασθενή βάση CH_3COONa ή CH_3COO^-

Για να ισχύει $3 < \text{pH} < 9 \rightarrow$ ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$
και $9 < \text{pH} \leq 14 \rightarrow$ επίδραση κοινού ιόντος $\text{NaOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$ ή CH_3COO^-

Οπότε : α) Για να έχουμε pH = 13 περισσεύει NaOH → ω = 0,4 mol

- β) Για να έχουμε pH = 5 περισσεύει CH_3COOH και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$ ή $\text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow y = 0,1 \text{ mol}$

Ξεκινώντας με αλάτι CH_3COONa που είναι βάση CH_3COO^- κατά B-L

46.

3 L
δ. CH_3COONa
ή CH_3COO^-
0,1 M

Έχουμε 3 L διαλύματος CH_3COONa 0,1 M με $K_b = 10^{-5}$. Πόσα mol HCl πρέπει να προσθέσουμε κάθε φορά στο αρχικό διάλυμα χωρίς μεταβολή στον όγκο του ώστε το pH να γίνεται :

- α) + ω mol HCl → στο τελικό διάλυμα pH = 1 (χωρίς ΔV)
β) + ψ mol HCl → στο τελικό διάλυμα pH = 7 (χωρίς ΔV)

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :

- > Το διάλυμα CH_3COONa ή CH_3COO^- 0,1 M έχει pH = 9 λόγω του ιοντισμού της ασθενούς βάσης CH_3COO^- (όπως προηγούμενης).
> Με πλήρη αντίδραση προκύπτει CH_3COOH που έχει pH = 3

Οπότε για να ισχύει $3 < \text{pH} < 9$ έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$
και για $0 \leq \text{pH} < 3$ έχουμε επίδραση κοινού ιόντος $\text{HCl} - \text{CH}_3\text{COOH}$

- α) Για να έχουμε pH = 1 περισσεύει HCl → ω = 0,6 mol

- β) Για να έχουμε pH = 7 περισσεύει CH_3COONa και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow y = 2,97 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Έτσι λοιπόν καταλήγουμε στην κλίμακα pH του διαλύματος που θα προκύψει :

0	3	9	14
CH_3COOH HCl	CH_3COOH	CH_3COOH CH_3COONa	CH_3COONa NaOH

Ξεκινώντας από ασθενή βάση NH_3

47.

4 L
δ. NH_3
0,1 M

Έχουμε 4 L διαλύματος NH_3 0,1 M με $K_b = 10^{-5}$. Πόσα mol HCl πρέπει να προσθέσουμε κάθε φορά στο αρχικό διάλυμα χωρίς μεταβολή στον όγκο του ώστε το pH να γίνεται :

- α) + ω mol HCl → στο τελικό διάλυμα pH = 1 (χωρίς ΔV)
β) + ψ mol HCl → στο τελικό διάλυμα pH = 7 (χωρίς ΔV)

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :

- > Η NH_3 μόνη της δίνει pH = 11

- > Αν έχουμε πλήρη αντίδραση προκύπτει NH_4Cl ή NH_4^+ και το pH = 5
Οπότε :

- α) Για να έχουμε pH = 1 περισσεύει HCl :

Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος στο ασθενές οξύ NH_4Cl ή NH_4^+
με HCl → ω = 0,8 mol

- β) Για να έχουμε pH = 7 περισσεύει NH_3 και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$
Ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow y = 0,396 \text{ mol}$

Ξεκινώντας με αλάτι NH_4Cl που είναι οξύ NH_4^+ κατά B-L

48.

5 L
δ. NH_4Cl
0,1 M

Έχουμε 5 L διαλύματος NH_4Cl ή NH_4^+ 0,1 M με $K_b = 10^{-5}$. Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε κάθε φορά στο αρχικό διάλυμα χωρίς μεταβολή στον όγκο του ώστε το pH να γίνεται :

- α) + ω mol NaOH → στο τελικό διάλυμα pH = 13 (χωρίς ΔV)
β) + ψ mol NaOH → στο τελικό διάλυμα pH = 9 (χωρίς ΔV)

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :

- > Το διάλυμα NH_4Cl 0,1 M έχει pH = 5
> Με πλήρη αντίδραση προκύπτει διάλυμα NH_3 0,1 M έχει pH = 11
α) Για να έχουμε pH = 13 περισσεύει NaOH :
Επίδραση κοινού ιόντος στην διάσταση NH_3 με NaOH → ω = 1 mol
β) Για να έχουμε pH = 9 περισσεύει NH_4Cl και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα
Ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow y = 0,25 \text{ mol}$

Οι περιοχές του pH με τα προηγούμενα διαλύματα είναι :

0	5	11	14
NH_4Cl HCl	NH_4Cl	NH_3 NH_4Cl	NH_3 NaOH

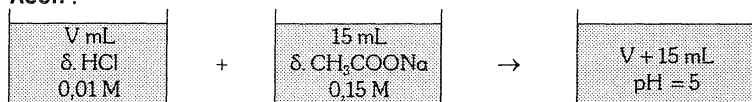
Ποια διαλύματα έχουν pH = 7 ;

- απεσταγμένο νερό
- διαλύματα αλάτων που έχουν προέλθει από ισχυρά οξέα και βάσεις
- διαλύματα αλάτων που έχουν προέλθει από ασθενή οξέα και ασθενείς βάσεις και $K_a = K_b$
- τα ρυθμιστικά διαλύματα

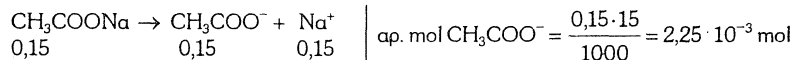
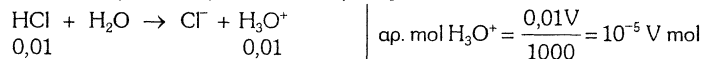
49. Πόσα mL διαλύματος HCl 0,01 M πρέπει να προσθέσουμε σε 15 mL διαλύματος CH_3COONa 0,15 M για να προκύψει διάλυμα με pH=5.
Δίνεται $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $\theta = 25^\circ\text{C}$.

Ολυμπιάδα Χημείας 1984

Λύση :

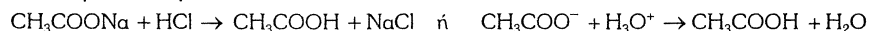


Έστω ότι προσθέτουμε V mL διαλύματος HCl



ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

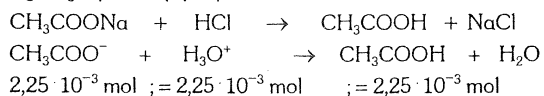
Η αντίδραση που γίνεται είναι :



Διακρίνουμε τρεις (3) περιπτώσεις :

- α)** Πλήρης αντίδραση : στο τελικό διάλυμα περιέχεται CH_3COOH , το οποίο θα μπορούσε να είχε pH=5.
- β)** Περίσσεια HCl ή H_3O^+ : στο τελικό διάλυμα περιέχονται CH_3COOH , HCl
- γ)** Περίσσεια CH_3COONa ή CH_3COO^- : στο τελικό διάλυμα περιέχονται CH_3COOH - CH_3COONa ή CH_3COO^- (ρυθμιστικό διάλυμα)

Εξετάζουμε την (α) περίπτωση :



$$\text{Αρα: } 10^{-5} V = 2,25 \cdot 10^{-3} \Rightarrow V = 225 \text{ mL,}$$

οπότε το τελικό διάλυμα θα έχει όγκο $V_{\text{τελ}} = 225 + 15 = 240 \text{ mL}$

και η συγκέντρωση του CH_3COOH θα ήταν :

$$C = \frac{n}{V} = \frac{2,25 \cdot 10^{-3}}{240 \cdot 10^{-3}} \text{ M} \Rightarrow C = 9,375 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	C M		
Ιοντίζονται - παράγονται	-x M	+x M	+x M
Ιοντική Ισορροπία	C-x M	x M	x M

$$K_a = \frac{x^2}{C-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C} \Rightarrow x = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 9,375 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ και } \text{pH} = -\log 4,1 \cdot 10^{-4} = 3,39 < 5 \text{ ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ.}$$

Άρα, λοιπόν αποκλείεται και η περίπτωση (β), επειδή θα είχαμε ακόμα μικρότερο pH.

Δηλαδή, έχουμε περίσσεια CH_3COO^- :

	CH_3COONa	+	HCl	→	CH_3COOH	+	NaCl
	CH_3COO^-	+	H_3O^+	→	CH_3COOH	+	H_2O
Αρχικά	$2,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$10^{-5} V \text{ mol}$				
Αντιδρούν - παράγονται	$-10^{-5} V \text{ mol}$		$-10^{-5} V \text{ mol}$		$10^{-5} V \text{ mol}$		
Τέλος	$2,25 \cdot 10^{-3} - 10^{-5} V \text{ mol}$				$10^{-5} V \text{ mol}$		

Συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα (15 + V mL) :

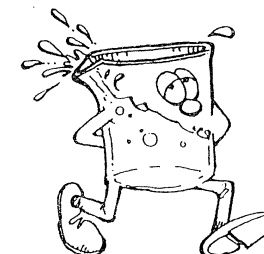
$$\text{CH}_3\text{COO}^- : C_{\beta} = \frac{2,25 \cdot 10^{-3} - 10^{-5} V}{(15 + V) 10^{-3}}, \quad \text{CH}_3\text{COOH} : C_{\alpha} = \frac{10^{-5} V}{(15 + V) 10^{-3}}$$

Χρησιμοποιούμε την εξίσωση Henderson για τα ρυθμιστικά διαλύματα :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha}} \Rightarrow 10^{-5} = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha}} \Rightarrow C_{\beta} = 1,8 C_{\alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2,25 \cdot 10^{-3} - 10^{-5} V}{(15 + V) 10^{-3}} = 1,8 \frac{10^{-5} V}{(15 + V) 10^{-3}} \Rightarrow$$

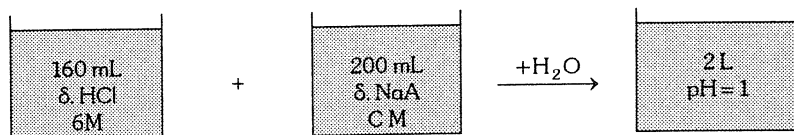
$$\Rightarrow V = 80,36 \text{ mL}$$



👉 ΠΡΟΣΟΧΗ : Πολύ μικρά και μεγάλα pH προκύπτουν μόνο από ισχυρά οξέα και ισχυρές βάσεις

50. Αναμιγνύουμε 160 mL διαλύματος HCl 5 M με 200 mL διαλύματος άλατος με νάτριο ασθενούς μονοβασικού οξέος NaA με συγκέντρωση C M. Ποια η C ώστε, αραιώνοντας με νερό το τελικό διάλυμα σε όγκο 2 L, αυτό να έχει pH = 1 ; Δίνεται $K_a \text{ HA} = 10^{-5}$.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : Θα γίνει αντίδραση $\text{HCl} + \text{NaA} \rightarrow \text{NaCl} + \text{HA}$



ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ :

- 1η περίπτωση : Μόνο HA. Μην διαστείτε να συμπεράνετε ότι έχει γίνει πλήρης αντίδραση μεταξύ HCl και NaA και το ασθενές οξύ HA που παράχθηκε μπορεί να δώσει pH = 0 ή pH = 1. Αν δοκιμάσετε θα βρείτε συγκεντρώσεις C > 55 M που πρακτικά, απορρίπτονται σαν αδύνατες.
- 2η περίπτωση : HA – NaA. Όμοια, αν έχει περισσέψει αλάτι, πάλι το ρυθμιστικό διάλυμα HA–NaA που θα προέκυπτε, δεν θα μπορούσε να δώσει τόσο μικρή τιμή pH
Θα βρίσκατε $C_{\text{οξ}}/C_{\text{αλ}} > 100$ ή $C_{\text{οξ}}/C_{\text{αλ}} < 100$ κάτι που δεν πρέπει να συμβαίνει στα ρυθμιστικά διαλύματα.
- 3η περίπτωση : HCl - HA. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι σε αυτή την ανάμιξη, από την αντίδραση περισσεύει HCl και στο τελικό διάλυμα θα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος HCl - HA.
[Απ.: C = 3 M]

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Αντίστοιχα ισχύουν αν είχαμε ισχυρή βάση και αλάτι ασθενούς βάσης και στο τελικό διάλυμα έχουμε pH = 13 ή pH = 14.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΤΟ pH

Μεταβολές του pH σε ισχυρό οξύ

51.

2L δ. HCl pH=3

α) + φ L αερίου HCl (Κ.Σ.) ώστε ΔpH = 1 (χωρίς ΔV)
β) + ω mol NaOH ώστε ΔpH = 1 (χωρίς ΔV)
γ) + ψ L νερού ώστε ΔpH = 2

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :

- α) Επειδή προσθέτουμε HCl έχουμε: $C \uparrow$ $[\text{H}_3\text{O}^+] \uparrow$ $\text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = \text{pH} - 1 = 2$
Άρα θα προσδέσουμε $\varphi = 0,018 \cdot 22400 \text{ mL} = 403,2 \text{ mL}$
- β) Επειδή προσθέτουμε NaOH έχουμε: $[\text{OH}^-] \uparrow$ $\text{pOH} \downarrow$ $\text{pH} \uparrow$ άρα $\text{pH}' = 4 \rightarrow 10^{-4}$ δ. HCl
 $\omega = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
- γ) Επειδή προσθέτουμε H₂O έχουμε: $C \downarrow$ $[\text{H}^+] \downarrow$ $\text{pH} \uparrow$ άρα $\text{pH}' = \text{pH} + 2 = 5$
Αραίωση: $C_1 V_1 = C_2 V_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ $y = 198 \text{ L}$

Μεταβολές του pH σε ασθενές οξύ

52.

2L δ. CH ₃ COOH pH=3

α) + μ mol CH ₃ COOH ώστε ΔpH = 0,5 (χωρίς ΔV)
β) + η mol HCl ώστε ΔpH = 2 (χωρίς ΔV)
γ) + ξ mol CH ₃ COONa ώστε ΔpH = 2 (χωρίς ΔV)
δ) + ψ mol NaOH ώστε ΔpH = 2 (χωρίς ΔV)
ε) + φ L νερό ώστε ΔpH = 0,3 (log 2 = 0,3) $K_a = 10^{-5}$

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :

- α) Επειδή προσθέτουμε CH₃COOH έχουμε: $C \uparrow$ $[\text{H}_3\text{O}^+] \uparrow$ $\text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = 3 - 0,5 = 2,5$
Άρα προσθέτουμε $\mu = 1,8 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$.
- β) Επειδή προσθέτουμε HCl έχουμε: $[\text{H}_3\text{O}^+] \uparrow$ $\text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = 3 - 2 = 1$.
Επειδή το pH είναι πολύ μικρό και η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μεγάλη προέρχεται μόνο από το HCl,
 $\text{pH} = 1 \rightarrow \text{HCl } 0,1 \text{ M} \rightarrow \lambda = 0,2 \text{ mol}$.
- γ) Το CH₃COONa προκαλεί επίδραση κοινού ιόντος CH₃COO⁻ στο CH₃COOH
γι' αυτό $[\text{H}_3\text{O}^+] \downarrow$ $\text{pH} \uparrow$ άρα $\text{pH}' = 3 + 2 = 5$.
Έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα CH₃COOH – CH₃COONa $\rightarrow \xi = 0,2 \text{ mol}$
- δ) Επειδή προσθέτουμε NaOH $[\text{OH}^-] \uparrow$ $\text{pOH} \downarrow$ $\text{pH} \uparrow$ άρα $\text{pH}' = 3 + 2 = 5$
Έχουμε αντίδραση και τελικά ρυθμιστικό διάλυμα CH₃COOH – CH₃COONa. $\rightarrow y = 0,1 \text{ mol}$.
- ε) Επειδή προσθέτουμε H₂O έχουμε:
 $C \downarrow$ $[\text{H}^+] \downarrow$ $\text{pH} \uparrow$ άρα $\text{pH}' = \text{pH} + 0,3 = 3,3 \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-3}}{2} \rightarrow \varphi = 6 \text{ L}$.

Μεταβολές του pH σε ρυθμιστικό διάλυμα

53.

2L δ. CH ₃ COOH 0,3 M CH ₃ COONa 0,3 M
--

α) + φ mol HCl ώστε ΔpH = 1 (χωρίς ΔV)
β) + μ L NaOH 0,1 M ώστε ΔpH = 0,6
γ) + ω mol CH ₃ COOH ώστε ΔpH = 0,2 (χωρίς ΔV)
δ) + ψ mol CH ₃ COONa ώστε ΔpH = 0,1 (χωρίς ΔV)
ε) Ποιο το ΔpH αν αραιώσουμε με νερό σε V = 4 L. Δίνονται log 4 = 0,6, log 1,6 = 0,2, log 1,25 = 0,1. $K_a = 10^{-5}$.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :

$$\text{Αρχικό pH: } K_a = \frac{C_\beta \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{C_\alpha} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{0,3[\text{H}_3\text{O}^+]}{0,3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 5$$

- α) Επειδή προσθέτουμε HCl έχουμε: $[\text{H}_3\text{O}^+] \uparrow$ $\text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = 5 - 1 = 4$.
Έχουμε πάλι ρυθμιστικό διάλυμα και λύνουμε όπως στην "άμυνα" του ρυθμιστικού διαλύματος
 $\rightarrow \varphi = 0,49 \text{ mol}$.

β) Επειδή προσθέτουμε NaOH έχουμε:

$$[\text{OH}^-] \uparrow \quad \text{pOH} \downarrow \quad \text{pH} \uparrow \quad \text{άρα} \quad \text{pH}' = 5 + 0,6 = 5,6 \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-5}}{4} = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

Έχουμε πάλι ρυθμιστικό διάλυμα και λύνουμε όπως στην "άμυνα" του ρυθμιστικού διαλύματος.
 $\rightarrow \mu = 3,6 \text{ L}$.

γ) Επειδή προσθέτουμε CH_3COOH : $[\text{H}^+] \uparrow \quad \text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = 5 - 0,2 = 4,8 \Rightarrow [\text{H}^+] = 1,6 \cdot 10^{-5}$
 $\rightarrow \omega = 0,36 \text{ mol}$.

δ) Το CH_3COONa προκαλεί επίδραση κοινού ιόντος CH_3COO^- στο CH_3COOH

$$\text{γι' αυτό } [\text{H}^+] \downarrow \quad \text{pH} \uparrow \quad \text{άρα} \quad \text{pH}' = 5 + 0,1 = 5,1 \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-5}}{1,25} = 8 \cdot 10^{-6} \rightarrow \nu = 0,15 \text{ mol}$$

ε) Με την αραιώση έχουμε: $\text{CH}_3\text{COOH}: C_{\text{ox}}' = C_{\text{ox}}/2 \text{ M} \quad \text{CH}_3\text{COONa}: C_{\text{e}}' = C_{\text{e}}/2 \text{ M}$
 $\Delta \text{pH} = 0$

Μεταβολές του pH σε αλάτι που είναι ασθενές οξύ ή βάση κατά B-L

54.

2L
 $\delta \text{ CH}_3\text{COONa}$
 $\text{pH} = 9$

α) + η mol CH_3COONa ώστε $\Delta \text{pH} = 0,5$ (χωρίς ΔV)
 β) + ψ mol NaOH ώστε $\Delta \text{pH} = 3$ (χωρίς ΔV)
 γ) + μ L H_2O ώστε $\Delta \text{pH} = 0,5$
 δ) + ω mol HCl ώστε $\Delta \text{pH} = 2$ (χωρίς ΔV)
 ε) + φ L διαλύματος CH_3COOH 0,1 M ώστε $\Delta \text{pH} = 3$.
 Δίνονται: $K_{\text{a}} = 10^{-5}$, $K_{\text{w}} = 10^{-14}$

ΥΠΟΔΕΙΞΗ :

α) Επειδή προσθέτουμε CH_3COONa έχουμε: $C \uparrow \quad [\text{OH}^-] \uparrow \quad \text{pOH} \downarrow \quad \text{pH} \uparrow$
 άρα $\text{pH}' = 9 + 0,5 = 9,5 \Rightarrow \text{pOH}' = 4,5 \rightarrow \lambda = 1,8 \text{ mol CH}_3\text{COONa}$.

β) Επειδή προσθέτουμε NaOH: $[\text{OH}^-] \uparrow \quad \text{pOH} \downarrow \quad \text{pH} \uparrow$
 άρα $\text{pH}' = 9 + 3 = 12$ που προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από το NaOH $\rightarrow \nu = 0,02 \text{ mol}$.

γ) Επειδή προσθέτουμε H_2O έχουμε:
 $C \downarrow \quad [\text{OH}^-] \downarrow \quad \text{pOH} \uparrow \quad \text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = 9 - 0,5 = 8,5 \Rightarrow \text{pOH}' = 5,5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5,5}$
 Οπότε για την αραιώση: $C_1 V_1 = C_2 V_2 \rightarrow \mu = 18 \text{ L}$.

δ) Επειδή προσθέτουμε HCl έχουμε: $[\text{H}^+] \uparrow \quad \text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = 9 - 2 = 7$.
 Με διερεύνηση προκύπτει ότι έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα $\rightarrow \omega = 1,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

ε) Επειδή προσθέτουμε CH_3COOH έχουμε: $C \uparrow \quad [\text{H}^+] \uparrow \quad \text{pH} \downarrow$ άρα $\text{pH}' = 9 - 3 = 6$.
 Έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα $\rightarrow \phi = 0,2 \text{ L}$.

55. ΑΣΚΗΣΗ 3.3.48. ΣΧΟΛΙΚΟ Σε 110 mL διαλύματος αμμωνίας συγκέντρωσης 0,1 M προστίθεται ποσότητα HCl και προκαλείται μεταβολή του pH του αρχικού διαλύματος κατά μια μονάδα.

α) Να βρεθεί το pH του διαλύματος της αμμωνίας πριν από την προσθήκη του HCl.
 β) Να βρεθεί ο αριθμός των mol HCl, τα οποία προστέθηκαν στο διάλυμα της αμμωνίας.

Η σταθερά ιοντισμού της αμμωνίας είναι $K_{\text{b}} = 10^{-5}$ και $K_{\text{w}} = 10^{-14}$.

Θεωρείται ότι ο όγκος του διαλύματος της αμμωνίας δεν μεταβάλλεται με την προσθήκη του HCl.

(Πανελλαδικές Εξετάσεις 1990)

Λύση :

α) Ιοντισμός NH_3 :

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$			
Χημική Ισορροπία	<table border="1"> <tr> <td>0,1 - x M</td> <td>x M</td> <td>x M</td> </tr> </table>	0,1 - x M	x M	x M
0,1 - x M	x M	x M		

$$K_{\text{b}} = \frac{x^2}{0,1 - x} \quad \text{και με προσέγγιση} \quad K_{\text{b}} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 10^{-6} \Rightarrow x = 10^{-3} \quad (\text{ισχύει } K_{\text{b}}/C < 0,01)$$

$$\text{δηλ. } [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 3 \quad \text{και} \quad \text{pH} = 11$$

β) Εφ' όσον στο διάλυμα προστεθεί HCl, η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα αυξηθεί, επομένως το pH θα ελαττωθεί.

Άρα το pH του τελικού διαλύματος θα είναι ελαττωμένο κατά μια μονάδα σε σχέση με το αρχικό:
 $\text{pH}_{\text{τελ}} = \text{pH}_{\text{αρχ}} - 1 \Rightarrow \text{pH}_{\text{τελ}} = 10 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{τελ}} = 10^{-10} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-]_{\text{τελ}} = 10^{-4} \text{ M}$

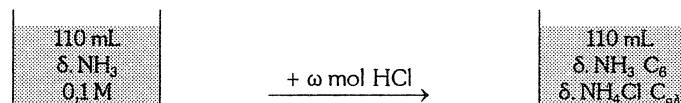
Έστω ότι προσθέτουμε ω mol HCl. Γίνεται η αντίδραση: $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ :

➤ **1η περίπτωση :** Πλήρης εξουδετέρωση : Μόνο NH_4^+ στο τελικό διάλυμα (δρα ως οξύ κατά Bronsted - Lowry), τότε $\text{pH} < 7$. ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ.

➤ **2η περίπτωση :** Περίσσεια HCl ή H_3O^+ : Τότε $\text{pH} \ll 7$. ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ.

➤ **3η περίπτωση :** $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$: Άρα, στην αντίδραση **περισσεύει** NH_3 και στο τελικό διάλυμα θα περιέχονται $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ ή NH_4^+ (ρυθμιστικό διάλυμα).



β) **Εύρεση mol :** $\text{αρ. mol NH}_3 = \frac{110 \cdot 0,1}{1000} = 11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Έστω ω mol HCl ή H_3O^+

ii) Αντίδραση :

	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{ή } \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	$11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$\omega \text{ mol}$	-
Αντιδρούν - Παράγονται	$-\omega \text{ mol}$	$-\omega \text{ mol}$	$+\omega \text{ mol}$
Τέλος	$11 \cdot 10^{-3} - \omega \text{ mol}$	-	$\omega \text{ mol}$

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (110 mL) :

$$\text{NH}_3 : C_B = \frac{11 \cdot 10^{-3} - \omega}{0,11} \text{ M}, \quad \text{NH}_4\text{Cl} \text{ ή } \text{NH}_4^+ : C_{\text{οξ}} = \frac{\omega}{0,11} \text{ M}$$

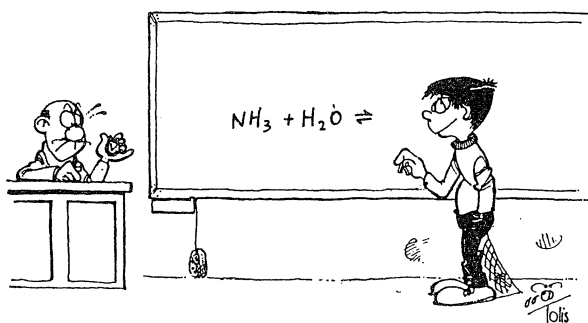
iv) Ιοντισμοί - Εύρεση pH (Ρυθμιστικό διάλυμα) :

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
Αρχικά	$C_B \text{ M}$	$C_{\text{οξ}} \text{ M}$	
Ιοντίζονται - Παράγονται	$-y \text{ M}$	$+y \text{ M}$	$+y \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_B - y \text{ M}$	$C_{\text{οξ}} + y \text{ M}$	$y \text{ M}$

$$K_b = \frac{(C_{\text{οξ}} + y)y}{C_B - y} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{C_{\text{οξ}} \cdot y}{C_B} \text{ και } y = 10^{-4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10^{-5} = \frac{C_{\text{οξ}} \cdot 10^{-4}}{C_B} \Rightarrow C_B = 10C_{\text{οξ}} \Rightarrow \frac{11 \cdot 10^{-3} - \omega}{0,11} = 10 \frac{\omega}{0,11} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 11 \cdot 10^{-3} - \omega = 10\omega \Rightarrow 11 \cdot 10^{-3} = 11\omega \Rightarrow \omega = 10^{-3} \text{ mol}$$

Άρα, προστέθηκαν 10^{-3} mol HCl στο διάλυμα της αμμωνίας.

ΑΛΥΤΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΙΟΝΤΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

ΒΑΘΜΟΣ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ - ΝΟΜΟΣ OSTWALD

☞ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ κατεύθυνση δεν έχει βαθμό ιοντισμού και νόμο αραιώσης του Ostwald

- Ο βαθμός ιοντισμού ενός ασθενούς οξέος HA σε ένα διάλυμά του 0,1 M είναι $4 \cdot 10^{-3}$.
Να υπολογιστεί η K_a του οξέος. [Απ.: $1,6 \cdot 10^{-6}$]
- Ένα διάλυμα παρασκευάστηκε με διάλυση 0,5 mol HCOOH και ο τελικός όγκος του διαλύματος ήταν 2 L. Στο διάλυμα αυτό η $[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. Να βρεθεί ο βαθμός και η σταθερά ιοντισμού του οξέος στο διάλυμα αυτό. [Απ.: $\alpha = 2 \cdot 10^{-2}$, $K_a = 10^{-4}$]
- Ασθενής βάση B έχει βαθμό ιοντισμού $2 \cdot 10^{-3}$ σε διάλυμά της 0,1 M. Ποιος ο βαθμός ιοντισμού σε διάλυμά της 0,4 M; Θεωρήστε $K_b/C < 10^{-2}$. [Απ.: 10^{-3}]
- Να βρεθεί ο βαθμός ιοντισμού σε διάλυμα KCN που περιέχει 6,5 g KCN σε 400 mL διαλύματος. Δίνεται για το CN^- : $K_b = 2,5 \cdot 10^{-5}$. [Απ.: $\alpha = 10^{-2}$]
- Σε ποιον όγκο πρέπει να αραιωθούν 50 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA, ώστε ο βαθμός ιοντισμού να τετραπλασιαστεί; (Θεωρήστε $K_a/C < 10^{-2}$). [Απ.: 800 mL]
- Το οξικό οξύ (CH_3COOH) σε διάλυμά του 0,1 M έχει βαθμό ιοντισμού $\alpha_1 = 1\%$. Όταν αραιωθεί και αποκτήσει συγκέντρωση 10^{-3} M να βρεθεί ο νέος βαθμός ιοντισμού α_2 . Ποιος βαθμός ιοντισμού είναι μεγαλύτερος και γιατί; (Θεωρήστε $K_a/C < 10^{-2}$). [Απ.: 0,1]
- Διάλυμα ασθενούς μονοβασικού οξέος HA συγκέντρωσης $C_1 \text{ M}$ έχει όγκο 100 mL. Ποιον όγκο νερού πρέπει να προσθέσουμε, ώστε ο βαθμός ιοντισμού να τριπλασιαστεί; (Θεωρήστε $\alpha < 0,1$) [Απ.: 800 mL]
- Ο βαθμός ιοντισμού βάσης B_1 σε διάλυμά της $9 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ είναι $\alpha_1 = 0,1$. Ασθενής βάση B_2 παρουσιάζει βαθμό ιοντισμού $\alpha_2 = 0,2$ σε διάλυμά της 10^{-3} M . Ποια από τις δύο είναι ισχυρότερη; [ΥΠΟΔΕΙΞΗ : Συγκρίνετε τις σταθερές ιοντισμού] [Απ.: $K_1 = 9 \cdot 10^{-5}$, $K_2 = 4 \cdot 10^{-5}$]

pH - ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ και ΒΑΣΕΙΣ

- Δίνονται 2 L διαλύματος HCl 10^{-2} M .
- Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα;
- Ποιο το pH και το pOH του διαλύματος;
- Πόσα mol, g HCl διαλύσαμε στο νερό για να παραχθεί αυτό το διάλυμα;
- Πόσα mol H_3O^+ περιέχονται στο διάλυμα; [Απ.: α) 10^{-2} , 10^{-2} , 10^{-12} , β) 2, 12, γ) 0,02 mol, 0,73 g, δ) $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$]

10. Δίνονται 200 mL διαλύματος HBr 0,81% w/v.

- α) Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα;
 β) Ποιο το pH και το pOH του διαλύματος;
 γ) Πόσα mol, g HBr διαλύσαμε στο νερό για να παραχθεί αυτό το διάλυμα;
 δ) Πόσα mol H_3O^+ περιέχονται στο διάλυμα;
 [Απ.: α) 10^{-1} , 10^{-1} , 10^{-13} , β) 1, 13, γ) 0,02 mol, 1,62 g, δ) $2 \cdot 10^{-2}$ mol]

11. Δίνονται 10 mL διαλύματος HI 1 M.

- α) Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα;
 β) Ποιο το pH και το pOH του διαλύματος;
 γ) Πόσα mol, g HI διαλύσαμε στο νερό για να παραχθεί αυτό το διάλυμα;
 δ) Πόσα mol H_3O^+ περιέχονται στο διάλυμα;
 [Απ.: α) 1, 1, 10^{-14} , β) 0, 14, γ) 0,01 mol, 1,28 g, δ) 0,01 mol]

12. Δίνονται 3 L διαλύματος $H_2SO_4 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$ M. (Θεωρήστε $H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{2-}$)

- α) Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα;
 β) Ποιο το pH και το pOH του διαλύματος;
 γ) Πόσα mol, g H_2SO_4 διαλύσαμε στο νερό για να παραχθεί αυτό το διάλυμα;
 δ) Πόσα mol H_3O^+ περιέχονται στο διάλυμα;
 [Απ.: α) 10^{-2} , $5 \cdot 10^{-3}$, 10^{-12} , β) 2, 12, γ) 0,015 mol, 1,47 g, δ) 0,03 mol]

13. Δίνονται 0,5 L διαλύματος NaOH 10^{-2} M.

- α) Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα;
 β) Ποιο το pH και το pOH του διαλύματος;
 γ) Πόσα mol, g NaOH διαλύσαμε στο νερό για να παραχθεί αυτό το διάλυμα;
 δ) Πόσα mol OH^- περιέχονται στο διάλυμα;
 [Απ.: α) 10^{-2} , 10^{-2} , 10^{-12} , β) 12, 2, γ) $5 \cdot 10^{-3}$ mol, 0,2 g, δ) $5 \cdot 10^{-3}$ mol]

14. Δίνονται 300 mL διαλύματος KOH 0,56% w/v.

- α) Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα;
 β) Ποιο το pH και το pOH του διαλύματος;
 γ) Πόσα mol, g KOH διαλύσαμε στο νερό για να παραχθεί αυτό το διάλυμα;
 δ) Πόσα mol OH^- περιέχονται στο διάλυμα;
 [Απ.: α) 10^{-1} , 10^{-1} , 10^{-13} , β) 13, 1, γ) 0,03 mol, 1,68 g, δ) 0,03 mol]

15. Δίνονται 400 mL διαλύματος $Ca(OH)_2 \cdot 10^{-3}$ M. ($\log 2 = 0,3$)

- α) Ποιες οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα;
 β) Ποιο το pH και το pOH του διαλύματος;
 γ) Πόσα mol, g $Ca(OH)_2$ διαλύσαμε στο νερό για να παραχθεί αυτό το διάλυμα;
 δ) Πόσα mol OH^- περιέχονται στο διάλυμα;
 [Απ.: α) 10^{-3} , $2 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-12}$, β) 11,3, 2,7, γ) $4 \cdot 10^{-4}$ mol, 0,0296 g, δ) $8 \cdot 10^{-4}$ mol]

16. Η διαλυτότητα του $Mn(OH)_2$ είναι $5 \cdot 10^{-5}$ M.

Ποιο το μέγιστο pH ενός κορεσμένου διαλύματος $Mn(OH)_2$; [Απ.: 10]

17. Διαλύουμε σε 400 mL νερού 0,224 g KOH χωρίς μεταβολή του όγκου.

Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; [Απ.: 12]

18. Σε 200 mL νερού διαλύονται 448 mL αερίου HCl (σε stp), χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος.

Να βρεθεί το pH του διαλύματος. [Απ.: 1]

19. α) Να βρεθεί το pH σε διάλυμα HCl 10^{-10} M

β) Να βρεθεί το pH σε διάλυμα NaOH 10^{-9} M.

[ΥΠΟΔΕΙΞΗ : η $[H^+]$ από το νερό] [Απ.: α) 7, β) 7]

Εύρεση συγκεντρώσης από το pH

20. Διάλυμα HBr έχει pH = 3. Να βρεθεί η συγκέντρωση του διαλύματος. [Απ.: 10^{-3} M]

21. Διάλυμα $HClO_4$ έχει pH = 0 και πυκνότητα $\rho = 1,06$ g/mL.

Να βρεθούν η συγκέντρωση (mol/L), η % w/v και η % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος.

[Απ.: 1 M – 10,05% w/v – 9,48% w/w]

22. Διάλυμα NaOH έχει pH = 14 και $\rho = 1,05$ g/mL.

Να βρεθούν η συγκέντρωση (mol/L), η % w/v και η % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος

[Απ.: 1 M – 4% w/v – 3,81% w/w]

23. Διάλυμα $Ba(OH)_2$ έχει pH = 13 και πυκνότητα $\rho = 1,05$ g/mL.

Να βρεθούν η συγκέντρωση (mol/L), η % w/v και η % w/w περιεκτικότητα.

[Απ.: 0,05 M – 0,855% w/v – 0,814% w/w]

24. α) Διάλυμα HCl έχει pH = 1,7. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος;

β) Διάλυμα NaOH έχει pH = 12,7. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος;

Δίνεται $\log 2 = 0,3$. [Απ.: α) 0,02 M, β) 0,05 M]

Αραίωση και συμπύκνωση διαλυμάτων ισχυρών οξέων και βάσεων

25. 800 mL διαλύματος HNO_3 2 M αραιώνονται σε τελικό όγκο 16 L.

Ποιο το pH του αραιωμένου διαλύματος; [Απ.: 1]

26. Σε 240 mL διαλύματος KOH 0,4 M προσθέτουμε 720 mL νερού.

Ποιο το pH του αραιωμένου διαλύματος; [Απ.: 13]

27. Πόσο νερό πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL διαλύματος HNO_3 με pH = 2, ώστε το pH να διπλασιαστεί; [Απ.: 9,9 L]

28. Πόσο νερό πρέπει να εξατμίσουμε από 360 mL διαλύματος KOH με pH = 11, ώστε το pH να γίνει 12; [Απ.: 324 mL]

29. Αν αναμιξούμε διάλυμα HBr με pH = 3 με νερό με αναλογία όγκων 1 : 9, ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 4]

30. Από 500 mL διαλύματος $Ba(OH)_2$ 0,08 M παίρνουμε 100 mL και προσθέτουμε 60 mL νερού.

Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; [Απ.: 13]

- 31.** Αραιώνουμε 1 mL διαλύματος HNO_3 31,5% w/w και πυκνότητας $\rho = 1,3 \text{ g/mL}$, ώστε να προκύψει διάλυμα όγκου 650 mL. Ποια η τιμή του pH του αραιωμένου διαλύματος; [Απ.: 2]
- 32.** Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε διάλυμα HCl με pH = 2 με νερό, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά δύο (2) μονάδες; [Απ.: 1:99]
- Συμπύκνωση διαλύματος ισχυρής βάσης με προσθήκη καθαρής ουσίας**
- 33.** Σε 2 L διαλύματος NaOH 0,875 M προσθέτουμε 10 g καθαρό στερεό NaOH χωρίς να έχουμε μεταβολή στον όγκο του διαλύματος. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; [Απ.: 14]
- Ανάμιξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας (με ισχυρά οξέα και βάσεις)**
- 34.** Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος HBr 0,25 M με 600 mL διαλύματος HBr 0,05 M. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 1]
- 35.** Αναμιγνύονται 100 mL δ. HCl το οποίο έχει pH = 1 με 100 mL δ. HCl 0,01 M. Ποια η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος καθώς και η τιμή του pH του; Δίνεται $\log 5,5 = 0,74$. [Απ.: 1,26]
- 36.** Αναμιγνύουμε 1 L διαλύματος NaOH 0,02 M και 5 L διαλύματος NaOH $8 \cdot 10^{-3}$ M. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 12]
- 37.** Ποιος όγκος διαλύματος HNO_3 0,02 M πρέπει να προστεθεί σε 4 L διαλύματος HNO_3 $5 \cdot 10^{-3}$ M, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει pH = 2; [Απ.: 2 L]
- 38.** Αναμιγνύουμε διάλυμα KOH 0,02 M με διάλυμα KOH 0,4 M με αναλογία όγκων 15 : 4. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 13]
- 39.** Αναμιγνύουμε 1 L διαλύματος HNO_3 με pH = 1 με 10 L διαλύματος HNO_3 με pH = 3. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; [Απ.: 2]
- 40.** Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε διάλυμα HClO_4 με pH = 0 με διάλυμα HClO_4 με pH = 3, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει pH = 1; [Απ.: 11 : 100]
- 41.** Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε διάλυμα NaOH με pH = 14 με διάλυμα NaOH με pH = 12, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 13; [Απ.: 1 : 10]
- 42.** Ποιον όγκο διαλύματος KOH $2 \cdot 10^{-3}$ M πρέπει να προσθέσουμε σε 2 L διαλύματος KOH 0,04 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 12; [Απ.: 7,5 L]
- 43.** Αναμιγνύονται 100 mL δ. HCl το οποίο έχει pH = 1 με 100 mL δ. HCl 0,1 M. Ποια η συγκέντρωση και το pH του τελικού διαλύματος;
- 44.** Αναμιγνύουμε 300 mL διαλύματος HNO_3 με 500 mL διαλύματος HNO_3 0,2 M και προσθέτουμε 230 mL H_2O , οπότε προκύπτει διάλυμα με pH = 1. Ποιο το pH του πρώτου διαλύματος; [Απ.: 2]

Δυο ή περισσότερα ισχυρά οξέα (ή βάσεις) στο ίδιο διάλυμα

- 45.** Σε ένα διάλυμα περιέχονται HBr $5 \cdot 10^{-3}$ M και HCl $5 \cdot 10^{-3}$ M. Ποιο το pH του διαλύματος αυτού; [Απ.: 2]
- 46.** Ένα διάλυμα περιέχει NaOH 0,1 M και Ba(OH)_2 0,05 M. Ποιο το pH του διαλύματος. Δίνεται $\log 2 = 0,3$. [Απ.: 13,3]
- 47.** Αέριο μίγμα αποτελείται από 2,24 L HCl και 3,36 L HBr σε στρ. Το μίγμα διαλύεται σε νερό και παρασκευάζεται διάλυμα όγκου 2,5 L. Ποιο το pH του διαλύματος αυτού; [Απ.: 1]

Ανάμιξη χωρίς αντίδραση

- 48.** Αναμιγνύουμε 100 mL διαλύματος NaOH με pH = 13 με 100 mL διαλύματος KOH με pH = 12. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; Δίνεται $\log 5,5 = 0,74$. [Απ.: 12,74]
- 49.** Ποιον όγκο διαλύματος KOH 0,2 M πρέπει να προσθέσουμε σε 250 mL διαλύματος Ca(OH)_2 0,02 M ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 13; [Απ.: 150 mL]
- 50.** Αναμιγνύουμε διάλυμα HCl 0,15 M με διάλυμα HNO_3 0,075 M με αναλογία όγκων 1 : 2 αντίστοιχα. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 1]

Αντίδραση μετάλλου με H_2O

- 51.** 0,78 g καλίου αντιδρούν με μεγάλη ποσότητα νερού και μετά την απομάκρυνση του αερίου που παράγεται, μένουν 2 L διαλύματος. Ποιο το pH του διαλύματος αυτού; [Απ.: 12]
- 52.** 0,23 g Na αντιδρούν με νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 200 mL. Από το διάλυμα αυτό παίρνουμε 20 mL και αραιώνουμε με νερό μέχρι τελικό όγκο 100 mL. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 12]

Αντίδραση οξειδίου του μετάλλου με H_2O

- 53.** Διαλύουμε στο νερό 2,48 g Na_2O και αραιώνουμε μέχρι ο τελικός όγκος να γίνει 800 mL. Ποιο το pH του διαλύματος; [Απ.: 13]

Αντίδραση μετάλλου με οξύ

- 54.** Σε 500 mL διαλύματος HCl 0,3 M προστίθενται 3,25 g Zn χωρίς μεταβολή του όγκου. Να βρεθούν:
α) ο όγκος του αερίου που εκλύεται σε πρότυπες συνθήκες (στρ),
β) η συγκέντρωση των Zn^{2+} στο διάλυμα που προκύπτει,
γ) το pH του διαλύματος που προκύπτει.
 [Απ.: α) 1,12 L, β) 0,1 M, γ) pH = 1]
- 55.** Σε 400 mL διαλύματος HCl 0,2 M προσθέτουμε 1,12 g δισθενούς μετάλλου M, που διαλύονται στο οξύ με ταυτόχρονη έκλυση αερίου. Έτσι προκύπτει διάλυμα με pH = 1. Να βρεθούν:
α) Το AB του μετάλλου και **β)** η συγκέντρωση των ιόντων του μετάλλου στο διάλυμα που προκύπτει. Θεωρήστε σταθερό τον όγκο του διαλύματος.
 [Απ.: α) AB = 56, β) 0,05 M]

pH - ΑΣΘΕΝΗ ΟΞΕΑ και ΒΑΣΕΙΣ

56. Διάλυμα ασθενούς οξέος HNO_2 , 0,2 M με $K_a = 5 \cdot 10^{-4}$. ($\log 5 = 0,7$, $\log 2 = 0,3$)

Να βρεθούν:

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος.

γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.

δ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$.

ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα HNO_3 για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;

στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα 9 φορές δηλαδή $V_2 = 9V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

ζ) Ποιο είναι ισχυρότερο οξύ το HNO_2 ή το HNO_3 και γιατί;

[Απ.: α) 10^{-2} , 10^{-2} , 10^{-12} , 0,2, β) 0,05, γ) 2, 12, δ) 3,3, 10,7, ε) 10^{-2} M, στ) 3]

57. Διάλυμα KNO_2 0,05 M έχει pH = 8. Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$, $\log 5 = 0,7$, $K_b/C < 10^{-2}$)

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης NO_2^- κατά B-L.

γ) Το pOH του διαλύματος.

δ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$.

ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα NaOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;

στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα 16 φορές δηλαδή $V_2 = 16V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

[Απ.: α) 0,05, 10^{-6} , 10^{-6} , 10^{-8} , β) $2 \cdot 10^{-5}$, γ) 6, δ) 3,3, 10,7, ε) 10^{-6} M, στ) 4]

58. Διάλυμα ασθενούς οξέος HCN με $K_a = 4 \cdot 10^{-10}$ έχει $[\text{CN}^-] = 10^{-5}$.

Να βρεθούν: ($\log 4 = 2 \log 2 = 0,6$, $K_a/C < 10^{-2}$)

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος.

γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.

δ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών HCN/CN^- .

ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα HBr για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;

στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 4V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

[Απ.: α) 0,25, 10^{-5} , 10^{-5} , 10^{-9} , β) $4 \cdot 10^{-5}$, γ) 5, 9, δ) 9,4, 4,6, ε) 10^{-5} M, στ) 2]

59. Διάλυμα KCN 0,04 M έχει $[\text{OH}^-] = 10^{-3}$ M. Να βρεθούν: ($\log 4 = 0,6$, $K_b/C < 10^{-2}$)

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης CN^- κατά B-L.

γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.

δ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών HCN/CN^- .

ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα KOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;

στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 25V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

[Απ.: α) 0,04, 10^{-3} , 10^{-3} , 10^{-11} , β) 0,025, γ) 11, 3, δ) 9,4, 4,6, ε) 10^{-3} M, στ) 5]

60. Διάλυμα HClO 0,2 M έχει βαθμό ιοντισμού $\alpha = 5 \cdot 10^{-4}$.

Να βρεθούν: ($\log 5 = 0,7$, $\log 2 = 0,3$, $K_a/C < 10^{-2}$)

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.

β) Το pH και το pOH του διαλύματος.

γ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών HClO/ClO^- .

δ) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα HClO_4 για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;

ε) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 36V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

στ) Το HClO_2 έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο K_a και γιατί;

[Απ.: α) 0,2, 10^{-4} , 10^{-4} , 10^{-10} , β) 4, 10, γ) 7,3, 6,7, δ) 10^{-4} M, ε) 6]

61. Διάλυμα NaClO 0,05 M έχει $[\text{HClO}] = 10^{-4}$.

Να βρεθούν: ($\log 5 = 0,7$, $\log 2 = 0,3$, $K_b/C < 10^{-2}$)

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης ClO^- κατά B-L.

γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.

δ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών HClO/ClO^- .

ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα δ/μα NaOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό δ/μα;

στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 49V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

ζ) Ποια βάση ισχυρότερη το ClO^- ή το BrO^- και γιατί;

[Απ.: α) 0,05, 10^{-4} , 10^{-4} , 10^{-10} , β) $2 \cdot 10^{-3}$, γ) 10, 4, δ) 7,3, 6,7, ε) 10^{-4} M, στ) 7]

62. Διάλυμα CH_3COOH 0,05 M με $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$ έχει pH = 3.

Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$, $K_a/C < 10^{-2}$)

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος.

γ) Το pOH του διαλύματος.

δ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$.

ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα CCl_3COOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;

στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 64V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

[Απ.: α) 0,05, 10^{-3} , 10^{-3} , 10^{-11} , β) 0,02, γ) 11, δ) 4,7, 9,3, ε) 10^{-3} M, στ) 8]

63. Διάλυμα CH_3COONa έχει $[\text{OH}^-] = 10^{-5}$ και βαθμό ιοντισμού της ασθενούς βάσης CH_3COO^-

κατά B-L. $\alpha = 5 \cdot 10^{-5}$. Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$, $K_b/C < 10^{-2}$)

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα

β) Το pH και το pOH του διαλύματος.

γ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$.

δ) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα KOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;

ε) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 81V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού a_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού a_1 (a_2/a_1);

στ) Το $\text{ClCH}_2\text{COO}^-$ είναι ισχυρότερη ή ασθενέστερη βάση και γιατί;

[Απ.: α) 0,2, 10^{-5} , 10^{-5} , 10^{-9} , β) 9, 5, γ) 4,7, 9,3, δ) 10^{-5} M, ε) 9]

- 64.** Διάλυμα HCOOH 0,5 M έχει $[\text{OH}^-] = 10^{-12}$. Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$, $K_a/C < 10^{-2}$)
α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα
β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος.
γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.
δ) Τα pK_a , pK_b των συζυγών $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$.
ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα δ/μα HCl για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;
στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 100V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού α_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού α_1 (α_2/α_1);
ζ) Διάλυμα CH_3COOH ίδιας συγκέντρωσης με το αρχικό έχει μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού και γιατί;
 [Απ.: α) 0,5, 10^{-2} , 10^{-2} , 10^{-12} , β) 0,02, γ) 2, 12, δ) 3,7, 10,3, ε) 10^{-2} M, στ) 10]
- 65.** Διάλυμα HCOONa 2 M $pK_b = 10,3$. Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$)
α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα
β) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης HCOO^- κατά B-L.
γ) Το pH και το pOH του διαλύματος.
δ) Το pK_a του HCOOH
ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα δ/μα NaOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;
στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 121V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού α_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού α_1 (α_2/α_1);
ζ) Το CH_3COO^- έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο K_b και γιατί;
 [Απ.: α) 2, 10^{-5} , 10^{-5} , 10^{-9} , β) $5 \cdot 10^{-6}$, γ) 9, 5, δ) 3,7, ε) 10^{-5} M, στ) 11]
- 66.** Διάλυμα NH_3 0,05 M με $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$. Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$)
α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα
β) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης.
γ) Το pH και το pOH του διαλύματος
δ) Τα pK_b , pK_a των συζυγών $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$.
ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα NaOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;
στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 144V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού α_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού α_1 (α_2/α_1);
ζ) Η CH_3NH_2 0,05 M έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη $[\text{OH}^-]$ από το αρχικό διάλυμα και γιατί;
 [Απ.: α) 0,05, 10^{-3} , 10^{-3} , 10^{-11} , β) 0,02, γ) 11, 3, δ) 4,7, 9,3, ε) 10^{-3} M, στ) 12]
- 67.** Διάλυμα NH_4Cl 0,2 M με $pK_a = 9,3$. Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$)
α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα
β) Ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος NH_4^+ κατά B-L.
γ) Το pH και το pOH του διαλύματος
δ) Το pK_b της NH_3 .
ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα HBr για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;
στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 169V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού α_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού α_1 (α_2/α_1);
ζ) Το ασθενές οξύ CH_3NH_3^+ έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο K_a και γιατί;
 [Απ.: α) 0,2, 10^{-5} , 10^{-5} , 10^{-9} , β) $5 \cdot 10^{-5}$, γ) 5, 9, δ) 4,7, ε) 10^{-5} M, στ) 13]

- 68.** Διάλυμα $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 0,2 M με $pK_b = 3,3$. Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$, $\log 5 = 0,7$)
α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των αδιαστάτων μορίων που υπάρχουν στο διάλυμα
β) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης.
γ) Το pH και το pOH του διαλύματος
δ) Το pK_a του συζυγούς οξέος $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+$
ε) Ποια συγκέντρωση πρέπει να έχει ένα διάλυμα KOH για να έχει το ίδιο pH με το αρχικό διάλυμα;
στ) Αν αραιώσουμε με H_2O το αρχικό διάλυμα σε $V_2 = 400V_1$, ποια η σχέση του νέου βαθμού ιοντισμού α_2 προς τον αρχικό βαθμό ιοντισμού α_1 (α_2/α_1);
ζ) Διάλυμα $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}$ 0,2 M έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό ιοντισμού και γιατί;
 [Απ.: α) 0,2, 10^{-2} , 10^{-2} , 10^{-12} , β) 0,05, γ) 12, 2, δ) 10,7, ε) 10^{-2} M, στ) 20]
- 69.** Σε μια ποσότητα νερού διαλύονται 1,05 g HClO και το διάλυμα αραιώνεται σε τελικό όγκο 200 mL. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος. Δίνεται $K_a = 10^{-8}$. [Απ.: pH = 4,5]
- 70.** Σε διάλυμα NH_4Br 0,2 M να υπολογιστούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH. Δίνεται για την NH_3 : $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$. [Απ.: $\alpha = 10^{-2}$, pH = 5]
- 71.** Το pH διαλύματος CH_3COOK 0,1 M είναι 9. Να βρεθεί η σταθερά ιοντισμού του CH_3COOH . [Απ.: $K_a = 10^{-5}$]
- 72.** Ποια μάζα NaF πρέπει να διαλύσουμε σε νερό, ώστε να προκύψουν 200 mL διαλύματος με pH = 8; Δίνεται για το HF $K_a = 5 \cdot 10^{-4}$. [Απ.: 0,42 g]
- 73.** Η χλωρίνη είναι διάλυμα NaClO και έχει pH = 10. Ποια η συγκέντρωση του NaClO στη χλωρίνη; Για το HClO : $K_a = 10^{-8}$. [Απ.: 10^{-2} M]
- 74.** Έχουμε διάλυμα άλατος BHCl , 0,1 M. Ποιο το pH και ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος BH^+ ; Δίνονται K_b , $B = 10^{-5}$. [Απ.: 5, 10^{-4}]
- 75.** Βρείτε τα pH και κατατάξτε κατά σειρά αυξανόμενης οξύτητας τα εξής υδατικά διαλύματα: διάλυμα NaCl 1 M, διάλυμα CH_3COONa 1 M, διάλυμα NH_4Cl 1 M, διάλυμα NaCN 1 M. Δίνονται K_a $\text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$, K_b $\text{NH}_3 = 10^{-5}$, K_a $\text{HCN} = 10^{-10}$. [Απ.: 12 - 9,5 - 7 - 4,5]
(ΔΙΑΓ. Ε.Ε.Χ. 1987)
- 76.** Διαλύουμε 1,12 L αέριας NH_3 , μετρημένα σε πρότυπες συνθήκες (stp) σε νερό και παρασκευάζουμε διάλυμα όγκου 500 mL. Να βρεθούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος. Δίνεται $K_b = 10^{-5}$. [Απ.: $\alpha = 10^{-2}$, pH = 11]
- 77.** Η κωδεΐνη είναι ένα παράγωγο της μορφίνης που χρησιμοποιείται σαν αναλγητικό ή αντιβηχικό. Παλιά τη χρησιμοποιούσαν ευρέως σε σιρόπια για το θήλα, αλλά τώρα χορηγείται κατόπιν συνταγής γιατρού, επειδή προκαλεί εθισμό. Ο τύπος της κωδεΐνης είναι $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3$ και είναι μια ασθενής βάση. Να υπολογιστεί το pH σε 5 mL διαλύματος που περιέχει 14,95 mg κωδεΐνης. Δίνεται $K_b = 10^{-6}$. [Απ.: 10]
[ΥΠΟΔΕΙΞΗ : Θεωρήστε τον ιοντισμό $B + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$]

78. Διαλύουμε σε νερό 1,2 g ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος (HA) οπότε προκύπτει διάλυμα όγκου 200 mL, το οποίο έχει pH = 3. Αν $K_a = 10^{-5}$, να βρεθεί το MB του οξέος.

[Απ.: 60]

79. Αν ένα διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης Β 0,2 Μ έχει το ίδιο pH με ένα διάλυμα NaOH 10^{-3} Μ, να βρεθεί ο βαθμός ιοντισμού στο διάλυμα αυτό και η σταθερά K_b της βάσης.

[Απ.: $\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$, $K_b = 5 \cdot 10^{-6}$]

80. Ποιο είναι το pH διαλύματος HA, αν στο διάλυμα αυτό το HA παρουσιάζει τον ίδιο βαθμό ιοντισμού με αυτόν που παρουσιάζει οξύ HB σε διάλυμά του 0,5 Μ;

Δίνονται $K_a \text{HA} = 10^{-5}$, $K_a \text{HB} = 5 \cdot 10^{-5}$. [Απ.: pH = 3]

81. Ο βαθμός ιοντισμού μιας αμίνης (RNH₂) σε υδατικό της διάλυμα 0,2 Μ είναι ίσος με $5 \cdot 10^{-2}$. Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος χλωριούχου άλατος της αμίνης (RNH₃Cl) 0,05 Μ.

[Απ.: pH = 6]

82. Διαλύουμε 10,2 g οξικού βαρίου (CH₃COO)₂Ba σε νερό και παρασκευάζουμε διάλυμα όγκου 800 mL

α) Ποιο το pH του διαλύματος αυτού;

β) Πόσα mol οξικού οξέος περιέχονται σε αυτό το διάλυμα;

Δίνεται για το CH₃COOH, $K_a = 10^{-5}$. [Απ.: α) pH = 9, β) $8 \cdot 10^{-6}$ mol]

83. Διάλυμα περιέχει CH₃COONa και CH₃COOK με αναλογία mol 4 : 1 και έχει pH = 9. Ποιες οι συγκεντρώσεις των δύο αλάτων; Δίνονται $K_w = 10^{-14}$, $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$.

[Απ.: 0,08 – 0,02 Μ]

Αραίωση διαλύματος οξέος - Νόμος του Ostwald

84. Διάλυμα ασθενούς μονοβασικού οξέος HA συγκέντρωσης C_1 Μ αραιώνεται με νερό εκατό φορές δηλαδή $V_2 = 100 V_1$. Πώς μεταβάλλονται:

α) Ο βαθμός ιοντισμού, **β)** $n[\text{H}_3\text{O}^+]$,

γ) το pH του διαλύματος του οξέος; (Θεωρήστε $K_a / C < 10^{-2}$).

[Απ.: α) $\alpha_2 = 10\alpha_1$, β) $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = [\text{H}_3\text{O}^+]_1 / 10$, γ) $\text{pH}_2 = \text{pH}_1 + 1$]

Αραίωση διαλύματος άλατος - Νόμος του Ostwald

85. Διάλυμα άλατος NaA συγκέντρωσης C_1 Μ αραιώνεται με νερό εκατό φορές δηλαδή $V_2 = 100 V_1$. Πώς μεταβάλλονται:

α) Ο βαθμός ιοντισμού της ασθενούς βάσης A⁻, **β)** $n[\text{OH}^-]$,

γ) το pH του διαλύματος; (Θεωρήστε $K_b / C < 10^{-2}$).

[Απ.: $\alpha_2 = 10\alpha_1$, $[\text{OH}^-]_2 = [\text{OH}^-]_1 / 10$, $\text{pH}_2 = \text{pH}_1 - 1$]

86. α) Πώς θα μεταβληθεί το pH ενός διαλύματος HCOONa, αν το αραιώσουμε, προσθέτοντας νερό;

β) Πόσο νερό πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL διαλύματος HCOONa 1 Μ, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά μία (1) μονάδα; $K_a \text{HCOOH} = 10^{-4}$

[Απ.: 9,9L]

Μεταβολή στο pH διαλύματος άλατος NaClO που είναι βάση ClO⁻ κατά Β-Λ

87. Πόσα mol NaClO πρέπει να προσθέσουμε σε 200 mL διαλύματος NaClO με βαθμό ιοντισμού 10^{-2} , χωρίς μεταβολή του όγκου, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά μία (1) μονάδα;

Δίνονται $K_a \text{HClO} = 10^{-8}$ [Απ.: 0,198 mol]

Σύγκριση ισχυρών και ασθενών οξέων με αραιώση

88. Έχουμε 10 mL από κάθε διάλυμα HA με pH = 4, διάλυμα HB με pH = 3 και διάλυμα ΗΓ με pH = 3.

Για εξουδετέρωση απαιτούν όγκο διαλύματος NaOH : 5 mL (το δ/μα HA), 5 mL (το δ/μα HB), 20 mL (το δ/μα ΗΓ).

α) Με βάση τα προηγούμενα στοιχεία να βρείτε ποιο από τα τρία οξέα είναι ισχυρότερο.

β) 10 mL καθενός από τα τρία διαλύματα των οξέων αραιώνονται με H₂O μέχρι όγκου 1000 mL και έχουν: διάλυμα HA pH = 5, διάλυμα HB pH = 5 και διάλυμα ΗΓ pH = 4.

Να αποδειχθεί ότι ένα από τα τρία οξέα είναι ισχυρό.

γ) Να υπολογιστούν οι βαθμοί ιοντισμού των ασθενών οξέων στα αρχικά διαλύματα.

[ΔΙΑΓ. Ε.Ε.Χ. 1996] [Απ.: α) HB, β) HB, γ) 0,1 – 1 – 0,25]

[ΥΠΟΔ. : α) Οι συγκεντρώσεις προκύπτει από την εξουδετέρωση με το NaOH ότι είναι C, C, 4C, οπότε διάλυμα HA : $\alpha_1 C = 10^{-4}$, διάλυμα HB : $\alpha_2 C = 10^{-3}$, διάλυμα ΗΓ : $\alpha_3 4C = 10^{-3}$.

β) Επειδή αραιώνουμε $C_1 \cdot 10 = C_2 \cdot 1000 \Rightarrow C_2 = C_1 / 100$ πρέπει στο ισχυρό οξύ να ισχύει επίσης $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = [\text{H}_3\text{O}^+]_1 / 100$.

γ) Το HB ισχυρό άρα $C = 10^{-3}$ Μ. Για το HA : $\alpha_2 = 10^{-4} / C = 10^{-4} / 10^{-3} = 10^{-1}$.

Για το ΗΓ : $\alpha_3 = 10^{-3} / 4C = 10^{-3} / 4 \cdot 10^{-3} = 0,25$]

Ανάμιξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας (με ασθενή οξέα και βάσεις)

89. Αναμιγνύουμε 150 mL διαλύματος HNO₂ 0,4 Μ με 250 mL διαλύματος HNO₂ 0,08 Μ.

Να βρεθούν το pH και ο βαθμός ιοντισμού στο τελικό διάλυμα. Δίνεται $K_a \text{HNO}_2 = 5 \cdot 10^{-4}$.

[Απ.: pH = 2, $\alpha = 5 \cdot 10^{-2}$]

90. Ποιον όγκο διαλύματος CH₃COOK 0,16 Μ πρέπει να προσθέσουμε σε 200 mL διαλύματος CH₃COOH, 0,04 Μ ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 9; Δίνεται $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$.

[Απ.: 200 mL]

91. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος CH₃COONa με pH = 9 με $\text{p}K_a = 5$.

Ποιον όγκο διαλύματος CH₃COONa 10 Μ πρέπει να προσθέσουμε στο προηγούμενο διάλυμα ώστε το pH να μεταβληθεί κατά μισή μονάδα;

[Απ.: 0,2 L]

92. Αν αναμιξουμε διάλυμα NH₃ 0,2 Μ με διάλυμα NH₃ 0,08 Μ με αναλογία όγκων 1 : 5 αντίστοιχα να βρεθεί το pH του τελικού διαλύματος; Δίνεται $K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}$. [Απ.: 11]

93. Δύο διαλύματα CH₃COOH (με $K_a / C < 10^{-2}$) έχουν βαθμούς ιοντισμού $\alpha_1 = 0,01$ και $\alpha_2 = 0,03$ και αναμιγνύονται με όγκους 5 L και 27 L αντίστοιχα.

Ποιος ο βαθμός ιοντισμού του τελικού διαλύματος;

[Απ. 0,02]

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ

94. Στο ίδιο διάλυμα έχουμε ασθενές οξύ HA 0,1 M και HBr 0,1 M. $pK_a = 5$.

Να βρεθούν :

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και μορίων στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού.

γ) Το pH και pOH του διαλύματος.

[Απ. : α) 0,1, 0,1, 10^{-5} , 0,1, 10^{-13} , β) 10^{-4} , γ) 1, 13]

95. Στο ίδιο διάλυμα έχουμε NaA 0,1 M και NaOH 0,01 M. $pK_a = 9$.

Να βρεθούν :

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και μορίων στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού.

γ) Το pH και pOH του διαλύματος.

[Απ. : α) 10^{-4} , 10^{-2} , 10^{-12} , 0,1, 0,11, β) 10^{-3} , γ) 12, 2]

96. Στο ίδιο διάλυμα έχουμε ασθενή βάση B 10^{-2} M και KOH 10^{-3} M. $pK_b = 6$.

Να βρεθούν :

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και μορίων στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού.

γ) Το pH και pOH του διαλύματος.

[Απ. : α) 10^{-3} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-5} , 10^{-11} , β) 10^{-3} , γ) 11, 3]

97. Στο ίδιο διάλυμα έχουμε BHCl 0,1 M και HCl 10^{-2} M. $pK_b = 5$.

Να βρεθούν :

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και μορίων στο διάλυμα.

β) Ο βαθμός ιοντισμού.

γ) Το pH και pOH του διαλύματος.

[Απ. : α) 10^{-8} , 10^{-12} , 10^{-2} , 0,1, 0,11, β) 10^{-7} , γ) 2, 12]

98. α) Έχουμε διάλυμα HClO 1 M.

β) Έχουμε διάλυμα HClO 1 M και HCl 0,1 M.

γ) Έχουμε διάλυμα HClO 1 M και NaClO 10^{-2} M.

Να βρεθούν σε όλα τα ερωτήματα το pH, ο βαθμός ιοντισμού του HClO και η συγκέντρωση $[\text{ClO}^-]$. Δίνεται $K_a = 10^{-8}$.

[Απ. : α) 4, 10^{-4} , 10^{-4} , β) 1, 10^{-7} , 10^{-7} , γ) 6, 10^{-6} , 10^{-2}]

99. α) Έχουμε 2 L διαλύματος NH_3 0,1 M.

β) Στο προηγούμενο διάλυμα προσθέτουμε χωρίς μεταβολή στον όγκο 0,2 mol NaOH.

γ) Στο αρχικό διάλυμα προσθέτουμε χωρίς μεταβολή στον όγκο 0,02 mol NH_4Cl .

Να βρεθούν σε όλα τα ερωτήματα το pH, ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 και η συγκέντρωση $[\text{NH}_4^+]$. Δίνεται $K_b = 10^{-5}$.

[Απ. : α) 11, 10^{-2} , 10^{-3} , β) 13, 10^{-4} , 10^{-5} , γ) 10, 10^{-3} , 10^{-2}]

100. α) Δίνεται διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,1 M. Να βρεθεί ο βαθμός ιοντισμού.

β) Πώς θα μεταβληθεί ο βαθμός ιοντισμού του διαλύματος αυτού, αν προσδέσουμε HCl στο διάλυμα ; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

γ) Πόσος θα γίνει ο βαθμός ιοντισμού, αν στο διάλυμα του HA προσδέσουμε άλας NaA, ώστε η συγκέντρωση του άλατος να είναι 1 M ; Δίνεται για το HA $K_a = 10^{-5}$.

[Απ. : α) 10^{-2} , β) 10^{-5}]

101. Πόσα mol άλατος KA πρέπει να προστεθούν σε 500 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA 0,2 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 5. Δίνεται για το HA : $K_a = 10^{-6}$.

Η προσθήκη του KA γίνεται χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. [Απ. : 0,01 mol]

102. Διαθέτουμε διάλυμα ασθενούς βάσης B 0,2 M.

α) Να βρεθούν οι συγκεντρώσεις $[\text{BH}^+]$, $[\text{OH}^-]$ και ο βαθμός ιοντισμού στο διάλυμα.

β) Πώς θα μεταβληθούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος αυτού, αν προσδέσουμε μια ισχυρή βάση π.χ. KOH ;

γ) Πόσα mol KOH πρέπει να προσδέσουμε σε 500 mL του διαλύματος αυτού, ώστε ο βαθμός ιοντισμού να μεταβληθεί 100 φορές ; Η προσθήκη του KOH δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος. Ποιες θα είναι οι συγκεντρώσεις $[\text{BH}^+]$ και $[\text{OH}^-]$ τότε ;

Δίνεται για τη βάση $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$.

[Απ. : α) $[\text{BH}^+] = [\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-3}$ M, α = 10^{-2} , β) 0,1 mol KOH, $[\text{BH}^+] = 2 \cdot 10^{-5}$, $[\text{OH}^-] = 0,2$ M]

103. Αναμιγνύουμε 600 mL διαλύματος CH_3COOH 0,8 M με 200 mL διαλύματος HCl 0,4 M.

Αν $K_a\text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$, να βρεθούν το pH του τελικού διαλύματος και η $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$.

[Απ. : pH = 1, $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 6 \cdot 10^{-5}$]

104. Αναμιγνύουμε 300 mL διαλύματος NH_3 0,8 M με 100 mL διαλύματος NaOH 0,4 M.

Να βρεθούν το pH του τελικού διαλύματος και η $[\text{NH}_4^+]$. Δίνεται $K_b\text{NH}_3 = 10^{-5}$.

[Απ. : pH = 13, $[\text{NH}_4^+] = 6 \cdot 10^{-5}$]

105. Σε 400 mL διαλύματος ασθενούς βάσης B 1 M προσθέτουμε 100 mL δ/τος KOH 0,5 M.

Να βρεθούν στο διάλυμα που προκύπτει :

α) το pH, **β)** η συγκέντρωση του συζυγούς οξέος της βάσης και

γ) ο βαθμός ιοντισμού της βάσης. Δίνεται $K_b = 10^{-5}$.

[Απ. α) pH = 13, β) $8 \cdot 10^{-5}$ M, γ) 10^{-4}]

106. Ένα διάλυμα Δ_1 όγκου 1 L περιέχει 0,1 mol ασθενούς οξέος HA και 0,1 mol ασθενούς οξέος HB.

Δίνονται για το HA $K_1 = 10^{-6}$ και για το HB $K_2 = 9 \cdot 10^{-6}$.

Να βρεθούν το pH και οι βαθμοί ιοντισμού των οξέων στο διάλυμα Δ_1 .

[Απ. : 3, 10^{-3} , $9 \cdot 10^{-3}$]

107. α) Σε 500 mL διαλύματος περιέχονται τα ασθενή οξέα HA 1 M και HB 1 M.

Ποιο είναι το pH του διαλύματος ;

β) Στο αρχικό διάλυμα προσθέτουμε 1 mol NaOH χωρίς μεταβολή στον όγκο του διαλύματος.

Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει ;

Δίνονται $K_1\text{HA} = 10^{-6}$, $K_2\text{HB} = 10^{-10}$.

[ΥΠΟΔΕΙΞΗ] : Επειδή η $K_1 >> K_2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 >> [\text{H}_3\text{O}^+]_2$ οπότε το pH προκύπτει μόνο από το HA. Αντίστοιχα ισχύουν για τα συζυγή A^- , B^-

[Απ. : α) 3, β) 12]

108. Σε 2 L διαλύματος CH_3COONa 0,1 M προσθέτουμε 2 L διαλύματος HCOONa 1 M.

Δίνονται $K_1 \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$, $K_2 \text{HCOOH} = 10^{-4}$

Να βρεθούν στο τελικό διάλυμα :

α) Οι συγκεντρώσεις όλων των αδιαστάτων μορίων και των ιόντων.

β) Οι βαθμοί ιοντισμού.

γ) Το pH και το pOH.

[Απ.: α) 10^{-5} , 10^{-9} , $5 \cdot 10^{-6}$, $5 \cdot 10^{-6}$, 0,05, 0,5, 0,055, β) 10^{-4} , 10^{-5} , γ) 9, 5]

ΔΕΙΚΤΕΣ

109. Για το δείκτη ΗΔ "μπλε της βρωμοθυμόλης" σε $\text{pH} = 8$, η αναλογία των συγκεντρώσεων της ιοντισμένης μορφής (ανιόντα) προς τη μη ιοντισμένη μορφή (αδιάστατα μόρια) είναι ίση με 5. Να βρεθεί το $\text{pK}_{\text{HΔ}}$ του δείκτη. Δίνεται $\log 5 = 0,7$. [Απ.: 7,3]

110. Ένας δείκτης έχει $\text{pK}_{\text{HΔ}} = 4$. Οι χρωματικές μεταβολές που επιφέρονται από το συζυγές οξύ και τη συζυγή βάση του δείκτη είναι αντίστοιχα κίτρινο και μπλε. Ρίχνουμε μια σταγόνα του δείκτη σε άχρωμο διάλυμα ασθενούς οξέος ΗΑ 0,2 M και γίνεται κίτρινο. Αν η αναλογία των συγκεντρώσεων $[\text{HΔ}]/[\Delta^-]$ είναι ίση με 10 : 1, ποια η K_a του οξέος; [Απ.: $5 \cdot 10^{-6}$]

111. Η ηλιανθίνη είναι ένας δείκτης με $\text{pK}_{\text{HΔ}} = 3,5$. Όταν $[\text{HΔ}]/[\Delta^-] = 10 : 1$, το χρώμα είναι κόκκινο και όταν $[\Delta^-]/[\text{HΔ}] = 10 : 1$, το χρώμα είναι κίτρινοπορτοκαλί. Ποια η ελάχιστη συγκέντρωση διαλύματος HCOOH ($K_a = 10^{-4}$), ώστε όταν προσθέσουμε στο διάλυμα ηλιανθίνη να έχει κόκκινο χρώμα; [Απ.: 0,1 M]

ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ - ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ με ΙΣΧΥΡΕΣ ΒΑΣΕΙΣ

112. Σε 200 mL διαλύματος HBr με $\text{pH} = 1$ προσθέτουμε 80 mL διαλύματος NaOH 0,25 M. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: $\text{pH} = 7$]

113. Αναμιγνύουμε 1,5 L διαλύματος HCl 0,8 M με 500 mL διαλύματος NaOH 2 M. Να βρεθούν οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και το pH του τελικού διαλύματος. [Απ.: 0,5 M – 0,6 M – 0,1 M – 1]

114. Αναμιγνύουμε 360 mL διαλύματος HNO_3 με $\text{pH} = 0$ με 440 mL διαλύματος NaOH με $\text{pH} = 14$. Να βρεθούν οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και το pH του τελικού διαλύματος. [Απ.: 0,55 M – 0,45 M – 0,1 M – 13]

115. Αναμιγνύουμε 400 mL διαλύματος KOH με $\text{pH} = 13$ με 300 mL διαλύματος HCl 0,3 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τελικό όγκο 5 L. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: $\text{pH} = 2$]

116. Σε 500 mL διαλύματος HNO_3 με $\text{pH} = 1$ προσθέτουμε 2,59 g Ca(OH)_2 και αραιώνουμε με νερό, ώστε ο τελικός όγκος του διαλύματος να είναι 2 L. Να βρεθεί το pH του διαλύματος που προκύπτει. [Απ.: $\text{pH} = 12$]

117. Αναμιγνύουμε 1,2 L διαλύματος H_2SO_4 2,45% w/v με 800 mL διαλύματος NaOH 2% w/v. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 1]

118. Αναμιγνύουμε 400 mL διαλύματος HNO_3 0,8 M με 500 mL διαλύματος Ba(OH)_2 0,34 M και αραιώνουμε το τελικό διάλυμα με νερό μέχρι τα 2 L. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 12]

119. Αναμιγνύουμε ίσους όγκους ενός διαλύματος Ba(OH)_2 0,2 M και ενός διαλύματος HCl 0,38 M. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 12]

120. α) Σε 500 mL διαλύματος έχουμε διαλύσει 112 mL αερίου HCl (stp). Ποιο το pH του διαλύματος αυτού;
β) Επίσης, έχουμε 20,8 g διαλύματος NaOH 4% w/v με πυκνότητα $\rho = 1,04 \text{ g/mL}$. Ποιο το pH του διαλύματος αυτού;
γ) Αναμιγνύουμε τα δύο προηγούμενα διαλύματα και αραιώνουμε με νερό μέχρι τελικού όγκου 1,5 L. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: α) 2, β) 14, γ) 12]

121. Όταν αναμιγνύουμε 120 mL διαλύματος HCl 0,1 M με 100 mL διαλύματος KOH , έχουμε πλήρη εξουδετέρωση. Ποιο θα είναι το pH του διαλύματος που θα προκύψει, αν αναμίξουμε ίσους όγκους από τα δύο διαλύματα; [Απ.: $\text{pH} = 12$]

Δείκτες

122. Η φαινολφθαλεΐνη είναι ένα δείκτης που έχει $\text{pK}_{\text{HΔ}} = 9,5$ η μη ιοντισμένη μορφή (ΗΔ) δίνει άχρωμο διάλυμα και η ιοντισμένη (Δ^-) δίνει κόκκινο διάλυμα. Τι pH και τι χρώμα θα έχει το τελικό διάλυμα, αν ρίξουμε δύο – τρεις σταγόνες φαινολφθαλεΐνης σε αυτό, σε καθεμία από τις παρακάτω περιπτώσεις:
α) Αν αναμίξουμε 300 mL διαλύματος HNO_3 0,8 M με 200 mL διαλύματος Ca(OH)_2 0,475 M. [Απ.: $\text{pH} = 1$, άχρωμο]
β) Αν αναμίξουμε 250 mL διαλύματος HCl 0,16 M με 800 mL διαλύματος Ba(OH)_2 0,025 M. [Απ.: $\text{pH} = 7$, άχρωμο]
γ) Αν αναμίξουμε 300 mL διαλύματος HCl 0,2 M με 600 mL διαλύματος NaOH 0,25 M. [Απ.: $\text{pH} = 13$, κόκκινο]

Όταν δίνεται το pH του τελικού διαλύματος

123. Αναμιγνύουμε 250 mL διαλύματος HCl με 150 mL διαλύματος KOH με την ίδια συγκέντρωση και στο διάλυμα που προκύπτει προσθέτουμε 200 mL νερού, οπότε το τελικό διάλυμα έχει $\text{pH} = 1$. Ποια η συγκέντρωση των διαλυμάτων HCl και KOH ; [Απ.: 0,6 M]

124. Ποιον όγκο διαλύματος HCl με $\text{pH} = 1$ πρέπει να προσθέσουμε σε 200 mL διαλύματος KOH με $\text{pH} = 13$, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει $\text{pH} = 3$; [Απ.: 204 mL]

125. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε διάλυμα HNO_3 με $\text{pH} = 1$ με διάλυμα NaOH με $\text{pH} = 12$, ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 11$;

[Απ. 9: 101]

126. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος HCl με pH = 2.

α) Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα αυτό, ώστε το pH = 13;

β) Πόσα mol KOH πρέπει να προσθέσουμε στο αρχικό διάλυμα, ώστε το pH = 7 (πλήρης εξουδετέρωση);

[Απ.: α) 0,22, β) 0,02]

127. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος HCl με pH = 1. Ποιον όγκο διαλύματος NaOH με pH = 13 πρέπει να προσθέσουμε, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει: **α)** pH = 2, **β)** pH = 7 (πλήρης εξουδετέρωση), **γ)** pH = 12;

[Απ.: α) 18/11 L, β) 2 L, γ) 22/9 L]

Μεταβολές στο pH

128. Διαθέτουμε 4 L διαλύματος HBr με pH = 2. Να βρείτε:

α) Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε στο αρχικό διάλυμα, χωρίς μεταβολή στον όγκο του διαλύματος, ώστε να έχουμε μεταβολή στο pH κατά μία (1) μονάδα;

β) Ποιος όγκος διαλύματος KOH με pH = 13 πρέπει να προστεθεί στο αρχικό διάλυμα, ώστε να έχουμε μεταβολή στο pH κατά μία (1) μονάδα;

[Απ.: α) 0,036 mol, β) 36/101 L]

ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΔΙΣΘΕΝΗ ΟΞΕΑ με ΙΣΧΥΡΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ή ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ με ΔΙΣΘΕΝΕΙΣ ΒΑΣΕΙΣ

Πλήρης εξουδετέρωση

129. Διαθέτουμε 1 L διαλύματος NaOH 0,1 M και 1 L διαλύματος NH₃ 0,1 M.

α) Για να εξουδετερωθούν πλήρως, πόσα mol HCl απαιτεί το κάθε διάλυμα, αν δεν έχουμε μεταβολή του όγκου;

β) Να βρεθούν τα pH των δύο διαλυμάτων μετά την εξουδετέρωση.

Δίνεται $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$.

[Απ.: α) 0,1 mol HCl, β) 7, 5]

130. Αναμιγνύουμε 250 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA 0,2 M με 250 mL διαλύματος KOH 0,2 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται για το HA: $pK_a = 6$.

[Απ.: pH = 9,5]

131. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA 1,5 M με 0,5 L διαλύματος NaOH 0,6 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 3 L. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; Δίνεται $pK_a = 5$.

[Απ.: pH = 9]

132. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος CH₃COOH 0,2 M με 200 mL διαλύματος NaOH 0,2 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται $pK_a = 5$.

[Απ.: 9]

133. Αναμιγνύουμε 4 L διαλύματος CH₃COONa 0,125 M με 1 L διαλύματος HCl 0,5 M.

Να βρεθούν οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των μορίων και το pH του τελικού διαλύματος. Δίνεται $pK_a = 5$.

[Απ.: 10^{-3} , 10^{-3} , 10^{-11} , 0,1, 0,1, 0,1, pH = 3]

134. Αναμιγνύουμε 4 L διαλύματος HBr 0,15 M με 2 L διαλύματος NH₃ 0,3 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται $pK_b = 5$.

[Απ.: 5]

135. Αναμιγνύουμε 6 L διαλύματος NH₄Cl 0,15 M με 3 L διαλύματος KOH 0,3 M.

Ποιο το pH και οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και των μορίων στο τελικό διάλυμα;

Δίνεται $pK_b = 5$. [Απ.: 11, 0,1, 0,1, 0,1, 10^{-3} , 10^{-11} , 10^{-3}]

136. Σε 400 mL διαλύματος KCN 0,5 M προσθέτουμε 400 mL διαλύματος HNO₃ 0,5 M.

Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; $K_a \text{ HCN} = 4 \cdot 10^{-10}$.

[Απ.: pH = 5]

137. Αναμιγνύουμε V₁ L διαλύματος NH₃ 0,3 M με V₂ L διαλύματος HCl 0,15 M, έτσι ώστε να έχουμε πλήρη εξουδετέρωση. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος;

Δίνεται $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$.

[Απ.: pH = 5]

138. α) Σε 500 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA 0,2 M προσθέτουμε 250 mL διαλύματος KOH 0,4 M και αραιώνουμε με νερό σε όγκο 1 L. Ποιο το pH του διαλύματος;

β) Πόσο νερό πρέπει να προσθέσουμε σε 10 mL του διαλύματος αυτού, ώστε να έχουμε μεταβολή του pH κατά μία (1) μονάδα;

Δικαιολογήστε τη μεταβολή – αύξηση ή ελάττωση – αυτή.

Δίνεται $K_a \text{ HA} = 10^{-7}$.

[Απ.: α) 10, β) 990 mL]

Περίσσεια ασθενούς οξέος ή ασθενούς βάσης

139. Αναμιγνύουμε 300 mL διαλύματος CH₃COOH 0,2 M με 200 mL διαλύματος NaOH 0,15 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται $pK_a = 5$.

[Απ.: 5]

140. Αναμιγνύουμε 2 L διαλύματος CH₃COONa 0,3 M με 2 L διαλύματος HCl 0,1 M.

Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνονται $pK_a = 5$, $\log 2 = 0,3$.

[Απ.: 5,3]

141. Αναμιγνύουμε 2 L διαλύματος NH₃ 0,6 M με 3 L διαλύματος HCl 0,1 M.

Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνονται $pK_b = 5$, $\log 3 = 0,48$.

[Απ.: 9,48]

142. Αναμιγνύουμε 3 L διαλύματος NH₄Cl 0,2 M με 2 L διαλύματος NaOH που έχει pH = 13.

Να βρεθούν το pH και οι συγκεντρώσεις των ιόντων και των μορίων του διαλύματος που προκύπτει; Δίνονται $pK_b = 5$, $\log 2 = 0,3$, $\log 5 = 0,7$.

[Απ.: 8,7, 0,04, 0,12, 0,08, 0,04, $5 \cdot 10^{-6}$, $2 \cdot 10^{-9}$]

143. Σε 200 mL διαλύματος HCOOH 0,2 M προσθέτουμε 200 mL διαλύματος NaOH 0,1 M.

Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; $K_a \text{ HCOOH} = 10^{-4}$.

[Απ.: pH = 4]

144. Σε 200 mL διαλύματος CH₃COONa 0,2 M προσθέτουμε 0,02 mol HCl, χωρίς μεταβολή του όγκου. Να βρεθεί το pH του διαλύματος που προκύπτει. Δίνεται για το CH₃COOH $K_a = 10^{-5}$.

[Απ.: pH = 5]

145. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος HI 1,2 M με 600 mL διαλύματος NaA 0,8 M.

Αν $pK_a = 5$, ποιο θα είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει;

[Απ.: pH = 5]

Περίσσεια ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης

146. Αναμιγνύουμε 500 mL διαλύματος CH_3COOH 0,6 M με 2 L διαλύματος NaOH 0,3 M και αραιώνουμε με 0,5 L H_2O . Να βρεθούν στο τελικό διάλυμα το pH και η $[\text{CH}_3\text{COOH}]$;
Δίνεται $\text{p}K_a = 5$. [Απ.: 13, 10^{-9}]

147. Αναμιγνύουμε 400 mL διαλύματος CH_3COONa 0,2 M με 100 mL διαλύματος HCl 1 M και αραιώνουμε με 1,5 L H_2O . Να βρεθούν στο τελικό διάλυμα το pH και οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και μορίων. Δίνεται $\text{p}K_a = 5$.
[Απ.: 2, 0,05, 0,04, $4 \cdot 10^{-5}$, 0,04, 10^{-2} , 10^{-12}]

148. Αναμιγνύουμε 500 mL διαλύματος HCl 2 M με 800 mL διαλύματος NH_3 1 M και αραιώνουμε με H_2O μέχρι να γίνει ο τελικός όγκος 2 L.
Να βρεθούν στο τελικό διάλυμα το pH και η $[\text{NH}_3]$; Δίνεται $\text{p}K_b = 5$. [Απ.: 1, $4 \cdot 10^{-9}$]

149. Αναμιγνύουμε 4 L διαλύματος NH_4Cl 0,125 M με 6 L διαλύματος KOH που έχει $\text{pH} = 13$.
Να βρεθούν στο τελικό διάλυμα το pH και οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων και μορίων.
Δίνεται $\text{p}K_a = 5$.
[Απ.: 12, 10^{-2} , 0,05, 0,05, 0,06, $5 \cdot 10^{-5}$, 10^{-12}]

150. Αναμιγνύουμε ίσους όγκους διαλύματος HClO 0,4 M και NaOH 0,6 M.
Ποιο το pH του τελικού διαλύματος και ο βαθμός ιοντισμού του ClO^- ;
Δίνεται $K_a \text{HClO} = 10^{-8}$. [Απ.: 13, 10^{-5}]

151. Αναμιγνύουμε διάλυμα BHCl 0,15 M με διάλυμα NaOH 0,6 M με αναλογία όγκων 2 : 1 αντίστοιχα. Να βρεθούν στο τελικό διάλυμα το pH και η $[\text{BH}^+]$. Δίνεται: $K_b \text{B} = 10^{-6}$.
[ΥΠΟΔΕΙΞΗ: $\text{BHCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{B} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$]
[Απ.: $\text{pH} = 13$, $[\text{BH}^+] = 10^{-6}$]

152. α) Διαθέτουμε 2 L διαλύματος CH_3COOH 0,1 M και HCl 0,1 M.
Ποιο το pH του διαλύματος και ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος;
β) Στο διάλυμα προσθέτουμε 0,42 mol NaOH χωρίς μεταβολή στον όγκο.
Ποιο το pH στο τελικό διάλυμα και ποιος ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COO^- ;
Δίνεται $K_a = 10^{-5}$. [Απ.: α) 1, 10^{-4} , β) 12, 10^{-7}]
[ΥΠΟΔΕΙΞΗ: Αντιδρά όλο το CH_3COOH και HCl και στο τέλος περισσεύει NaOH που κάνει επίδραση κοινού ιόντος στο ιοντισμό του CH_3COO^-]

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ**Παρασκευή με ανάμιξη χωρίς αντίδραση**

153. Αναμιγνύουμε 2 L διαλύματος NH_3 0,5 M με 5 L διαλύματος NH_4Cl 2 M.
Ποιο το pH του ρυθμιστικού διαλύματος που θα σχηματιστεί; Δίνεται $\text{p}K_b = 5$. [Απ.: 8]

Παρασκευή με ανάμιξη με αντίδραση

154. Πόσα mol NaOH πρέπει να προστεθούν σε 500 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA 0,4 M, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 5$; Δίνεται για το HA : $K_a = 9 \cdot 10^{-5}$.
Η προσθήκη του NaOH δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος. [Απ.: 0,18 mol]

155. Ποιον όγκο διαλύματος HCl 0,5 M πρέπει να προσθέσουμε σε 800 mL διαλύματος NH_3 0,5 M ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 9$; Δίνεται $\text{p}K_b = 5$. [Απ.: 400 mL]

156. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξουμε διάλυμα CH_3COOH που έχει $\text{pH} = 3$ με διάλυμα NaOH που έχει $\text{pH} = 14$ ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 6$;
Δίνεται $K_a = 10^{-5}$. [Απ.: $V_1/V_2 = 11/1$]

157. Αναμιγνύουμε 3 L διαλύματος ασθενούς μονόζινης βάσης B 1 M με 2 L διαλύματος HCl με $\text{pH} = 0$, οπότε προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 9$.
Ποια η σταθερά ιοντισμού της ασθενούς βάσης K_b ; [Απ.: $2 \cdot 10^{-5}$]

Και άλλες αναμιξεις

158. Διαθέτουμε τέσσερα (4) μπουκάλια. Το πρώτο περιέχει διάλυμα NH_3 0,1 M, το δεύτερο διάλυμα HCl 0,1 M, το τρίτο διάλυμα NH_4Cl 0,1 M και το τέταρτο διάλυμα NaOH 0,1 M.
Δώστε τρεις (3) περιπτώσεις ανάμιξης ανά δύο (2) των διαλυμάτων, ώστε κάθε φορά να προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα. Ποια η αναλογία όγκων στην καθεμία περίπτωση, ώστε το ρυθμιστικό διάλυμα που θα προκύψει, να έχει $\text{pH} = 9$; Δίνεται $K_b \text{NH}_3 = 2 \cdot 10^{-5}$.
[Απ.: α) 3 : 2, β) 1 : 2, γ) 3 : 1]

Ανάμιξη δύο ρυθμιστικών

159. Αναμιγνύουμε δύο ρυθμιστικά διαλύματα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$ τα οποία έχουν αντίστοιχα όγκους 3 L και 1 L και $\text{pH} = 5$ και $\text{pH} = 4,3$ και ίδια συγκέντρωση άλατος CH_3COONa 0,5 M. Ποιο είναι το pH του τελικού ρυθμιστικού διαλύματος;
Δίνονται $\text{p}K_a = 5$, $\log 2 = 0,3$, $\log 5 = 0,7$. [Απ.: 4,7]

"Άμυνα" ρυθμιστικού διαλύματος

160. α) Αναμιγνύουμε 100 mL διαλύματος CH_3COOH 6 M με 200 mL διαλύματος CH_3COONa 6 M, οπότε προκύπτει διάλυμα X. Ποιο το pH;
β) Παίρνουμε 100 mL από το διάλυμα X και τα αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 400 mL. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
γ) Παίρνουμε άλλα 100 mL από το διάλυμα X, προσθέτουμε σε αυτά 50 mL διαλύματος HCl 2 M και αραιώνουμε με νερό σε τελικό όγκο 1,2 L. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος;
Δίνονται $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$, $\log 2 = 0,3$.
[Απ.: α) 5,3, β) 5,3, γ) 5]

161. Έχουμε 2 L ρυθμιστικού διαλύματος HA 0,4 M, NaA 0,4 M με $K_a = 10^{-6}$
Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$, $\log 3 = 0,48$)

α) Ποιο το pH του διαλύματος;
β) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει όταν προσθέσουμε 0,4 mol NaOH (χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος)
γ) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει όταν προσθέσουμε 0,4 mol NaOH σε 2 L H_2O χωρίς ΔV ;

[Απ.: α) 6, β) 6,48, γ) 13,3]

- 162.** Έχουμε 2 L ρυθμιστικού διαλύματος NH_3 0,15 M, NH_4Cl 0,15 M με $K_b = 10^{-5}$
 Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$)
- α) Ποιο το pH του διαλύματος;
 β) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει όταν προσθέσουμε 0,1 mol HCl (χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος)
 γ) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει όταν προσθέσουμε 0,1 mol HCl σε 2 L H_2O ;
 [Απ.: α) 9, β) 8,7, γ) 1,3]
- 163.** Έχουμε 2 L ρυθμιστικού διαλύματος HNO_2 0,3 M, NaNO_2 0,3 M με $K_a = 10^{-4}$
 Να βρεθούν:
- α) Ποιο το pH του διαλύματος;
 β) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει όταν αραιώσουμε με H_2O σε τελικό όγκο 6 L.
 [Απ.: α) 4, β) 4]
- 164.** Έχουμε 400 mL ρυθμιστικού διαλύματος HA 0,6 M, NaA 0,6 M με $K_a = 10^{-8}$
 Να βρεθούν: ($\log 3 = 0,48$)
- α) Ποιο το pH του διαλύματος;
 β) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει όταν αναμιζουμε το αρχικό διάλυμα με 100 mL διαλύματος HCl 1,2 M και κατόπιν αραιώσουμε σε τελικό όγκο 600 mL;
 [Απ.: α) 8, β) 7,52]
- 165.** Έχουμε 3 L ρυθμιστικού διαλύματος NH_3 0,2 M, NH_4Cl 0,2 M, με $K_b = 10^{-5}$
 Να βρεθούν: ($\log 2 = 0,3$)
- α) Ποιο το pH του διαλύματος;
 β) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει όταν αναμιζουμε το αρχικό διάλυμα με 2 L διαλύματος NaOH με pH = 13;
 [Απ.: α) 9, β) 9,3]
- 166.** Σε 2 L ενός ρυθμιστικού διαλύματος HA – NaA ή A^- με συγκεντρώσεις $C_1 = 0,5$ M, $C_2 = 0,25$ M αντίστοιχα και pH = 3,7 προσθέτουμε 10 g NaOH χωρίς μεταβολή στον όγκο. Αν γνωρίζετε ότι το HA είναι πολύ ασθενές οξύ να βρείτε το τελικό pH του διαλύματος.
 Δίνεται $\log 2 = 0,3$. [Απ.: 4]
- 167.** Σε 2 L ρυθμιστικού διαλύματος NH_3 0,1 M και NH_4Cl 0,2 M προσθέτουμε χωρίς μεταβολή στον όγκο 0,3 mol NaOH οπότε το διάλυμα παραμένει ρυθμιστικό αλλά το pH μεταβάλλεται κατά μία (1) μονάδα. Να βρεθούν οι τελικές συγκεντρώσεις των NH_3 – NH_4Cl στο ρυθμιστικό διάλυμα και το αρχικό και τελικό pH του διαλύματος.
 Δίνεται $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$. [Απ.: 0,25 – 0,05 M – 9– 10]
- 168.** Ρυθμιστικό διάλυμα A αμίνης RNH_2 0,1 M και άλατός της RNH_3Cl 0,1 M έχει pH = 9.
 Να βρεθούν:
- α) Η σταθερά ιονισμού K_b της αμίνης.
 β) Να υπολογιστούν τα mol HCl που πρέπει να προστεθούν σε 1 L του διαλύματος A, ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά μία μονάδα.
 γ) Να υπολογιστούν τα mol HCl που πρέπει να προστεθούν σε 1 L του διαλύματος A, για να πάρουμε διάλυμα με pH = 7.
 (ΔΙΑΓ. Ε.Ε.Χ. 1995) [Απ.: α) 10^{-5} , β) 0,082, γ) 0,098]

ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ - ΔΕΙΚΤΕΣ

- 169.** Κατά την ογκομέτρηση 50 mL διαλύματος ασθενούς βάσης B, όταν καταναλώθηκαν 50 mL διαλύματος HCl 0,2 M έγινε πλήρης εξουδετέρωση και το pH βρέθηκε 4,5.
- α) Να βρεθεί η K_b της βάσης.
 β) Ποια η $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα της βάσης, όταν έχουμε προσθέσει:
 i) 10 mL, ii) 25 mL, iii) 40 mL και iv) 60 mL διαλύματος HCl;
 [Απ.: α) $K_b = 10^{-6}$, β) i) $4 \cdot 10^{-6}$, ii) 10^{-6} , iii) $2,5 \cdot 10^{-7}$, iv) $5,5 \cdot 10^{-13}$ M]
- 170.** Για να εξουδετερωθούν σε μια ογκομέτρηση 40 mL ενός διαλύματος CH_3COOH καταναλώθηκαν 10 mL διαλύματος NaOH 2 M.
- α) Ποιον από τους παρακάτω δείκτες θα προτιμήσει για τον προσδιορισμό του ισοδυναμίου ή τελικού σημείου (τιμή του pH στην πλήρη εξουδετέρωση):
 i) Ερυθρό του μεθυλίου – $pK_a = 5$
 ii) Ηλιανθίνη – $pK_a = 3,5$
 iii) Φαινολοφθαλεΐνη – $pK_a = 9,5$
 β) Ποιο το pH του διαλύματος, όταν έχουμε προσθέσει μόνον 5 mL από το διάλυμα NaOH 2 M και μετά αραιώσουμε σε τελικό όγκο 100 mL;
 γ) Ποιο το pH του τελικού διαλύματος αν προσθέσουμε 15 mL διαλύματος NaOH στο αρχικό διάλυμα CH_3COOH και μετά αραιώσουμε σε τελικό όγκο 100 mL;
 Δίνονται $\log 2 = 0,3$ – $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$. [Απ.: α) 9,3, β) 5, γ) 13]
- 171.** Ένας δείκτης είναι ασθενές οξύ ($\text{H}\Delta \rightleftharpoons \text{H}^+ + \Delta^-$) με $K_a = 10^{-4}$.
 Το χρώμα των μορίων HΔ είναι κόκκινο και των ιόντων Δ^- είναι μπλε, αλλά για να επικρατήσει το κάθε χρώμα στο διάλυμα πρέπει να ισχύει:
 όταν $[\text{H}\Delta]/[\Delta^-] \geq 10$ το χρώμα του δείκτη είναι **κόκκινο** και
 όταν $[\Delta^-]/[\text{H}\Delta] \geq 10$ το χρώμα του δείκτη είναι **μπλε**.
- α) Να βρεθούν οι τιμές του pH για τις μεταβολές του χρώματος,
 β) Ποια η ελάχιστη συγκέντρωση διαλύματος προπανικού οξέος $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ με $K_a = 5 \cdot 10^{-5}$, ώστε όταν προσθέσουμε σταγόνες δείκτη (αμελητέου όγκου), να έχει κόκκινο χρώμα και
 γ) Ποια η ελάχιστη μάζα NaOH που πρέπει να προστεθεί σε 600 mL διαλύματος προπανικού οξέος με τη συγκέντρωση αυτή, ώστε το χρώμα του διαλύματος να μετατραπεί σε μπλε;
 [Απ.: β) 0,02 M, γ) 0,4 g]

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΟ pH

- 172.** Ποιον όγκο διαλύματος NaOH 0,1 M πρέπει να αναμιζουμε με 110 mL διαλύματος ασθενούς μονοβασικού οξέος HA 0,1 M, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει pH = 7;
 Δίνεται $K_a \text{ HA} = 10^{-6}$. [Απ.: V = 100 mL]
- 173.** Πόσα mol HCl πρέπει να προσθέσουμε σε 200 mL διαλύματος NH_3 0,1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 9; Δίνεται $pK_b = 5$
 Η προσθήκη του HCl δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος. [Απ.: 0,01 mol]

174. Πόσα mol HBr πρέπει να προσθέσουμε σε 1100 mL διαλύματος NaClO 0,1 M, ώστε στο τελικό διάλυμα να έχουμε pH = 7; Δίνεται $pK_a = 8$.
Η προσθήκη του HBr δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος. [Απ.: 0,1 mol]

175. Ποιον όγκο διαλύματος KOH 0,1 M πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL διαλύματος NH_4Cl , 0,3 M ώστε το pH στο τελικό διάλυμα να είναι ίσο με 10; $pK_b = 5$. [Απ.: 3/11 L]

Γνωρίζοντας το pH του τελικού διαλύματος

176. α) Ποιον όγκο διαλύματος HCl 0,2 M πρέπει να προσθέσουμε σε 1 L διαλύματος CH_3COONa 0,1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 1;
β) Ποιον όγκο διαλύματος HCl 0,2 M πρέπει να προσθέσουμε σε 1 L διαλύματος CH_3COONa 0,1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 7;
γ) Ποιον όγκο διαλύματος HCl 0,1 M πρέπει να προσθέσουμε σε 1 L διαλύματος CH_3COONa 0,1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 4;
Δίνεται $pK_a = 5$. [Απ.: α) 2 L, β) 1/202 L, γ) 10/11 L]

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΤΟ pH

177. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος HCl με pH = 2.

α) Ποιον όγκο αερίου HCl (σε stp) (χωρίς ΔV),

β) Ποιον όγκο διαλύματος NaOH 0,2 M,

γ) Ποιον όγκο νερού και

δ) Ποιον όγκο διαλύματος HBr 1 M, πρέπει να προσθέσουμε κάθε φορά στο αρχικό διάλυμα, ώστε σε κάθε περίπτωση να έχουμε μεταβολή στο pH κατά μία (1) μονάδα; [Απ.: α) 4,032 L, β) 89,5 mL, γ) 18 L, δ) 0,2 L]

178. Διαθέτουμε 500 mL διαλύματος ασθενούς μονοβασικού οξέος HA 0,1 M.

α) Να βρεθεί το pH.

β) Ποιος όγκος διαλύματος άλατος NaA 1 M πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα του οξέος, ώστε το αρχικό pH να μεταβληθεί κατά δύο μονάδες; $K_a HA = 10^{-5}$. [Απ.: α) 3, β) 50 mL]

179. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος ασθενούς μονόζινης βάσης NH_3 , 0,1 M.

α) Να βρεθεί το pH.

β) Πόσα mol άλατος NH_4Cl πρέπει να προσθέσουμε, ώστε να έχουμε μεταβολή στο pH κατά δύο μονάδες;
Θεωρήστε αμελητέα την μεταβολή του όγκου με την πρόσθεση του NH_4Cl .
Δίνεται $K_b NH_3 = 10^{-5}$. [Απ.: α) pH = 11, β) 0,2 mol]

180. Διαθέτουμε διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,1 M.

α) Να βρεθεί το pH του διαλύματος.

β) Πώς θα μεταβληθεί το pH του διαλύματος αυτού, αν προσθέσουμε μια ισχυρή βάση π.χ. KOH;

γ) Πόσα mol KOH πρέπει να προσθέσουμε σε 220 mL του διαλύματος αυτού, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά μία (1) μονάδα; Ο όγκος κατά την προσθήκη του KOH δεν μεταβάλλεται.
Δίνεται για το HA: $K_a = 10^{-5}$. [Απ.: pH = 3, γ) $2 \cdot 10^{-3}$ mol]

181. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος NH_3 0,1 M. $K_b NH_3 = 10^{-5}$.

α) Πόσα mol NH_3 πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε $\Delta pH = 0,5$;

β) Ποιον όγκο διαλύματος HCl 0,1 M πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\Delta pH = 1$;

γ) Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε $\Delta pH = 2$;

δ) Πόσα mol NH_4Cl πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε $\Delta pH = 1$;

ε) Πόσα mol $CH_3CH_2NH_2$ (αιθυλαμίνη, $K_b = 10^{-4}$) πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε $\Delta pH = 0,5$;

στ) Ποιον όγκο νερού πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\Delta pH = 0,5$;

Όλες οι προσθήκες γίνονται στο αρχικό διάλυμα.

[Απ.: α) 1,8 mol, β) 2/11 L, γ) 0,2 mol, δ) 0,02 mol, ε) 0,18 mol, στ) 18 L]

182. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος NH_4Cl 0,1 M.

α) Ποιον όγκο διαλύματος NH_3 0,1 M πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\Delta pH = 1$;

β) Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε $\Delta pH = 2$;

γ) Πόσα mol HCl πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε $\Delta pH = 3$;

δ) Ποιον όγκο νερού πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\Delta pH = 1$;

ε) Πόσα mol BCl ($K_b BOH = 10^{-8}$) πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε $\Delta pH = 0,5$;

Όλες οι προσθήκες γίνονται στο αρχικό διάλυμα. $K_b NH_3 = 10^{-5}$.

[Απ.: α) 2 L, β) $1,98 \cdot 10^{-3}$, γ) 0,02 mol, δ) 198 L, ε) $1,8 \cdot 10^{-3}$ mol]

183. Διαθέτουμε 500 mL ρυθμιστικού διαλύματος ασθενούς μονοβασικού οξέος HA 0,6 M και του άλατός του NaA 0,6 M.

α) Να βρεθεί το pH.

β) Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε, ώστε το αρχικό pH να μεταβληθεί κατά μια μονάδα;
Θεωρήστε αμελητέα την μεταβολή του όγκου κατά την πρόσθεση του NaOH.

Δίνεται $K_a HA = 10^{-5}$.

[Απ.: α) 5, β) 0,245 mol]

184. Διαθέτουμε 2 L διαλύματος NH_3 0,1 M και NH_4Cl 0,1 M.

α) Πόσα mol HCl (χωρίς ΔV) πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\Delta pH = 1$;

β) Ποιον όγκο διαλύματος NaOH 0,1 M πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\Delta pH = 1$;

γ) Ποιον όγκο διαλύματος NH_3 2 M πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\Delta pH = 1$;

δ) Ποια πρέπει να είναι συγκέντρωση ενός διαλύματος NH_4Cl , ώστε όταν προσθέσουμε 3 L απ' αυτό να έχουμε $\Delta pH = 1$;

Όλες οι προσθήκες γίνονται στο αρχικό διάλυμα. $K_b NH_3 = 10^{-5}$.

[Απ.: α) 18/110 mol, β) 18/11 L, γ) 0,9 L, δ) 0,6 M]

Πολλές περιπτώσεις με αλλαγές στο pH

- 185.** Διαθέτουμε 2 L διαλύματος CH_3COOH 0,1 M. $pK_a = 5$.
- α)** Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε να έχουμε μεταβολή στο pH του αρχικού διαλύματος κατά μία (1) μονάδα; [Απ.: 2/110 mol]
- β)** Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 12$; [Απ.: 0,22 mol]
- γ)** Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 8$; [Απ.: 200/1001 mol]
- δ)** Προσθέτουμε 0,2 mol NaOH (χωρίς ΔV). Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; [Απ.: 9]
- ε)** Πόσα mol HCl πρέπει να προσθέσουμε (χωρίς ΔV), ώστε να έχουμε μεταβολή στο pH του αρχικού διαλύματος κατά δύο (2) μονάδες; [Απ.: 0,2 mol]
- στ)** Προσθέτουμε 0,4 mol NaOH (χωρίς ΔV). Ποια η $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ στο τελικό διάλυμα; [Απ.: 10^{-9} M]
- ζ)** Ποιον όγκο νερού πρέπει να προσθέσουμε, ώστε να έχουμε μεταβολή του pH κατά μία (1) μονάδα; Ποια σχέση έχουν οι βαθμοί ιοντισμού μετά και πριν την αραιώση; [Απ.: 198 L, $\alpha_2 = \alpha_1 = 10 : 1$]

ΕΠΑΝΑΣΤΗΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- 186.** Διαθέτουμε 1 L διαλύματος ασθενούς μονοβασικού οξέος HA 0,1 M και προσθέτουμε NaOH χωρίς μεταβολή του όγκου.
- α)** Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\text{pH} = 13$;
- β)** Αν προσθέσουμε 0,1 mol NaOH, ποιο θα είναι το pH;
- γ)** Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε, ώστε $\text{pH} = 5$;
Δίνεται $K_a \text{ HA} = 10^{-5}$. [Απ.: α) 0,2 mol, β) 9, γ) 0,05 mol]
- 187.** Διαθέτουμε διάλυμα Δ_1 ασθενούς μονοβασικού οξέος HA 0,4 M.
- α)** Ποιο το pH του διαλύματος αυτού;
- β)** Αν σε 50 mL διαλύματος Δ_1 προσθέσουμε 150 mL διαλύματος NaOH 2/15 M προκύπτει διάλυμα Δ_2 . Ποιο θα είναι το pH του διαλύματος Δ_2 ;
- γ)** Σε 100 mL διαλύματος Δ_2 προσθέτουμε 100 mL από το αρχικό διάλυμα Δ_1 , οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_3 . Ποιο το pH του διαλύματος Δ_3 ;
Δίνονται: $K_a \text{ HA} = 10^{-5}$, $\log 2 = 0,3$. [Απ.: α) 2,7, β) 9, γ) 4,4]
- 188. α)** Σε διάλυμα οξέος HA 0,2 M προσθέτουμε ποσότητα στερεού άλατος NaA (χωρίς μεταβολή του όγκου). Παρατηρούμε ότι το pH παραμένει αμετάβλητο. Τι συμπεραίνετε για την ισχύ του οξέος HA; Δικαιολογήστε την απάντησή σας. Πόσο είναι το pH του διαλύματος του οξέος;
- β)** Σε όγκο V L του διαλύματος HA 0,2 M προσθέτουμε ίσο όγκο διαλύματος NH_3 0,2 M. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος;
- γ)** Στο τελικό διάλυμα του β' ερωτήματος (όγκου 2V L) προσθέτουμε V L διαλύματος NH_3 0,2 M. Ποιο θα είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει;
Δίνονται: $\log 2 = 0,3$, $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$. [Απ.: α) πρόκειται για ισχυρό οξύ, επειδή δεν έχουμε επίδραση κοινού ιόντος με την προσθήκη του NaA - 0,7, β) 5, γ) 9]

- 189. α)** Έχουμε διάλυμα αιθυλαμίνης ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$) 0,1 M. Ποια η $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα αυτό;
- β)** Σε 100 mL διαλύματος $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 0,1 M προσθέτουμε HCl, χωρίς μεταβολή του όγκου, μέχρι πλήρους εξουδετέρωσης. Ποιο το $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα που προκύπτει;
- γ)** Στα 100 mL του διαλύματος του άλατος που προέκυψε, προσθέτουμε χωρίς μεταβολή του όγκου 10^{-3} mol NaOH. Ποια η $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα που προκύπτει;
Δίνεται: $K_b \text{ CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 = 9 \cdot 10^{-5}$. [Απ.: α) $3 \cdot 10^{-3}$ M, β) $10^{-5}/3$ M, γ) 10^{-5} M]
- 190. α)** Διαθέτουμε διάλυμα Δ_1 ασθενούς μονόξινης βάσης B 0,2 M.
Αν $K_b \text{ B} = 10^{-5}$, ποια η $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα; [Απ.: $\sqrt{2} \cdot 10^{-3}$ M]
- β)** Σε 0,5 L διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε 0,5 L διαλύματος HCl 0,2 M, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_2 . Ποιο το pH του διαλύματος Δ_2 ; [Απ.: 5]
- γ)** Παίρνουμε 250 mL από το διάλυμα Δ_2 και προσθέτουμε 250 mL από το διάλυμα Δ_1 , οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_3 . Ποιο το pH του διαλύματος Δ_3 ; ($\log 2 = 0,3$) [Απ.: 9,3]

Όλες οι περιπτώσεις ανάμιξης διαλυμάτων

- 191. α)** Αραιώνουμε με νερό 2 L διαλύματος CH_3COOH 0,4 M μέχρι ο τελικός όγκος να γίνει 8 L. Ποιο το pH του αραιωμένου διαλύματος και η σχέση των βαθμών ιοντισμού; $pK_a = 5$. [Απ.: 3, $\alpha_2 = 2\alpha_1$]
- β)** Σε 400 mL διαλύματος CH_3COOH 0,4 M προσθέτουμε 160 mL διαλύματος HCl 1 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 1,6 L. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει και η $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ στο τελικό διάλυμα; [Απ.: 1, 10^{-5} M]
- γ)** Σε 4 L διαλύματος CH_3COOH 0,2 M προσθέτουμε 1 L διαλύματος CH_3COONa 0,8 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; [Απ.: 5]
- δ)** Σε 3 L διαλύματος CH_3COOH 0,3 M προσθέτουμε 500 mL διαλύματος NaOH 1,8 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 9 L. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; [Απ.: 9]
- ε)** Σε 2 L διαλύματος CH_3COOH 0,2 M προσθέτουμε 2 L διαλύματος NaOH 0,4 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει και η $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ στο διάλυμα αυτό; [Απ.: 13, 10^{-9} M]
- στ)** Σε 0,8 L διαλύματος CH_3COOH 0,4 M προσθέτουμε 800 mL διαλύματος NaOH 0,2 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει; [Απ.: 5]

- 192. α)** Αραιώνουμε με νερό 1,25 L διαλύματος NH_3 0,4 M μέχρι ο τελικός όγκος να γίνει 5 L. Ποιο το pH του αραιωμένου διαλύματος και η σχέση των βαθμών ιοντισμού; $pK_b = 5$.
[Απ.: 11, $\alpha_2 = 2\alpha_1$]
- β)** Σε 2 L διαλύματος NH_3 0,2 M προσθέτουμε 0,8 L διαλύματος NaOH 0,5 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 4 L. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει και η $[\text{NH}_4^+]$ στο τελικό διάλυμα;
[Απ.: 13, 10^{-5} M]
- γ)** Σε 0,1 L διαλύματος NH_3 4 M προσθέτουμε 0,4 L διαλύματος NH_4Cl 1 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
[Απ.: 9]
- δ)** Σε 0,4 L διαλύματος NH_3 1,5 M προσθέτουμε 0,5 L διαλύματος HCl 1,2 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 6 L. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
[Απ.: 5]
- ε)** Σε 0,5 L διαλύματος NH_3 1,2 M προσθέτουμε 1,5 L διαλύματος HCl 0,8 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 6 L. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει και η $[\text{NH}_3]$ στο διάλυμα αυτό;
[Απ.: 1, 10^{-9} M]
- στ)** Σε 0,4 L διαλύματος NH_3 0,8 M προσθέτουμε 0,4 L διαλύματος HCl 0,4 M. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
[Απ.: 9]

Ξεκινώντας από αλάτι NH_4Cl που είναι οξύ NH_4^+ κατά Β-Λ

- 193. α)** Διαθέτουμε 2 L διαλύματος NH_4Cl 0,1 M. Να βρεθούν το pH και ο βαθμός ιοντισμού.
 $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$ [Απ.: 5, 10^{-4}]
- β)** Σε ποιον όγκο πρέπει να αραιώσουμε το διάλυμα, ώστε ο βαθμός ιοντισμού να διπλασιαστεί;
Ποιο το νέο pH; Δίνεται $\log 2 = 0,3$. [Απ.: 8 L, 5,3]
- γ)** Στο αρχικό διάλυμα προσθέτουμε 0,2 mol HCl , χωρίς μεταβολή του όγκου. Ποιο το pH και ο νέος βαθμός ιοντισμού του άλατος;
[Απ.: 1, 10^{-8}]
- δ)** Το αρχικό διάλυμα αναμιγνύεται με 1 L διαλύματος NH_3 0,2 M και αραιώνουμε με νερό μέχρι τα 5 L. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος;
[Απ.: 9]
- ε)** Στο αρχικό διάλυμα προσθέτουμε 0,4 mol NaOH , χωρίς μεταβολή του όγκου. Να βρεθούν το pH και η $[\text{NH}_4^+]$. [Απ.: 13, 10^{-5}]
- στ)** Με ποιον όγκο διαλύματος NaOH 10^{-2} M πρέπει να αναμιχθεί το αρχικό διάλυμα, ώστε να προκύψει ουδέτερο διάλυμα;
[Απ.: 198 L]

Ξεκινώντας από ρυθμιστικό

- 194.** Διαθέτουμε 500 mL διαλύματος CH_3COOH 0,6 M και CH_3COONa 0,6 M. με $pK_a = 5$.
Να βρεθούν κάθε φορά οι $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{CH}_3\text{COOH}]$, $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$:
- α)** Προσθέτουμε 0,1 mol HCl (χωρίς ΔV). [Απ.: $2 \cdot 10^{-5}$, 0,8, 0,4]
- β)** Προσθέτουμε 0,3 mol HCl (χωρίς ΔV). [Απ.: $2\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$, 1,2, $2\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$]
- γ)** Προσθέτουμε 0,4 mol HCl (χωρίς ΔV). [Απ.: 0,2, 1,2, $6 \cdot 10^{-5}$]
- δ)** Προσθέτουμε 0,1 mol NaOH (χωρίς ΔV). [Απ.: $5 \cdot 10^{-6}$, 0,4, 0,8]
- ε)** Προσθέτουμε 0,3 mol NaOH (χωρίς ΔV). [Απ.: $\frac{10^{-9}}{2\sqrt{3}}$, $2\sqrt{3} \cdot 10^{-5}$, 1,2]
- στ)** Προσθέτουμε 0,4 mol NaOH (χωρίς ΔV). [Απ.: $5 \cdot 10^{-14}$, $6 \cdot 10^{-9}$, 1,2]

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

1ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ
§§ 3.1 - 3.2.2 ΙΣΟΡΡΟΠΙΕΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΙΟΝΤΑ - ΘΕΩΡΙΑ Bronsted - Lowry - ΣΧΕΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΕΩΝ

ΘΕΜΑ 1ο

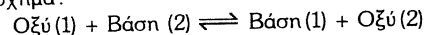
- 1.** Ποια από τα παρακάτω είναι συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης:
- CH_3COO^- και $\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$,
 - NH_4^+ και NH_3
 - CN^- και HCN
 - NaOH και Na^+ .
- α. Τα (I), (II), β. Τα (II), (III) και (IV), γ. Τα (II), (III), δ. Όλα
- 2.** Σε δύο υδατικά διαλύματα, αποκαθίστανται οι εξής ισορροπίες: (5 μ.)
- $$\text{HS}^- + \text{CN}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{HCN} \quad \text{και} \quad \text{HCl} + \text{HS}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{S}$$
- Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- Το HCN είναι ισχυρότερο οξύ από το HS^- .
 - Το HS^- δρα αμφιπρωτικά.
 - Το H_2S και το S^{2-} είναι συζυγές ζευγάρι οξέος - βάσης.
 - Το S^{2-} είναι ισχυρότερη βάση από το CN^- .
- (5 μ.)
- 3.** Περιγράψτε τη διαδικασία εμφάνισης ιόντων, όταν διαλύεται σε νερό μια ιοντική ένωση. (10 μ.)
- 4.** Να κατατάξετε τα παρακάτω οξέα κατά σειρά ελαττούμενης ισχύος, με βάση το επαγωγικό φαινόμενο: Cl_2CHCOOH , CH_3COOH , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$, ClCH_2COOH .
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (15 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

- 1.** Εξηγήστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες:
- Οξέα κατά Bronsted - Lowry είναι οι ουσίες που μπορούν να πάρουν ένα ή περισσότερα πρωτόνια.
 - Αν αντικαταστήσουμε στην NH_3 ένα άτομο υδρογόνου με ένα αλκύλιο, θα προκύψει ισχυρότερη βάση. (20 μ.)
- 2.** Ποιες ισορροπίες αποκαθίστανται στα παρακάτω διαλύματα:
- $$\Delta_1: \text{CH}_3\text{COOK}, \quad \Delta_2: \text{NaCl}, \quad \Delta_3: \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}, \quad \Delta_4: \text{HCOONH}_4$$
- (20 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

Να γράψετε τις εξισώσεις των ακόλουθων πρωτολυτικών αντιδράσεων (σε υδατικό διάλυμα), σύμφωνα με το γενικό σχήμα:



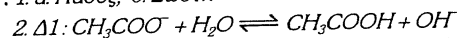
- α) Ιοντισμός NH_3 , β) Εξουδετέρωση HNO_3 με KOH , γ) Εξουδετέρωση HCl με NH_3 ,
 δ) Ιοντισμός CN^- , ε) Αντίδραση διγιλής αντικατάστασης CH_3COOK και HCl .

(25 μ.)

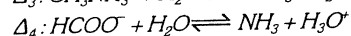
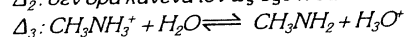
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο : 1-γ, 2-β, 3 $\text{Cl}_2\text{CHCOOH} > \text{ClCH}_2\text{COOH} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

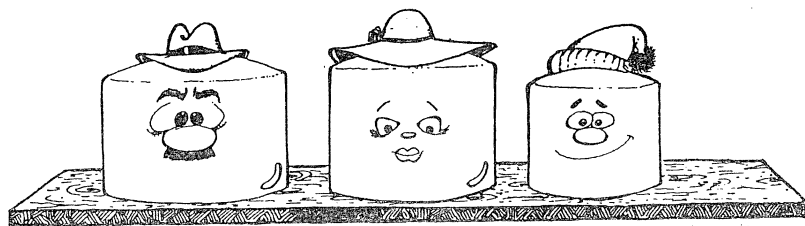
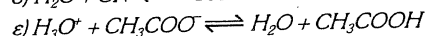
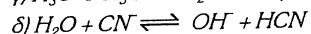
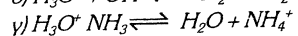
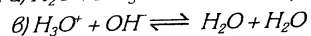
ΘΕΜΑ 2ο : 1. α. Λάθος, β. Σωστή



Δ_2 : δεν δρα κανένα ιόν ως οξύ ή βάση κατά Bronsted - Lowry



ΘΕΜΑ 3ο : α) $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{NH}_4^+$



Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

2ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΤΟ 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ**ΘΕΜΑ 1ο**

1. Ποια τιμή pH μπορεί να έχει ένα υδατικό διάλυμα που περιέχει CH_3NH_3^+ ;

- α. 1 β. 10 γ. 7 δ. 6

(5 μ.)

2. Αραιώνουμε με νερό ένα υδατικό διάλυμα NH_4Cl . Πώς θα μεταβληθεί ο βαθμός ιοντισμού του NH_4^+ ;

- α. Θα αυξηθεί γ. Θα παραμείνει ο ίδιος
 β. Θα ελαττωθεί δ. Εξαρτάται από τη φύση της διαλυμένης ουσίας.

(5 μ.)

3. Ποιες ουσίες ονομάζονται αμφιπρωτικές;

Αναφέρατε ένα παράδειγμα δείχνοντας τη δράση της ουσίας με τις αντίστοιχες εξισώσεις.

(5 μ.)

4. Να αντιστοιχίσετε τα διαλύματα της στήλης (I) και της στήλης (II) που πρέπει να αναμιχθούν, ώστε το τελικό διάλυμα να είναι ρυθμιστικό:

(I)	(II)
1. NH_4Cl	α. $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$
2. CH_3COOH	β. HCN
3. KCN	γ. NaCl
4. CH_3NH_2	δ. NH_3
	ε. CH_3COONa

(10 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

1. Να εξηγήσετε εάν οι παρακάτω ερωτήσεις είναι σωστές ή λανθασμένες:

- α. Αν το pH διαλύματος CH_3COOH $\text{C}_1 \text{ M}$ είναι μικρότερο από το pH διαλύματος HCN $\text{C}_1 \text{ M}$, τότε και το pOH διαλύματος CH_3COONa $\text{C}_2 \text{ M}$ θα είναι μικρότερο από το pOH δ/τος NaCN $\text{C}_2 \text{ M}$.
 β. Αν σε διάλυμα οξέος HA προσθέσουμε το αλάτι NaA και το pH παραμένει σταθερό, τότε το οξύ HA είναι ισχυρό.

(20 μ.)

2. Για ένα δείκτη που είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ (Hd), να αποδείξετε ότι η περιοχή pH, στην οποία έχουμε αλλαγή χρώματος θα είναι $\text{pK}_a - 1 < \text{pH} < \text{pK}_a + 1$, (pK_a του δείκτη).

(20 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

- α) Έχουμε διάλυμα Δ_1 : CH_3COONa 0,1 M. Να βρεθούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος.
- β) Σε 200 mL του διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε 0,02 mol HCl, χωρίς μεταβολή του όγκου, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_2 . Να βρεθεί το pH του διαλύματος αυτού.
- γ) Αναμιγνύουμε ίσους όγκους διαλυμάτων Δ_1 και Δ_2 . Ποιο το pH του τελικού διαλύματος;
Δίνονται: $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$.

(11 + 12 + 12 = 35 μ.)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο : 1-δ, 2-α, 4. 1-δ, 2-ε, 3-β, 4-α

ΘΕΜΑ 2ο : 1. α. Λάθος, β. Σωστή,

ΘΕΜΑ 3ο : α) pH=9, $a = 10^{-4}$, β) pH=3, γ) pH=5

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

3ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΤΟ 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΘΕΜΑ 1ο

1. Ποιο από τα ακόλουθα διαλύματα έχει pH > 7 στους 25°C:
α. HNO_3 0,1 M β. NH_4Br 0,1 M
γ. CH_3NH_2 0,1 M δ. CH_3COOH 0,1 M.

(5 μ.)

2. Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα είναι ρυθμιστικό :

α. HF, HNO_3 β. NaF, NaOH γ. HF, NaF δ. HF, HNO_2 .

(5 μ.)

3. Τι ονομάζουμε πρωτολυτικούς δείκτες ;

4. Με βάση τα παρακάτω δεδομένα (στην ίδια θερμοκρασία)

Δ1 : αμμωνία 0,1 M $K_a = 10^{-9}$ Δ3 : ανιλίνη 0,1 M $K_b = 4 \cdot 10^{-10}$ Δ2 : αιθυλαμίνη 0,1 M $K_b = 5 \cdot 10^{-4}$ Δ4 : υδραζίνη 0,1 M $K_a = 10^{-8}$

Να κατατάξετε τα διαλύματα κατ' αυξανόμενο pH.

(10 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

1. Να εξηγήσετε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες :

α. Διάλυμα HNO_3 0,2 M έχει διπλάσια $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από το διάλυμα HNO_3 0,1 M.β. Ένα διάλυμα HNO_3 θα έχει μικρότερο pH από διάλυμα HNO_2 ίδιας συγκέντρωσης.

(20 μ.)

2. Εξηγήστε τι θα συμβεί στο βαθμό ιοντισμού και στο pH διαλύματος NH_3 , αν προσθέσουμε ποσότητα στερεού NH_4Cl , χωρίς μεταβολή του όγκου.

(20 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

α) Διαλύουμε σε νερό 9,2 g ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA και παρασκευάζεται διάλυμα Δ_1 , το οποίο έχει όγκο 200 mL και pH = 2. Ποιο το MB του οξέος ;

β) Πόσα mol NaOH πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ_1 , ώστε το pH να μεταβληθεί κατά μία (1) μονάδα ;

Δίνεται : $K_a \text{HA} = 10^{-4}$.

(17 + 18 = 35 μ.)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο : 1-γ, 2-γ, 3-β, 4. $\Delta 3 < \Delta 4 < \Delta 1 < \Delta 2$

ΘΕΜΑ 2ο : 1. α. Σωστή, β. Σωστή, 2. α: ελάττωση, pH: ελάττωση.

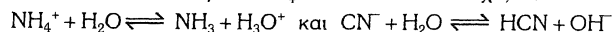
ΘΕΜΑ 3ο : α) MB = 46, β) 1/55 mol

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

4ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΤΟ 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΘΕΜΑ 1ο

1. Σε δύο υδατικά διαλύματα NH_4Cl και KCN αντίστοιχα, αποκαθίστανται οι ισορροπίες:



Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή:

- α. Το NH_4^+ είναι πιο ισχυρή βάση από το CN^- .
 β. Το H_2O δρα αμφιπρωτικά.
 γ. Το CN^- είναι συζυγές οξύ του HCN .
 δ. Τα H_3O^+ και OH^- είναι συζυγές ζεύγος οξέος και βάσης.

(5 μ.)

2. Ποιο από τα παρακάτω πρέπει να προσθέσουμε σε 200 mL διαλύματος ασθενούς βάσης Β 0,2 Μ ώστε να αυξηθεί το pH:

- α. 200 mL διαλύματος HNO_3 0,2 Μ
 β. 200 mL H_2O ,
 γ. 200 mL διαλύματος Β 0,4 Μ.
 δ. 200 mL διαλύματος HCl 0,2 Μ

(5 μ.)

3. Σε ένα διάλυμα που περιέχει ηλεκτρολύτη όταν το αραιώνουμε με προσθήκη H_2O , παρατηρούμε ότι το pH αυξάνεται. Ποια από τις παρακάτω ουσίες μπορεί να περιέχει το διάλυμα:

- α. NaCl β. HCOOH γ. NH_3 δ. NO_2^- .

(5 μ.)

4. Να αντιστοιχήσετε τα διαλύματα της στήλης (I), τα οποία έχουν την ίδια συγκέντρωση, με τις τιμές pH της στήλης (II):

(I)	(II)
1. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	α. 1
2. NH_3	β. 11
3. HCl	γ. 9
4. NH_4Cl	δ. 5
	ε. 12

(10 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

1. Εξηγήστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ):

- α. Το γαλακτικό οξύ $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ είναι ισχυρότερο οξύ από το προπανικό οξύ.
 β. Όταν αραιώσουμε ένα διάλυμα ασθενούς οξέος, ο βαθμός ιοντισμού θα ελαττωθεί.

(20 μ.)

2. Πώς θα μεταβληθεί το pH – αύξηση ή ελάττωση – ενός διαλύματος HCN , εάν προσθέσουμε:

- α) H_2O (αραίωση), β) μικρή ποσότητα KCN .

Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

(20 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

Διαθέτουμε διάλυμα Δ_1 NH_3 0,1 Μ, όγκου 200 mL.

- α) Ποιος ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος Δ_1 ;
 β) Σε ποιον όγκο πρέπει να αραιωθούν 100 mL του διαλύματος Δ_1 , ώστε το pH να μεταβληθεί κατά μισή (0,5) μονάδα;
 γ) Σε άλλα 100 mL του διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε 0,01 mol NaOH , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ποιος ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος που προκύπτει;
 Δίνεται $K_b\text{NH}_3 = 10^{-5}$.

(11 + 12 + 12 = 35 μ.)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο : 1-β, 2-γ, 3-β, 4. 1-ε, 2-β, 3-α, 4-δ

ΘΕΜΑ 2ο : 1. α. Σωστή, β. Λάθος, 2. α) αύξηση, β) αύξηση

ΘΕΜΑ 3ο : α) $a = 10^{-2}$, $\text{pH} = 11$, β) 1 L, γ) $a' = 10^{-4}$, $\text{pH} = 13$



Η Χημεία
είναι Μαγεία! . . .

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

ΤΡΙΩΡΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΤΟ 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΘΕΜΑ 1ο

1. Ποια από τα παρακάτω είναι συζυγές ζεύγος οξέος – βάσης :
- I. C_6H_5OH και $C_6H_5O^-$,
 II. S^{2-} και H_2S
 III. HCl και Cl^-
 IV. K^+ και KOH .
- α. Τα (I), (II), β. Τα (I), (III) και (IV), γ. Τα (I), (III), δ. Όλα
 (3 μ.)
2. Η σταθερά ιοντισμού ενός ασθενούς οξέος HA εξαρτάται από :
- α. Τη θερμοκρασία.
 β. Τη φύση του οξέος.
 γ. Τη φύση του διαλύτη.
 δ. Όλα τα παραπάνω.
 (3 μ.)
3. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις έχουμε επίδραση κοινού ιόντος :
- α. $NaCl$, HCl β. KOH , KNO_3 γ. $HCOOH$, $HCOOK$ δ. KOH , $NaOH$
 (3 μ.)
4. Αραιώνουμε με νερό ένα υδατικό διάλυμα βάσης. Τότε το pH :
- α. αυξάνεται γ. παραμένει ίδιο
 β. ελαττώνεται δ. εξαρτάται από το εάν η βάση είναι ισχυρή ή ασθενής.
 (3 μ.)
5. Συμπληρώστε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις :
- Τα υδατικά διαλύματα που περιέχουν το (HA, A^-) και διατηρούν το πρακτικά σταθερό όταν προστεθεί σε αυτά μικρή ποσότητα ή ονομάζονται.....
 (3 μ.)
6. Τι ονομάζουμε βαθμό ιοντισμού ; Αναφέρατε ονομαστικά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται.
 (3 μ.)
7. Ποια διαδικασία ονομάζεται ογκομέτρηση εξουδετέρωσης ;
 (3 μ.)

8. Δίνονται τα παρακάτω δεδομένα :

CH_3COOH	$K_a = 10^{-5}$
HCN	$K_a = 4 \cdot 10^{-10}$
HNO_2	$K_a = 5 \cdot 10^{-4}$
$HClO$	$K_a = 10^{-8}$

Διαθέτουμε τέσσερα διαλύματα με ίσες συγκεντρώσεις στην ίδια θερμοκρασία :
 Δ_1 : CH_3COOK , Δ_2 : $NaCN$, Δ_3 : $NaNO_2$, Δ_4 : $KClO$.
 Να τα κατατάξετε κατά σειρά αυξανόμενου pH.

(4 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

1. Εξηγήστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες :
- α) Αν προσθέσουμε ποσότητα HNO_3 σε διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος, ο βαθμός ιοντισμού θα ελαττωθεί.
 β) Ένα διάλυμα $HClO_4$ θα έχει μεγαλύτερο pH από ένα διάλυμα $HClO$ ίδιας συγκέντρωσης.
 γ) Ένα ουδέτερο διάλυμα στους $60^\circ C$ θα έχει pH μικρότερο του 7.
 (15 μ.)

2. Διαθέτουμε ίσους όγκους δύο διαλυμάτων Δ_1 : HCl και Δ_2 : CH_3COOH με την ίδια συγκέντρωση.

- α) Ποιο έχει μεγαλύτερο pH ;
 β) Ποιο χρειάζεται μεγαλύτερο όγκο διαλύματος $NaOH$ για πλήρη εξουδετέρωση ;
 Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.
 (10 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

- α) Έχουμε διάλυμα Δ_1 HNO_2 0,2 M. Να βρεθεί το pH του διαλύματος.
 β) Σε ποιον όγκο πρέπει να αραιωθούν 50 mL διαλύματος Δ_1 , ώστε ο βαθμός ιοντισμού να διπλασιαστεί ;
 Δίνεται K_a $HNO_2 = 5 \cdot 10^{-4}$.
 (12 + 13 = 25 μ.)

ΘΕΜΑ 4ο

- α) Ένα διάλυμα Δ_1 μονοπρωτικού οξέος HA 0,1 M έχει pH = x. Όταν προσθέσουμε μικρή ποσότητα άλατος NaA, χωρίς μεταβολή του όγκου, το διάλυμα που προκύπτει έχει pH = x.
 Τι συμπεραίνετε για την ισχύ του HA και ποια η τιμή του x ;
 β) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε το διάλυμα Δ_1 με διάλυμα Δ_2 $NaOH$ 0,1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 2 ;
 γ) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε το διάλυμα Δ_1 με διάλυμα Δ_3 NH_3 0,2 M, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 9 ;
 Δίνεται K_b $NH_3 = 10^{-5}$.
 (8 + 8 + 9 = 25 μ.)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο : 1-γ, 2-δ, 3-γ, 4-β, 8. $\Delta_3 < \Delta_1 < \Delta_4 < \Delta_2$

ΘΕΜΑ 2ο : 1. α. Σωστή, β. Λάθος, γ. Σωστή

2. α) Δ_2 , β) ίδιο

ΘΕΜΑ 3ο : α) pH = 2, β) 200 mL

ΘΕΜΑ 3ο : α) ισχυρό οξύ, pH = 1, β) 11:9, γ) 1:1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο
ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ
§ 3.1, 3.2

3.1.1. (1.1.1. Τεχν.)	Να σημειώσετε (στην τρίτη στήλη του πίνακα) ποιες προτάσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες είναι λανθασμένες (Λ).
1.	Η ΔG συνδέεται με τη χημική ισορροπία
2. (1 Τεχ.)	Ιοντισμός ονομάζεται η διάλυση όλων των μοριακών ενώσεων.
3. (2 Τεχ.)	Η διάλυση ιοντικών ενώσεων καλείται διάσταση.
4. (3 Τεχ.)	Τα οξέα είναι χημικές ενώσεις που δρουν ως πρωτονιοδέκτες και οι βάσεις είναι χημικές ενώσεις που δρουν ως πρωτονιοδότες σύμφωνα με τις απόψεις των Bronsted-Lowry.
5. (4 Τεχ.)	Ενώσεις που μπορούν να δρουν ως οξέα και ως βάσεις ονομάζονται διπρωτικές.
6. (5 Τεχ.)	Στις πρωτολυτικές αντιδράσεις αντιδρά ένα οξύ με τη συζυγή βάση του.

Απάντηση :

- ΣΩΣΤΗ. Κάθε αντίδραση που διεξάγεται σε κλειστό σύστημα οδεύει σε χημική ισορροπία και υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ ΔG° και σταθεράς ισορροπίας. (ΕΚΤΟΣ ΥΛΗΣ)
- ΛΑΘΟΣ. Ιοντισμός ονομάζεται η διάλυση ορισμένων μοριακών ενώσεων, δηλαδή των οξέων και των βάσεων, εκτός από αυτές που δίστανται.
- ΣΩΣΤΟ. Στις ιοντικές ενώσεις με τη διάλυσή τους, λόγω καταστροφής του πλέγματός τους, απελευθερώνονται τα ιόντα που προϋπήρχαν. Οπότε τελικά όταν διαλύουμε ιοντικές ενώσεις γίνεται διάσταση.
- ΛΑΘΟΣ. Τα οξέα είναι πρωτονιοδότες και οι βάσεις πρωτονιοδέκτες κατά Bronsted - Lowry.
- ΛΑΘΟΣ. Ενώσεις που δρουν και ως οξέα και ως βάσεις ονομάζονται αμφιπρωτικές.
- ΛΑΘΟΣ. Αντιδρά ένα οξύ με μια βάση και παράγονται η συζυγής βάση του οξέος και το συζυγές οξύ της βάσης.

3.1.2. (1.1.2. Τεχν.) Στο διπλανό κείμενο εκφράζεται συλλογισμός ενός μαθητή. Να τον σχολιάσετε.	Σε επισημασμένη φιάλη αναγράφεται «οξικό οξύ». Σύμφωνα με τη θεωρία των Bronsted-Lowry θα έπρεπε να γράφει «οξικό», αφού πρέπει να καθοριστεί με ποια χημική ουσία θα αντιδράσει.
---	---

Απάντηση :

Ο συλλογισμός είναι ΣΩΣΤΟΣ, αφού σε ορισμένες αντιδράσεις το οξικό οξύ μπορεί να δράσει ως βάση π.χ. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{CH}_3\text{COOH}_2^+$
οξύ (1) + βάση (2) \rightleftharpoons βάση (1) + οξύ (2)

* **ΣΧΟΛΙΟ :** Στη θεωρία το σχολικό βιβλίο σελ 107 σύμφωνα με τους Bronsted - Lowry λέει ότι το οξικό οξύ μπορεί να συμπεριφερθεί και σαν βάση, όπως γράγαμε πιο πάνω. Όμως οι λύσεις του σχολικού βιβλίου γράφουν στη σελ. 63 ότι το οξικό οξύ είναι πάντα οξύ επειδή περιέχει τη χαρακτηριστική ομάδα -COOH.

Καλό είναι να εφαρμόζουμε τη θεωρία των Bronsted - Lowry αλλά να μην αναφέρουμε ακραία παραδείγματα όπως το CH_3COOH γιατί όπως είδατε και οι ίδιοι που έγραψαν το σχολικό βιβλίο έπεσαν σε αντίφαση.

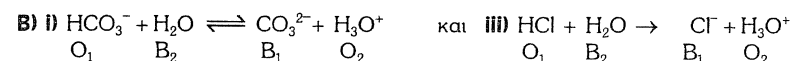
Το CH_3COOH επειδή στις περισσότερες αντιδράσεις είναι σε υδατικό διάλυμα και δρα ως οξύ, γι' αυτό το αναφέρουμε «οξικό οξύ».

3.1.3. (1.1.3. Τεχν.) Τι ονομάζουμε συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης.**Απάντηση :**

Σχολ. § 3.2.1.

3.1.4. (1.1.4. Τεχν.) Ποια από τα παρακάτω είναι ζεύγη συζυγούς οξέος - βάσης :i) HCO_3^- και CO_3^{2-} ii) NH_4^+ και NH_2^- iii) HCl και Cl^- iv) H_3O^+ και OH^-

Α) τα (i), (ii), (iii), Β) τα (i), (iii), Γ) τα (ii), (iv), Δ) το (iv), Ε) όλα

Απάντηση :**3.1.5. (1.1.5. Τεχν.)** Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα :

	συζυγές οξύ	συζυγής βάση
α.	HClO_4	
β.	NH_4^+	
γ.	NH_3	
δ.	HSO_4^-	
ε.		CN^-
στ.		HSO_3^-
ζ.		SO_3^{2-}

Απάντηση :

	συζυγές οξύ	συζυγής βάση
α.	HClO_4	ClO_4^-
β.	NH_4^+	NH_3
γ.	NH_3	NH_2^-
δ.	HSO_4^-	SO_4^{2-}
ε.	HCN	CN^-
στ.	H_2SO_3	HSO_3^-
ζ.	HSO_3^-	SO_3^{2-}

3.1.6. (1.1.6. Τεχν.) Σε τέσσερις δοκιμαστικούς σωλήνες (Σ1, Σ2, Σ3, Σ4) περιέχονται υδατικά διαλύματα της ιστιδίνης. Σε καθέναν τους αντίστοιχα επικρατεί μια από τις ακόλουθες δομές.

Σ1 $C_6H_9N_3O_2H_{10}^+$	Σ2 $C_6H_9N_3O_2H_8^-$	Σ3 $C_6H_9N_3O_2H_{11}^{2+}$	Σ4 $C_6H_9N_3O_2H_8$
Ποιες από τις παρακάτω δυάδες δοκιμαστικών σωληνίων περιέχουν συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης :			
α) (Σ1), (Σ2)	β) (Σ1), (Σ3)	γ) (Σ1), (Σ4)	
δ) (Σ2), (Σ3)	ε) (Σ2), (Σ4)	στ) (Σ3), (Σ4)	

Απάντηση :

Οι δυάδες που περιέχουν συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης είναι :

β) (Σ1), (Σ3) γ) (Σ1), (Σ4) ε) (Σ2), (Σ4)

3.1.7. (1.1.7. Τεχν.) Να γράψετε τις παρακάτω αντιδράσεις σύμφωνα με το γενικό σχήμα : οξύ (1) + βάση (2) \rightleftharpoons βάση (1) + οξύ (2)

π.χ. $H_2O + CH_3CH_2CH_2NH_2 \rightleftharpoons OH^- + CH_3CH_2CH_2NH_3^+$

α) $NH_3 + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$

β) $HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + NO_2^-$

γ) $HSO_4^- + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + SO_4^{2-}$

δ) $HC_2O_4^- + HIO_3 \rightleftharpoons IO_3^- + H_2C_2O_4$

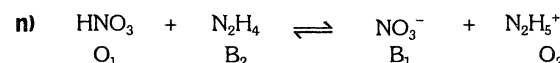
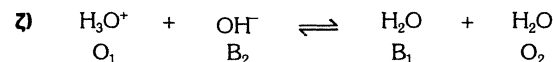
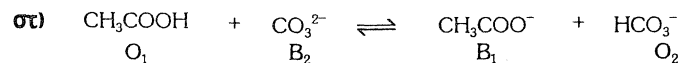
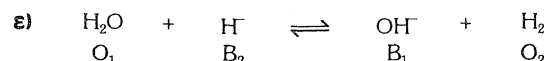
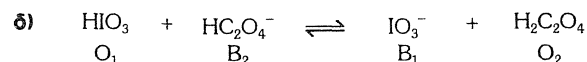
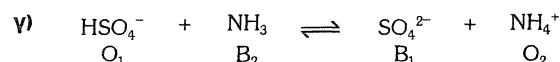
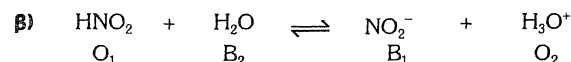
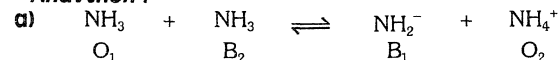
ε) $H^- + H_2O \rightleftharpoons H_2 + OH^-$

στ) $CH_3COOH + CO_3^{2-} \rightleftharpoons CH_3COO^- + HCO_3^-$

ζ) $OH^- + H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H_2O$

η) $HNO_3 + N_2H_4 \rightleftharpoons NO_3^- + N_2H_5^+$

Απάντηση :



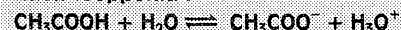
3.1.8. (1.1.8. Τεχν.) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας :

οξύ (1)	+	βάση (2)	\rightleftharpoons	βάση (1)	+	οξύ (2)
$HSO_4^- (aq)$	+	$HPO_4^{2-} (aq)$	\rightleftharpoons		+	
$HCO_3^- (aq)$	+		\rightleftharpoons		+	$H_2O (l)$
	+		\rightleftharpoons	$OH^- (aq)$	+	$CH_3COOH (aq)$
	+		\rightleftharpoons	$H_2O (l)$	+	$H_2O (l)$
	+		\rightleftharpoons		+	
γαλλικό οξύ						αγγελικό οξύ

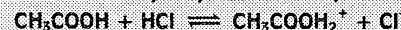
Απάντηση :

οξύ (1)	+	βάση (2)	\rightleftharpoons	βάση (1)	+	οξύ (2)
$HSO_4^- (aq)$	+	$HPO_4^{2-} (aq)$	\rightleftharpoons	$SO_4^{2-} (aq)$	+	$H_2PO_4^- (aq)$
$HCO_3^- (aq)$	+	$OH^- (aq)$	\rightleftharpoons	$CO_3^{2-} (aq)$	+	$H_2O (l)$
$H_2O (l)$	+	$CH_3COO^- (aq)$	\rightleftharpoons	$OH^- (aq)$	+	$CH_3COOH (aq)$
$H_3O^+ (aq)$	+	$OH^- (aq)$	\rightleftharpoons	$H_2O (l)$	+	$H_2O (l)$
	+		\rightleftharpoons		+	
γαλλικό οξύ $C_6H_5O_3COOH$	+	$C_4H_7COO^-$	\rightleftharpoons	$C_6H_5O_3COO^-$	+	C_4H_7COOH

3.1.9. (1.1.9. Τεχν.) Σε υδατικά διαλύματα οξικού οξέος αποκαθίσταται η πιο κάτω ισορροπία :



Αν στο διάλυμα προστεθεί HCl, τότε αποκαθίσταται η παρακάτω ισορροπία :



Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις είναι ορθή :

α) Το CH_3COOH είναι συζυγές οξύ κατά Bronsted-Lowry με το $CH_3COOH_2^+$.

β) Το HCl είναι πιο ασθενές οξύ από το CH_3COOH .

γ) Το CH_3COO^- κατά Bronsted-Lowry είναι συζυγές οξύ του CH_3COOH .

δ) Το CH_3COOH δρα αμφιπρωτικά.

Απάντηση :

Σωστή απάντηση είναι η (δ), επειδή στην πρώτη αντίδραση το CH_3COOH δρα ως οξύ και στη δεύτερη ως βάση.

3.1.10. (1.1.10. Τεχν.) Καθεμία από τις ακόλουθες αντιδράσεις είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

Να κατατάξετε τα οξέα HCN , HCO_3^- , H_2O και H_2S κατά σειρά ελαττούμενης ισχύος.



Απάντηση :

Στις αντιδράσεις του τύπου

οξύ (1) + βάση (2) \rightleftharpoons βάση (1) + οξύ (2), η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση. Έτσι θα έχουμε:

Από την (α): $\text{HCN} > \text{H}_2\text{O}$

Από την (β): $\text{HCO}_3^- > \text{HCN}$

Από την (γ): $\text{H}_2\text{S} > \text{HCO}_3^-$

Συμπερασματικά : $\text{H}_2\text{S} > \text{HCO}_3^- > \text{HCN} > \text{H}_2\text{O}$

3.1.11. (ΕΚΤΟΣ ΥΛΗΣ)

Στο διπλανό κείμενο εκφράζεται η αφορία ενός μαθητή.

Μπορείτε να του τη λύσετε :

Μου φαίνεται πως η ισχύς των υδραλογόνων ως οξέων πρέπει να είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ηλεκτραρνητικότητα του ατόμου του αλογόνου, δηλαδή το HI να είναι ισχυρότερο οξύ από το HF .

Το άτομο του φθορίου, επειδή είναι ηλεκτραρνητικότερο από το άτομο του ιωδίου, έλκει ισχυρότερα τα ζεύγος των ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού. Τότε θα μπορεί να αποσπαστεί ευκολότερα ένα πρωτόνιο από το HF ; Γιατί όμως δε συμβαίνει αυτό :

Απάντηση :

Το αποτέλεσμα της αύξησης της ατομικής ακτίνας από το F προς το I , υπερνικά το αποτέλεσμα της μείωσης της ηλεκτραρνητικότητας από το F προς το I .

Έτσι, η ισχύς των υδραλογόνων καθορίζεται με βάση την ατομική ακτίνα.

Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των στιβάδων, δηλαδή η ατομική ακτίνα του αλογόνου, τόσο ασθενέστερος θα είναι ο σ δεσμός που σχηματίζει το αλογόνο με το υδρογόνο. Ο λόγος οφείλεται στο ποσοστό επικάλυψης του ατομικού τροχιακού σθένους του αλογόνου με το ατομικό τροχιακό $1s$ του υδρογόνου. Καθώς μεγαλώνει η ατομική ακτίνα, μεγαλώνει το ατομικό τροχιακό και επικαλύπτει λιγότερο το ατομικό τροχιακό $1s$ του υδρογόνου.

***ΣΧΟΛΙΟ :** Η περίπτωση του HF είναι περίπλοκη, για να χρησιμοποιηθεί ως απλουστευμένο παράδειγμα. (π.χ. εκτός των άλλων, σχηματίζεται το σύμπλοκο ιόν HF_2^- , το οποίο εμποδίζει ακόμη περισσότερο τον ιοντισμό)

3.1.12. (1.1.11. Τεχν.) Τι καθορίζει την ισχύ ενός οξέος ή μιας βάσης κατά Bronsted – Lowry :

Απάντηση :

Σχολ. § 3.2.2.

3.1.13. (1.1.12. Τεχν.) Πώς εξηγείτε τη σχετική ισχύ (αρκετών) οξέων και βάσεων της Οργανικής Χημείας με βάση το επαγωγικό φαινόμενο :

Απάντηση :

Σχολ. § 3.2.2.

3.1.14. (1.1.13. Τεχν.) Να εξηγήσετε γιατί το Cl-O-H είναι ισχυρότερο οξύ από το H-O-H .

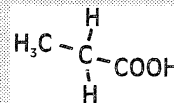
Απάντηση :

Το χλώριο έχει $-I$ επαγωγικό φαινόμενο, δηλαδή δρα ως δέκτης ηλεκτρονίων.

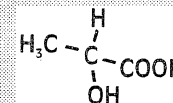
Αρα σχηματικά θα έχουμε: $\text{Cl} \leftarrow \text{O}-\text{H}$ $\text{H}-\text{O}-\text{H}$

Στο HOCl , το ηλεκτρονιακό νέφος του δεσμού $\text{O}-\text{H}$ μετατοπίζεται προς το άτομο του οξυγόνου, με αποτέλεσμα ο δεσμός αυτός να γίνεται ασθενέστερος και η απόσπαση πρωτονίου να γίνεται ευκολότερα, πράγμα που δεν συμβαίνει στο H_2O .

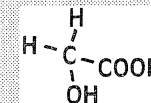
3.1.15. Να κατατάξετε τα παρακάτω οξέα κατά σειρά ελαττούμενης οξύτητας με βάση το επαγωγικό φαινόμενο :



προπανικό οξύ



γαλακτικό οξύ



γλυκολικό οξύ

Απάντηση :

Μεταξύ του προπανικού και του γαλακτικού οξέος, ισχυρότερο είναι το γαλακτικό, επειδή το $-\text{OH}$ έχει $-I$ επαγωγικό φαινόμενο. Μεταξύ του γαλακτικού και του γλυκολικού οξέος, ισχυρότερο είναι το γλυκολικό, επειδή στο γαλακτικό το $-\text{CH}_3$ έχει $+I$ επαγωγικό φαινόμενο.

Αρα τελικά: $\text{HOCH}_2\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

3.1.16. Δίνονται τα οξέα HClO_2 , HClO_4 , HClO_3 και HClO . Να τα κατατάξετε κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος, καθώς και τις συζυγείς βάσεις τους. Και στις δύο ταξινομήσεις να εξηγήσετε τη σειρά κατάταξης που επιλέξατε.

Απάντηση :

α) Όσα περισσότερα οξυγόνα συνδέονται με το κεντρικό άτομο (δηλαδή το Cl) στα οξέα αυτά, τόσο το ηλεκτρονιακό νέφος του δεσμού $\text{H}-\text{O}$ μετατοπίζεται προς το O . Έτσι ο δεσμός αυτός θα εξασθενεί και η απόσπαση του πρωτονίου θα γίνεται ευκολότερα.

Αρα η ισχύς θα είναι: $\text{HClO} < \text{HClO}_2 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}_4$

β) Επειδή μεγάλη τάση αποβολής πρωτονίων σημαίνει μικρή τάση επαναπρόσληψής τους, όσο πιο ισχυρό είναι ένα οξύ, τόσο πιο ασθενής θα είναι η συζυγής βάση του.

Αρα η ισχύς για τις συζυγείς βάσεις θα είναι: $\text{ClO}_4^- < \text{ClO}_3^- < \text{ClO}_2^- < \text{ClO}^-$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

§ 3.2.3 (α - η)

3.2.1. Τι ονομάζεται βαθμός ιοντισμού και τι εκφράζει ;
Ποιο είναι το πεδίο τιμών του ;

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3α

3.2.2. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται ο βαθμός ιοντισμού και πώς ;

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3α

3.2.3. (1.2.1. Τεχν.) Τι εκφράζει η σταθερά ιοντισμού K_a ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ;

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3β

3.2.4. (1.2.2. Τεχν.) Ποια μορφή έχει η σταθερά ισορροπίας που αναφέρεται στον ιοντισμό ;
α) ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος και β) μιας ασθενούς μονοπρωτικής βάσης στο νερό ;

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3β

3.2.5. (1.2.3. Τεχν.) Να αποδείξετε το νόμο αραιώσης του Ostwald για ασθενές μονοπρωτικό οξύ και να εκφράσετε τις προϋποθέσεις για την ισχύ του.

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3γ

3.2.6. Να αποδείξετε ότι ο βαθμός ιοντισμού :

α) μιας ασθενούς μονοπρωτικής βάσεως ισούται με $\frac{K_b}{K_b + [\text{OH}^-]}$ και

β) ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ισούται με $\frac{K_a}{K_a + [\text{H}_3\text{O}^+]}$

Λύση :

α) Αντίδραση Ιοντισμού	$B + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$		
Αρχικά	C M		
Ιοντίζονται – Παράγονται	- αC M	+ αC M	+ αC M
Χημική Ισορροπία	C - αC M	αC M	αC M

$$K_b = \frac{\alpha^2 C^2}{C(1-\alpha)} \Rightarrow K_b = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha} \Rightarrow K_b = \frac{\alpha \cdot \alpha C}{1-\alpha} \Rightarrow K_b = \frac{\alpha[\text{OH}^-]}{1-\alpha} \Rightarrow$$

$$K_b - \alpha \cdot K_b = \alpha[\text{OH}^-] \Rightarrow \alpha([\text{OH}^-] + K_b) = K_b \Rightarrow \alpha = \frac{K_b}{K_b + [\text{OH}^-]}$$

Όμοια, για ασθενές οξύ HA.

3.2.7. (1.2.4. Τεχν.) Από ποιους παράγοντες εξαρτώνται οι σταθερές K_a και K_b ;

Απάντηση :
Σχολ. § 3.2.1β

3.2.8. (1.2.5. Τεχν.)

Με τη βοήθεια του πίνακα να αναγνωρίσετε ποια αλληλοουχία ταξινομεί τις συζυγείς βάσεις κατά αύξουσα ισχύ.

οξύ	K_a στους 25°C
CH_3COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$
HCN	$6,2 \cdot 10^{-10}$
HF	$7,2 \cdot 10^{-4}$

Α) $\text{CN}^- < \text{CH}_3\text{COO}^- < \text{F}^-$

Β) $\text{CH}_3\text{COO}^- < \text{CN}^- < \text{F}^-$

Γ) $\text{F}^- < \text{CH}_3\text{COO}^- < \text{CN}^-$

Δ) $\text{F}^- < \text{CN}^- < \text{CH}_3\text{COO}^-$

Ε) $\text{CN}^- < \text{F}^- < \text{CH}_3\text{COO}^-$

Απάντηση :

Όσο πιο μεγάλη K_a έχει ένα οξύ, τόσο πιο ισχυρό είναι.

Επίσης, όσο πιο ισχυρό είναι ένα οξύ, τόσο πιο ασθενής θα είναι η συζυγής του βάση.

Άρα η σειρά θα είναι :

F^- $K_b = 10^{-14}/7,2 \cdot 10^{-4} < \text{CH}_3\text{COO}^-$ $K_b = 10^{-14}/1,8 \cdot 10^{-5} < \text{CN}^-$ $K_b = 10^{-14}/6,2 \cdot 10^{-10}$, δηλαδή σωστή απάντηση είναι η (Γ).

Ισχυρή βάση

3.2.9. (1.2.6. Τεχν.) Ένα κυβικό ντεπόζιτο ακμής 1 m γεμίζει με H_2O . Μέσα σ' αυτό διαλύεται το περιεχόμενο ενός φακέλου 100 g τυβοφίο (εμπορικό προϊόν που ξεβουλώνει τις αποχετεύσεις) το οποίο θα θεωρήσουμε ότι περιέχει καθαρό NaOH. Να βρεθεί η $[\text{OH}^-]$. Η μεταβολή του όγκου του H_2O με την προσθήκη της στερεάς ουσίας δεν λαμβάνεται υπόψη.

Λύση :

Ο όγκος θα είναι $V = a^3 = 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

αρ. mol NaOH = $\frac{100}{40} = 2,5 \text{ mol}$ και συγκέντρωση: $C = \frac{n}{V} = \frac{2,5}{1000} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

Διάσταση NaOH: $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

$2,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ Άρα: $[\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

Ασθενές οξύ

3.2.10. Η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ενός διαλύματος μυρμηκικού οξέος 0,1 M είναι $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. Ποιος είναι ο βαθμός ιοντισμού του μυρμηκικού οξέος στο διάλυμα αυτό ;

Λύση :

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	C M		
Ιοντίζονται – Παράγονται	- αC M	+ αC M	+ αC M
Χημική Ισορροπία	C - αC M	αC M	αC M

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \cdot C \Rightarrow \alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C} = \frac{4,2 \cdot 10^{-3}}{0,1} \Rightarrow \alpha = 0,042 \text{ ή } \alpha \% = \alpha \cdot 100 = 4,2\%$$

Ασθενής βάση Β

3.2.11. (1.2.7. Τεχν.) Η κοκαΐνη ($C_{17}H_{21}NO_4$) σε υδατικό διάλυμα είναι ασθενής βάση κατά Bronsted-Lowry, με $K_b = 2,6 \cdot 10^{-6}$.
Να βρεθεί η $[H_3O^+]$ σε υδατικό διάλυμά της με συγκέντρωση 10^{-3} Μ.

Λύση : Δίνεται $\sqrt{26} = 5,1$

Αντίδραση Ιοντισμού	$C_{17}H_{21}NO_4 + H_2O \rightleftharpoons C_{17}H_{21}NO_4 H^+ + OH^-$		
	ή $B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$		
Αρχικά	C M		
Ιοντίζονται – Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	C - x M	x M	x M

$$\frac{K_b}{C} = \frac{2,6 \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} = 2,6 \cdot 10^{-3} < 0,01, \text{ άρα μπορεί να γίνει προσέγγιση}$$

$$\text{Άρα: } K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C} = \sqrt{2,6 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}} = \sqrt{26 \cdot 10^{-10}} \Rightarrow [OH^-] = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = 1,96 \cdot 10^{-10} \text{ M (ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ)}$$

Ασθενής βάση Α

3.2.12. (1.2.8. Τεχν.) Μια ketchup έχει καθαρό βάρος 270 g και περιεκτικότητα σε σαρβικό κάλιο $CH_3-CH=CH-CH=CH-COOH$ 0,1% w/w. Αν με το συνοδικό σαρβικό κάλιο που περιέχει η ketchup, παρασκευάζαμε ένα υδατικό διάλυμα με τελικό όγκο 100 mL, ποια θα ήταν η συγκέντρωση των οξωνίων του ;
Δίνεται $K_b = 5,89 \cdot 10^{-10}$.

Λύση : Δίνονται $\sqrt{10,6} = 3,26$ Τύπος σαρβικού καλίου : C_5H_7 , COOK και MB = 150

$$\begin{array}{l} \text{Σε 100 g κέτσαπ περιέχονται 0,1 g } C_5H_7COOK \\ 270 \text{ g} \end{array} ; = 0,27 \text{ g}$$

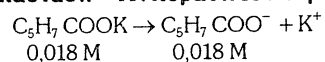
$$\text{αρ. mol} = \frac{0,27}{150} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Εύρεση συγκέντρωσης C_5H_7 , COOK

$$\begin{array}{l} \text{Στα 100 mL } \delta/\text{τος περιεχ. } 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol } C_5H_7 \text{ COOK} \\ 1000 \text{ mL} \end{array} ;$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,018 \text{ M}$$

Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού



Το $C_5H_7 \text{ COO}^-$ είναι ασθενές οξύ κατά Bronsted-Lowry ενώ το K^+ δεν αντιδρά με το H_2O

Αντίδραση Ιοντισμού	$C_5H_7 \text{ COO}^- + H_2O \rightleftharpoons C_5H_7 \text{ COOH} + OH^-$		
Αρχικά	0,018 M		
Ιοντίζονται – Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	0,018 - x M	x M	x M

$$K_b = \frac{x^2}{0,018 - x} \quad \left(\frac{K_b}{C} < 0,01, \text{ άρα μπορούμε να κάνουμε προσέγγιση} \right)$$

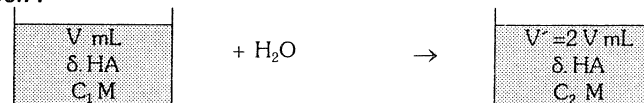
$$\text{και με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{0,018} \Rightarrow x = \sqrt{0,018 \cdot 5,89 \cdot 10^{-10}} = \sqrt{10,6 \cdot 10^{-12}} \Rightarrow 0,018$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 3,26 \cdot 10^{-6} \text{ M και } [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ M (ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ)}$$

Ostwald

3.2.13. Ένα διάλυμα (Α) περιέχει ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ με βαθμό ιοντισμού $\alpha < 0,1$. Προσθέτουμε H_2O ώστε ο όγκος του διαλύματος (Α) να διπλασιασθεί χωρίς να μεταβληθεί η θερμοκρασία. Να αποδείξετε ότι ο βαθμός ιοντισμού α' του τελικού διαλύματος δίνεται από τη σχέση : $\alpha' = \alpha \sqrt{2}$.

Λύση :



$$V' = 2V \text{ και από τον τύπο της αραίωσης: } C_1 V = C_2 V' \Rightarrow C_1 V = C_2 \cdot 2V \Rightarrow C_1 = 2C_2 \text{ (1)}$$

Για το πρώτο διάλυμα :

Αντίδραση Ιοντισμού	$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$		
Αρχικά	C_1 M		
Ιοντίζονται – Παράγονται	- $\alpha_1 C_1$ M	+ $\alpha_1 C_1$ M	+ $\alpha_1 C_1$ M
Χημική Ισορροπία	$C_1 - \alpha_1 C_1$ M	$\alpha_1 C_1$ M	$\alpha_1 C_1$ M

$$K_a = \frac{\alpha_1^2 \cdot C_1}{C_1(1 - \alpha_1)} \Rightarrow K_a = \frac{\alpha_1^2 \cdot C_1}{1 - \alpha_1} \text{ και με την προσέγγιση } K_a = \alpha_1^2 C_1 \text{ (2)}$$

$$\text{Για το δεύτερο διάλυμα, θα ισχύει αντίστοιχα: } K_a = \alpha_2^2 C_2 \text{ (3)}$$

$$\text{Από τις (2), (3)} \Rightarrow \alpha_1^2 C_1 = \alpha_2^2 C_2 \text{ και λόγω της (1):}$$

$$2C_2 \cdot \alpha_1^2 = \alpha_2^2 \cdot C_2 \Rightarrow \alpha_2^2 = 2\alpha_1^2 \Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1 \sqrt{2}$$

3.2.14. (1.2.9. Τεχν.) Πώς ορίζεται το pH :

Απάντηση :

Σχολ. § 3.2.3ε

3.2.15. (1.2.10. Τεχν.) Να συμπληρωθεί ο ακόλουθος πίνακας (αναγραφόμενες τιμές τους 25°C). Στην τελευταία του στήλη να χαρακτηριστεί το διάλυμα ως όξινο, βασικό ή ουδέτερο.

$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH	χαρακτηρισμός
10^{-2}				
	10^{-5}			
		7		
			4	

Λύση :

[H ₃ O ⁺]	[OH ⁻]	pH	pOH	χαρακτηρισμός
10 ⁻²	10 ⁻¹²	2	12	όξινο
10 ⁻⁹	10 ⁻⁵	9	5	βασικό
10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	7	7	ουδέτερο
10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁴	10	4	βασικό

3.2.16. (1.2.11. Τεχν.) Αν σε διάλυμα ισχύει η σχέση [H₃O⁺] = 10 · [OH⁻], ποιο είναι το pH του διαλύματος :

Λύση : Θα ισχύουν οι σχέσεις :

$$\begin{cases} [H_3O^+] = 10 [OH^-] & (1) \\ \text{και } [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} & (2) \end{cases} \Rightarrow 10 \cdot [OH^-]^2 = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [OH^-]^2 = 10^{-15} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-7.5} \Rightarrow pOH = 7,5 \text{ και } pH = 14 - 7,5 = 6,5$$

3.2.17. (1.2.12. Τεχν.) Ο όγκος του κυττάρου ενός βακτηρίου είναι περίπου 1 μm³. Σε pH = 7,3, να υπολογίσετε πόσα H₃O⁺ περιέχονται μέσα σε αυτό.

Λύση : Δίνεται log 2 = 0,3

$$V = 1 \mu m^3 = (10^{-6} m)^3 = 10^{-18} m^3 = 10^{-18} \cdot 10^3 L = 10^{-15} L$$

$$pH = 7,3 = 7 + 0,3 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-7} + \log 2 = -(\log 10^{-7} - \log 2) = -\log \frac{10^{-7}}{2}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-7}}{2} = 5 \cdot 10^{-8} M$$

$$\text{Σε } 1 L \text{ περιεχ. } 5 \cdot 10^{-8} \text{ mol } H_3O^+ = 5 \cdot 10^{-8} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ ιόντα } H_3O^+$$

$$\text{Σε } 1 \mu m^3 = 10^{-15} L \quad x;$$

$$\text{αριθμός } H_3O^+ : x = 30$$

(Θεωρώντας αριθμό Avogadro N_A = 6 · 10²³)

3.2.18. (1.2.13. Τεχν.) Να αποδειχθεί ότι το pH ουδέτερου διαλύματος δίνεται από τη σχέση : pH = 0,5 · pK_w

Λύση : Σε ουδέτερο διάλυμα : [H₃O⁺] = [OH⁻], αλλά και [H₃O⁺] · [OH⁻] = K_w

$$\text{Άρα } [H_3O^+]^2 = K_w \Rightarrow [H_3O^+] = K_w^{1/2} \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log K_w^{1/2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\frac{1}{2} \log K_w \Rightarrow pH = 0,5 \cdot pK_w$$

3.2.19. (1.2.14. Τεχν.) Το pH των ούρων ενός ανθρώπου μετρήθηκε αμέσως μετά τη γέννησή τους και βρέθηκε ίσο με 6,8. Να χαρακτηρίσετε το διάλυμα ως όξινο, βασικό ή ουδέτερο. Δίνεται ότι K_w = 2,5 · 10⁻¹⁴ για τη θερμοκρασία του σώματος.

Λύση : Δίνονται $\sqrt{2,5} = 1,58$ log 1,58 = 0,2K_w = 2,5 · 10⁻¹⁴, άρα σε ένα ουδέτερο διάλυμα, όπου θα ισχύει [H₃O⁺] = [OH⁻], θα έχουμε :

$$[H_3O^+]^2 = 2,5 \cdot 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = 1,58 \cdot 10^{-7} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pH = -\log [H_3O^+] = -\log 1,58 \cdot 10^{-7} = -\log 1,58 + 7 = 7 - 0,2 \Rightarrow pH = 6,8.$$

Άρα, τα ούρα του ανθρώπου αυτού έχουν ουδέτερη αντίδραση. (ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ)

3.2.20. (1.2.15. Τεχν.) Ποια θα είναι η αναλογία των ιόντων οξωνίου του αρτηριακού αίματος με pH = 7,5 και του γαστρικού υγρού με pOH = 13,5 ; Δίνεται ότι K_w = 2,5 · 10⁻¹⁴ για τη θερμοκρασία του σώματος.

Λύση : Δίνονται log 2,5 = 0,4, log 3,16 = 0,5, log 1,26 = 0,1

$$K_w = 2,5 \cdot 10^{-14} \Rightarrow -\log K_w = -\log 2,5 \cdot 10^{-14} = -\log 2,5 + 14 = 13,6 \Rightarrow pH + pOH = 13,6$$

Για το αρτηριακό αίμα : pH = 7,5 ⇒

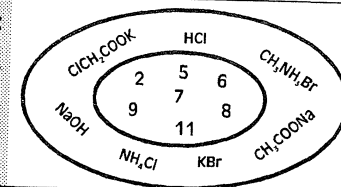
$$\Rightarrow -\log [H_3O^+]_1 = 8 - 0,5 = -\log 10^{-8} - \log 3,16 = -\log 3,16 \cdot 10^{-8} \Rightarrow [H_3O^+]_1 = 3,16 \cdot 10^{-8}$$

Για το γαστρικό υγρό : pOH = 13,5 ⇒ pH = 13,6 - 13,5 ⇒ pH = 0,1 ⇒

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+]_2 = 0 + 0,1 = -\log 10^0 + \log 1,26 = -\log \frac{1}{1,26} \Rightarrow [H_3O^+]_2 = \frac{1}{1,26}$$

$$\text{Άρα: } \frac{[H_3O^+]_1}{[H_3O^+]_2} = \frac{3,16 \cdot 10^{-8}}{1/1,26} \approx 4 \cdot 10^{-8}$$

3.2.21. (1.2.16. Τεχν.) Στο παραπλεύρωσ διάγραμμα αναγράφονται, στον εξωτερικό κύκλο, επτά διαλύματα ίδιας συγκέντρωσης και στον εσωτερικό κύκλο οι αντίστοιχες τιμές του pH τους. Αν γνωρίζετε ότι η αντιστοιχία είναι 1 : 1 να αποκαλύψετε ποιο είναι το pH καθενός διαλύματος.



Λύση :

ΟΞΙΝΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Το διάλυμα HCl, επειδή είναι το πιο όξινο, θα έχει το μικρότερο pH, δηλ. 2.

Τα διαλύματα NH₄Cl και CH₃NH₃Br θα είναι όξινα, επειδή τα ιόντα NH₄⁺ και CH₃NH₃⁺ θα δρουν ως οξέα.

Επειδή η CH₃NH₂ είναι ισχυρότερη βάση από την NH₃ λόγω του + I επαγωγικού φαινομένου του -CH₃, το CH₃NH₃⁺ θα είναι ασθενέστερο οξύ από το NH₄⁺, άρα θα έχει μεγαλύτερο pH, δηλ. το διάλυμα NH₄Cl θα έχει pH = 5 και το διάλυμα CH₃NH₃Br pH = 6.

Συμπερασματικά : δ. HCl → pH = 2,
δ. NH₄Cl → pH = 5,
δ. CH₃NH₃Br → pH = 6,

ΒΑΣΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Το διάλυμα NaOH, επειδή είναι το πιο βασικό, θα έχει το μεγαλύτερο pH, δηλ. 11.

Τα διαλύματα CICH₂COOK και CH₃COONa θα είναι βασικά, επειδή τα ιόντα CICH₂COO⁻ και CH₃COO⁻ δρουν ως βάσεις.

Το CICH₂COOH είναι ισχυρότερο οξύ από το CH₃COOH, λόγω του - I επαγωγικού φαινομένου του - Cl, άρα το CICH₂COO⁻ θα είναι ασθενέστερη βάση από το CH₃COO⁻ οπότε θα έχει μικρότερο pH.

Συνεπώς, το διάλυμα CICH₂COOK θα έχει pH = 8 και το διάλυμα CH₃COONa pH = 9.

Συμπερασματικά : δ. NaOH → pH = 11
δ. CICH₂COOK → pH = 8,
δ. CH₃COONa → pH = 9,

Το διάλυμα KBr θα είναι ουδέτερο, δηλ. θα έχει pH = 7.

***ΣΧΟΛΙΟ – ΛΑΘΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ :** Ένα διάλυμα HCl και ένα διάλυμα NaOH ίδιας συγκέντρωσης δεν μπορούν να έχουν pH = 2 και pH = 11 αντίστοιχα. Θα έπρεπε να είχαν είτε pH = 2 και pH = 12, είτε pH = 3 και pH = 11 αντίστοιχα.

3.2.22. (1.2.17. Τεχν.) Με τις παρακάτω φαρμακευτικές ουσίες, για τις οποίες γνωρίζουμε τις σταθερές ιοντισμού, παρασκευάζονται διαλύματα που έχουν την ίδια συγκέντρωση. Να κατατάξετε τα διαλύματα αυτά κατά σειρά αυξανόμενου pH.

εφεδρίνη	φαινοβαρβιτάλη	πεντοβαρβιτάλη	μορφίνη
$pK_b = 4,64$	$pK_a = 7,41$	$pK_a = 8,1$	$pK_b = 5,8$
αναλγητικό	αναισθητικό	αναισθητικό	αναλγητικό

Λύση : Επειδή $K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow pK_a + pK_b = 14$.

Για τη φαινοβαρβιτάλη $pK_b = 14 - 7,41 = 6,59$ και για την πεντοβαρβιτάλη $pK_b = 14 - 8,1 = 5,9$.

Αφ' ενός όσο μεγαλύτερη τιμή έχει η K_b , τόσο μικρότερη τιμή έχει το pK_b και αφ' ετέρου όσο μεγαλύτερη τιμή έχει η K_b , τόσο ισχυρότερη είναι η βάση.

Άρα, όσο μεγαλύτερη τιμή έχει το pK_b , τόσο ισχυρότερη είναι η βάση, δηλαδή τόσο μεγαλύτερο pH θα έχει (με τις ίδιες συγκεντρώσεις).

Συνεπώς, η σειρά είναι:

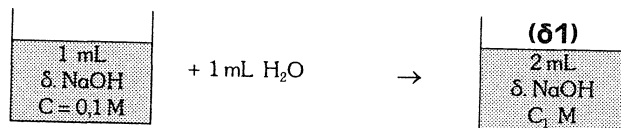
pH δ. φαινοβαρβιτάλης < pH δ. πεντοβαρβιτάλης < pH δ. μορφίνης < pH δ. εφεδρίνης

3.2.23. Τοποθετούμε στη σειρά πέντε άδειους δοκιμαστικούς σωλήνες με συμβολισμούς (δ1), (δ2), (δ3), (δ4) και (δ5), οι οποίοι περιέχουν από 1 mL H₂O ο καθένας. Στο (δ1) προστίθεται 1 mL διαλύματος NaOH 0,1 M.

Ο (δ1) αναδεύεται και λαμβάνεται 1 mL του διαλύματος που περιέχει, το οποίο και αποχύνεται στο (δ2).

Όπως και παραπάνω, αναδεύεται ο (δ2) και λαμβάνεται 1 mL του διαλύματός του, το οποίο και αποχύνεται στο (δ3). Ακολουθείται η ίδια τεχνική (λογαριθμική αραιώση), μέχρι και το δοκιμαστικό σωλήνα (δ5). Να βρείτε το pH καθενός διαλύματος που περιέχεται στους δοκιμαστικούς σωλήνες.

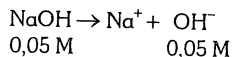
Λύση : Δίνονται $\log 5 = 0,7$, $\log 2,5 = 0,4$, $\log 1,25 = 0,1$, $\log 6,25 = 0,8$, $\log 3,125 = 0,5$



Αραίωση για το NaOH: $0,1 \text{ M} \cdot 1 \text{ mL} = C_1 \cdot 2 \text{ mL} \Rightarrow C_1 = 0,05 \text{ M}$

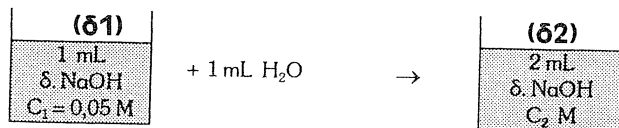
Διάσταση

Επειδή το NaOH είναι ισχυρή βάση, διίσταται πλήρως



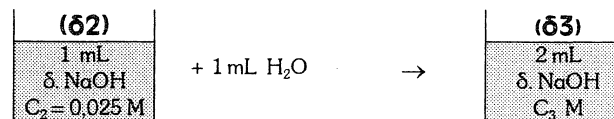
οπότε $[\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 5 + 2 = 2 - 0,7 = 1,3 \Rightarrow \text{pOH} = 1,3$ και

$\text{pH} = 14 - 1,3 \Rightarrow \text{pH} = 12,7$



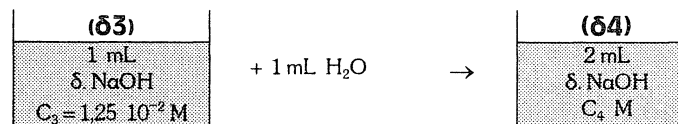
Αραίωση για το NaOH: $0,05 \text{ M} \cdot 1 \text{ mL} = C_2 \cdot 2 \text{ mL} \Rightarrow C_2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ και

$[\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 2,5 + 2 = 2 - 0,4 = 1,6$ και $\text{pH} = 14 - 1,6 \Rightarrow \text{pH} = 12,4$



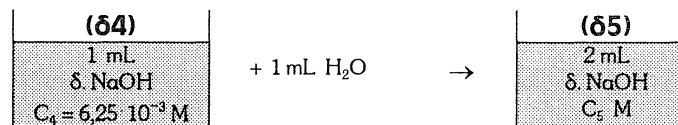
Αραίωση για το NaOH: $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ M} \cdot 1 \text{ mL} = C_3 \cdot 2 \text{ mL} \Rightarrow C_3 = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ και

$[\text{OH}^-] = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 1,25 + 2 = 2 - 0,1 = 1,9$ και $\text{pH} = 14 - 1,9 \Rightarrow \text{pH} = 12,1$



Αραίωση για το NaOH: $1,25 \cdot 10^{-2} \text{ M} \cdot 1 \text{ mL} = C_4 \cdot 2 \text{ mL} \Rightarrow C_4 = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

και $[\text{OH}^-] = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 3 - \log 6,25 = 3 - 0,8 = 2,2$ και $\text{pH} = 14 - 2,2 \Rightarrow \text{pH} = 11,8$



Αραίωση για το NaOH: $6,25 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot 1 \text{ mL} = C_5 \cdot 2 \text{ mL} \Rightarrow C_5 = 3,125 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

και $[\text{OH}^-] = 3,125 \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 3,125 + 3 = 2,5$ και $\text{pH} = 14 - 2,5 \Rightarrow \text{pH} = 11,5$

3.2.24. (1.2.18. Τεχν.) Τοποθετήστε στην τελευταία στήλη το γράμμα Σ ή Λ αν η πρόταση είναι αντίστοιχα σωστή ή λανθασμένη

1	Μεταξύ δύο διαλυμάτων οξέων, περισσότερο όξινο είναι εκείνο που έχει το μικρότερο pH	
2	Καθώς αυξάνεται το pH ελαττώνεται η $[\text{OH}^-]$	
3	Ένα διάλυμα καυστικού νατρίου μπορεί να έχει pH = 4	
4	Το μέταλλο Ca αντιδρά με το νερό και δίνει διάλυμα με pH > 7 στους 25°C	
5	Η μικρή αγωγιμότητα του νερού αποδίδεται με τη χημική εξίσωση: $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons 2\text{H}^+_{(aq)} + \text{O}_2^{2-}$	
6	Το pH διαλύματος HCl είναι μεγαλύτερο από το pH διαλύματος NaOH	
7	Το pH διαλύματος KNO ₃ είναι μικρότερο από το pH διαλύματος NH ₄ Cl	

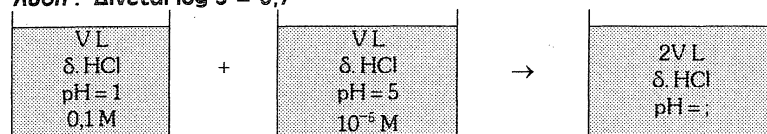
Λύση :

- ΣΩΣΤΗ. Όσο πιο όξινο είναι ένα διάλυμα, δηλαδή όσο μεγαλύτερη $[\text{H}_3\text{O}^+]$ έχει, τόσο μικρότερο pH θα έχει.
- ΛΑΘΟΣ. Όσο αυξάνεται το pH, αυξάνεται και η $[\text{OH}^-]$.
- ΛΑΘΟΣ. Ένα διάλυμα NaOH θα έχει pH > 7.
- ΣΩΣΤΟ. Γίνεται η αντίδραση: $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$, άρα το διάλυμα θα είναι αλκαλικό.
- ΛΑΘΟΣ. Η χημική εξίσωση θα είναι: $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$.
- ΛΑΘΟΣ. Το pH διαλύματος NaOH (αλκαλικό) θα είναι μεγαλύτερο από το pH διαλύματος HCl (όξινο).
- ΛΑΘΟΣ. Το NH₄⁺ θα δρα ως οξύ: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, άρα το διάλυμα NH₄Cl θα έχει pH < 7, ενώ το διάλυμα KNO₃ pH = 7

3.2.25. (1.2.19. Τεχν.) Αναμιγνύονται ίσοι όγκοι δύο διαλυμάτων HCl. Το ένα διάλυμα έχει pH = 1 και το άλλο pH = 5. Το pH του τελικού διαλύματος που παρασκευάζεται είναι :

- α) μικρότερο από 1 β) μεταξύ 1 και 2 γ) ακριβώς 3
δ) μεταξύ 4 και 5 ε) μεγαλύτερο από 5

Λύση : Δίνεται $\log 5 = 0,7$



Το HCl είναι ισχυρό οξύ: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

1ο διάλυμα HCl: $\text{pH}=1 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ M}$

2ο διάλυμα HCl: $\text{pH}=5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$

θα ισχύει: $C_1V + C_2V = C_{\text{τελ}} \cdot 2V \Rightarrow C_{\text{τελ}} = \frac{0,1 + 10^{-5}}{2} \approx 0,05 \text{ M}$, που θα είναι και

$n[\text{H}_3\text{O}^+]$ του τελικού διαλύματος.

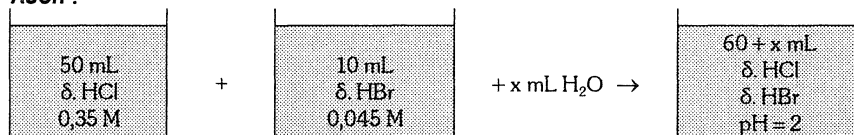
Άρα $\text{pH} = -\log 5 \cdot 10^{-2} = -\log 5 + 2 = 2 - 0,7 = 1,3$ δηλαδή το τελικό διάλυμα θα έχει pH μεταξύ 1 και 2.

Σωστή απάντηση είναι η (β).

Ανάμιξη διαλυμάτων δύο ισχυρών οξέων

3.2.26. (1.2.20. Τεχν.) Αναμιγνύονται 50 mL διαλύματος HCl 0,035 M με 10 mL διαλύματος HBr 0,045 M. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε στο παραπάνω διάλυμα για να έχει τελικά pH = 2 ;

Λύση :

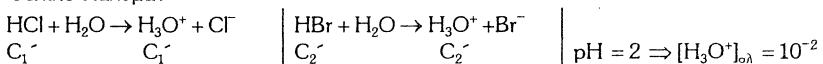


Έστω ότι προσθέτουμε x mL H₂O, οπότε το τελικό διάλυμα θα έχει όγκο: 60 + x mL.

Για το HCl: $50 \text{ mL} \cdot 0,035 \text{ M} = (60 + x) \text{ mL} C_1 \Rightarrow C_1 = \frac{50 \cdot 0,035}{60 + x} \text{ M}$

Για το HBr: $10 \text{ mL} \cdot 0,045 \text{ M} = (60 + x) \text{ mL} C_2 \Rightarrow C_2 = \frac{10 \cdot 0,045}{60 + x} \text{ M}$

Τελικό διάλυμα:



$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ολ}} = C_1 + C_2 \Rightarrow \frac{50 \cdot 0,035}{60 + x} + \frac{10 \cdot 0,045}{60 + x} = 10^{-2} \Rightarrow x = 160 \text{ mL H}_2\text{O}$$

Ostwald – Μεταβολή στο pH

3.2.27. α) Μέχρι ποιου όγκου πρέπει να αραιωθούν 100mL διαλύματος HA 0,1 M, που έχει $K_a = 10^{-5}$ για να τριπλασιασθεί ο βαθμός ιοντισμού αυτού ;
β) Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν στο αρχικό διάλυμα για να μεταβληθεί το pH κατά μια μονάδα ;

Λύση :



α) Για το αρχικό διάλυμα:

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O	⇌	H ₃ O ⁺	+	A ⁻
Αρχικά	$C_1 \text{ M}$				
Ιοντίζονται – Παράγονται	$-a_1 C_1 \text{ M}$		$a_1 C_1 \text{ M}$		$a_1 C_1 \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_1(1 - a_1) \text{ M}$		$a_1 C_1 \text{ M}$		$a_1 C_1 \text{ M}$

$$K_a = \frac{a_1^2 C_1^2}{C_1(1 - a_1)} \Rightarrow K_a = \frac{a_1^2 C_1}{1 - a_1} \text{ και με προσέγγιση } K_a = a_1^2 C_1 \quad (1) \quad (\text{Ισχύει } K_a \ll C < 10^{-2})$$

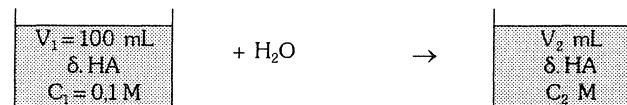
Για το αραιωμένο διάλυμα θα ισχύει αντιστοίχως: $K_a = a_2^2 C_2 \quad (2)$

Επίσης θα ισχύει: $a_2 = 3a_1 \quad (3)$

$$\text{Από τις (1), (2), (3)} \Rightarrow a_1^2 C_1 = a_2^2 C_2 \Rightarrow a_1^2 C_1 = (3a_1)^2 C_2 \Rightarrow C_1 = 9C_2 \Rightarrow C_2 = \frac{0,1}{9} \text{ M}$$

$$\text{Από τον τύπο της αραιώσεως: } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 100 \cdot 0,1 = \frac{0,1}{9} V_2 \Rightarrow V_2 = 900 \text{ mL.}$$

β)



Για το αρχικό διάλυμα:

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O	⇌	A ⁻	+	H ₃ O ⁺
Αρχικά	$0,1 \text{ M}$				
Ιοντίζονται – Παράγονται	$-x \text{ M}$		$+x \text{ M}$		$+x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$0,1 - x \text{ M}$		$x \text{ M}$		$x \text{ M}$

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x} \text{ και μετά την προσέγγιση: } 10^{-5} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 3$$

Λόγω της αραιώσεως, η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ελαττωθεί, άρα το pH θα αυξηθεί: $\text{pH}' = \text{pH} + 1 = 4$

Για το αραιωμένο διάλυμα :

Αντίδραση Ιοντισμού	HA + H ₂ O ⇌ A ⁻ + H ₃ O ⁺
Αρχικά	C ₂ M
Ιοντίζονται – Παράγονται	- y M + y M + y M
Χημική Ισορροπία	C ₂ - y M y M y M

$$pH = 4 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-4} \Rightarrow y = 10^{-4}$$

$$K_a = \frac{y^2}{C_2 - y} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{y^2}{C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{(10^{-4})^2}{10^{-5}} = 10^{-3} \text{ M (Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

Από τον τύπο της αραιώσης :

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 100 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M} = 10^{-3} \text{ M} \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 10000 \text{ mL} \Rightarrow V_2 = 10 \text{ L} \text{ και ο όγκος του νερού θα είναι : } 10 \text{ L} - 0,1 \text{ L} = 9,9 \text{ L}$$

3.2.28. (1.2.21. Τεχν.) Να αποδείξετε τη σχέση η οποία συνδέει τη σταθερά ιοντισμού K_a και K_b συζυγούς ζεύγους οξέος – βάσης.

Λύση : Σχολ. § 3.2.3στ.

3.2.29. (1.2.22. Τεχν.) Η K_b του NO_2^- ισούται με $1,35 \cdot 10^{-11}$. Ποια είναι η τιμή της pK_a του συζυγούς οξέος του ; Δίνεται ότι $K_w = 10^{-14}$ στους 25°C .

Λύση : Δίνεται $\log 1,35 = 0,13$

$$\text{Θα ισχύει : } K_a K_b = K_w \Rightarrow K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1,35 \cdot 10^{-11}} = \frac{10^{-3}}{1,35} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pK_a = -\log \frac{10^{-3}}{1,35} = -\log 10^{-3} + \log 1,35 = 3 + 0,13 \Rightarrow pK_a = 3,13$$

Ασθενής βάση F^-

3.2.30. (1.2.23. Τεχν.) Το NaF χρησιμοποιείται και για την προστασία των δοντιών. Σε μια οδοντόκρεμα όγκου 75 mL, η συγκέντρωση του NaF που περιέχεται είναι 1000 ppm (ppm : parts per million ή περίπου 1000g σε 10^6 mL). Αν με όλη αυτή την ποσότητα του NaF παρασκευάζαμε υδατικό διάλυμα 50 mL ποιο θα ήταν το pH του διαλύματος ; Δίνεται $pK_a \text{ HF} = 3,14$.

Λύση : Δίνονται $\log 1,38 = 0,14$, $\log 7,1 = 0,85$ $\sqrt{50} = 7,1$

$$\text{αρ. mol NaF} = \frac{1000}{42} = 23,8 \text{ mol}$$

$$\text{Σε } 10^6 \text{ mL περιέχονται } 23,8 \text{ mol}$$

$$75 \text{ mL} \quad x ; = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$x = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

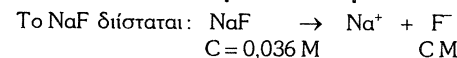
Εύρεση συγκέντρωσης του NaF

$$\text{Στα } 50 \text{ mL} \quad 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Στα } 1000 \text{ mL} \quad x ;$$

$$x = C = \frac{n}{V} = \frac{1,79 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} = 0,036 \text{ M}$$

Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού



Το F^- είναι ασθενές οξύ σύμφωνα με τη θεωρία των Bronsted-Lowry ενώ το Na^+ δεν αντιδρά με το H_2O επειδή προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH.

Αντίδραση Ιοντισμού	F ⁻ + H ₂ O ⇌ HF + OH ⁻
Αρχικά	C M
Ιοντίζονται – Παράγονται	- x M + x M + x M
Χημική Ισορροπία	C - x M x M x M

$$pK_a = 3,14 = 3 + 0,14 \Rightarrow -\log K_a = -\log 10^{-3} + \log 1,38 = -\log \frac{10^{-3}}{1,38} \Rightarrow K_a = \frac{10^{-3}}{1,38} \text{ και}$$

$$K_a K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-3}/1,38} = 1,38 \cdot 10^{-11} \text{ (Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

$$K_b = \frac{x^2}{C - x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{0,036 \cdot 1,38 \cdot 10^{-11}} \Rightarrow x = \sqrt{50 \cdot 10^{-14}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = [OH^-] = 7,1 \cdot 10^{-7} \text{ M} \Rightarrow pOH = -\log 7,1 + 7 = -0,85 + 7 = 6,15 \Rightarrow pH = 14 - 6,15 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pH = 7,85$$

(ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ)

Ασθενής βάση B

3.2.31. (1.2.24. Τεχν.) Η κινόληνη (C_9H_7N) είναι ένα κίτρινο υγρό με διαπεραστική μυρωδιά που χρησιμοποιείται και ως αντισηπτικό στην ανατομία. Η διαλυτότητά της στο νερό είναι 0,1 mg/mL στους 20°C . Ποιο είναι το pH του κορεσμένου διαλύματος της ; Δίνεται $pK_b = 9,5$.

Λύση : Δίνονται $\log 3,16 = 0,5$, $\log 4,95 = 0,7$ $\sqrt{24,5} = 4,95$ $MB \text{ } C_9H_7N = 129$

$$0,1 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} = 0,1 \frac{10^{-3} \text{ g}}{10^{-3} \text{ L}} = 0,1 \frac{\text{g}}{\text{L}} \rightarrow \frac{0,1}{129} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 7,75 \cdot 10^{-4} \text{ M} = C$$

Αντίδραση Ιοντισμού	B + H ₂ O ⇌ BH ⁺ + OH ⁻
	$C_9H_7N + H_2O \rightleftharpoons C_9H_7NH^+ + OH^-$
Αρχικά	$7,75 \cdot 10^{-4} \text{ M} = C \text{ M}$
Ιοντ. – Παραγ.	- x M + x M + x M
Χημ. Ισορ.	C - x M x M x M

$$pK_b = 9,5 \Rightarrow -\log K_b = 10 - 0,5 = -\log 10^{-10} - \log 3,16 \Rightarrow K_b = 3,16 \cdot 10^{-10}$$

$$K_b = \frac{x^2}{C - x} \text{ με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C} = \sqrt{3,16 \cdot 10^{-10} \cdot 7,75 \cdot 10^{-4}} = \sqrt{24,5 \cdot 10^{-14}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 4,95 \cdot 10^{-7} \Rightarrow pOH = -\log 4,95 + 7 = -0,7 + 7 = 6,3$$

$$\text{και } pH = 14 - pOH = 7,7 \text{ (Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

* **ΣΧΟΛΙΟ :** Κανονικά θα έπρεπε να δινόταν η διαλυτότητα τους 25°C .

Ασθενές οξύ

3.2.32. (1.2.25. Τεχν.) Παρασκευάζουμε υδατικό διάλυμα ουρικού οξέος ($C_5H_4N_4O_3$) με συγκέντρωση 3,36 mg στα 100 mL ώστε το pH του να ισούται με 4,6 να βρεθεί η K_a του οξέος.

Λύση : Δίνονται $\log 2 = 0,3$, $\log 4 = \log 2^2 = 2 \log 2 = 0,6$

$$MB \ C_5H_4N_4O_3 = 168 \quad \text{αρ. mol} = \frac{3,16 \cdot 10^{-3}}{168} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Εύρεση συγκέντρωσης

$$\text{Στα } 100 \text{ mL } \delta/\mu\alpha \quad 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \\ 1000 \text{ mL} \quad x;$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$			
$C_5H_4N_4O_3 + H_2O \rightleftharpoons C_5H_3N_4O_3^- + H_3O^+$			
Αρχικά	C M		
Ιοντ. – Παραγ.	-x M	+x M	+x M
Χημ. Ισορ.	C-x M	x M	x M

$$pH = 4,6 = 4 + 0,6 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-4} + \log 4 = -(\log 10^{-4} - \log 4) = -\log \frac{10^{-4}}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-4}}{4} = 2,5 \cdot 10^{-5} \quad (\text{Επειδή } x \text{ παραπλήσιο } C \text{ δεν κάνουμε προσέγγιση})$$

$$\text{Δεν αγνοούμε το } x \text{ σχετικά με το } C: K_a = \frac{x^2}{C-x} \Rightarrow K_a = \frac{(2,5 \cdot 10^{-5})^2}{2 \cdot 10^{-4} - 2,5 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_a = 3,57 \cdot 10^{-6} \quad (\text{ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ})$$

3.2.33. (1.2.26. Τεχν.) Τι ονομάζεται επίδραση κοινού ιόντος :

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3ζ.

3.2.34. (1.2.27. Τεχν.) Τι είναι πρωτολυτικοί δείκτες και πού χρησιμοποιούνται :

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3η.

3.2.35. (1.2.28. Τεχν.) Πώς εξηγείται η δράση των δεικτών :
Να αναφέρετε ένα παράδειγμα με τις περιοχές αλλαγής του χρώματός του.

Απάντηση : Σχολ. § 3.2.3η.

Δείκτες**ΔΕΝ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΟΥΜΕ ΣΕ ΤΙ ΩΦΕΛΕΙ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ**

3.2.36. (1.2.29. Τεχν.) Να αποδείξετε ότι ο λόγος της συγκέντρωσης της μη ιοντισμένης μορφής προς την συγκέντρωση της ιοντισμένης μορφής ενός πρωτολυτικού δείκτη (HΔ) δίνεται από τη σχέση :

$$\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = 10^{(pK_a - pH)}$$

(ΛΑΘΟΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ)

Λύση :

Έστω ότι ένας δείκτης είναι ασθενές οξύ HΔ : $H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$

$$K_{H\Delta} = \frac{[H_3O^+][\Delta^-]}{[H\Delta]} \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_{H\Delta}} \quad (1)$$

Όμως $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ και $K_{H\Delta} = 10^{-pK_{H\Delta}}$

$$\text{οπότε από την } (1) \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{10^{-pH}}{10^{-pK_{H\Delta}}} \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = 10^{(pK_{H\Delta} - pH)}$$

Δείκτες

3.2.37. Το ανθρώπινο μάτι δε μπορεί να ανιχνεύσει τη μεταβολή στο χρώμα ενός διαλύματος που περιέχει πρωτολυτικό δείκτη, αν το pH του διαλύματος μεταβάλλεται μέσα σε μια περιοχή. Ποιο είναι το εύρος της περιοχής ;
α) 1 μονάδα pH β) 0,5 μονάδα pH γ) 2 μονάδες pH δ) 6 μονάδες pH

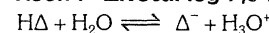
Λύση : γ) 2 μονάδες pH (μεταξύ $pK_{H\Delta} - 1$ και $pK_{H\Delta} + 1$)

Δείκτες

3.2.38. (1.2.30. Τεχν.) Δίνεται ότι το pK_a του δείκτη «πράσινο της βρωμοκρεσόλης» είναι 4,9. Η μορφή HΔ δίνει ΚΙΤΡΙΝΟ διάλυμα ενώ η συζυγής βάση του δίνει ΜΠΛΕ διάλυμα. Σε τρία υδατικά διαλύματα με $pH_A = 3$, $pH_B = 4$ και $pH_T = 6$ προσθέτουμε από μια σταγόνα του δείκτη.

Ποια είναι η αναλογία $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]}$ και ποιο χρώμα αποκτά το καθένα διάλυμα :

Λύση : Δίνεται $\log 7,94 = 0,9$



$$K_{H\Delta} = \frac{[H_3O^+][\Delta^-]}{[H\Delta]} \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_{H\Delta}}$$

$$pK_{H\Delta} = 4,9 = 4 + 0,9 \Rightarrow -\log K_a = -\log 10^{-4} + \log 7,94 = -\log \frac{10^{-4}}{7,94} = -\log 1,26 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{H\Delta} = 1,26 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Σε } pH_A = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ και } \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{10^{-3}}{1,26 \cdot 10^{-5}} = 79,4 > 10 \text{ και το διάλυμα θα είναι}$$

ΚΙΤΡΙΝΟ

$$\text{Σε } pH_B = 4 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-4} \text{ και } \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{10^{-4}}{1,26 \cdot 10^{-5}} = 7,94. \text{ Επειδή } \frac{1}{10} < 7,94 < 10 \text{ και το}$$

διάλυμα θα έχει ενδιάμεσο χρώμα, αφού βρισκόμαστε στην περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη, δηλαδή ΠΡΑΣΙΝΟ (μεταξύ ΚΙΤΡΙΝΟΥ και ΜΠΛΕ).

$$\text{Σε } pH_T = 6 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-6} \text{ και } \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{10^{-6}}{1,26 \cdot 10^{-5}} = \frac{1}{12,6} < \frac{1}{10} \text{ και το διάλυμα θα είναι ΜΠΛΕ.}$$

Δείκτες

3.2.39. (1.2.31. Τεχν.) Όταν το pH ενός διαλύματος μονοπρωτικού δείκτη είναι 10, η συγκέντρωση αναλογίας της ιοντισμένης μορφής προς τη μη ιοντισμένη του μορφή είναι 2. Ποιο είναι το pK_{HA} του δείκτη :

Λύση : Δίνεται $\log 2 = 0,3$



$$K_{HA} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow \frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{K_{HA}}{[H_3O^+]}$$

$$\text{Όμως } \frac{[A^-]}{[HA]} = 2, \text{ άρα } \frac{K_{HA}}{[H_3O^+]} = 2$$

$$pH = 10 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-10}, \text{ άρα } K_{HA} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ και}$$

$$pK_{HA} = -\log K_a = -\log 2 \cdot 10^{-10} = -\log 2 + 10 = -0,3 + 10 \Rightarrow pK_{HA} = 9,7$$

Δείκτες

3.2.40. (1.2.32. Τεχν.) Ένα άχρωμο υδατικό διάλυμα χωρίζεται στα δύο (διαλύματα Α και Β). Στο διάλυμα Α προστίθεται ο δείκτης «ερυθρό του μεθυλίου» και καθίσταται ΚΙΤΡΙΝΟ. Όταν στο διάλυμα Β προστίθεται ο δείκτης «φαινολοφθαλεΐνη» τότε αυτό παραμένει ΑΧΡΩΜΟ. Να υπολογίσετε προσεγγιστικά την περιοχή του pH του αρχικού διαλύματος.

Λύση :

Για το ερυθρό του μεθυλίου $pK_{a1} = 5$ ΚΟΚΚΙΝΟ – ΚΙΤΡΙΝΟ

Για τη φαινολοφθαλεΐνη $pK_{a2} = 9,5$ ΑΧΡΩΜΟ – ΚΟΚΚΙΝΟ

Για το διάλυμα $pH > pK_{a1} + 1 \Rightarrow pH > 6$ και $pH < pK_{a2} - 1 \Rightarrow pH < 8,5$

Άρα $6 < pH < 8,5$

* ΣΧΟΛΙΟ : Έπρεπε να δίνονται στην εκφώνηση τα pK_a των δεικτών ή η περιοχί αλλαγής χρώματός τους. Σχολ. σελ. 127

3.2.42. Εκτός από τους δείκτες που μεταβάλλουν το χρώμα ενός διαλύματος ανάλογα αν σ' αυτό υπερτερεί η όξινη ή η βασική μορφή τους, υπάρχουν και οι οσφραντικοί δείκτες. Η δράση και αυτών βασίζεται στην επίδραση κοινού ιόντος. Διαθέτουμε τέσσερα ποτήρια με H_2O στο καθένα από τα οποία έχουμε ρίξει μια σταγόνα υδατικού διαλύματος βανιλίνης ($C_8H_7O_2$) της οποίας η αντίδραση ιοντισμού είναι :

$$C_8H_7O_2 + H_2O \rightleftharpoons C_8H_6O_2 + H_3O^+$$

Μέσα σε καθένα ποτήρι ρίχνουμε σταγόνα - σταγόνα ένα από τα παρακάτω αντιδραστήρια :

φαινόλη C_6H_6O	πικρικό οξύ $C_6H_3O_7N_5$	βενζοϊκό οξύ $C_7H_6O_2$	φουροϊκό οξύ $C_5H_4O_3$
$K_a = 1,3 \cdot 10^{-10}$	$K_a = 6 \cdot 10^{-1}$	$K_a = 6,5 \cdot 10^{-5}$	$K_a = 6,76 \cdot 10^{-4}$

Να ταξινομήσετε τα αντιδραστήρια αυτά κατά σειρά αυξανόμενου όγκου που πρέπει να ρίξουμε στο καθένα ποτήρι ξεχωριστά, ώστε στα οσφρητικά μας κύτταρα να έρθουν τα μόρια της βανιλίνης.

Λύση :

Όσο πιο ισχυρό είναι το οξύ που θα προσθέσουμε, τόσο περισσότερο θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά η ισορροπία, δηλαδή προς τα μόρια της βανιλίνης. Οπότε, για τα πιο ισχυρά πρέπει να προσθέσουμε μικρότερο όγκο, ενώ για τα πιο ασθενή μεγαλύτερο όγκο.

Εξάλλου, όσο μεγαλύτερη K_a έχει ένα οξύ, τόσο πιο ισχυρό είναι.

Άρα, η σειρά κατά αυξανόμενο όγκο θα είναι :

V πικρικού < V φουροϊκού < V βενζοϊκού < V φαινόλης

Δείκτες

3.2.43. Ένας χημικός θέλοντας να απεικονίσει τη σημαία της Αιθιοπίας εκτελεί το παρακάτω πείραμα. Διαθέτει τρεις πλωρίδες χαρτίου, οι οποίες είναι εμποτισμένες, η καθεμία ξεχωριστά, με διαλύματα των πρωτολυτικών δεικτών.

α) μπλε της βρωμοθυμόλης με $pK_a = 7,3$ (ΚΙΤΡΙΝΟ - ΜΠΛΕ)

β) κόκκινο κρεσόλης με $pK_a = 8,2$ (ΚΙΤΡΙΝΟ - ΚΟΚΚΙΝΟ)

γ) κόκκινο του μεθυλίου με $pK_a = 4,9$ (ΚΟΚΚΙΝΟ - ΚΙΤΡΙΝΟ)

Τα χρώματα μέσα στις παρενθέσεις δείχνουν τις χρωματικές μεταβολές που επιφέρονται αντίστοιχα από το συζυγές οξύ και τη συζυγή βάση του δείκτη.

Στάζει μερικές σταγόνες από διάλυμα HCl 0,1 M σε μια πλωρίδα και στη συνέχεια, ανάλογα με το χρώμα που φαίνεται, την επικολλεί στην αντίστοιχη θέση του γειτονικού πίνακα. Το ίδιο κάνει στις άλλες δύο πλωρίδες που έμειναν, λαμβάνοντας σταγόνες από τα διαλύματα NaCl 0,1 M και KOH 0,01 M.

Να ανακαλύψετε τι έκανε συμπληρώνοντας τον πίνακα.

Λύση :

Για να πάρουμε ΠΡΑΣΙΝΟ χρώμα προσθέτουμε το διάλυμα NaCl στο "μπλε της βρωμοθυμόλης". Επειδή το διάλυμα NaCl έχει $pH = 7$ και δεν έχουμε μεγάλη διαφορά από την pK_a του δείκτη, ο δείκτης θα πάρει ένα ενδιάμεσο χρώμα μεταξύ του ΚΙΤΡΙΝΟΥ και του ΜΠΛΕ, δηλαδή ΠΡΑΣΙΝΟ.

Για να πάρουμε ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα προσθέτουμε το διάλυμα HCl στο "κόκκινο της κρεσόλης". Επειδή το διάλυμα HCl έχει $pH = 1$ ο δείκτης θα πάρει ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα.

Για να πάρουμε ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα προσθέτουμε πάλι το διάλυμα HCl στο "κόκκινο του μεθυλίου". Επειδή το διάλυμα HCl έχει $pH = 1$ ο δείκτης θα πάρει ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα. Επίσης το ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα μπορούμε να το πετύχουμε με το "κόκκινο της κρεσόλης" στο διάλυμα KOH.

Με βάση τα παραπάνω συμπληρώνουμε τον πίνακα :

Διάλυμα	Δείκτης	Χρώμα
NaCl	μπλε της βρωμοθυμόλης	ΠΡΑΣΙΝΟ
HCl	κόκκινο της κρεσόλης	ΚΙΤΡΙΝΟ
HCl ή KOH	κόκκινο του μεθυλίου ή κόκκινο της κρεσόλης	ΚΟΚΚΙΝΟ

Με τη διαβίβαση του HCl, τα H_3O^+ αντιδρούν με την CH_3NH_2 :

	$CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3Cl$ ή $CH_3NH_2 + H_3O^+ \rightarrow CH_3NH_3^+ + H_2O$		
Αρχικά	0,1 mol	0,01 mol	0,2 mol
Αντιδρούν – Παράγονται	- 0,01 mol	- 0,01 mol	+ 0,01 mol
Τέλος	0,09 mol	-	0,21 mol

άρα προκύπτει και πάλι ρυθμιστικό διάλυμα, το οποίο θα έχει $pOH' = pK_b' - \log \frac{C_\beta'}{C_{\alpha\beta}'}$ ⇒

$$\Rightarrow pOH' = pK_b' - \log \frac{0,09}{0,21}, \text{ παραπλήσιο του } pOH \text{ του διαλύματος (P).}$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$ και $K_b / C < 10^{-2}$)

Επειδή προσθέσαμε HCl, του pH' (P) θα είναι λίγο μικρότερο του pH (Π).

Άρα θα έχουμε:

01: Σωστή	05: Λάθος
02: Λάθος	06: Σωστή
03: Σωστή	07: Σωστή
04: Λάθος	08: Σωστή

3.3.9. (1.3.9. Τεχν.) Στα παρακάτω διαλύματα όγκου 1L διαβιβάζεται 0,01 mol αερίου HCl. Σε ποιο θα παρατηρηθεί η μικρότερη μεταβολή του pH; Η μεταβολή του όγκου θεωρείται αμελητέα.

- α) NaOH $10^{-2}M$ δ) HF 1M
 β) HCl $10^{-2}M$ ε) NaF 1M
 γ) HF 1M με NaF 1M

Λύση:

Στο (γ), επειδή έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα.

3.3.10. (1.3.10. Τεχν.) Ποιο από τα παρακάτω πρέπει να προσθέσουμε σε 5 mL διαλύματος HA 0,2M, ώστε να ελαττωθεί το pH του διαλύματος;

- α) 5 mL H_2O β) 5 mL HA 0,3M γ) 5 mL HA 0,1M
 δ) 5 mL KOH 0,2M ε) 5 mL 0,3 M HA με 0,3 M KOH

Λύση:

(β), επειδή θα αυξηθεί η συγκέντρωση στο τελικό διάλυμα, άρα η $[H_3O^+]$ θα αυξηθεί, οπότε το pH θα ελαττωθεί.

Ρυθμιστικό διάλυμα NH_3/NH_4Cl ή NH_4^+

3.3.11. (1.3.11. Τεχν.) α) Να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις ιόντων και μορίων, το βαθμό ιοντισμού και το pH σε υδατικό διάλυμα NH_3 0,1 M.
 β) Αν σε 1 L του παραπάνω διαλύματος προσθέσουμε 0,1 mol $NH_4Cl_{(s)}$, να υπολογίσετε το βαθμό ιοντισμού και το pH του καινούργιου διαλύματος.
 Δίνεται ότι $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$ και ότι η μεταβολή του αρχικού όγκου με την προσθήκη της στερεάς ουσίας είναι αμελητέα.

Λύση: Δίνονται $\sqrt{1,75} = 1,3$, $\log 1,3 = 0,11$, $\log 7,7 = 0,89$, $\log 1,75 = 0,24$

α) Για το διάλυμα NH_3 :

Αντίδραση Ιοντισμού	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
Αρχικά	0,1 M		
Ιοντίζονται – Παράγονται	- x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,1 - x M	x M	x M

$$K_b = \frac{x^2}{0,1-x} \text{ με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = \sqrt{0,1 \cdot 1,75 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow x = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

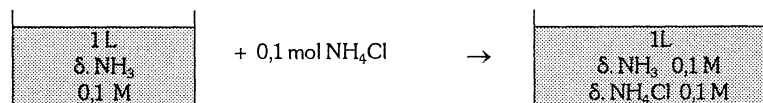
Άρα: $[NH_3] = 0,1 - 1,3 \cdot 10^{-3} \approx 0,1 M$ (Ισχύει $K_b / C < 10^{-2}$)

$$[NH_4^+] = [OH^-] = 1,3 \cdot 10^{-3} M, \quad [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{1,3 \cdot 10^{-3}} = 7,7 \cdot 10^{-12} M$$

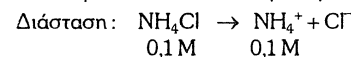
$$\alpha = \frac{x}{C} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ ή } \alpha\% = 1,3\%$$

$$\text{και } pH = -\log 7,7 \cdot 10^{-12} = -\log 7,7 + 12 = 12 - 0,89 \Rightarrow pH = 11,11$$

β)



Το NH_4Cl θα αποκτήσει συγκέντρωση 0,1 M



Αντίδραση Ιοντισμού	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
Αρχικά	0,1 M	0,1 M	
Ιοντίζονται – Παράγονται	- y M	+ y M	+ y M
Χημική Ισορροπία	0,1 - y M	0,1 + y M	y M

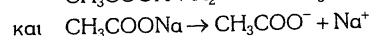
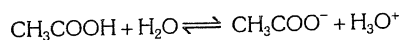
Οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της σχέσης Henderson - Hasselbalch ισχύουν, άρα για το ρυθμιστικό διάλυμα $NH_3 - NH_4^+$ που προκύπτει, θα έχουμε:

$$pK_b = -\log 1,75 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 1,75 = 5 - 0,24 = 4,76 \Rightarrow pK_a = 14 - pK_b = 9,24$$

$$pH = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\beta}} \Rightarrow pH = pK_a + \log \frac{0,1}{0,1} \Rightarrow pH = pK_a = 9,24$$

3.3.12. (1.3.12. Τεχν.) Ένα ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5 παρασκευάζεται από CH₃COOH και CH₃COONa. Ποια είναι η αναλογία $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ στο διάλυμα ;
Δίνεται $K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$.

Λύση :



$$[H_3O^+] = K_a \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]}$$

$$pH = 5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5}. \text{ Άρα } \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{10^{-5}} = 1,74$$

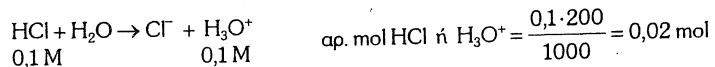
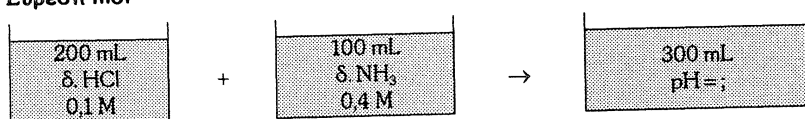
Ανάμιξη με αντίδραση

3.3.13. (1.3.13. Τεχν.) Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται με συνοπτικό τρόπο οι παράμετροι δύο διαλυμάτων Α και Β τα οποία θα αναμιχθούν ώστε να δημιουργήσουμε ρυθμιστικά διαλύματα. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που θα προκύψει από την ανάμιξή τους.

	διάλυμα Α	διάλυμα Β
1	200 mL διαλύματος HCl 0,1 M	100 mL διαλύματος NH ₃ 0,4 M με $K_a = 5,71 \cdot 10^{-10}$
2	100 mL διαλύματος NaOH 0,1 M	400 mL διαλύματος HCOOH 0,1 M με $K_b = 5,62 \cdot 10^{-11}$

Λύση : Δίνεται $\log 1,75 = 0,24$, $\log 1,78 = 0,25$, $\log 3 = 0,48$

1. Εύρεση mol



$$\text{και } \text{αρ. mol NH}_3 = \frac{100 \cdot 0,4}{1000} = 0,04 \text{ mol}$$

Αντίδραση

	NH ₃	+ HCl	→ NH ₄ Cl
	ή NH ₃	+ H ₃ O ⁺	→ NH ₄ ⁺ + H ₂ O
Αρχικά	0,04 mol	0,02 mol	–
Αντιδρούν – Παράγονται	– 0,02 mol	– 0,02 mol	+ 0,02 mol
Τέλος	0,02 mol	–	0,02 mol

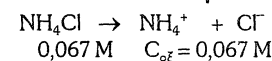
Συγκεντρώσεις

Στα 300 mL δ/μα περιεχ. 0,02 mol NH₃ και 0,02 mol NH₄Cl ή NH₄⁺
1000 mL C_δ; C_{οξ};

$$NH_3 : C_{\delta} = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,3 \text{ L}} = 0,067 \text{ M}$$

$$NH_4Cl : C_{οξ} = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,3 \text{ L}} = 0,067 \text{ M}$$

Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού



Αντίδραση Ιοντισμού	NH ₃ + H ₂ O ⇌ NH ₄ ⁺ + OH ⁻		
Αρχικά	0,067 M	0,067 M	
Ιοντίζονται – Παράγονται	– x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,067 – x M	0,067 + x M	x M

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{5,71 \cdot 10^{-10}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

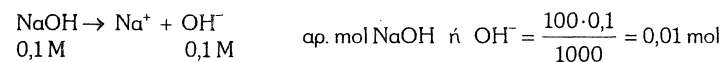
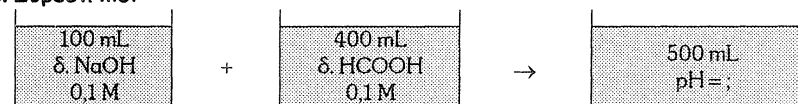
Εύρεση pH – Ρυθμιστικό – Εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$pK_b = -\log K_b = -\log 1,75 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 1,75 = 5 - 0,24 = 4,76 \quad pK_a = 14 - pK_b = 9,24$$

$$pH = pK_a + \log \frac{C_b}{C_{οξ}} = 9,24 + \log 1 = 9,24 + \log 10^0 = 9,24 \Rightarrow pH = 9,24$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$ και $K_b / C < 10^{-2}$)

2. Εύρεση mol



$$\text{αρ. mol HCOOH} = \frac{400 \cdot 0,1}{1000} = 0,04 \text{ mol}$$

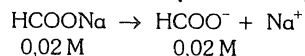
Αντίδραση

	HCOOH	+ NaOH	→ HCOONa + H ₂ O
	ή HCOOH	+ OH ⁻	→ HCOO ⁻ + H ₂ O
Αρχικά	0,04 mol	0,01 mol	
Αντιδρούν – Παράγονται	– 0,01 mol	– 0,01 mol	+ 0,01 mol
Τέλος	0,03 mol	–	0,01 mol

Συγκεντρώσεις

Στα 500 mL δ/τος περιεχ. 0,03 mol HCOOH και 0,01 mol HCOONa ή HCOO⁻
 1000 C_{οξ}; C_β;

$$\text{HCOOH} : C_{\text{οξ}} = \frac{0,03 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,06 \text{ M}, \quad \text{HCOONa ή HCOO}^- : C_{\text{β}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,02 \text{ M}$$

Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού

Αντίδραση Ιοντισμού	HCOOH + H ₂ O ⇌ HCOO ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	0,06 M	0,02 M	
Ιοντίζονται – Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,06 - x M	0,02 + x M	x M

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{5,62 \cdot 10^{-11}} = 1,78 \cdot 10^{-4}$$

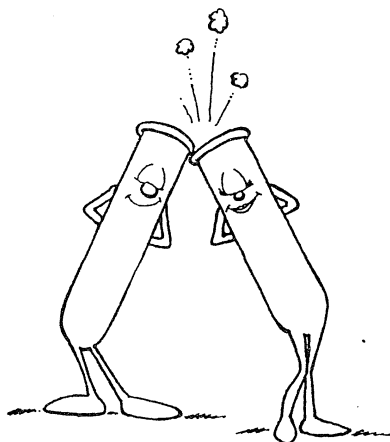
$$\text{p}K_a = -\log K_a = -\log 1,78 \cdot 10^{-4} = 4 - 0,25 = 3,75$$

Εύρεση pH – Ρυθμιστικό – Εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow \text{pH} = 3,75 + \log \frac{0,02}{0,06} = 3,75 + \log \frac{1}{3} = 3,75 + \log 1 - \log 3 =$$

$$= 3,75 + 0 - 0,48 \Rightarrow \text{pH} = 3,27$$

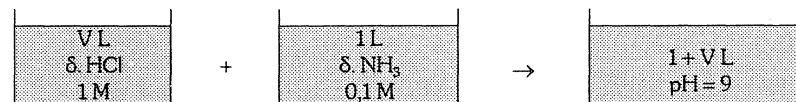
(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$ και $K_b / C < 10^{-2}$)



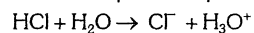
*Η ΧΗΜΕΙΑ είναι ΕΡΩΤΑΣ
(και ο έρωτας είναι χημεία)*

Ανάμιξη με αντίδραση – ρυθμιστικό διάλυμα

3.3.14. (1.3.14. Τεχν.) Πόσα mL διαλύματος HCl 1M πρέπει να προστεθούν σε 1L διαλύματος NH₃ 0,1 M, για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 9 ; Δίνεται ότι η $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

Λύση :**Εύρεση mol**

Έστω ότι προσθέτουμε V L διαλύματος HCl



1M 1M αρ. mol HCl ή H₃O⁺ = 1 · V = V mol αρ. mol NH₃ = 0,1 · 1 = 0,1 mol

Αντίδραση

Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα, πρέπει να έχουμε περίσσεια NH₃, δηλαδή το HCl ή H₃O⁺ αντιδρούν πλήρως :

	NH ₃ + HCl → NH ₄ Cl		
	ή NH ₃ + H ₃ O ⁺ → NH ₄ ⁺ + H ₂ O		
Αρχικά	0,1 mol	V mol	-
Αντιδρούν – Παράγονται	-V mol	-V mol	+V mol
Τέλος	0,1 - V mol	-	V mol

Εύρεση συγκέντρωσης

Ο όγκος του τελικού διαλύματος θα είναι: V_{τελ} = 1 + V L

Στα 1+V L δ/τος περιεχ. 0,1 - V mol NH₃ και V mol NH₄Cl ή NH₄⁺
 1L C_β C_{οξ}

$$\text{NH}_3 : C_{\beta} = \frac{n_1}{V} = \frac{0,1 - V}{1 + V} \text{ M} \quad \text{και} \quad \text{NH}_4\text{Cl ή NH}_4^+ : C_{\text{οξ}} = \frac{n_2}{V} = \frac{V}{1 + V} \text{ M}$$

pH – Ρυθμιστικό – Εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$\text{pH} = 9 \Rightarrow \text{pOH} = 5 \text{ δηλ. } [\text{OH}^-] = 10^{-5}$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{C_{\beta}}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow 10^{-5} = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{C_{\beta}}{C_{\text{οξ}}} \Rightarrow C_{\text{οξ}} = 1,75 \cdot C_{\beta} \Rightarrow \frac{V}{1 + V} = 1,75 \frac{0,1 - V}{1 + V}$$

από όπου **V = 0,0636 L = 63,6 mL.** (Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$ και $K_b / C < 10^{-2}$)

Ανάμιξη με αντίδραση

3.3.15. (1.3.15. Τεχν.) Σε ογκομετρική φιάλη εισάγονται 2,22 g $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ και 0,6 g NaOH . Η ογκομετρική φιάλη γεμίζεται με νερό μέχρι όγκου 100 mL. Ποιο είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει; Δίνεται $pK_a = 4,87$.

Λύση:**Εύρεση mol**

$$\text{αρ. mol CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} = \frac{2,22}{74} = 0,03 \text{ mol}, \quad \text{αρ. mol NaOH ή OH}^- = \frac{0,6}{40} = 0,015 \text{ mol}$$

Αντίδραση

	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NaOH}$	\rightarrow	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
	ή $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{OH}^-$	\rightarrow	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	0,03 mol	0,015 mol	–
Αντιδρούν – Παράγονται	– 0,015 mol	– 0,015 mol	+ 0,015 mol
Τέλος	0,015 mol	–	0,015 mol

Εύρεση συγκεντρώσεων

Στα 100 mL δ/τος περιεχ. 0,015 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ και 0,015 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$
 1000 mL $C_{\alpha\xi}$; C_{β} ;

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} : C_{\alpha\xi} = \frac{n}{V} = \frac{0,015 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,15 \text{ M}$$

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa ή CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- : C_{\beta} = \frac{n}{V} = 0,15 \text{ M}$$

Εύρεση pH – Ρυθμιστικό – Εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$\text{pH} = pK_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \text{pH} = 4,87 + \log \frac{0,15}{0,15} \Rightarrow \text{pH} = 4,87$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$ και $K_b / C < 10^{-2}$)**Μεταβολή pH – Επίδραση κοινού ιόντος $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$**

3.3.16. (1.3.16. Τεχν.) Πόσα γραμμάρια CH_3COONa πρέπει να προστεθούν σε 200 mL διαλύματος CH_3COOH 0,1 M, ώστε το pH του να μεταβληθεί κατά δύο μονάδες; Δίνεται $K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$.

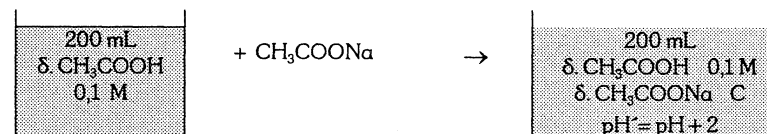
Λύση: Δίνεται $\sqrt{1,74} = 1,32$

Για το αρχικό διάλυμα:

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Χημική Ισορροπία	0,1 – x M x M x M

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x} \text{ με προσέγγιση, } K_a = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = \sqrt{0,1 \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow$$

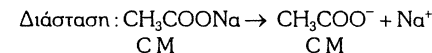
$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$



Με την προσθήκη του CH_3COONa , λόγω επίδρασης κοινού ιόντος $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ελαττωθεί, άρα το pH θα αυξηθεί.

$$\Delta\text{ηλαδή } \text{pH}' = \text{pH} + 2 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+]' = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] - \log 10^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]' = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{100}$$

$$\text{οπότε } [\text{H}_3\text{O}^+]' = \frac{1,32 \cdot 10^{-3}}{100} = 1,32 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Έστω ότι το CH_3COONa αποκτά συγκέντρωση C στο διάλυμα.**Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού**

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Αρχικά	0,1 M C M –
Ιοντίζονται – Παράγονται	– y M + y M + y M
Χημική Ισορροπία	0,1 – y M C + y M y M

$$y = [\text{H}_3\text{O}^+]' = 1,32 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

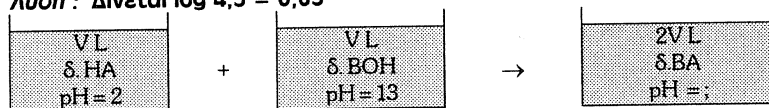
$$K_a = \frac{(C+y)y}{0,1-y} \text{ και με προσέγγιση: } K_a = \frac{C \cdot y}{0,1} \Rightarrow 1,74 \cdot 10^{-5} = \frac{C \cdot 1,32 \cdot 10^{-5}}{0,1} \Rightarrow C = 0,132 \text{ M}$$

αρ. mol = C · V = 0,132 · 0,2 = 2,64 · 10⁻² mol και μάζα m = 2,64 · 10⁻² · 82 = 2,165 g.(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$)

Ανάμιξη με αντίδραση ισχυρού οξέος και ισχυρής βάσης

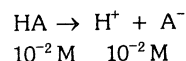
3.3.19. (1.3.19. Τεχν.) Ποιο είναι το pH διαλύματος που προέρχεται από την ανάμιξη ίσων όγκων διαλυμάτων ισχυρού μονοπρωτικού οξέος HA και ισχυρής μονοπρωτικής βάσεως BOH (και όχι B που έχει το σχολικό) και έχουν pH = 2 και 13 αντίστοιχα :

Λύση : Δίνεται $\log 4,5 = 0,65$

**Εύρεση mol**

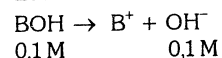
Για το ισχυρό οξύ: $\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$

Διάσταση



Για την ισχυρή βάση: $\text{pH} = 13$ και
 $\text{pOH} = 14 - \text{pH} \Rightarrow \text{pOH} = 1 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,1 \text{ M}$

Διάσταση



και αρ. mol HA ή $\text{H}_3\text{O}^+ = 10^{-2} \text{ V mol}$

και αρ. mol BOH ή $\text{OH}^- = 0,1 \text{ V mol}$

Αντίδραση

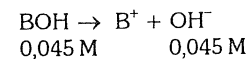
	HA	+	BOH	→	BA	+ H ₂ O
	ή H ₃ O ⁺	+	OH ⁻	→		2H ₂ O
Αρχικά	0,01 V mol		0,1 V mol			
Αντιδρούν – Παράγονται	- 0,01 V mol		- 0,01 V mol		+ 0,01 V mol	
Τέλος	-		0,1 V - 0,01 V mol		0,01 V mol	

Εύρεση συγκεντρώσεων

Στα 2V L δ/τος περιεχ. 0,1 V - 0,01 V mol BOH ή OH⁻
1L x;

Συγκέντρωση : BOH ή OH⁻ = $\frac{0,1\text{V} - 0,01\text{V}}{2\text{V}} = 0,045 \text{ M}$

Το αλάτι BA δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος επειδή τα B⁺ και A⁻ δεν αντιδρούν με το H₂O επειδή έχουν προέλθει από ισχυρή βάση BOH και ισχυρό οξύ HA αντίστοιχα.

Διάσταση**Εύρεση pH**

$[\text{OH}^-] = 4,5 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 4,5 \cdot 10^{-2} = 2 - \log 4,5 = 2 - 0,65 = 1,35$

και $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,35 = 12,65$

3.3.20. (1.3.20. Τεχν.) Η H_3O^+ σε υδατικό διάλυμα που προήλθε από πλήρη εξουδετέρωση ενός ισχυρού οξέος και μιας ισχυρής βάσεως είναι :
α) 0, β) 10^{-7} , γ) 7, δ) 10^{-14} , ε) 14

Λύση :

(β), επειδή κανένα από τα δύο ιόντα του αλάτος που παράχθηκε δεν θα αντιδρά με το H₂O και το διάλυμα θα είναι ουδέτερο.

pH – ισχυρά οξέα – βάσεις

3.3.21. (1.3.21. Τεχν.) Δύο διαλύματα HCl ίσων όγκων έχουν pH 3 και 2. Ποιο από τα δύο αυτά διαλύματα απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα NaOH για να εξουδετερωθεί ; Ποιο είναι το pH του τελικού διαλύματος σε κάθε περίπτωση ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Λύση :

α) 1ο διάλυμα: $\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$ και αρ. mol HCl = 10^{-3} V mol

2ο διάλυμα: $\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$ και αρ. mol HCl = 10^{-2} V mol

Μεγαλύτερη ποσότητα NaOH για εξουδετέρωση θα χρειάζεται το 2ο διάλυμα, επειδή περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα HCl.

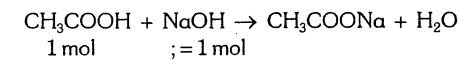
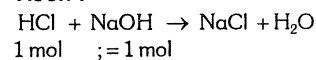
β) Σε κάθε περίπτωση το pH του τελικού διαλύματος μετά την πλήρη εξουδετέρωση θα είναι 7, επειδή το NaCl προέρχεται από ισχυρό οξύ και ισχυρή βάση και κανένα από τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ δεν δρα ως οξύ ή βάση κατά Bronsted - Lowry.

Ανάμιξη με αντίδραση

3.3.22. (1.3.22. Τεχν.) Για τη εξουδετέρωση 1 mol HCl απαιτούνται x mL διαλύματος NaOH, ενώ για την εξουδετέρωση 1 mol CH₃COOH απαιτούνται γ mL διαλύματος NaOH. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει:

α) $x = \gamma$ β) $x < \gamma$ γ) $x > \gamma$

Λύση :



Επειδή χρειάζεται ίσος αρ. mol NaOH, οι όγκοι θα είναι ίσοι, δηλ. $x = \gamma$, σωστή η (α).

Δείκτες

3.3.23. (1.3.23. Τεχν.) Χημικό εργαστήριο διαθέτει τρεις δείκτες Α (8,0 – 9,9), Β (6 – 7,6) και Γ (3,9 – 5,4), οι οποίοι χρωματίζουν ένα διάλυμα, όταν το pH του βρίσκεται εκτός των ορίων που αναγράφονται μέσα στις παρενθέσεις. Ποιον από τους τρεις αυτούς δείκτες θα χρησιμοποιούσατε για να βρείτε το ισοδύναμο σημείο κατά την εξουδετέρωση διαλύματος KOH 0,1 M από διάλυμα HCl 0,1 M; Εξηγήστε την απάντησή σας.

Λύση :

Επειδή έχουμε εξουδετέρωση ισχυρού οξέος από ισχυρή βάση, το ισοδύναμο σημείο κατά την εξουδετέρωση θα είναι σε $\text{pH} = 7$, επειδή κανένα από τα ιόντα του αλάτος που σχηματίζεται δεν αντιδρά με το νερό. Άρα ο κατάλληλος δείκτης είναι ο Β.

Ογκομέτρηση

3.3.24. (1.3.24. Τεχν.) Ογκομετρούνται 25 mL διαλύματος CH_3COOH 0,2 M με διάλυμα NaOH 0,2 M.

Να υπολογισθεί το pH στις ακόλουθες περιπτώσεις :

α) Πριν την προσθήκη του διαλύματος NaOH .

β) Μετά την προσθήκη 4 mL διαλύματος NaOH .

γ) Μετά την προσθήκη 12,5 mL διαλύματος NaOH .

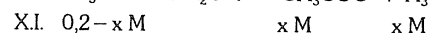
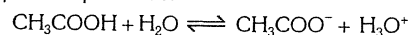
δ) Μετά την προσθήκη 25 mL διαλύματος NaOH .

ε) Μετά την προσθήκη 26 mL διαλύματος NaOH .

Δίνεται ότι η $K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$ και $\text{p}K_a = 4,76$.

Λύση : Δίνεται $\sqrt{3,48} = 1,86$, $\log 1,86 = 0,27$, $\log 9,34 = 0,97$,
 $\log 7,58 = 0,88$, $\log 3,92 = 0,59$ (ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$ και $K_b / C < 10^{-2}$)

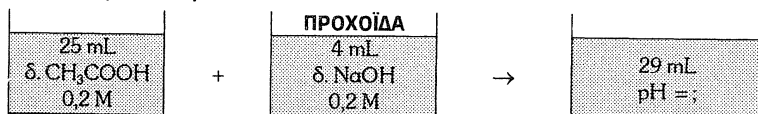
α) Πριν την προσθήκη :



$$K_a = \frac{x^2}{0,2 - x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{0,2} \Rightarrow x = \sqrt{0,2 \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{3,48 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,86 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = -\log 1,86 \cdot 10^{-3} = -\log 1,86 + 3 = 3 - 0,27 = 2,73$$

β) Ανάμιξη με αντίδραση



Εύρεση mol

$$\text{αρ. mol CH}_3\text{COOH} = \frac{0,2 \cdot 25}{1000} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol και αρ. mol NaOH ή OH}^- = \frac{0,2 \cdot 4}{1000} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Αντίδραση

	CH_3COOH	+	NaOH	→	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
	ή CH_3COOH	+	OH^-	⇌	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$		-
Αντιδρούν – Παράγονται	$- 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$		$- 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$		$+ 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
Τέλος	$4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		-		$8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα

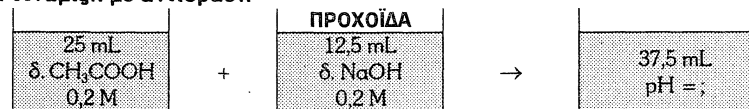
Στα 29 mL περ. $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ $8 \cdot 10^{-4} \text{ mol CH}_3\text{COONa}$ ή CH_3COO^-
 Στα 1000 mL $C_{\alpha\beta}$; C_{β} ;

$$\text{CH}_3\text{COOH} : C_{\alpha\beta} = \frac{4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{29 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,145 \text{ M} \qquad \text{CH}_3\text{COO}^- : C_{\beta} = \frac{8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{29 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,027 \text{ M}$$

$$\text{Από την εξίσωση Henderson : } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\alpha\beta}}{C_{\beta}} = 9,34 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log 9,34 \cdot 10^{-5} = -\log 9,34 + 5 \Rightarrow \text{pH} = 4,03$$

γ) Ανάμιξη με αντίδραση



Εύρεση mol

$$\text{αρ. mol NaOH ή OH}^- = \frac{0,2 \cdot 12,5}{1000} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Αντίδραση

	CH_3COOH	+	NaOH	→	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
	ή CH_3COOH	+	OH^-	⇌	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		-
Αντιδρούν – Παράγονται	$- 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$- 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$+ 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
Τέλος	$2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		-		$2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα όγκου 37,5 mL

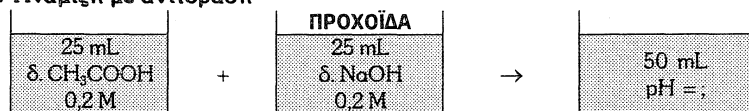
$$\text{CH}_3\text{COOH} : C_{\alpha\beta} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{37,5 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = \frac{0,2}{3} \text{ M}$$

$$\text{CH}_3\text{COO}^- : C_{\beta} = \frac{5 \cdot 10^{-3} - 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{37,5 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = \frac{0,2}{3} \text{ M}$$

Εύρεση pH – Ρυθμιστικό – Εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\alpha\beta}}{C_{\beta}} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{0,2/3}{0,2/3} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a \Rightarrow \text{pH} = 4,76.$$

δ) Ανάμιξη με αντίδραση



Εύρεση mol

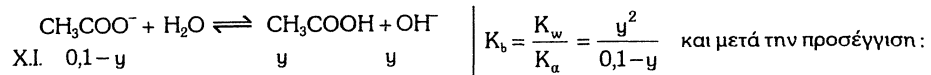
$$\text{αρ. mol NaOH ή OH}^- = \frac{0,2 \cdot 25}{1000} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol (πλήρης εξουδετέρωση)}$$

Αντίδραση

	CH_3COOH	+	NaOH	→	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
	ή CH_3COOH	+	OH^-	→	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		-
Αντιδρούν – Παράγονται	$- 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$- 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$+ 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
Τέλος	-		-		$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Εύρεση συγκέντρωσης στο τελικό διάλυμα όγκου 50 mL

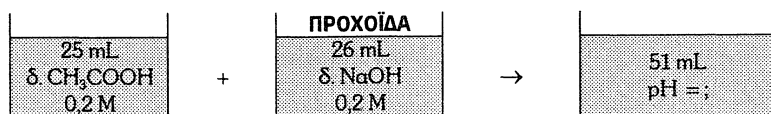
$$\text{CH}_3\text{COONa} \text{ ή } \text{CH}_3\text{COO}^- : C = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$



$$K_b = \frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = \frac{y^2}{0,1} \Rightarrow y = 7,58 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \text{pOH} = -\log 7,58 \cdot 10^{-6} = 6 - \log 7,58 = 6 - 0,88 = 5,12$$

$$\text{και } \text{pH} = 14 - 5,12 = 8,88.$$

ε) Ανάμιξη με αντίδραση



Εύρεση mol

$$\text{αρ. mol NaOH ή OH}^- = \frac{0,2 \cdot 26}{1000} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Αντίδραση

	CH ₃ COOH + NaOH → CH ₃ COONa + H ₂ O	
	ή CH ₃ COOH + OH ⁻ → CH ₃ COO ⁻ + H ₂ O	
Αρχικά	5 · 10 ⁻³ mol	5,2 · 10 ⁻³ mol
Αντιδρούν – Παράγονται	- 5 · 10 ⁻³ mol	- 5 · 10 ⁻³ mol
Τέλος	-	2 · 10 ⁻⁴ mol
		5 · 10 ⁻³ mol

Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα όγκου 51 mL

$$\text{CH}_3\text{COONa} \text{ ή } \text{CH}_3\text{COO}^- : C_1 = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{51 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,098 \text{ M}$$

$$\text{NaOH ή OH}^- : C_2 = \frac{2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{51 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 3,92 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Αντίδραση Ιοντισμού	CH ₃ COO ⁻ + H ₂ O ⇌ CH ₃ COOH + OH ⁻	
Αρχικά	0,098 M	3,92 · 10 ⁻³ M
Ιοντίζονται – Παράγονται	- ω M	+ ω M
Χημική Ισορροπία	0,098 - ω M	3,92 · 10 ⁻³ + ω M

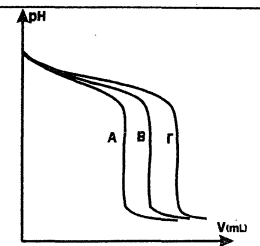
$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{(3,92 \cdot 10^{-3} + \omega) \omega}{0,098 - \omega} \Rightarrow \omega = 1,44 \cdot 10^{-8}$$

$$[\text{OH}^-] = 3,92 \cdot 10^{-3} + \omega \approx 3,92 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = -\log 3,92 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 3,92 = 3 - 0,59 = 2,41 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 2,41 = 11,59$$

Καμπύλες ογκομέτρησης

3.3.25. (1.3.25. Τεχν.) Δίνονται οι καμπύλες ογκομέτρησης Α, Β και Γ που αφορούν την ογκομέτρηση τριών διαλυμάτων NH₃ ίσου όγκου, με το ίδιο διάλυμα HCl.
Ποια συμπεράσματα εξαγονται σχετικά με τις συγκεντρώσεις των διαλυμάτων;
α) C_A > C_B > C_Γ β) C_A = C_B = C_Γ γ) C_A = C_B > C_Γ
δ) C_A > C_B = C_Γ ε) C_A < C_B < C_Γ



Λύση :



Έχουμε την αντίδραση : NH₃ + HCl → NH₄Cl ή NH₃ + H₃O⁺ → NH₄⁺ + H₂O

Ο όγκος που χρειάζεται για την εξουδετέρωση του διαλύματος Γ είναι μεγαλύτερος από τον όγκο που χρειάζεται για το Β και αυτός είναι μεγαλύτερος από τον όγκο που χρειάζεται για το Α. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός mol στο Γ θα είναι μεγαλύτερος και αφού οι αρχικοί όγκοι είναι ίσοι, θα ισχύει C_A < C_B < C_Γ. Άρα η σωστή απάντηση είναι η (ε).

Καμπύλες ογκομέτρησης

3.3.26. (1.3.26. Τεχν.) Ποια από τις παρακάτω συνθήκες είναι απαραίτητη για τον ακριβή προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου μιας ογκομέτρησης εξουδετέρωσης ;
α) η βάση και το οξύ να είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες
β) η βάση και το οξύ να είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες
γ) το pH πρέπει να μεταβάλλεται απότομα κοντά στο ισοδύναμο σημείο
δ) το pH πρέπει να είναι μεταξύ 5 και 7 κοντά στο ισοδύναμο σημείο
ε) ο δείκτης που χρησιμοποιείται να είναι ισχυρότερο οξύ από το οξύ που αλκαλιμετρείται.

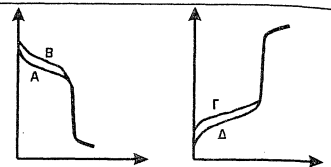
Λύση :

Σωστή απάντηση είναι η (γ), ώστε ο δείκτης να αλλάξει απότομα χρώμα.

Καμπύλες ογκομέτρησης

3.3.27. (1.3.27. Τεχν.) Στη δεύτερη στήλη να τοποθετήσετε τα γράμματα Α, Β, Γ και Δ τα οποία υποδηλώνουν καθεμιά από τις τέσσερις καμπύλες τιτλοδότησης εξουδετέρωσης, αντιστοιχίζοντάς τα με τις πληροφορίες που βρίσκονται στην πρώτη στήλη του πίνακα.

Ο όγκος και των τεσσάρων διαλυμάτων είναι ο ίδιος καθώς και η συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος.



οξυμετρία διαλύματος NH_3 0,1 M	
αλκαλιμετρία διαλύματος CH_3COOH 0,1 M	
αλκαλιμετρία διαλύματος HCOOH 0,1 M	
οξυμετρία διαλύματος $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 0,1M	

Λύση :

Τα δύο διαλύματα που οξυμετρούνται είναι $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 0,1 M και NH_3 0,1 M (Α και Β) Επειδή το $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ έχει + I επαγωγικό φαινόμενο, η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ θα είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 , άρα το διάλυμά της θα έχει μεγαλύτερο pH.

Τα δύο διαλύματα που αλκαλιμετρούνται είναι CH_3COOH και HCOOH (Γ και Δ). Το HCOOH θα είναι ισχυρότερο οξύ, επειδή στο CH_3COOH το $-\text{CH}_3$ έχει + I επαγωγικό φαινόμενο. Άρα το διάλυμα HCOOH θα έχει μικρότερο pH.

Με βάση τα παραπάνω, καταλήγουμε :

οξυμετρία διαλύματος NH_3 0,1 M	Α
αλκαλιμετρία διαλύματος CH_3COOH 0,1 M	Γ
αλκαλιμετρία διαλύματος HCOOH 0,1 M	Δ
οξυμετρία διαλύματος $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 0,1M	Β



Ογκομέτρηση – Ισοδύναμο σημείο ΔΥΣΚΟΛΗ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΛΥΚΕΙΟΥ

3.3.28. (1.3.28. Τεχν.) Τα παρακάτω δεδομένα λαμβάνονται από μια ογκομέτρηση εξουδετέρωσης 20mL ενός διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικής βάσης 0,15M με πρότυπο διάλυμα HCl 0,1 M.

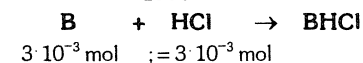
V(HCl) σε mL	0	15	20	25	29	30	31	35	40	45
pH	10,8	10,2	10,1	9,8	9,6	6,3	3	2,8	2,6	2,3

Η τιμή του pK_b του πρωτολυτικού δείκτη που χρησιμοποιείται για την εύρεση του ισοδύναμου σημείου καθώς και η τιμή του pK_b της ασθενούς βάσης που οξυμετρείται είναι :

- α) 10,2 και 10,2 β) 6,3 και 10,2 γ) 9,6 και 3
 δ) 10,8 και 2,3 ε) 3 και 9,6

Λύση :

$$\text{αρ. mol B} = \frac{0,15 \cdot 20}{1000} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



$$\text{Για το HCl: } V = \frac{n}{C} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,03 \text{ L} = 30 \text{ mL}$$

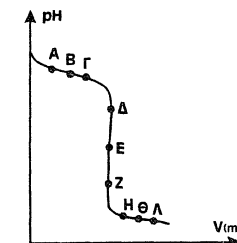
Άρα, το ισοδύναμο σημείο είναι 6,3 και όταν έχουμε προσδέσει το μισό όγκο διαλύματος HCl (15 mL) $\text{pOH} = \text{pK}_b$ και $\text{pH} = 10,2 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 3,8$, οπότε $\text{pK}_b = 3,8$.

Καμία από τις πιθανές απαντήσεις δεν ανταποκρίνεται στις τιμές 6,3 και 3,8.

Καμπύλες ογκομέτρησης

3.3.29. (1.3.29. Τεχν.) Λαμβάνοντας πληροφορίες από την καμπύλη ογκομέτρησης να απαντήσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) ή πανθασμένες (Λ).

- 01 Δείχνεται μια καμπύλη αλκαλιμετρίας
- 02 Το pK του ηλεκτρολύτη είναι η τεταγμένη του σημείου Ε
- 03 Το pH στα σημεία Α, Β και Γ μπορεί να βρεθεί από την εξίσωση των Henderson - Hasselbalch
- 04 Τα σημεία Δ, Ε και Ζ βρίσκονται κοντά στο ισοδύναμο σημείο
- 05 Όταν κατά την ογκομέτρηση βρισκόμαστε στα σημεία Η, Θ και Λ το πρότυπο διάλυμα μέσα στην προχοΐδα έχει το μεγαλύτερο όγκο



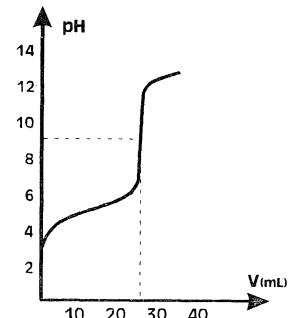
Λύση :

01. ΛΑΘΟΣ. Είναι καμπύλη οξυμετρίας.
02. ΛΑΘΟΣ. Το σημείο Ε είναι το ισοδύναμο σημείο. Το pK του ηλεκτρολύτη είναι η τεταγμένη του σημείου Β.
03. ΣΩΣΤΗ. Στα σημεία Α, Β και Γ έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα. (για ασθενή βάση)
04. ΣΩΣΤΗ. Τα σημεία Δ, Ε, Ζ βρίσκονται κοντά στο ισοδύναμο σημείο, επειδή έχουμε απότομη μεταβολή στο pH.
05. ΛΑΘΟΣ. Επειδή έχει καταναλωθεί ο μεγαλύτερος όγκος, το πρότυπο διάλυμα μέσα στην προχοΐδα θα έχει τον μικρότερο όγκο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΣΤΟ 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

1. Τι ονομάζεται ιοντισμός χημικής ένωσης και ποιες κατηγορίες χημικών ενώσεων ιοντίζονται;
2. Τι εννοούμε με την έκφραση «το κλωριούχο νάτριο δίσταται στο νερό»; Για ποια κατηγορία χημικών ενώσεων χρησιμοποιείται ο όρος «ηλεκτρολυτική διάσταση».
3. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης στην οποία τόσο το νερό, όσο και τα ιόντα NH_4^+ συμπεριφέρονται ως οξέα κατά Bronsted - Lowry.
4. Γράψτε τους χημικούς τύπους :
 α) του συζυγούς οξέος του ιόντος OH^-
 β) της συζυγούς βάσης του H_2S
 γ) του συζυγούς οξέος και της συζυγούς βάσης του HCO_3^- .
5. Τι εννοούμε λέγοντας ότι το νιτρικό οξύ είναι ισχυρότερο από το νιτρώδες οξύ;
6. Γράψτε τη σχέση η οποία συνδέει τη σταθερά της χημικής ισορροπίας :
 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ με τη σταθερά ιοντισμού της αμμωνίας.
7. Από τι εξαρτάται η σταθερά ιοντισμού του HCN ;
8. Με ποια σχέση ορίζεται η σταθερά ιοντισμού του CH_3COO^- ;
9. Αν σε ένα υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος συγκέντρωσης 0,1 M η συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου είναι 10^{-4} M, ποια είναι η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του οξέος αυτού ;
10. Πώς μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ σε ένα υδατικό διάλυμα NH_3 αν προσθέσουμε σ' αυτό μικρή ποσότητα NaOH ; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
11. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης με βάση την οποία ερμηνεύεται η μικρή αγωγιμότητα του καθαρού νερού.
12. Γράψτε τη μαθηματική σχέση με βάση την οποία ορίζεται το pH ενός διαλύματος και υπολογίστε το pH διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,01 M.
13. Αν η σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχει τιμή 10^{-5} στους 25°C , υπολογίστε τη σταθερά ιοντισμού του NH_4^+ στην ίδια θερμοκρασία.
14. Πού οφείλεται η βασική συμπεριφορά των διαλυμάτων του φθοριούχου νατρίου; Γράψτε τη σχετική χημική εξίσωση.

15. Ποια κατιόντα συμπεριφέρονται σαν ασθενή οξέα; Δώστε ένα παράδειγμα.
16. Γράψτε τους χημικούς τύπους: ενός ουδέτερου κατιόντος, ενός όξινου κατιόντος, ενός ουδέτερου ανιόντος και ενός βασικού ανιόντος.
17. Γράψτε τη χημική εξίσωση με βάση την οποία εξηγείται ο βασικός χαρακτήρας ενός διαλύματος KHS .
18. Ποια διαλύματα ονομάζονται ρυθμιστικά ;
19. Για ποιο λόγο ένα διάλυμα $\text{NaCl} - \text{HCl}$ δεν είναι ρυθμιστικό;
20. Να προτείνετε δύο χημικές ουσίες που θα μπορούσαμε να προσθέσουμε σε διάλυμα CH_3COOH , ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα;
21. Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας HCl σε ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ δεν παρατηρείται αισθητή μεταβολή στο pH. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης με βάση την οποία εξηγείται αυτή η συμπεριφορά του ρυθμιστικού διαλύματος.
22. Το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$ υπολογίζεται από την εξίσωση : $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_1}{C_2}$.
 Επεξηγήστε όλους τους συμβολισμούς σ' αυτή την εξίσωση.
23. Τι ονομάζεται ισοδύναμο σημείο της εξουδετέρωσης ενός διαλύματος οξέος με πρότυπο διάλυμα βάσης ;
24. Σχεδιάστε στο παρακάτω σύστημα συντεταγμένων την καμπύλη εξουδετέρωσης διαλύματος CH_3COOH με πρότυπο διάλυμα NaOH , θεωρώντας ότι το ισοδύναμο σημείο αυτής έχει τετμημένη μεταξύ των 20 και 30 mL.

25. Ποια μπορεί να είναι κατά την εκτίμησή σας η τιμή του pH που αντιστοιχεί στο ισοδύναμο σημείο κατά την εξουδετέρωση:
 α) ενός διαλύματος CH_3COOH με πρότυπο διάλυμα NaOH
 β) ενός διαλύματος HCl με πρότυπο διάλυμα KOH
 γ) ενός διαλύματος NH_3 με πρότυπο διάλυμα HCl .

Ερωτήσεις ανάπτυξης

- Δώστε τους ορισμούς των οξέων κατά Arrhenius και κατά Bronsted - Lowry και εξηγήστε για ποιο λόγο οι Bronsted - Lowry συναρτούν τον όξινο ή βασικό χαρακτήρα μιας ένωσης με τη χημική αντίδραση στην οποία αυτή συμμετέχει ;
- Γράψτε τις χημικές εξισώσεις με βάση τις οποίες ερμηνεύεται κατά Bronsted - Lowry η βασική και όξινη συμπεριφορά αντίστοιχα της αμμωνίας και του θειικού οξέος κατά τη διάλυσή τους στο νερό. Εξηγήστε για κάθε μία από αυτές τις αντιδράσεις τον όξινο ή βασικό χαρακτήρα όλων των χημικών ουσιών που συμμετέχουν σ' αυτές.
- Ποιες χημικές ουσίες ονομάζονται αμφιπρωτικές ; Δώστε δύο παραδείγματα τέτοιων χημικών ουσιών και εξηγήστε τον αμφιπρωτικό χαρακτήρα αυτών με αναγραφή σχετικών χημικών εξισώσεων.
- Τι ονομάζεται συζυγές σύστημα οξέος - βάσης ; Εξηγήστε για ποιο λόγο η ύπαρξη ενός συζυγούς συστήματος οξέος - βάσης σε μία χημική αντίδραση συνεπάγεται την ύπαρξη και ενός δευτέρου τέτοιου συστήματος. Δώστε ένα παράδειγμα με το οποίο εξηγείται η πρόταση αυτή.
- Σε μια χημική αντίδραση της μορφής : οξύ(1) + βάση(1) \rightleftharpoons οξύ(2) + βάση(2), τι εννοούμε όταν λέμε ότι το οξύ(1) είναι ισχυρότερο από το οξύ(2) ; Εξηγήστε την ισοδυναμία: αν οξύ(1) ισχυρότερο από οξύ(2) \leftrightarrow βάση(1) ισχυρότερη από βάση(2).
- Πώς ορίζεται η ΣΤΑΘΕΡΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ ασθενούς μονοπρωτικού οξέος, από ποιους παράγοντες εξαρτάται η τιμή της και για ποιο λόγο η τιμή αυτής αποτελεί μέτρο έκφρασης της ισχύος ενός οξέος ;
- Να συγκρίνετε τις τιμές των σταθερών ιοντισμού του HNO_3 και του HNO_2 και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας, κάνοντας χρήση του επαγωγικού φαινομένου.
- Εξετάστε πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση των ιόντων οξωγίου σε ένα διάλυμα οξικού οξέος κατά την αραιώσή του με προσθήκη νερού.
- Αποδείξτε τη σχέση η οποία εκφράζει τη σταθερά ιοντισμού ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση C του οξέος σε ένα υδατικό του διάλυμα και τη συγκέντρωση x των ιόντων A^- .
- Για την έκφραση της ισχύος ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος χρησιμοποιούνται δύο μεγέθη. Πώς ορίζονται τα μεγέθη αυτά και με ποια σχέση συνδέονται μεταξύ τους ;
Να αποδείξετε τη σχέση αυτή και να εξετάσετε ποιο από τα δύο παραπάνω μεγέθη που ορίσατε επηρεάζεται από τη συγκέντρωση του διαλύματος και με ποιο τρόπο.
- Εξηγήστε πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ σε ένα διάλυμα KHSO_4 , αν διαλύσουμε σ' αυτό: α) HCl β) K_2SO_4 γ) NaHSO_4 .

- Ποια σχέση συνδέει τις συγκεντρώσεις των ιόντων H_3O^+ και OH^- σε ένα υδατικό διάλυμα και πώς προκύπτει αυτή η σχέση;
- Δείξτε ότι το άθροισμα των συγκεντρώσεων των ιόντων H_3O^+ και OH^- έχει ελάχιστη τιμή στα ουδέτερα υδατικά διαλύματα, χρησιμοποιώντας σχετικά παραδείγματα όξινων, ουδέτερων και βασικών διαλυμάτων.
- Δώστε τον ορισμό του pH και του pOH ενός διαλύματος και αποδείξτε τη σχέση που συνδέει τα δύο αυτά μεγέθη σε ένα υδατικό διάλυμα. Με ποια προϋπόθεση ισχύει η σχέση αυτή ;
- Μελετήστε πώς μεταβάλλεται το pH και το pOH ενός διαλύματος καυστικού νατρίου κατά την αραιώσή του.
- Μελετήστε τη μεταβολή του pH και το pOH ενός διαλύματος HCl κατά τη σταδιακή προσθήκη σ' αυτό διαλύματος NaOH με συνεχή ανάδευση.
- Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων ιοντισμού ενός οξέος και της συζυγούς της βάσης και αποδείξτε τη σχέση η οποία συνδέει τις σταθερές ιοντισμού αυτών.
- Εξηγήστε το λόγο για τον οποίο ένα διάλυμα όξινου θειικού νατρίου είναι όξινο, ενώ ένα διάλυμα όξινου ανθρακικού νατρίου είναι βασικό.
- Εξετάστε τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες το διάλυμα ενός άλατος είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο, αναφέροντας από ένα παράδειγμα για κάθε περίπτωση.
- Οι σταθερές ιοντισμού του HCOOH και της NH_3 είναι αντίστοιχα $K_a = 10^{-4}$ και $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$. Εξετάστε αν ένα διάλυμα HCOONH_4 είναι όξινο, ουδέτερο ή βασικό.
- Εξηγήστε το λόγο για τον οποίο κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας HCl ή NaOH σε ένα διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$, δεν παρατηρείται αισθητή μεταβολή στο pH του διαλύματος, αναγράφοντας τις σχετικές χημικές εξισώσεις.
- Περιγράψτε πώς θα παρασκευάζατε 200 mL ρυθμιστικού διαλύματος αν διαθέτατε διάλυμα CH_3COOH 2 M και διάλυμα NaOH 1 M.
- Εξετάστε αν θα προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα σε κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις:
α) κατά την ανάμιξη 100 mL διαλύματος CH_3COOH 1 M με 100 mL δ/τος NaOH 2 M.
β) κατά την ανάμιξη 100 mL διαλύματος HCl 1 M με 200 mL διαλύματος KCl 1 M.
- Γράψτε την εξίσωση Henderson - Hasselbalch και επεξηγήστε τους σχετικούς συμβολισμούς. Για ποια διαλύματα και με ποιες προϋποθέσεις ισχύει η παραπάνω εξίσωση ;

25. Αποδείξτε τη σχέση με βάση την οποία υπολογίζεται το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος και άλατος του οξέος αυτού με ισχυρή βάση, όταν είναι γνωστές οι συγκεντρώσεις C_1 και C_2 του διαλύματος ως προς το οξύ και το άλας αντίστοιχα και η σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος.

26. Χρησιμοποιήστε την εξίσωση Henderson - Hasselbalch για να αποδείξετε ότι: κατά την αραιώση ενός ρυθμιστικού διαλύματος δε μεταβάλλεται το pH αυτού. Εξετάστε αν ισχύει η παραπάνω πρόταση όταν το ρυθμιστικό διάλυμα αραιώνεται απεριόριστα.

27. Τι είναι οι πρωτολυτικοί δείκτες και πού χρησιμοποιούνται ;

Να αναφέρετε ένα πρωτολυτικό δείκτη και να ερμηνεύσετε την εξάρτηση του χρώματος αυτού από το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται.
(Δεν απαιτείται μαθηματική επεξεργασία για την απάντηση της ερώτησης).

28. Ένας πρωτολυτικός δείκτης ΗΔ ανήκει στην κατηγορία των ασθενών οξέων και χαρακτηρίζεται από $K_a = 10^{-5}$. Εξετάστε αν δύο διαλύματα με pH = 1 και pH = 3 θα αποκτήσουν το ίδιο ή διαφορετικά χρώματα, αν προστεθεί σ' αυτά ο δείκτης ΗΔ.

29. Ποια χημική διαδικασία ονομάζεται ογκομέτρηση διαλύματος και πώς πραγματοποιείται ;
Τι είναι η αλκαλιμετρία και τι η οξυμετρία ;

Ερωτήσεις συμπλήρωσης

1. Ιοντισμός ονομάζεται η διαδικασία σχηματισμού κατά τη διάλυση ενώσεων στο νερό.

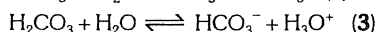
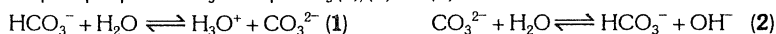
2. Οι ενώσεις δίστανται κατά τη διάλυσή τους στο νερό. Στην κατηγορία αυτών των ενώσεων ανήκουν και

3. Στην κατηγορία των ηλεκτρολυτών ανήκουν και , διότι τα υδατικά τους διαλύματα είναι

4. Στη χημική αντίδραση $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$, η αμμωνία συμπεριφέρεται ως βάση σύμφωνα με τη θεωρία διότι δέχεται , ενώ δεν μπορεί να θεωρηθεί ως βάση κατά

5. Στην αντίδραση $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ η συζυγής βάση του CH_3COOH είναι το , ενώ το και το αποτελούν ένα δεύτερο συζυγές σύστημα οξέος - βάσης διότι

6. Παρατηρούμε ότι στις αντιδράσεις (1), (2) και (3):



το νερό συμπεριφέρεται αντίστοιχα ως , ως και ως Για το λόγο αυτό το H_2O χαρακτηρίζεται ως Ο ίδιος χαρακτηρισμός αποδίδεται και στο , διότι στις αντιδράσεις πρωτόνιο, ενώ στην αντίδραση πρωτόνιο.

7. Στην αντίδραση $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ το HCl χαρακτηρίζεται ως ισχυρό οξύ διότι έχει μεγάλη τάση να Αποτέλεσμα αυτού είναι το ιόν Cl^- να αποτελεί , διότι έχει μικρή τάση να Στην ίδια αντίδραση το ιόν H_3O^+ χαρακτηρίζεται ανάλογα ως οξύ σε σύγκριση με το , το οποίο χαρακτηρίζεται ως

8. Συμπληρώστε τα κενά του πίνακα ώστε κάθε σειρά αυτού να περιλαμβάνει τον τύπο και την ονομασία ενός συζυγούς συστήματος οξέος - βάσης.

Ονομασία οξέος	Τύπος οξέος	Ονομασία βάσης	Τύπος βάσης
υπερχλωρικό οξύ	.....	.....	.....
.....	.....	.....	\text{Br^-
.....	.....	όξινο θειικό ιόν	.....
.....	HNO_2	.....	.....
φωσφορικό οξύ	.....	.....	.....
.....	HCO_3^-	.....	.....
.....	.....	.....	\text{H_2O
.....	.....	όξινο ανθρακικό ιόν	.....

9. Η σταθερά ιοντισμού K_a του NH_4^+ ορίζεται με βάση την ισορροπία: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots + \dots$ και δίνεται από τη σχέση $K_a = \dots$, ενώ η σταθερά ιοντισμού K_b της συζυγούς βάσης του NH_4^+ ορίζεται με βάση τη χημική ισορροπία \rightleftharpoons και δίνεται από τη σχέση $K_b = \dots$. Οι σταθερές ιοντισμού K_a και K_b συνδέονται με τη σχέση

10. Αν διαλύσουμε στερεό CH_3COONa σε διάλυμα CH_3COOH , τότε η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ του διαλύματος , ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH , η συγκέντρωση των ιόντων CH_3COO^- , ενώ η σταθερά ιοντισμού K_a του CH_3COOH

11. Η διάλυση ενός ισχυρού ηλεκτρολύτη σε διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη από τη διάσπαση του οποίου προκύπτει ένα κοινό ιόν με τα ιόντα του ασθενούς ηλεκτρολύτη χαρακτηρίζεται ως και έχει ως αποτέλεσμα του βαθμού ιοντισμού του ηλεκτρολύτη.

12. Ως σταθερά ιοντισμού του νερού ορίζεται το γινόμενο των συγκεντρώσεων των ιόντων σε οποιοδήποτε διάλυμα και έχει τιμή στους 25°C.

13. Η αντίδραση ιοντισμού του νερού αποδίδεται με τη χημική εξίσωση

14. Αν σε ένα υδατικό διάλυμα θερμοκρασίας 25°C είναι $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2}\text{M}$, τότε: $[\text{OH}^-] = \dots$, $\text{pH} = \dots$, $\text{pOH} = \dots$ και το διάλυμα αυτό χαρακτηρίζεται ως

- 15.** Το pH και το pOH για κάθε υδατικό διάλυμα που βρίσκεται σε συννηθισμένη θερμοκρασία, συνδέονται με τη σχέση
- 16.** Μεταξύ δύο υδατικών διαλυμάτων περισσότερο όξινο είναι αυτό που έχει pH και pOH.
- 17.** Οι σταθερές ιοντισμού ενός ασθενούς οξέος και της συζυγούς βάσης του K_a και K_b συνδέονται με τη σχέση
- 18.** Κατά τη διάλυση NaF σε νερό προκύπτει βασικό διάλυμα διότι τα ιόντα τα οποία προκύπτουν από τη διάσπαση του αντιδρούν με το νερό προς παραγωγή , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση
- 19.** Τα κατόνια των οποίων οι βάσεις είναι ασθενείς συμπεριφέρονται ως Για παράδειγμα τα κατόνια αντιδρούν με το νερό και παράγονται ιόντα , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση
- 20.** Τα ρυθμιστικά διαλύματα είναι υδατικά διαλύματα τα οποία περιέχουν ένα ασθενές οξύ και π.χ. διάλυμα ή μία ασθενή βάση και π.χ. διάλυμα
- 21.** Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας NaOH σε υδατικό διάλυμα $NH_3 - NH_4Cl$ το pH του διαλύματος πρακτικά δε μεταβάλλεται διότι τα ιόντα που προκύπτουν από τη διάσπαση του δεσμεύονται από τα ιόντα που περιέχονται στο διάλυμα με βάση τη χημική εξίσωση
- 22.** Το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος $CH_3COOH - CH_3COONa$ εξαρτάται από την τιμή του λόγου λ Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή αυτού του λόγου τόσο είναι το pH του διαλύματος.
- 23.** Οργανικές ουσίες των οποίων το χρώμα εξαρτάται από την τιμή του pH του διαλύματος στο οποίο βρίσκονται ονομάζονται και ανήκουν στην κατηγορία των ή των
- 25.** Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης ενός διαλύματος με μέτρηση του όγκου ενός διαλύματος που απαιτείται για την εξουδετέρωσή του ονομάζεται αλκαλιμετρία.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Στις ερωτήσεις 1-37 βάλτε σε ένα κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Ιοντισμός μιας μοριακής ένωσης ονομάζεται:

- α. η πρόσληψη ή η αποβολή ηλεκτρονίων από αυτή
- β. η μετατροπή της σε ιόντα, όταν αυτή βρεθεί σε ηλεκτρικό πεδίο
- γ. η διαδικασία μετατροπής των μορίων της σε ηλεκτρικά δίπολα
- δ. ο σχηματισμός ιόντων κατά τη διάλυσή της στο νερό.

2. Όταν μια ετεροπολική (ιοντική) ένωση διαλύεται στο νερό:

- α. ιοντίζεται
- β. δημιουργούνται ιόντα
- γ. δίσταται
- δ. προκύπτει διάλυμα με ηλεκτρικό φορτίο.

3. Ηλεκτρολύτες ονομάζονται:

- α. όσες χημικές ενώσεις είναι ηλεκτρικά αγωγίμες
- β. οι χημικές ενώσεις που δίστανται κατά τη διάλυσή τους στο νερό
- γ. οι ετεροπολικές ενώσεις
- δ. οι ενώσεις των οποίων τα υδατικά διαλύματα είναι ηλεκτρικά αγωγίμα.

4. Το HCl είναι οξύ σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry, διότι:

- α. είναι ηλεκτρολύτης
- β. όταν διαλύεται στο νερό ελευθερώνει ιόντα H^+
- γ. αντιδρά με βάσεις
- δ. μπορεί να παρέχει πρωτόνια σε άλλες ενώσεις.

5. Σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry, όταν αντιδρά ένα οξύ με μία βάση παράγονται:

- α. αλάτι και νερό
- β. βάση και οξύ
- γ. κατόνια H^+ και ανιόντα OH^-
- δ. τίποτε από τα παραπάνω.

6. Σε μια χημική αντίδραση, σύμφωνα με τους Bronsted - Lowry, μία χημική ένωση συμπεριφέρεται ως βάση όταν:

- α. παρέχει πρωτόνια
- β. αποβάλλει ηλεκτρόνια
- γ. δέχεται πρωτόνια
- δ. ελευθερώνει ανιόντα OH^- .

7. Στην αντίδραση $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$, το H_2O σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry, συμπεριφέρεται ως:

- α. οξύ
- β. βάση
- γ. αμφιπρωτική ουσία
- δ. δέκτης πρωτονίων.

8. Από τη μελέτη των χημικών αντιδράσεων $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$, $H_2SO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HSO_3^-$, προκύπτει ότι το ανιόν HSO_3^- χαρακτηρίζεται ως:

- α. οξύ
- β. βάση
- γ. πρωτονιοδότης
- δ. αμφιπρωτική ουσία.

9. Το H_2SO_4 είναι ισχυρότερο οξύ σε σχέση με το HClO, διότι:

- α. έχει μεγαλύτερη τάση να αποδίδει πρωτόνια
- β. περιέχει περισσότερα άτομα H ανά μόριο
- γ. είναι περισσότερο ευδιάλυτο στο νερό
- δ. αντιδρά με μεγαλύτερο αριθμό βάσεων.

10. Το HIO σε σύγκριση με το HClO:

- α. είναι ισχυρότερο οξύ
- β. είναι ασθενέστερο οξύ
- γ. είναι εξίσου ισχυρό οξύ διότι και τα δύο ιοντίζονται πλήρως στα υδατικά τους διαλύματα
- δ. είναι ισχυρότερο οξύ, μόνο όταν η σύγκριση γίνεται μεταξύ υδατικών διαλυμάτων της ίδιας συγκέντρωσης.

- 11.** Το HClO είναι ισχυρότερο οξύ από HBrO διότι:
- Το Cl εμφανίζει εντονότερα το $-I$ επαγωγικό φαινόμενο σε σχέση με το Br
 - Το Br εμφανίζει εντονότερα το $-I$ επαγωγικό φαινόμενο σε σχέση με το Cl
 - Το Cl εμφανίζει εντονότερα το $+I$ επαγωγικό φαινόμενο σε σχέση με το Br
 - Το Br εμφανίζει εντονότερα το $+I$ επαγωγικό φαινόμενο σε σχέση με το Cl
- 12.** Ο καθοριστικός παράγοντας στον οποίο οφείλεται η διαφορά στην όξινη συμπεριφορά των υδραλογόνων είναι:
- η ηλεκτραρνητικότητα τους
 - η διαλυτότητά τους στο νερό
 - η φυσική τους κατάσταση
 - η ατομική τους ακτίνα.
- 13.** Στην αντίδραση $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ τα ιόντα H_3O^+ και NH_4^+ :
- συμπεριφέρονται ως οξέα
 - αποτελούν συζυγές σύστημα οξέος - βάση
 - είναι δέκτες πρωτονίων
 - αποτελούν συζυγές σύστημα βάσης - οξέος.
- 14.** Η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του οξικού οξέος σε υδατικό διάλυμα εξαρτάται:
- από τη φύση του οξέος
 - από το είδος του διαλύτη
 - από τη θερμοκρασία
 - από όλους τους παραπάνω παράγοντες.
- 15.** Ο λόγος της τιμής της σταθεράς ισορροπίας προς την τιμή της σταθεράς ιοντισμού της αμμωνίας, σε υδατικά διαλύματα είναι ίσος με:
- 55,3
 - 1/55,3
 - 1
 - 18
- 16.** Κατά την αραίωση υδατικού διαλύματος NH_3 , υπό σταθερή θερμοκρασία
- ο βαθμός ιοντισμού αυτής:
 - μειώνεται
 - αυξάνεται
 - δε μεταβάλλεται
 - η σταθερά ιοντισμού αυτής:
 - αυξάνεται
 - μεταβάλλεται μέχρι μιας ορισμένης τιμής
 - δε μεταβάλλεται
 - μειώνεται.
- 17.** Για ένα ισχυρό οξύ, το οποίο διίσταται πλήρως σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
- $$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$$
- ο βαθμός ιοντισμού:
 - ισούται με τη μονάδα
 - δεν ορίζεται
 - είναι μεγαλύτερος του 1
 - αυξάνεται με την αραίωση του διαλύματος
 - η σταθερά ιοντισμού:
 - ισούται με τη μονάδα
 - εξαρτάται από τη θερμοκρασία
 - δεν ορίζεται
 - είναι ίση με το μηδέν.



- 18.** Αν διαλύσουμε HCl σε υδατικό διάλυμα CH_3COOH (ασθενές οξύ) τότε:
- $n[\text{H}_3\text{O}^+]$ αυξάνεται, ενώ $n[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ μειώνεται
 - $n[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται, ενώ $n[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ αυξάνεται
 - οι συγκεντρώσεις των ιόντων H_3O^+ και CH_3COO^- αυξάνονται
 - $n[\text{H}_3\text{O}^+]$ αυξάνεται, ενώ $n[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ δε μεταβάλλεται.
- 19.** Κατά τη διάλυση στερεού NaCl σε διάλυμα HCl , $n[\text{H}_3\text{O}^+]$ του διαλύματος:
- αυξάνεται
 - μειώνεται συνεχώς
 - δε μεταβάλλεται
 - μειώνεται μέχρι μιας σταθερής τιμής.
- 20.** Κατά την προσθήκη διαλύματος KNO_3 σε διάλυμα HNO_3 , η συγκέντρωση των NO_3^- του διαλύματος:
- μειώνεται
 - αυξάνεται
 - δε μεταβάλλεται
 - δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε πώς θα μεταβληθεί, διότι δεν επαρκούν τα δεδομένα.
- 21.** Το γινόμενο των συγκεντρώσεων των ιόντων H_3O^+ και OH^- στους 25°C , έχει την τιμή 10^{-14} :
- σε κάθε διάλυμα
 - μόνο στο καθαρό νερό
 - σε κάθε υδατικό διάλυμα
 - μόνο σε διαλύματα οξέων ή βάσεων.
- 22.** Κατά τη διάλυση ενός οξέος σε νερό με σταθερή τη θερμοκρασία, η τιμή του γινομένου $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$:
- αυξάνεται
 - μειώνεται
 - αυξάνεται, μόνο αν το οξύ είναι ισχυρό
 - παραμένει αμετάβλητη.
- 23.** Ένα υδατικό διάλυμα θερμοκρασίας 25°C είναι ουδέτερο όταν:
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$
 - $-\log[\text{OH}^-] = 7$
 - $\text{pH} = 7$
 - ισχύει οποιαδήποτε από τις παραπάνω σχέσεις.
- 24.** Μεταξύ δύο υδατικών διαλυμάτων της ίδιας θερμοκρασίας, περισσότερο όξινο είναι αυτό που έχει:
- μεγαλύτερη τιμή του pH
 - μικρότερη τιμή του pOH
 - μικρότερη τιμή του pH
 - περισσότερα διαλυμένα mol οξέος.
- 25.** Υδατικό διάλυμα KOH συγκέντρωσης $0,001 \text{ M}$ έχει στους 25°C pH ίσο με:
- 3
 - 11
 - μεγαλύτερο από 3 και μικρότερο από 7
 - μικρότερο από 11 και μεγαλύτερο από 7.
- 26.** Υδατικό διάλυμα NaOH έχει στους 25°C $\text{pH} = 12$. Κατά τη συνεχή αραίωση του διαλύματος το pH αυτού:
- αυξάνεται συνεχώς
 - αυξάνεται μέχρι την τιμή 14
 - μειώνεται, αλλά παραμένει πάντα μεγαλύτερο του 7
 - μειώνεται μέχρι την τιμή μηδέν.

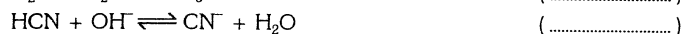
- 27.** Το pH ενός υδατικού διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος συγκέντρωσης 0,01 M στους 25°C είναι πιθανό να έχει τιμή:
- α. 4 β. 7 γ. 2 δ. 12.
- 28.** Μεταξύ των σταθερών ιοντισμού K_a και K_b του οξέος HA και της βάσης A^- στους 25°C ισχύει η σχέση:
- α. $K_a + K_b = 14$ γ. $K_a \cdot K_b = 10^{-14}$
 β. $K_b = \frac{K_a}{10^{-14}}$ δ. $K_a = \frac{10^{-14}}{K_b}$
- 29.** Το pH διαλύματος NH_4Cl $10^{-3}M$ είναι δυνατό να έχει στους 25°C την τιμή:
- α. 6 β. 7 γ. 1 δ. 3 ε. 9
- 30.** Αν εξουδετερώσουμε διάλυμα NaOH 0,1M με διάλυμα HCl προκύπτει διάλυμα για το pH του οποίου ισχύει:
- α. $pH > 7$ γ. $pH < 7$
 β. $pH = 7$ δ. $pH \geq 7$.
- 31.** Διάλυμα NH_4CN ορισμένης συγκέντρωσης έχει στους 25°C $pH = 8,5$. Από το δεδομένο αυτό συμπεραίνουμε ότι για τις σταθερές ιοντισμού K_a , K_b , K_a^- , K_b^- των NH_4^+ , CN^- , HCN και NH_3 αντίστοιχα, ισχύουν οι σχέσεις:
- α. $K_a > K_b$ και $K_a^- < K_b^-$ γ. $K_a < K_b$ και $K_a^- < K_b^-$
 β. $K_a < K_b$ και $K_a^- < K_b^-$ δ. $K_a > K_b$ και $K_a^- > K_b^-$.
- 32.** Ένα διάλυμα Δ_1 του μονοπρωτικού οξέος HA συγκέντρωσης 0,01 M έχει $pH = 2$.
- i) Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι:
- α. το HA είναι ισχυρό οξύ γ. το A^- είναι ασθενής βάση
 β. το A^- είναι ισχυρή βάση δ. το HA είναι ασθενές οξύ.
- ii) Διάλυμα άλατος NaA συγκέντρωσης 0,01 M έχει pH:
- α. 2
 β. 12
 γ. 7
 δ. μεγαλύτερο από 2 και μικρότερο από 7.
- iii) Διάλυμα άλατος NH_4A είναι:
- α. όξινο
 β. βασικό
 γ. ουδέτερο
 δ. όξινο, βασικό ή ουδέτερο, ανάλογα με τη συγκέντρωσή του.
- 33.** Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας HCl σε ρυθμιστικό διάλυμα $CH_3COOH - CH_3COONa$ το pH του διαλύματος δε μεταβάλλεται πρακτικά διότι:
- α. η ποσότητα του HCl που προστίθεται είναι μικρή
 β. μειώνεται η σταθερά ιοντισμού του CH_3COOH
 γ. τα ιόντα H_3O^+ που προκύπτουν από τον ιοντισμό του HCl δεσμεύονται από τα CH_3COO^- του διαλύματος
 δ. το HCl δεν ιοντίζεται σ' αυτό το διάλυμα.

- 34.** Κατά την αραίωση ενός ρυθμιστικού διαλύματος με ίσο όγκο νερού, το pH του διαλύματος:
- α. αυξάνεται
 β. ελαττώνεται
 γ. μεταβάλλεται, ανάλογα με το είδος των διαλυμένων ουσιών
 δ. δε μεταβάλλεται αισθητά.
- 35.** Ένας πρωτολυτικός δείκτης εμφανίζει ΚΙΤΡΙΝΟ και ΜΠΛΕ χρώμα σε δύο διαλύματα που έχουν $pH = 4$ και $pH = 10$ αντίστοιχα. Σε διάλυμα με $pH = 6$ ο δείκτης αυτός:
- α. αποκτά χρώμα μπλε
 β. αποκτά χρώμα κίτρινο
 γ. αποκτά ενδιάμεσο χρώμα (πράσινο)
 δ. δε γνωρίζουμε τι χρώμα θα αποκτήσει με βάση αυτά τα δεδομένα.
- 36.** Οι πρωτολυτικοί δείκτες είναι:
- α. τα οξέα και οι βάσεις
 β. τα ασθενή οργανικά οξέα και οι ασθενείς οργανικές βάσεις
 γ. οργανικά οξέα ή οργανικές βάσεις
 δ. οι έγχρωμες οργανικές ενώσεις.
- 37.** Ένας πρωτολυτικός δείκτης αλλάζει χρώμα:
- α. όταν μεταβληθεί το pH του διαλύματος
 β. όταν μετατραπεί το διάλυμα από όξινο σε αλκαλικό
 γ. όταν μεταβληθεί το pH του διαλύματος κατά δύο τουλάχιστον μονάδες
 δ. σε ορισμένη περιοχή τιμών του pH, η οποία εξαρτάται από το δείκτη.

Ερωτήσεις αντιστοίχισης

- 1.** Σημειώστε στην κάθε παρένθεση το γράμμα Ο ή Β, αν η αντίστοιχη ένωση ή το αντίστοιχο ιόν συμπεριφέρεται στην κάθε αντίδραση ως οξύ ή ως βάση.
- α. $NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$
 (.....) (.....) (.....) (.....)
- β. $H_2O + CH_3COOH \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$
 (.....) (.....) (.....) (.....)
- γ. $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$
 (.....) (.....) (.....) (.....)
- δ. $HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$
 (.....) (.....) (.....) (.....)
- 2.** Μελετήστε όλες τις παρακάτω χημικές εξισώσεις και στη συνέχεια σημειώστε σε κάθε παρένθεση το γράμμα Ο, Β ή Α, αν η αντίστοιχη ένωση ή ιόν συμπεριφέρεται στις χημικές αυτές εξισώσεις αποκλειστικά ως οξύ, αποκλειστικά ως βάση ή ως αμφιπρωτικό σώμα.
- $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$
 $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$ $H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+$
- NH_3 H_2O NH_4^+ OH^- H_3O^+ CO_3^{2-} HCO_3^- H_2CO_3
 (.....) (.....) (.....) (.....) (.....) (.....) (.....) (.....)

3. Χαρακτηρίστε κάθε μία από τις παρακάτω χημικές αντιδράσεις ως ιοντισμό, εξουδετέρωση ή διπλή αντικατάσταση.



4. Αντιστοιχήστε το κάθε οξύ της στήλης (I) με τη συζυγή του βάση της στήλης (II).

(I) οξύ	(II) συζυγής βάση
A. H_2CO_3	α. HPO_4^{2-}
B. H_3O^+	β. OH^-
Γ. H_2PO_4^-	γ. H_2PO_4^-
Δ. HPO_4^{2-}	δ. PO_4^{3-}
Ε. HCO_3^-	ε. HCO_3^-
Ζ. H_3PO_4	ζ. H_2O
Η. H_2O	η. CO_3^{2-}

5. Αντιστοιχήστε τον κάθε χημικό τύπο του οξέος της στήλης (I) με μια από τις τιμές της σταθεράς ιοντισμού της στήλης (II).

(I)	(II)
A. $\text{CH}_3\text{-COOH}$	α. $1,8 \cdot 10^{-5}$
B. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$	β. $1,4 \cdot 10^{-3}$
Γ. $\text{CH}_2(\text{Cl})\text{-COOH}$	γ. 10^{-5}
Δ. $\text{CH}_2(\text{Br})\text{-COOH}$	δ. $5,5 \cdot 10^{-2}$
Ε. $\text{CH}(\text{Cl})_2\text{-COOH}$	ε. 10^{-4}

6. Αντιστοιχήστε το κάθε διάλυμα της στήλης (I) με την τιμή της συγκέντρωσης των OH^- της στήλης (II).

(I)	(II)
A. διάλυμα NH_3 0,1 M	α. $1,9 \cdot 10^{-3}$ M
B. διάλυμα NH_3 0,1 M και NH_4Cl 0,1 M	β. 0,1 M
Γ. διάλυμα NaOH 0,2 M	γ. $1,34 \cdot 10^{-3}$ M
Δ. διάλυμα NH_3 0,2 M	δ. 0,2 M
Ε. διάλυμα NH_3 0,1 M και NaOH 0,1 M	ε. $1,8 \cdot 10^{-5}$ M

7. Αντιστοιχήστε το κάθε διάλυμα της στήλης (I) με την τιμή pH της στήλης (II).

(I)	(II)
A. διάλυμα NaOH 0,01 M	α. 2,7
B. διάλυμα HCl 0,01 M	β. 11,3
Γ. διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,05 M	γ. 12
Δ. διάλυμα NH_3 0,2 M	δ. 13
Ε. διάλυμα CH_3COOH 0,2 M	ε. 2
Ζ. διάλυμα HCl 0,2 M	ζ. 0,7

8. Να κάνετε τις αμφιμονοσήμαντες αντιστοιχήσεις μεταξύ των στοιχείων της στήλης (I), της στήλης (II) και της στήλης (III).

(I) συγκέντρωση διαλύματος	(II) διαλυμένη ουσία	(III) pH
A. 0,1 M	1. HCl	α. 12
B. 0,01 M	2. $\text{Ba}(\text{OH})_2$	β. 2
Γ. 0,05 M	3. KOH	γ. 3
Δ. $5 \cdot 10^{-4}$ M	4. CH_3COOH	δ. 13
		ε. 11

9. Να κάνετε τις αμφιμονοσήμαντες αντιστοιχήσεις μεταξύ των στοιχείων της στήλης (I), της στήλης (II) και της στήλης (III).

(I) διάλυμα	(II) $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$	(III) pH
A. διάλυμα CH_3COOH 0,1 M	1. 0,1 M	α. 1
B. διάλυμα CH_3COOH 0,1 M και CH_3COONa 0,1 M	2. 10^{-5} M	β. 5
Γ. διάλυμα CH_3COOH 0,1 M και HCl 0,1 M	3. 10^{-3} M	γ. 3,5
Δ. διάλυμα CH_3COOH 0,01 M	4. $3,2 \cdot 10^{-4}$ M	δ. 3

10. Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα της στήλης (I) έχουν ίδιες συγκεντρώσεις και για τις σταθερές ιοντισμού K_a του CH_3COOH και K_b της NH_3 ισχύει $10^{-4} > K_a = K_b > 10^{-5}$. Να αντιστοιχήσετε το κάθε διάλυμα της στήλης (I) με την τιμή του pH της στήλης (II).

(I)	(II)
A. διάλυμα $\text{CH}_3\text{COONH}_4$	α. pH = 1
B. διάλυμα HCl	β. pH = 11,1
Γ. διάλυμα NH_4Cl	γ. pH = 7
Δ. διάλυμα NaOH	δ. pH = 4,3
Ε. διάλυμα CH_3COONa	ε. pH = 13
Ζ. διάλυμα NH_3	ζ. pH = 2,9
Η. CH_3COOH	η. pH = 9,7

Ερωτήσεις τύπου «σωστό - λάθος» με αιτιολόγηση

Εξηγήστε αν ισχύουν ή όχι οι προτάσεις που ακολουθούν. Να αναφέρετε σχετικό παράδειγμα, όπου το κρίνετε σκόπιμο.

- Όλοι οι ηλεκτρολύτες είναι ιοντικές ενώσεις.
- Κάθε υδρογονούχα ένωση είναι οξύ, σύμφωνα με τη θεωρία Arrhenius.
- Όλα τα οξέα σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted-Lowry είναι υδρογονούχες ενώσεις.
- Όταν από μια χημική ένωση αποσπάται υδρογόνο, η ένωση αυτή χαρακτηρίζεται κατά Bronsted - Lowry ως οξύ.
- Όταν μια χημική ουσία Α προσλαμβάνει πρωτόνια μετατρέπεται στην ουσία Β η οποία είναι συζυγής βάση της Α.
- Ο όξινος ή ο βασικός χαρακτήρας μιας χημικής ουσίας εξαρτάται από την αντίδραση στην οποία αυτή συμμετέχει.
- Αμφιπρωτικές είναι οι χημικές ουσίες οι οποίες αποδίδουν ή προσλαμβάνουν πρωτόνια, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται.
- Το ιόν οξωνίου δεν είναι δυνατό να συμπεριφερθεί ως βάση κατά Bronsted - Lowry.
- Η συζυγής βάση οποιουδήποτε οξέος είναι ένα ανιόν.
- Το οξικό οξύ σε κάθε χημική αντίδραση συμπεριφέρεται ως οξύ.
- καθαρό νερό τα μισά μόρια συμπεριφέρονται ως οξύ και τα άλλα μισά ως βάση.
- Το H_2SO_4 είναι ισχυρότερο οξύ σε σχέση με το HF, διότι το κάθε μόριο H_2SO_4 μπορεί να αποδώσει δύο πρωτόνια, ενώ κάθε μόριο του HF μπορεί να αποδώσει ένα μόνο πρωτόνιο.
- Με βάση το δεδομένο ότι το HNO_2 είναι ισχυρότερο οξύ από το HCN, προκύπτει ότι το NO_2^- είναι ισχυρότερη βάση από το CN^- .
- Η ισορροπία $\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{HCl}$ είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά διότι το HCl είναι ισχυρότερο οξύ σε σύγκριση με το HCO_3^- .
- Μεταξύ των υδραλογόνων το ισχυρότερο είναι το HF.
- Η σταθερά K της ισορροπίας $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$ και η σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος HA συνδέονται με τη σχέση $K_a = K \cdot 55,33$.

- Όταν σε ένα διάλυμα ασθενούς οξέος HA προστεθεί ένα ισχυρό οξύ ο βαθμός ιοντισμού του οξέος HA μειώνεται.
- Για το υδροχλωρίο δεν ορίζεται σταθερά ιοντισμού.
- Η σταθερά ιοντισμού του οξικού οξέος έχει μία μόνο τιμή.
- Η συγκέντρωση ιόντων οξωνίου x κάθε υδατικού διαλύματος ασθενούς οξέος συγκέντρωσης C υπολογίζεται από τη σχέση $K_a = \frac{x^2}{C}$, όπου K_a η σταθερά ιοντισμού του οξέος.
- Ο ιοντισμός μιας ασθενούς βάσης B στο νερό περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BOH} + \text{H}^+$.
- Όταν αραιώσουμε ένα διάλυμα ασθενούς οξέος HA μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ υποδιπλασιάζεται.
- Αν διαλύσουμε μικρή ποσότητα NaCl σε διάλυμα HCl η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ελαττωθεί.
- Αν διαλύσουμε μικρή ποσότητα NH_4Cl σε διάλυμα NH_3 η $[\text{OH}^-]$ θα ελαττωθεί.
- Κατά τη διάλυση, έστω και μικρής ποσότητας, οξέος ή βάσεως στο νερό η ισορροπία $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ μετατοπίζεται προς τα αριστερά με αποτέλεσμα να παρατηρείται αισθητή αύξηση της $[\text{H}_2\text{O}]$.
- Όταν σε ένα διάλυμα NH_3 προστεθεί KOH, ο ιοντισμός της αμμωνίας μειώνεται, ενώ το pH του διαλύματος αυξάνεται.
- Αν το οξύ HA είναι ισχυρότερο από το οξύ HB, τότε κάθε διάλυμα του οξέος HA θα έχει μικρότερο pH από κάθε διάλυμα του οξέος HB της ίδιας θερμοκρασίας.
- Κάθε ουδέτερο διάλυμα έχει $\text{pH} = 7$.
- Όταν αραιώνουμε ένα διάλυμα με προσθήκη νερού το pH ελαττώνεται.
- Αν σε διάλυμα HNO_3 διαλύσουμε μικρή ποσότητα KNO_3 το pH παραμένει αμετάβλητο.
- Όταν σε ένα διάλυμα CH_3COOH διαλύσουμε μικρή ποσότητα CH_3COONa το pH αυξάνεται.
- Αν χωρίσουμε ένα διάλυμα NaOH με $\text{pH} = 12$ σε τρία ίσα μέρη, το κάθε μέρος θα έχει $\text{pH} = 4$.
- Ένα διάλυμα με $\text{pOH} = 10$ είναι πιο όξινο από ένα διάλυμα με $\text{pH} = 12$ της ίδιας θερμοκρασίας.

34. Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των ιόντων H_3O^+ και των ιόντων OH^- σε κάθε διάλυμα στους 25°C , έχει την ίδια τιμή.

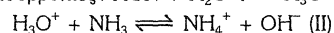
35. Διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 10^{-7} M έχει $\text{pH} = 7$, στους 25°C .

36. Αν διαλυθεί 1 mol CH_3COOH και 1 mol NaOH σε νερό προκύπτει ουδέτερο διάλυμα.

37. Με βάση το δεδομένο ότι διάλυμα NaF 0,1 M έχει μικρότερο pH από διάλυμα NaCN 0,1 M προκύπτει ότι το HF είναι ασθενέστερο οξύ από το HCN .

Συνδυασμός ερωτήσεων διαφόρων μορφών

1. Δίνονται οι ισορροπίες: $\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CN}^-$ (I)



και ότι η σχετική ισχύς των οξέων H_3O^+ , NH_4^+ και HCN ελαττώνεται από το πρώτο προς το τελευταίο.

α) Γράψτε τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης που μετέχουν στις ισορροπίες (I) και (II).

β) Εξηγήστε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη κάθε μία από τις παραπάνω ισορροπίες.

γ) Εξηγήστε αν είναι σωστή ή λανθασμένη η πρόταση: το H_3O^+ έχει την ίδια ισχύ στις δύο αντιδράσεις.

2. Στη στήλη (I) δίνονται μερικά οξέα με ελαττούμενη ισχύ.

α) Γράψτε στη στήλη (II) τους χημικούς τύπους των συζυγών βάσεων αυτών των οξέων.

(I)	(II)
HI
H_2SO_4
H_3O^+
H_3PO_4
H_2CO_3
HCN
HCO_3^-

β) Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που περιγράφει τον ιοντισμό του H_3PO_4 και του H_2SO_4 . Εξηγήστε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη κάθε μία από τις αντιδράσεις αυτές.

γ) Ποιες από τις βάσεις της στήλης (II) μπορούν να δράσουν και ως οξέα σε κατάλληλο περιβάλλον; Γράψτε τη χημική εξίσωση μιας αντίδρασης για κάθε μία απ' αυτές τις βάσεις που εξηγεί αυτή τη συμπεριφορά.

Πώς χαρακτηρίζονται οι χημικές αυτές ουσίες λόγω αυτής τους της συμπεριφοράς;

3. Διαλύσαμε σε νερό μια ποσότητα NH_3 και παρασκευάσαμε διάλυμα Δ συγκέντρωσης C ($0,1 < C < 1$). Δίνεται ότι για τη σταθερά ιοντισμού K_b της NH_3 ισχύει: $10^{-5} < K_b < 10^{-4}$.

i) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τις ισορροπίες που πραγματοποιούνται στο διάλυμα Δ, καθώς και τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης που μετέχουν σ' αυτές.

ii) Βρείτε τη σχέση που συνδέει τη συγκέντρωση χ των ιόντων NH_4^+ με την τιμή της συγκέντρωσης C και τη σταθερά ιοντισμού K_b .

iii) Εξηγήστε γιατί η συγκέντρωση των ιόντων OH^- στο διάλυμα Δ καθορίζεται μόνο από τη διάσταση της NH_3 .

iv) Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ):

α) αν διαλύσουμε στο διάλυμα Δ μικρή ποσότητα NH_4Cl η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ θα αυξηθεί (.....)

β) αν αραιώσουμε το διάλυμα Δ με διπλάσιο όγκο νερού η συγκέντρωση των ιόντων OH^- θα διπλασιαστεί (.....)

γ) αν διαλύσουμε στο διάλυμα Δ μικρή ποσότητα NaOH η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ ελαττώνεται (.....)

δ) αν διαλύσουμε στο διάλυμα Δ μια επιπλέον ποσότητα NH_3 η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ θα ελαττωθεί (.....).

Αιτιολογήστε την επιλογή σας μόνο για τις σωστές προτάσεις.

4. Παρασκευάσαμε τα διαλύματα: CH_3COOH 0,1 M (A) και NH_3 0,1 M (B).

Δίνεται ότι για τις σταθερές ιοντισμού K_a του CH_3COOH και K_b της NH_3 ισχύει: $10^{-5} < K_a = K_b < 10^{-4}$.

i) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τις ισορροπίες που υπάρχουν στο καθένα από τα διαλύματα A και B, καθώς και τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης που μετέχουν σ' αυτές.

ii) Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ):

α) το διάλυμα A είναι όξινο, ενώ το διάλυμα B βασικό

β) αν διαλύσουμε στο διάλυμα A μικρή ποσότητα CH_3COONa , αυτό γίνεται περισσότερο όξινο

γ) αν διαλύσουμε στο διάλυμα B μικρή ποσότητα NaOH , αυτό γίνεται πιο βασικό

δ) αν αραιώσουμε τα διαλύματα A και B, το A γίνεται περισσότερο όξινο και το B λιγότερο βασικό. Αιτιολογήστε την επιλογή σας μόνο για τις σωστές προτάσεις.

5. Δίνονται τα διαλύματα στους 25°C :

διάλυμα A: HCl 0,1 M διάλυμα Δ: CH_3COOH 0,1 M

διάλυμα B: NH_3 0,1 M διάλυμα E: NaOH 0,1 M

διάλυμα Γ: NH_4Cl 0,1 M διάλυμα Z: CH_3COONa 0,1 M

i) Από τα παραπάνω διαλύματα:

όξια είναι τα, βασικά είναι τα

ii) Διατάξτε τα διαλύματα αυτά κατά αυξανόμενη τιμή pH .

iii) Θέλουμε να παρασκευάσουμε ένα διάλυμα με $\text{pH} = 4$ αραιώνοντας κάποιο από τα παραπάνω διαλύματα. Εξετάστε ποια από τα διαλύματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για το σκοπό αυτό.

iv) Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ):

α) αν αναμιξουμε ίσους όγκους από τα διαλύματα A και B θα προκύψει όξινο διάλυμα (.....)

β) αν αναμιξουμε ίσους όγκους από τα διαλύματα A και Γ θα προκύψει διάλυμα με pH μεγαλύτερο από το pH του διαλύματος Γ (.....)

γ) αν αναμιξουμε ίσους όγκους από τα διαλύματα B και Δ θα προκύψει ουδέτερο διάλυμα (.....)

δ) αν αναμιξουμε ίσους όγκους από τα διαλύματα Δ και E θα προκύψει ουδέτερο διάλυμα (.....)

Να λάβετε υπόψη ότι οι σταθερές ιοντισμού του CH_3COOH και της NH_3 είναι της τάξεως του 10^{-5} . Δεν είναι απαραίτητοι οι μαθηματικοί υπολογισμοί.

Ασκήσεις – Προβλήματα

Arrhenius και Bronsted-Lowry

1. α) Αποδείξτε ότι : αν μια χημική ένωση χαρακτηρίζεται ως οξύ σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius, θα συμπεριφέρεται ως οξύ και σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry.
Να αναφέρετε σχετικό παράδειγμα.
- β) Εξετάστε αν ισχύει η πρόταση: κάθε χημική ένωση που συμπεριφέρεται ως οξύ σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry, χαρακτηρίζεται ως οξύ και σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius.
Δώστε σχετικό παράδειγμα.
- γ) Υποστηρίχθηκε από κάποιον η άποψη ότι: το NaOH, το KOH και το Ca(OH)₂ είναι τρεις διαφορετικές βάσεις σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius, ενώ σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry είναι τρεις διαφορετικές ιοντικές ενώσεις που περιέχουν στο κρυσταλλικό τους πλέγμα την ίδια βάση. Αναπτύξτε τα επιχειρήματά σας προκειμένου να στηρίξετε ή να απορρίψετε αυτή την άποψη.

Bronsted-Lowry

2. Κατά τη διάλυση του εναμμώνιου θειικού νατρίου (NaNH₄SO₄) στο νερό καταστρέφεται το κρυσταλλικό του πλέγμα και τα ιόντα του ελευθερώνονται στο διάλυμα.
- α) Μελετήστε την όξινη ή τη βασική συμπεριφορά των ιόντων αυτών, αναγράφοντας τις χημικές εξισώσεις των σχετικών χημικών αντιδράσεων.
- β) Αναγνωρίστε για κάθε μία από αυτές τις χημικές αντιδράσεις τα συζυγή συστήματα οξέος - βάσης.
3. Τα υδατικά διαλύματα KHSO₄ εμφανίζουν όξινο χαρακτήρα.
- α) Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που αιτιολογεί τον όξινο χαρακτήρα των διαλυμάτων αυτών.
- β) Εξηγήστε τον όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα διαλύματος K₂SO₄, αναγράφοντας τη σχετική χημική εξίσωση.
- γ) Αναφέρατε τα συζυγή συστήματα οξέος - βάσης που συμμετέχουν σε κάθε μία από τις παραπάνω χημικές αντιδράσεις.
4. α) Τι εννοούμε λέγοντας ότι το HCOOH είναι ισχυρότερο από το CH₃COOH;
β) Η ισχύς όμως οξέος, σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry εξαρτάται από την τάση της βάσης, με την οποία αυτό αντιδρά, να δέχεται πρωτόνια.
- α) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις δύο αντιδράσεων στις οποίες το νερό να συμπεριφέρεται ως οξύ και εξηγήστε σε ποια απ' αυτές είναι ισχυρότερο οξύ.
- β) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις δύο αντιδράσεων στις οποίες το HNO₂ να έχει διαφορετική ισχύ. Εξηγήστε σε ποια από τις δύο είναι ισχυρότερο.

Ασθενές οξύ HCOOH – Λύση χωρίς K_a

5. Το HCOOH ιοντίζεται σε ποσοστό 1,5% σε διάλυμα αυτού Δ₁ συγκέντρωσης 1M, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$.
- α) Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις των ιόντων H₃O⁺ και του HCOOH στο διάλυμα Δ₁.
- β) Με αραιώση 100 mL του διαλύματος Δ₁ με 900 mL H₂O προέκυψε διάλυμα Δ₂ στο οποίο η συγκέντρωση των ιόντων H₃O⁺ βρέθηκε ίση με 4,7 · 10⁻³M.
Ποια είναι η τιμή του βαθμού ιοντισμού του HCOOH στο διάλυμα Δ₂;
[Απ.: α) [H₃O⁺] = 1,5 · 10⁻² M, [HCOOH] = 0,985 M, β) 4,7%]

Ασθενές οξύ HA

6. Διάλυμα Δ₁ όγκου 1 L περιέχει 0,19 mol του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA. Στο διάλυμα αυτό η [H₃O⁺] βρέθηκε ίση με 9,5 · 10⁻³ mol/L.
- α) Υπολογίστε το βαθμό ιοντισμού του οξέος HA στο διάλυμα Δ₁ και τη σταθερά ιοντισμού του οξέος HA.
- β) Με πόσα L νερού πρέπει να αραιωθεί το διάλυμα Δ₁ ώστε στο αραιωμένο διάλυμα που θα προκύψει ο βαθμός ιοντισμού του οξέος να είναι ίσος με 0,1; Ποια θα είναι η [H₃O⁺] στο αραιωμένο διάλυμα;
[Απ.: α) K_a = 4,75 · 10⁻⁴, α = 5 %, β) V_{H₂O} = 3,52 L, 4,2 · 10⁻³ M]

Ασθενές οξύ HA – Αραίωση

7. Σε διάλυμα μονοπρωτικού οξέος όγκου V₁ = 30 mL ο βαθμός ιοντισμού του οξέος είναι α₁ = 0,2. Με αραιώση του διαλύματος αυτού προκύπτει νέο διάλυμα στο οποίο ο βαθμός ιοντισμού του οξέος είναι α₂ = 0,25.
- α) Αιτιολογήστε την αύξηση του βαθμού ιοντισμού του οξέος με την αραιώση του διαλύματος.
- β) Υπολογίστε τον όγκο του νερού με τον οποίο έγινε η αραιώση του αρχικού διαλύματος.
[Απ.: α) Ο βαθμός ιοντισμού θα αυξηθεί, β) 20 mL]

Ασθενές βάση NH₃

8. Γράψτε τη χημική εξίσωση του ιοντισμού της αμμωνίας σε υδατικό διάλυμα αυτής και υπολογίστε:
- α) τη [OH⁻] σε διάλυμα αμμωνίας συγκέντρωσης C₁ = 0,5M
- β) τη συγκέντρωση C₂ ενός άλλου διαλύματος αμμωνίας στο οποίο είναι [OH⁻] = 6 · 10⁻³ mol/L.
Δίνεται για την αμμωνία K_b = 1,8 · 10⁻⁵.
[Απ.: α) 3 · 10⁻³ M, β) 2 M]

Ασθενές οξύ HA – Ασθενής βάση A⁻

9. Η σταθερά ιοντισμού του βενζοϊκού οξέος (C₆H₅COOH) είναι 6,4 · 10⁻⁵ στους 25°C.
- Υπολογίστε στους 25°C:
- α) το pH διαλύματος βενζοϊκού οξέος συγκέντρωσης C₁ = 1 M
- β) το pH διαλύματος βενζοϊκού νατρίου (C₆H₅COONa) συγκέντρωσης C₂ = 10⁻²M.
Δίνεται log 2 = 0,3.
[Απ.: α) 2,1, β) 5,9]

Ασθενές οξύ HA – Ισχυρό οξύ HCl

10. Ένα δισκίο ασπιρίνης περιέχει 360 mg ακετυλοσαλικυλικού οξέος. Υπολογίστε:
- α) το pH του διαλύματος που θα προκύψει κατά τη διάλυση αυτού του δισκίου σε ένα ποτήρι που περιέχει 20 mL νερό
- β) συγκρίνετε το pH του παραπάνω διαλύματος με το pH του γαστρικού υγρού, το οποίο να θεωρήσετε ότι είναι διάλυμα HCl συγκέντρωσης 0,01 M. Ποιο από τα δύο υγρά είναι περισσότερο όξινο;
Να λάβετε υπόψη ότι το ακετυλοσαλικυλικό οξύ είναι ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ με μοριακό τύπο C₉H₈O₄ και σταθερά ιοντισμού K_a = 10⁻⁵.
Δίνονται ΑΒ των στοιχείων : C: 12, H: 1, O: 16.

[Απ.: α) pH = 3, β) pH = 2]

Ασθενές οξύ – Ισχυρή βάση – Πλήρης εξουδετέρωση – Ασθενής βάση Α⁻

11. Σε ένα κιβώτιο που περιέχει φιάλες με ξίδι αναγράφεται η ένδειξη: «κάθε φιάλη έχει όγκο 250 mL και περιέχει 15 g οξικού οξέος». Αν θεωρηθεί ότι η ένδειξη αυτή είναι αξιόπιστη να υπολογίσετε:

- α) το pH του ξιδιού
 β) τον όγκο ενός διαλύματος NaOH 1 M που απαιτείται για την εξουδετέρωση του οξικού οξέος (CH₃COOH) που περιέχεται σε μία φιάλη γεμάτη με αυτό το ξίδι
 γ) το pH του διαλύματος που θα προκύψει μετά την παραπάνω εξουδετέρωση.
 Δίνονται για το CH₃COOH K_a = 1,8 · 10⁻⁵ και AB των στοιχείων C : 12, H : 1, O : 16.
 [Απ.: α) 2,37, β) 250 mL, γ) 9,22]

Ασθενές οξύ – Πλήρης εξουδετέρωση με NaOH – Ασθενής βάση Α⁻

- 12.** Διαλύσαμε σε νερό 0,1 mol οξέος HA και παρασκευάσαμε 100 mL διαλύματος Δ₁ με pH = 2.
 α) Υπολογίστε το βαθμό ιοντισμού του οξέος HA στο διάλυμα Δ₁. Τι συμπεραίνετε για την ισχύ του οξέος HA; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
 β) Στο διάλυμα Δ₁ προσθέτουμε 0,1 mol NaOH και προκύπτουν 100 mL διαλύματος Δ₂. Υπολογίστε το pH του διαλύματος Δ₂.
 Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C.
 [Απ.: α) 10⁻² πρόκειται για ασθενές οξύ, β) pH = 9]

Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος

- 13.** Μια χημική ουσία X διαπιστώθηκε ότι ανήκει στην κατηγορία των ασθενών μονοπρωτικών οξέων. Παρασκευάσαμε ένα διάλυμα Δ₁ της ουσίας X συγκέντρωσης 1 M του οποίου το pH βρέθηκε ίσο με 3.
 α) Υπολογίστε το βαθμό ιοντισμού της ουσίας X στο διάλυμα Δ₁, καθώς και τη σταθερά ιοντισμού της.
 β) Διαθέτουμε διάλυμα Δ₂ υδροχλωρικού οξέος (HCl) συγκέντρωσης 1 M και διάλυμα Δ₃ του άλατος με νάτριο της ουσίας X, συγκέντρωσης 1 M. Θέλουμε να παρασκευάσουμε ένα διάλυμα Δ₄ όγκου 100 mL και pH = 6 με προσθήκη ορισμένης ποσότητας ενός από τα διαλύματα Δ₂ και Δ₃ σε κατάλληλη ποσότητα του Δ₁. Εξετάστε ποιο από τα διαλύματα Δ₂ και Δ₃ πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για το σκοπό αυτό και υπολογίστε τον απαιτούμενο όγκο αυτού του διαλύματος.
 [Απ.: α) α = 10⁻³, K_a = 10⁻⁶, β) V₁ = V₂ = 50 mL]

Ισχυρό οξύ – Ασθενές οξύ

- 14.** Υδατικό διάλυμα Δ₁ βενζοϊκού οξέος (C₆H₅COOH) συγκέντρωσης C₁ = 1 M και υδατικό διάλυμα Δ₂ νιτρικού οξέος (HNO₃) συγκέντρωσης C₂ = 8 · 10⁻³ M έχουν την ίδια τιμή pH που είναι ίση με 2,1.
 α) Δείξτε ότι το HNO₃ είναι ισχυρό οξύ, ενώ το C₆H₅COOH είναι ασθενές οξύ.
 β) Υπολογίστε τις σταθερές ιοντισμού του C₆H₅COOH και του C₆H₅COO⁻ στους 25°C.
 Δίνεται log2 = 0,3. Οι θερμοκρασίες όλων των διαλυμάτων είναι 25°C.
 [Απ.: β) α = 8 · 10⁻³, K_a = 6,4 · 10⁻⁵, K_b = 1,56 · 10⁻¹⁰]

Ασθενείς βάσεις NH₃ – C₂H₅NH₂

- 15.** Διάλυμα Δ₁ αμμωνίας (NH₃) και διάλυμα Δ₂ αιθυλαμίνης (C₂H₅NH₂) έχουν συγκεντρώσεις C₁ = 10⁻² M και C₂ = 10⁻² M αντίστοιχα.
 α) Εξηγήστε ποιος είναι ο χαρακτήρας (όξινος, βασικός ή ουδέτερος) των δύο αυτών διαλυμάτων και γράψτε τις χημικές εξισώσεις των ιοντικών ισορροπιών που αποκαθίστανται σ' αυτά.
 β) Αν οι τιμές του pH στα δύο αυτά διαλύματα είναι αντίστοιχα 10,6 και 11,4, να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις των ιόντων H₃O⁺ και OH⁻ στο καθένα από τα δύο διαλύματα.
 γ) Υπολογίστε τις τιμές των pK_a και pK_b του κάθε συζυγούς συστήματος διαλυμένου οξέος - διαλυμένης βάσης που περιέχεται στο κάθε διάλυμα.
 Δίνεται log2 = 0,3 και log3 = 0,48. Οι θερμοκρασίες όλων των διαλυμάτων είναι 25°C.
 [Απ.: α) Βασικά, β) NH₃: [H₃O⁺] = 2,5 · 10⁻¹¹ M, [OH⁻] = 4 · 10⁻⁴ M
 C₂H₅OH₂: [H₃O⁺] = 4 · 10⁻¹² M, [OH⁻] = 2,5 · 10⁻³ M
 γ) i) Για τα συζυγή NH₃: pK_b = 4,8, pK_a = 9,2
 ii) Για τα συζυγή C₂H₅NH₂: pK_b = 3,08, pK_a = 10,92]

Ισχυρό οξύ – Ασθενές οξύ

- 16.** Διάλυμα Δ₁ υδροχλωρικού οξέος (HCl) συγκέντρωσης C₁ έχει pH = 2,6.
 α) Γνωρίζοντας ότι το HCl είναι ισχυρό οξύ (ιοντίζεται πλήρως), υπολογίστε τη συγκέντρωση C₁.
 β) Αν ένα διάλυμα Δ₂ οξικού οξέος (CH₃COOH) συγκέντρωσης 0,35 M έχει το ίδιο pH με το διάλυμα Δ₁, υπολογίστε τη [CH₃COO⁻] στο Δ₂ και τη σταθερά ιοντισμού K_a του CH₃COOH.
 γ) Αν ένα διάλυμα Δ₃ οξικού οξέος έχει την ίδια συγκέντρωση με το διάλυμα Δ₁, βρείτε το pH του διαλύματος Δ₃.
 Δίνεται log2,2 ≈ log2 = 0,3. Οι θερμοκρασίες όλων των διαλυμάτων είναι 25°C.
 [Απ.: α) C₁ = 2,5 · 10⁻³ M, β) [CH₃COO⁻] = 2,5 · 10⁻³ M, K_a = 1,78 · 10⁻⁵, γ) pH = 3,7]

Ισχυρό οξύ – Ασθενές οξύ

- 17.** i) Σε 100 mL νερού προσθέτουμε μία σταγόνα διαλύματος HCl όγκου 0,05 mL και συγκέντρωσης C. Προκύπτει έτσι διάλυμα Δ₁ όγκου 100 mL με pH = 3.
 Υπολογίστε τη συγκέντρωση C₁ του διαλύματος Δ₁ και τη συγκέντρωση C.
 ii) Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία προσθέτοντας σε 100 mL νερού μία σταγόνα διαλύματος (0,05 mL) του οργανικού οξέος C₃H₇COOH συγκέντρωσης C' = 2 M και προκύπτει διάλυμα Δ₂ με pH = 4.
 α) Υπολογίστε τη συγκέντρωση C₂ του διαλύματος Δ₂.
 β) Υπολογίστε τη συγκέντρωση όλων των ιόντων και των αδιάστατων διαλυμένων μορίων που περιέχονται στο διάλυμα Δ₂.
 γ) Δικαιολογήστε τη διαφορά στο pH των διαλυμάτων Δ₁ και Δ₂.
 Οι θερμοκρασίες όλων των διαλυμάτων είναι 25°C.
 [Απ.: α) C₂ = 10⁻³ M, β) [C₃H₇COOH] = 9 · 10⁻⁴ M,
 [C₃H₇COO⁻] = [H₃O⁺] = x = 10⁻⁴ M, [OH⁻] = 10⁻¹⁰ M]

Δύο ασθενή οξέα – ΔΕΝ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΟΥΜΕ ΤΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΕΙ ΑΥΤΗ Η ΑΣΚΗΣΗ :

- 18.** Παρασκευάσαμε ένα διάλυμα με ανάμιξη CH_3COOH , CHCl_2COOH και αποσταγμένο νερό μέχρι όγκου 1 L. Το pH του διαλύματος αυτού είναι 1,1.
- α)** Εξηγήστε την παρουσία όλων των ιόντων και των αδιάστατων διαλυμένων μορίων στο διάλυμα.
- β)** Υπολογίστε για το καθένα από τα συζυγή ζεύγη διαλυμένου οξέος - διαλυμένης βάσης το λογάριθμο του λόγου $\frac{[\text{βάση}]}{[\text{οξύ}]}$.
- γ)** Εξηγήστε την ηλεκτρική ουδετερότητα του διαλύματος. Δίνεται για το CH_3COOH είναι $\text{p}K_{\text{a}1} = 4,7$ και για το CHCl_2COOH είναι $\text{p}K_{\text{a}2} = 1,3$.

[Απ.: β) -3,6]

Ασθενής βάση – ΔΕΝ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΟΥΜΕ ΤΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΕΙ ΑΥΤΗ Η ΑΣΚΗΣΗ :

- 19.** Παρασκευάζουμε ένα υδατικό διάλυμα CH_3NH_2 συγκέντρωσης C και $\text{pH} = 12$.
- α)** Γράψτε την εξίσωση ισορροπίας που αποκαθίσταται στο διάλυμα και καθορίστε τα συζυγή συστήματα οξέος - βάσης που συμμετέχουν σ' αυτή.
- β)** Υπολογίστε την τιμή του λόγου $\frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]}$.
- γ)** Υπολογίστε τη συγκέντρωση C του διαλύματος. Δίνεται για το CH_3NH_3^+ $K_{\text{a}} = 2,5 \cdot 10^{-11}$. Η θερμοκρασία του διαλύματος είναι 25°C .

[Απ.: β) 25, γ) C = 0,25 M]

Ασθενής βάση $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ – Επίδραση κοινού ιόντος – Σύγκριση με NH_3

- 20.** Σε 60 mL διαλύματος $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ συγκέντρωσης 0,1 M προσθέτουμε 20 mL διαλύματος $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$ συγκέντρωσης 0,2 M και προκύπτει διάλυμα με $\text{pH} = 11$.
- α)** Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων που υπάρχουν σ' αυτό το διάλυμα.
- β)** Υπολογίστε τη σταθερά K_{a} του $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$.
- γ)** Αν για την NH_3 είναι $K_{\text{b}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ στους 25°C , να συγκρίνετε τις βάσεις NH_3 και $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ως προς την ισχύ τους και να αιτιολογήσετε το αποτέλεσμα της σύγκρισης αυτής. Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: α) $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$, $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+] = 0,051 \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-11} \text{ M}$, $[\text{Cl}^-] = \text{C}_2 = 0,05 \text{ M}$, β) $K_{\text{a}} = 1,45 \cdot 10^{-11}$]**Ασθενές οξύ με μεγάλο K_{a} – Αραίωση**

- 21.** Παρασκευάσαμε διάλυμα Δ_1 όγκου 500 mL με διάλυση ορισμένης ποσότητας CCl_3COOH σε αποσταγμένο νερό και διαπιστώσαμε ότι σε θερμοκρασία 25°C έχει $\text{pH} = 1$.
- α)** Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων που περιέχονται στο διάλυμα Δ_1 και εξηγήστε την προέλευση αυτών.
- β)** Αν για το CCl_3COOH είναι $\text{p}K_{\text{a}} = 1$ στους 25°C υπολογίστε τη μάζα του CCl_3COOH που διαλύσαμε, καθώς και το βαθμό ιοντισμού του στο διάλυμα Δ_1 .
- γ)** Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ_1 για να προκύψει διάλυμα Δ_2 στο οποίο το οξύ να ιοντίζεται κατά 60% ; Δίνονται AB των στοιχείων C: 12, H: 1, O: 16, Cl: 35,5.
- α) $[\text{CCl}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 10^{-13} \text{ M}$, β) $\alpha = 0,5$, $m = 16,35 \text{ g}$, γ) $V = 400 \text{ mL}$

Επίδραση κοινού ιόντος ισχυρού οξέος σε ασθενές οξύ

- 22.** Σε 500 mL διαλύματος θερμοκρασίας 25°C περιέχονται 0,005 mol HCl και 0,05 mol CH_3COOH .
- α)** Αν το HCl ιοντίζεται πλήρως και για το CH_3COOH είναι $K_{\text{a}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ στους 25°C , υπολογίστε το pH του διαλύματος και το βαθμό ιοντισμού α_1 του CH_3COOH .
- β)** Υπολογίστε το βαθμό ιοντισμού α_2 του CH_3COOH σε ένα διάλυμα αυτού θερμοκρασίας 25°C και συγκέντρωσης 0,1 M.
- γ)** Να συγκρίνετε τους βαθμούς ιοντισμού α_1 και α_2 και να αιτιολογήσετε το αποτέλεσμα αυτής της σύγκρισης.

[Απ.: α) $\text{pH} = 2$, $\alpha_1 = 1,8 \cdot 10^{-3}$, β) $\alpha_2 = 1,34 \cdot 10^{-2}$ γ) $\alpha_1 < \alpha_2$]**Δείκτης**

- 23.** Ένας πρωτολυτικός δείκτης που ανήκει στην κατηγορία των ασθενών μονοπρωτικών οξέων έχει $K_{\text{a}} = 10^{-8}$ και αποκτά χρώμα ΚΙΤΡΙΝΟ όταν υπερισχύει η συγκέντρωση των αδιαστάτων μορίων ΗΔ και χρώμα ΚΟΚΚΙΝΟ όταν υπερισχύει η συγκέντρωση των ανιόντων Δ⁻. Η περιοχή αλλαγής του χρώματος είναι της τάξης των δύο μονάδων του pH.
- α)** Σε ποια περιοχή του pH το διάλυμα αποκτά χρώμα ΚΟΚΚΙΝΟ και σε ποια ΚΙΤΡΙΝΟ.
- β)** Ένα διάλυμα Δ_1 στο οποίο έχουν προστεθεί μερικές σταγόνες του δείκτη ΗΔ έχει χρώμα ΚΙΤΡΙΝΟ. Εξετάστε αν θα μεταβληθεί το χρώμα του διαλύματος Δ_1 αν διαβιβάσουμε σ' αυτό αέριο HCl.

[Απ.: α) $\text{pH} \leq 7$ ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα, $\text{pH} \geq 9$ ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα, β) ο δείκτης θα διατηρήσει το ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα]**Πλήρης εξουδετέρωση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση**

- 24.** Διαθέτουμε 20 mL διαλύματος Δ_1 νιτρώδους οξέος (HNO_2) συγκέντρωσης 0,5 M.
- α)** Πόσα mL διαλύματος NaOH 0,125 M πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ_1 για να εξουδετερωθεί το νιτρώδες οξύ που περιέχεται σ' αυτό;
- β)** Εξετάστε αν το διάλυμα Δ_2 που θα προκύψει από την εξουδετέρωση είναι ουδέτερο, όξινο ή αλκαλικό και υπολογίστε το pH αυτού. Δίνεται για το νιτρώδες οξύ $K_{\text{a}} = 10^{-4}$ στους 25°C και ότι η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: α) 80 mL, β) $\text{pH} = 8,5$]**Αντίδραση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση και ισχυρού οξέος με ασθενή βάση**

- 25.** Διαλύσαμε σε νερό 2,24 L αερίας NH_3 μετρημένα σε STP και παρασκευάσαμε διάλυμα Δ_1 όγκου 1800 mL και $\text{pH} = 11$.
- α)** Υπολογίστε το βαθμό ιοντισμού της NH_3 στο διάλυμα Δ_1 καθώς και τη σταθερά ιοντισμού αυτής.
- β)** Υπολογίστε τους όγκους V_1 και V_2 ενός διαλύματος HCl 0,5 M που απαιτούνται για την εξουδετέρωση 90 mL του διαλύματος Δ_1 και 90 mL διαλύματος NaOH 0,1 M. Μελετήστε τη συμπεριφορά (ουδέτερη, όξινη ή αλκαλική) καθενός από τα διαλύματα που προκύπτουν μετά τις εξουδετερώσεις. Δίνεται ότι 1 mol αερίας NH_3 σε STP έχει όγκο 22,4 L και ότι οι θερμοκρασίες όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: α) $\alpha = 1,8 \cdot 10^{-2}$, $K_{\text{b}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$, β) $V_1 = 10 \text{ mL}$, $V_2 = 18 \text{ mL}$]

Άμυνα ρυθμιστικού διαλύματος

26. Αναμιγνύουμε 30 mL διαλύματος NH_3 0,1 M και 15 mL διαλύματος NH_4Cl 0,2 M και παρασκευάζουμε 45 mL διαλύματος Δ με $\text{pH} = 9,2$.

α) Υπολογίστε την pK_a για την NH_3 .
β) Εξετάστε αν θα μεταβληθεί και πώς το pH του διαλύματος Δ όταν προσθέσουμε σ' αυτό:

- i) 45 mL νερού
 ii) 3 mL διαλύματος HCl 1 M
 iii) 1 mL διαλύματος NaOH 0,1 M.

Οι θερμοκρασίες όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: α) $\text{pK}_a = 4,8$ β) i) $\text{pH} = 9,2$ παραμένει σταθερό, ii) pH μειώνεται, iii) pH αυξάνεται]

Ανάμιξη χωρίς αντίδραση – Ανάμιξη με αντίδραση – Άμυνα ρυθμιστικού διαλύματος

27. Θέλουμε να παρασκευάσουμε ένα ρυθμιστικό διάλυμα Δ με $\text{pH} = 5$ στους 25°C . Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε διάλυμα Δ_1 αιθανικού οξέος (CH_3COOH) 0,1 M και διάλυμα Δ_2 αιθανικού νατρίου (CH_3COONa) 0,1 M.

α) Υπολογίστε τους όγκους των διαλυμάτων Δ_1 και Δ_2 που πρέπει να αναμιζούμε για να παρασκευάσουμε 140 mL του διαλύματος Δ .

β) Αν δε διαθέτουμε διάλυμα CH_3COONa μπορούμε να το αντικαταστήσουμε με ένα διάλυμα Δ_3 υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 0,15 M. Υπολογίστε τους όγκους των διαλυμάτων Δ_1 και Δ_3 που πρέπει να αναμιζούμε για να παρασκευάσουμε 140 mL του διαλύματος Δ .

γ) Σε 50 mL του διαλύματος Δ προσθέτουμε 10 mL διαλύματος HCl 2,25 M. Εξηγήστε αν θα μεταβληθεί και πώς το pH του διαλύματος Δ .

Δίνονται για το CH_3COOH $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ και ότι οι θερμοκρασίες όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: α) $V_1 = 50$ mL, $V_2 = 90$ mL, β) $V_1 = 98$ mL, $V_2 = 42$ mL]

Ασθενές οξύ HCOOH – Μεταβολή στο pH με αραιώση

28. Ένας χημικός θέλει να παρασκευάσει 1 L διαλύματος Δ μεθανικού οξέος (HCOOH) συγκέντρωσης 1 M. Διαθέτει στο εργαστήριό του ένα διάλυμα Α στη φιάλη του οποίου αναγράφονται οι πληροφορίες: «Διάλυμα HCOOH , $\rho = 1,20$ g/mL, 92% w/w».

α) Πόσο όγκο του διαλύματος Α πρέπει να χρησιμοποιήσει προκειμένου να παρασκευάσει το διάλυμα που θέλει;

β) Το διάλυμα Δ που παρασκευάστηκε βρέθηκε ότι έχει $\text{pH} = 1,9$. Ποια είναι η τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του οξέος;

γ) Με πόσα mL νερού πρέπει να αραιώσουμε 50 mL του διαλύματος Δ , ώστε να μεταβληθεί το pH αυτού κατά 0,5;

Δίνονται ΑΒ των στοιχείων C : 12, H : 1, O : 16, η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25°C και ότι $\log 2 = 0,3$.

[Απ.: α) $V = 41,67$ mL, β) $K_a \approx 1,6 \cdot 10^{-4}$, γ) $V = 450$ mL]

Ασθενές οξύ ACOOH – Ανάμιξη χωρίς αντίδραση ACOOH – ACOONa

29. Διάλυμα Δ ενός οργανικού οξέος A-COOH συγκέντρωσης $C_1 = 4,5 \cdot 10^{-3}$ M έχει $\text{pH} = 3,3$

α) Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων του διαλύματος Δ .

β) Υπολογίστε τη σταθερά K_a του οξέος A-COOH .

γ) Μελετήστε τον παρακάτω πίνακα τιμών των pK_a ορισμένων οργανικών οξέων στους 25°C και εξετάστε αν το οξύ A-COOH μπορεί να είναι ένα από τα οξέα αυτού του πίνακα.

Οξύ	HCOOH	CH_3COOH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
pK_a	3,8	4,7	4,9	4,2

δ) Παρασκευάσαμε 1L διαλύματος με $\text{pH} = 4,2$ αναμιγνύοντας x mL του διαλύματος Δ και y mL διαλύματος ACOONa συγκέντρωσης $3 \cdot 10^{-3}$ M. Ποιες είναι οι τιμές των x και y ;

Δίνεται ότι $\log 2 = 0,3$ και η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: α) $[\text{ACOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x = 5 \cdot 10^{-4}$ M, $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-11}$ M, β) $K_a = 6,25 \cdot 10^{-5}$, γ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, δ) $x = 400$ mL, $y = 600$ mL]

Ασθενή οξέα CH_2ClCOOH και CH_3COOH

30. Η σταθερά ιοντισμού του CH_2ClCOOH είναι $K_a = 10^{-3}$ στους 25°C . Από 41,58 g ενός προϊόντος X του εμπορίου απομονώσαμε y mg του οξέος CH_2ClCOOH και παρασκευάσαμε με αυτό 20 mL ενός διαλύματος Δ_1 με $\text{pH} = 2$ στους 25°C .

α) Πώς ορίζεται η σταθερά ιοντισμού του οξέος CH_2ClCOOH ;

β) Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων, καθώς και τη συγκέντρωση του αδιάστατου CH_2ClCOOH που περιέχονται στο διάλυμα Δ_1 .

γ) Ποια είναι η τιμή του y και ποια η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε CH_2ClCOOH του προϊόντος X;

δ) Για το CH_3COOH είναι $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ στους 25°C . Ποιο από τα οξέα CH_2ClCOOH και CH_3COOH είναι ισχυρότερο και πώς εξηγείτε τη διαφορά της ισχύος των δύο αυτών οξέων; Δίνονται τα ΑΒ των στοιχείων C : 12, H : 1, O : 16, Cl : 35,5 και ότι η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: β) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2}$ M, $[\text{OH}^-] = 10^{-12}$ M, $[\text{CH}_2\text{ClCOO}^-] = 10^{-2}$ M, C = 0,11 M, γ) $y \approx 208$ mg, $x = 0,5$ %, δ) Ισχυρότερο οξύ θα είναι το CH_2ClCOOH]

Αραιώση σε ασθενές οξύ HCOOH και ισχυρό οξύ HCl

31. Δύο υδατικά διαλύματα Δ_1 και Δ_2 περιέχουν αντίστοιχα 0,1 mol HCOOH ανά λίτρο και $4 \cdot 10^{-3}$ mol HCl ανά λίτρο. Τα διαλύματα αυτά έχουν το ίδιο pH που είναι ίσο με 2,4.

α) Να συγκρίνετε την ισχύ των δύο οξέων.

β) Υπολογίστε το βαθμό ιοντισμού του HCOOH στο διάλυμα Δ_1 .

γ) Υπολογίστε τη σταθερά ιοντισμού του HCOOH .

δ) Υπολογίστε το pH των διαλυμάτων Δ_3 και Δ_4 που θα προκύψουν αν αραιώσουμε το καθένα από τα διαλύματα Δ_1 και Δ_2 μέχρι δεκαπλασιασμού του όγκου τους. Δίνεται $\log 2 = 0,3$ και ότι η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25°C .

[Απ.: α) HCOOH ασθενές, HCl ισχυρό, β) $a = 4$ %, γ) $K_a = 1,6 \cdot 10^{-4}$, δ) $\text{pH} = 2,9$ (αύξηση κατά 0,5 μονάδες), $\text{pH} = 3,4$ (αύξηση κατά 1 μονάδα)]

Ασθενής βάση NH₃ – Ανάμιξη με αντίδραση – Χρώμα δείκτη

32. Διαθέτουμε ένα διάλυμα Δ₁ αμμωνίας (NH₃) συγκέντρωσης C₁ = 0,1 M με pH = 11,15.

α) Γράψτε την εξίσωση ιοντισμού της NH₃ στο νερό και δείξτε ότι η NH₃ είναι ασθενής βάση.

β) Υπολογίστε το pH του διαλύματος Δ₂ που θα προκύψει από την αραιώση 50 mL του διαλύματος Δ₁ με 50 mL νερού και γράψτε το χρώμα που θα αποκτήσει το διάλυμα Δ₂, αν προσθέσουμε σ' αυτό μερικές σταγόνες ενός δείκτη ΗΔ.

γ) Προσθέτουμε σταδιακά στο χρωματισμένο διάλυμα Δ₂ διάλυμα HCl συγκέντρωσης C = 0,05 M. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται και εξετάστε το χρώμα που θα αποκτήσει το διάλυμα όταν θα έχουν προστεθεί στο Δ₂:

i) 100 mL του διαλύματος HCl 0,05 M και ii) 150 mL του διαλύματος HCl 0,05 M.

Δίνεται ότι $\log 2 = 0,3$, $\log \sqrt{2} = 0,15$, η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25°C και το χρώμα του δείκτη ΗΔ είναι ΚΙΤΡΙΝΟ σε διαλύματα με pH < 3,7 και ΜΠΛΕ σε διαλύματα με pH > 5.

[Απ.: β) pH = 11 – μπλε, γ) i) μπλε, ii) κίτρινο]

Σύγκριση ισχύος των ασθενών οξέων HA – HB – HD

33. Διάλυμα Δ₁ ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA συγκέντρωσης 0,1 M έχει pH = 2.

Σε διάλυμα Δ₂ ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HB συγκέντρωσης 0,2 M το οξύ ιοντίζεται κατά 1%.

Διάλυμα Δ₃ που περιέχει το ασθενές μονοπρωτικό οξύ HD και το άλας με νάτριο αυτού (NaD) με συγκεντρώσεις C₁ = C₂ = 0,5 M έχει pH = 5.

α) Υπολογίστε τους βαθμούς ιοντισμού α₁ και α₃ των οξέων HA και HD στα διαλύματα Δ₁ και Δ₃.

β) Υπολογίστε το pH του διαλύματος Δ₂.

γ) Να διατάξετε τα οξέα HA, HB και HD κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος και να αιτιολογήσετε την κατάταξη αυτή.

Δίνεται $\log 2 = 0,3$ και ότι τα διαλύματα βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

[Απ.: α) α₁ = 10%, α₃ = 2 · 10⁻⁵, β) pH = 2,7, γ) HD < HB < HA]

Δείκτες

34. Διαλύσαμε 6 g CH₃COOH σε νερό και παρασκευάσαμε διάλυμα Δ₁ όγκου 100 mL. Στο διάλυμα αυτό προσθέσαμε μερικές σταγόνες ενός πρωτολυτικού δείκτη ο οποίος αποκτά χρώμα ΚΟΚΚΙΝΟ σε pH ≥ 6 και ΚΙΤΡΙΝΟ σε pH ≤ 4.

α) Εξετάστε ποιο ήταν το χρώμα που απέκτησε το διάλυμα Δ₁.

β) Προκειμένου να μεταβληθεί το χρώμα του διαλύματος Δ₁ πρέπει να προσθέσουμε σ' αυτό αέριο HCl ή στερεό NaOH; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

γ) Υπολογίστε τον ελάχιστο αριθμό mol του HCl ή του NaOH που πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ₁ για να αποκτήσει σταθερό ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα.

Δίνονται τα ΑΒ των στοιχείων C : 12, H : 1, O : 16

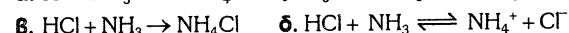
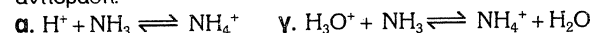
και για το CH₃COOH K_a = 1,6 · 10⁻⁵.

[Απ.: α) κίτρινο, β) NaOH, γ) ω = 0,094 mol]

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ ΛΥΚ. ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

№ 1 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ (15 - 20 min)**ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ BRONSTED - LOWRY**

1. Κατά την ανάμιξη αερίου HCl και αέριας NH₃ πραγματοποιείται κατά Bronsted - Lowry η αντίδραση:



Αιτιολογήστε την αποδοχή ή την απόρριψη της αντίδρασης β.

Μονάδες: 2 + 2 = 4

2. Ποιες χημικές ουσίες ονομάζονται αμφολύτες κατά Bronsted - Lowry; Να αναφέρετε έναν αμφολύτη και να γράψετε τις χημικές εξισώσεις δύο αντιδράσεων με τις οποίες εξηγείται ο αμφολυτικός του χαρακτήρας.

Μονάδες: 8

3. Γράψτε τις χημικές εξισώσεις κατά Bronsted - Lowry των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται κατά τη διάλυση σε νερό: α) αέριας NH₃ και β) στερεού NaOH. Αναγνωρίστε στην κάθε μία από αυτές τις χημικές εξισώσεις τα συζυγή συστήματα οξέος - βάσεις.

Μονάδες: 8

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚ. ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

Νο 2 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ (15 - 20 min)
ΒΑΘΜΟΣ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ - ΣΤΑΘΕΡΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

1. Αν διαβιβάσουμε αέριο HCl σε διάλυμα CH₃COOH
- ο βαθμός ιοντισμού του CH₃COOH:
 - δε μεταβάλλεται
 - μειώνεται
 - αυξάνεται
 - μηδενίζεται
 - η συγκέντρωση των ιόντων H₃O⁺ του διαλύματος:
 - αυξάνεται
 - μειώνεται
 - παραμένει σταθερή
 - μεταβάλλεται και η μεταβολή της εξαρτάται από τη συγκέντρωση του διαλύματος CH₃COOH. Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Μονάδες: 6

2. Για τέσσερα διαλύματα αμμωνίας (NH₃) Δ₁, Δ₂, Δ₃ και Δ₄ που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία δίνονται οι εξής πληροφορίες:
- το Δ₁ έχει συγκέντρωση C₁ = 0,1M
 - το Δ₂ έχει όγκο V₂ = 100mL και περιέχει 0,1mol NH₃
 - το Δ₃ έχει συγκέντρωση C₃ = 10⁻³M
 - το Δ₄ παρασκευάστηκε με διάλυση 2,24L αερίας NH₃ (σε STP) σε νερό και έχει όγκο 2L.
- Να διατάξετε τα τέσσερα αυτά διαλύματα κατά σειρά αυξανόμενου βαθμού ιοντισμού της NH₃.

Μονάδες 6

3. Πώς ορίζεται η σταθερά ιοντισμού ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος; Ποια επίδραση έχει η αύξηση της θερμοκρασίας ενός διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος στην τιμή της σταθεράς ιοντισμού του οξέος και στη συγκέντρωση των ιόντων H₃O⁺ του διαλύματος;

Μονάδες: 8

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚ. ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

Νο 3 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ (15 - 20 min)
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΙΟΝΤΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΜΟΝΟΠΡΩΤΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΕΩΝ

1. Κατά την προσθήκη διαλύματος KNO₃ σε διάλυμα HNO₃
- n [NO₃⁻] του διαλύματος:
 - αυξάνεται
 - μειώνεται
 - δε μεταβάλλεται
 - δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε πώς θα μεταβληθεί, διότι δεν επαρκούν τα δεδομένα.
 - n [H₃O⁺] του διαλύματος:
 - αυξάνεται
 - μειώνεται
 - δε μεταβάλλεται
 - δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε πώς θα μεταβληθεί, διότι δεν επαρκούν τα δεδομένα.
- Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Μονάδες: 3 + 3 = 6

2. Για την έκφραση της ισχύος των ασθενών μονοπρωτικών οξέων χρησιμοποιούνται δύο μεγέθη. Ποια είναι τα μεγέθη αυτά και με ποια σχέση συνδέονται μεταξύ τους; Αποδείξτε τη σχέση αυτή.

Μονάδες 6

3. Σε ένα αραιό διάλυμα NH₃ βρέθηκε ότι: [NH₄⁺] = 6 · 10⁻⁶M και [NH₃] = 210⁻⁴M. Υπολογίστε τη [OH⁻] του διαλύματος, τη σταθερά ιοντισμού της NH₃ και τη συγκέντρωση C του διαλύματος.

Μονάδες: 8

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚ. ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

Νο 4 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ (15 - 20 min)
pH, ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ K_a , K_b ΣΥΖΥΓΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΞΕΟΣ - ΒΑΣΗΣ, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ

1. Να αντιστοιχίσετε το κάθε διάλυμα της στήλης (I) με μία από τις τιμές του pH της στήλης (II).

(I)	(II)
A. διάλυμα NaCl 0,1M	α. 1
B. διάλυμα HCl 0,01M	β. 2
Γ. διάλυμα NH_3 $5,5 \cdot 10^{-2}M$	γ. 3
Δ. διάλυμα NaCl $10^{-3}M$	δ. 7
E. διάλυμα NaOH 0,1M	ε. 11
	ζ. 13
	η. 14

Μονάδες: 6

2. Οι σταθερές ιοντισμού ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος και της συζυγούς του βάσης έχουν την ίδια τιμή στους 25°C. Ποια είναι η κοινή αυτή τιμή και πώς υπολογίζεται;

Μονάδες: 6

3. Σε διάλυμα NH_3 προστίθεται μικρή ποσότητα στερεού NaOH.

Σημειώστε σε κάθε κενό ορθογώνιο του παρακάτω πίνακα το γράμμα Α αν το αντίστοιχο μέγεθος αυξάνεται, το γράμμα Μ αν το αντίστοιχο μέγεθος μειώνεται και το γράμμα Σ αν το αντίστοιχο μέγεθος παραμένει σταθερό.

[OH ⁻]	[NH ₄ ⁺]	βαθμός ιοντισμού NH ₃	σταθερά ιοντισμού NH ₃	pH

Μονάδες: 8

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚ. ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

Νο 5 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ (15 - 20 min)
ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

1. Διαθέτουμε 200 mL διαλύματος Δ₁ υδροχλωρικού οξέος (HCl) 1 M και 200 mL διαλύματος Δ₂ αμμωνίας (NH₃) 1 M θερμοκρασίας 25°C.

1. Σε 40 mL του διαλύματος Δ₂ προσθέτουμε $V_1 = 10x$ mL του διαλύματος Δ₁ και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα Δ₃.

Εξετάστε ποιες είναι οι δυνατές ακέραιες τιμές του x.

2. Υπολογίστε το pH του διαλύματος Δ₃ για μία από τις δυνατές ακέραιες τιμές του x, κάνοντας χρήση της εξίσωσης Henderson - Hasselbalch.

3. Εξηγήστε το λόγο για τον οποίο το pH του διαλύματος Δ₃ δε μεταβάλλεται αισθητά κατά την αραιώση αυτού.

Δίνεται για την NH_3 $pK_b = 4,8$.

Μονάδες: 6 + 8 + 6 = 20

Όνοματεπώνυμο : Βαθμός :
 Μάθημα : ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚ. ΘΕΤ. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Ημερομηνία :

**Νο 6 ΩΡΙΑΙΟ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ
 ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ, ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ**

ΘΕΜΑ 1ο

1. Το pH του διαλύματος που θα προκύψει κατά τη διάλυση σε νερό 0,1 mol HCl και 0,1 mol NH₃:
- α. είναι ίσο με 7 γ. είναι μεγαλύτερο του 7
 β. είναι μικρότερο του 7 δ. μπορεί να είναι μικρότερο, μεγαλύτερο ή ίσο με το 7.
 Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Μονάδες: 2

2. Εξηγήστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες.

- α) Κάθε υδατικό διάλυμα NH₄Cl έχει μικρότερο pH από κάθε υδατικό διάλυμα CH₃COONa στην ίδια θερμοκρασία.
 β) Ο βαθμός ιοντισμού του Cl-CH₂-COOH είναι πάντα μεγαλύτερος από το βαθμό ιοντισμού του CH₃COOH στην ίδια θερμοκρασία.

Μονάδες: 4

3. Τα υδατικά διαλύματα Δ₁, Δ₂, Δ₃, Δ₄ και Δ₅ έχουν την ίδια συγκέντρωση, την ίδια θερμοκρασία και περιέχουν αντιστοιχα NH₄Cl, NaClO, KBrO, NaIO και KCl. Να διατάξετε τα πέντε αυτά διαλύματα κατά σειρά αυξανόμενου pH.

Μονάδες: 2

ΘΕΜΑ 2ο

Το όξινο ανθρακικό ανιόν (HCO₃⁻) είναι αμφολύτης με K_a = 4,8·10⁻¹¹ και K_b = 2,4·10⁻⁸.

- α) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις δύο αντιδράσεων με τις οποίες δικαιολογείται ο αμφολυτικός χαρακτήρας του HCO₃⁻.
 β) Υπολογίστε τις σταθερές K_b⁻ και K_a⁻ της συζυγούς βάσης και του συζυγούς οξέος αντίστοιχα του HCO₃⁻.

Μονάδες: 3 + 3 = 6

ΘΕΜΑ 3ο

Διαθέτουμε τρία διαλύματα Δ₁, Δ₂ και Δ₃ τα οποία έχουν το ίδιο pH στην ίδια θερμοκρασία. Το Δ₁ περιέχει NaOH, το Δ₂ περιέχει NH₃ και το Δ₃ περιέχει NH₃ και NH₄Cl. Αν αραιώσουμε 100 mL καθενός από τα τρία αυτά διαλύματα με 900 mL νερό, να εξετάσετε σε ποιο από τα διαλύματα αυτά θα μεταβληθεί περισσότερο και σε ποιο λιγότερο το pH.

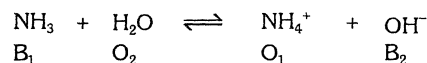
Μονάδες: 6

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
 ΣΤΟ 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
 και 1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
 ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ**

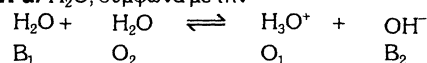
Απαντήσεις στις Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

1. Ιοντισμός χημικής ένωσης είναι το φαινόμενο, κατά το οποίο κατά τη διάλυσή της στο νερό σχηματίζονται ιόντα. **Ιοντίζονται οι μοριακές ενώσεις (οξέα και ομοιοπολικές βάσεις).**
2. Όταν διαλύσουμε χλωριούχο νάτριο (NaCl, ιοντική ένωση) το κρυσταλλικό του πλέγμα καταστρέφεται και απελευθερώνονται τα προϋπάρχοντα ιόντα Na⁺ και Cl⁻, τα οποία στο υδατικό διάλυμα εφυδατώνονται. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται διάσταση. **Οι ουσίες που δίστανται κατά τη διάλυσή τους στο νερό είναι τα άλατα και τα υδροξείδια των μετάλλων.**

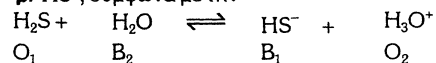
3. Η εξίσωση αυτή είναι ο ιοντισμός της αμμωνίας.



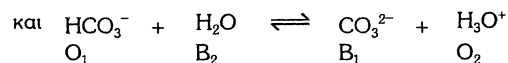
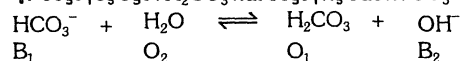
4. α) H₂O, σύμφωνα με την



- β) HS⁻, σύμφωνα με την



- γ) συζυγές οξύ: H₂CO₃ και συζυγής βάση: CO₃²⁻ σύμφωνα με τις:



5. Το νιτρικό οξύ είναι ισχυρότερο από το νιτρώδες οξύ γιατί παρουσιάζει μεγαλύτερη τάση να δίνει H⁺ (σε συγκεκριμένο διαλύτη π.χ. H₂O). Μέτρα της ισχύος αυτής θα είναι η **σταθερά ιοντισμού** (στην ίδια θερμοκρασία) και ο **βαθμός ιοντισμού** (σε υδατικά διαλύματα ίδιων συγκεντρώσεων και στην ίδια θερμοκρασία).

6. Για την ισορροπία: NH₃ + H₂O ⇌ NH₄⁺ + OH⁻

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]} \quad (1) \quad \text{και} \quad K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad (2)$$

Άρα: **K_b = K[H₂O]**

7. Ο ιοντισμός του HCN περιγράφεται από την εξίσωση: $\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CN}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 και $K_a = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]}$ Η K_a θα εξαρτάται από τη **θερμοκρασία**, τη **φύση** του οξέος και τη φύση του **διαλύτη** (εδώ θεωρήσαμε υδατικό διάλυμα)

8. Η εξίσωση ιοντισμού του CH_3COO^- θα είναι: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
 και $K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$. Με τη σταθερά ιοντισμού του συζυγούς οξέος CH_3COOH θα τη συνδέει η σχέση: $K_a K_b = K_w$.

9. Έχουμε τον ιοντισμό:

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	0,1 M		
Ιοντίζονται-Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,1 - x M	x M	x M

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4}$ M, δηλαδή $x = 10^{-4}$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{0,1-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{0,1} = \frac{(10^{-4})^2}{0,1} \Rightarrow K_a = 10^{-8}$$

10. Για την αμμωνία θα έχουμε τον ιοντισμό: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 Όταν προσθέσουμε ισχυρή βάση ($\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$) η $[\text{OH}^-]$ θα αυξηθεί, με αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τα αριστερά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier - Van't Hoff. Έτσι, η $[\text{NH}_4^+]$ θα ελαττωθεί.

11. Η μικρή αγωγιμότητα του νερού ερμηνεύεται με βάση τον αυτοϊοντισμό του $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
 ή $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$, που γίνεται σε πολύ μικρή έκταση.

12. $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$
 Για το διάλυμα HCl θα έχουμε πλήρη ιοντισμό:
 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 0,01 M 0,01 M
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,01$ M, άρα $\text{pH} = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{pH} = 2$

13. Για την NH_3 θα έχουμε τον ιοντισμό: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$$\text{με } K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad (1)$$

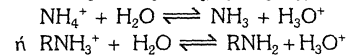
Για το NH_4^+ θα έχουμε τον ιοντισμό: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

$$\text{με } K_a = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \Rightarrow K_a = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} K_a = K_w \frac{1}{K_b} \Rightarrow K_a = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow K_a = 10^{-9}$$

14. Για το NaF θα έχουμε τη διάσταση: $\text{NaF} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{F}^-$

Από τα ιόντα, το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό επειδή αντιστοιχεί σε ισχυρή βάση, ενώ το F^- δρα ως βάση κατά Bronsted - Lowry: $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$, άρα το διάλυμα θα είναι **βασικό**.

15. Τα κατιόντα που συμπεριφέρονται ως ασθενή οξέα, θα είναι εκείνα που αντιστοιχούν σε ασθενείς βάσεις (NH_3 , αμίνες) π.χ.

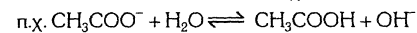


16. Ένα **ουδέτερο κατιόν** θα αντιστοιχεί σε ΙΣΧΥΡΗ ΒΑΣΗ π.χ. Na^+

Ένα **όξινο κατιόν** θα αντιστοιχεί σε ΑΣΘΕΝΗ ΒΑΣΗ π.χ. $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

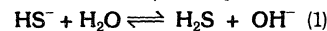
Ένα **ουδέτερο ανιόν** θα αντιστοιχεί σε ΙΣΧΥΡΟ ΟΞΥ π.χ. Cl^-

Ένα **βασικό ανιόν** θα αντιστοιχεί σε ΑΣΘΕΝΕΣ ΟΞΥ

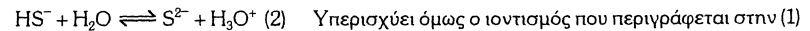


17. Το KHS διίσταται σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{KHS} \rightarrow \text{K}^+ + \text{HS}^-$

Αν το ιόν HS^- δράσει ως βάση κατά Bronsted - Lowry θα έχουμε:



*ΣΧΟΛΙΟ : Το ιόν HS^- δρα αμφιπρωτικά, δηλαδή θα έχουμε και την:



18. Τα υδατικά διαλύματα που περιέχουν το συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης (HA , A^- ή BH^+ , B) και διατηρούν το pH τους πρακτικά σταθερό, όταν προστεθεί σ' αυτά μικρή ποσότητα ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης.

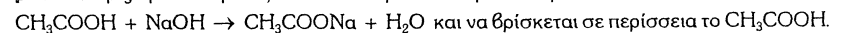
19. Σε ένα διάλυμα $\text{NaCl} - \text{HCl}$, το HCl είναι ισχυρό οξύ και **δεν περιέχονται μαζί τα συζυγή HCl / Cl⁻**. Το διάλυμα ΔΕΝ είναι ρυθμιστικό, δηλαδή με προσθήκη ισχυρής βάσης θα εξουδετερώνεται το HCl και το pH θα αυξάνεται, ενώ με προσθήκη ισχυρού οξέος το pH θα μειώνεται.

Και στις δύο περιπτώσεις θα έχουμε σημαντική μεταβολή στο pH.

20. Ρυθμιστικό διάλυμα μπορεί να παρασκευαστεί:

α) Με ανάμιξη χωρίς αντίδραση, δηλαδή να προσθέσουμε διάλυμα CH_3COONa

β) Με ανάμιξη με αντίδραση, δηλαδή να προσθέσουμε διάλυμα NaOH :



21. Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας HCl ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$) στο ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$, η βάση (NH_3) θα δεσμεύσει τα H_3O^+ προς σχηματισμό NH_4^+ και θα περισσέψει, οπότε θα έχουμε και πάλι ρυθμιστικό διάλυμα:



22. Θα έχουμε τη διάσταση $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ και τον ιοντισμό:

Αντίδραση Ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Αρχικά	$C_2 \text{ M} \qquad C_1 \text{ M} \qquad -$
Ιοντίζονται-Παράγονται	$-x \text{ M} \qquad +x \text{ M} \qquad +x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_2 - x \text{ M} \qquad C_1 + x \text{ M} \qquad x \text{ M}$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow K_a = \frac{(C_1 + x)[\text{H}_3\text{O}^+]}{(C_2 - x)} \text{ και με προσέγγιση:}$$

$$K_a = \frac{C_1[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_2} \Rightarrow \log K_a = \log C_1 + \log [\text{H}_3\text{O}^+] - \log C_2 \Rightarrow$$

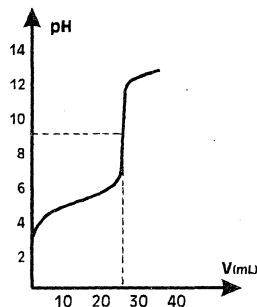
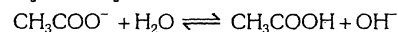
$$\Rightarrow -\log K_a = -\log C_1 - \log [\text{H}_3\text{O}^+] + \log C_2 \Rightarrow \text{p}K_a = \text{pH} + \log C_2 - \log C_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a - \log C_2 + \log C_1 \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_1}{C_2}, \text{ δηλαδή } C_1 \text{ είναι η συγκέντρωση του}$$

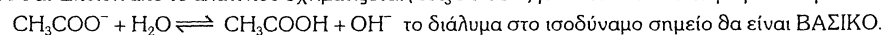
CH_3COONa , C_2 η συγκέντρωση του CH_3COOH .

23. ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ σημείο μιας καμπύλης εξουδετέρωσης ενός διαλύματος οξέος από πρότυπο διάλυμα βάσης λέγεται το σημείο που έχει τεταγμένη την τιμή του pH του διαλύματος κατά την ΠΛΗΡΗ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ και τετημημένη τον ΟΓΚΟ του πρότυπου διαλύματος της βάσης που απαιτείται γι' αυτή την εξουδετέρωση.

24. Η τεταγμένη του ισοδύναμο σημείου θα βρίσκεται στη βασική περιοχή, επειδή από το CH_3COONa , το CH_3COO^- συμπεριφέρεται ως ασθενής βάση:



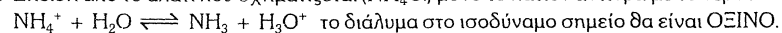
25. α) Επειδή από το αλάτι που σχηματίζεται (CH_3COONa) μόνο το ανιόν αντιδρά με το νερό:



Αν θεωρήσουμε $K_b \text{ CH}_3\text{COOH} \approx 10^{-5}$ το pH θα βρίσκεται περίπου στις τιμές 8 - 10.

β) Επειδή από το αλάτι που σχηματίζεται (KCl) κανένα ιόν δεν αντιδρά με το νερό, στο ισοδύναμο σημείο θα έχουμε $\text{pH} = 7$.

γ) Επειδή από το αλάτι που σχηματίζεται (NH_4Cl) μόνο το κατιόν αντιδρά με το νερό:



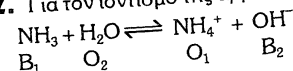
Αν θεωρήσουμε $K_b \text{ NH}_3 \approx 10^{-5}$ το pH θα βρίσκεται περίπου στις τιμές 4-6.

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις ανάπτυξης

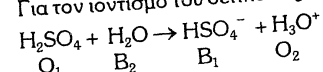
1. **Οξέα κατά Arrhenius** είναι ενώσεις, οι οποίες, όταν διαλυθούν στο νερό, δίνουν ιόντα H^+ .
Οξέα κατά Bronsted - Lowry είναι ενώσεις, οι οποίες δίνουν πρωτόνιο (H^+).

Για να δράσει μια ένωση ως οξύ κατά Bronsted - Lowry, θα πρέπει να υπάρχει μια άλλη ένωση (βάση), που θα πάρει πρωτόνιο. Αντίστοιχα, η ένωση αυτή μπορεί να πάρει πρωτόνιο από μια άλλη (οξύ), οπότε σε αυτή την περίπτωση θα δρα ως βάση.

2. Για τον ιοντισμό της αμμωνίας:



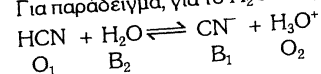
Για τον ιοντισμό του θειϊκού οξέος:



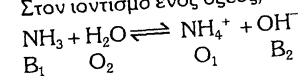
* **ΣΗΜΕΙΩΣΗ** : Το πρώτο στάδιο του ιοντισμού του H_2SO_4 είναι πλήρες.

3. **Αμφιπρωτικές** ουσίες ονομάζονται αυτές που μπορούν να δράσουν και ως **οξέα** και ως **βάσεις** κατά Bronsted - Lowry. Οι ουσίες αυτές είναι το H_2O , τα όξινα ιόντα (π.χ. HCO_3^-), τα αμινοξέα κτλ.

Για παράδειγμα, για το H_2O θα έχουμε:



Στον ιοντισμό ενός οξέος, το H_2O θα δρα ως ΒΑΣΗ και θα μετατρέπεται στο συζυγές οξύ H_3O^+ .



Στον ιοντισμό μιας βάσης, το H_2O θα δρα ως ΟΞΥ και θα μετατρέπεται στη συζυγή βάση OH^- .

4. Τα ζεύγη οξέος και βάσης που διαφέρουν κατά ένα πρωτόνιο, ονομάζονται συζυγία ζεύγη οξέος - βάσης. Η αντίδραση οξέος και βάσης (**πρωτολυτική αντίδραση**) θα οδηγήσει στην ύπαρξη δύο συζυγών ζευγών οξέος - βάσης π.χ. στον ιοντισμό του οξικού οξέος σε υδατικό διάλυμα: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$, για να δώσει το πρωτόνιο το CH_3COOH , πρέπει να υπάρχει μια βάση (H_2O). Έτσι, το καθένα μετατρέπεται στο συζυγές του και θα έχουμε τα ζεύγη **οξέων -βάσεων αντίστοιχα** : $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ και $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$

5. Σε μια χημική αντίδραση της μορφής:
Οξύ (1) + Βάση (2) \rightleftharpoons Οξύ (2) + Βάση (1), η ισορροπία θα είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

Αυτό συμβαίνει γιατί το **οξύ (1) έχει μεγαλύτερη τάση να δίνει πρωτόνια από το οξύ (2)**.

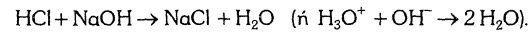
Επειδή μεγάλη τάση αποβολής πρωτονίων σημαίνει **μικρή τάση πρόσληψης**.

☞ Όσο πιο **ισχυρό** είναι ένα οξύ, τόσο πιο **ασθενής** θα είναι η συζυγής του βάση.
☞ Αντίστοιχα, όσο πιο **ισχυρή** είναι μια βάση, τόσο πιο **ασθενής** θα είναι το συζυγές της οξύ.

15. Θα έχουμε τη διάσταση: $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Επειδή κατά την αραιώση του διαλύματος θα ελαττωθεί η συγκέντρωσή του $\text{C} \downarrow$, θα ελαττωθεί και η $[\text{OH}^-] \downarrow$, άρα το pOH θα αυξηθεί \uparrow και το pH θα ελαττωθεί \downarrow

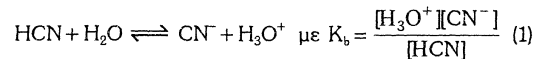
16. Κατά την προσθήκη NaOH σε διάλυμα HCl γίνεται η αντίδραση:



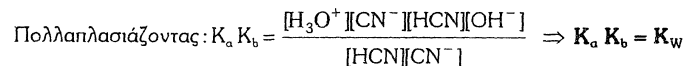
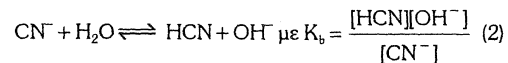
Αφού με την αντίδραση ελαττώνεται η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα, το pH θα αυξηθεί \uparrow

17. Ας χρησιμοποιήσουμε για παράδειγμα το HCN .

Ο ιοντισμός του οξέος θα είναι:



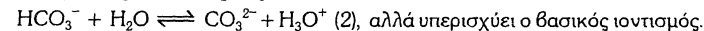
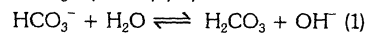
Ο ιοντισμός της συζυγούς βάσης θα είναι:



18. Για το όξινο θειικό νάτριο θα έχουμε: $\text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$
και $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$, δηλαδή όξινο διάλυμα.

Για το όξινο ανθρακικό νάτριο θα έχουμε: $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$
και $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$, δηλαδή βασικό διάλυμα.

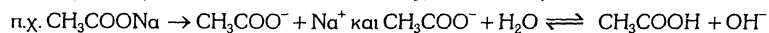
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα HSO_4^- δρουν μόνον ως οξύ κατά Bronsted - Lowry ενώ τα HCO_3^- ενώ τα HCO_3^- δρουν αμφιπρωτικά:



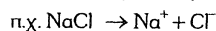
19. α) Όταν ένα αλάτι προέρχεται από ΑΣΘΕΝΗ ΒΑΣΗ και ΙΣΧΥΡΟ ΟΞΥ, θα αντιδρά μόνον το **κατιόν** με το νερό (οξύ κατά Bronsted-Lowry) και το διάλυμα θα είναι **όξινο**.



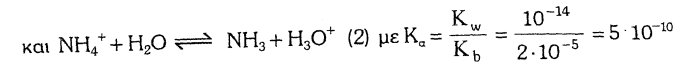
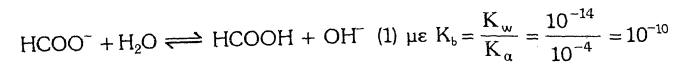
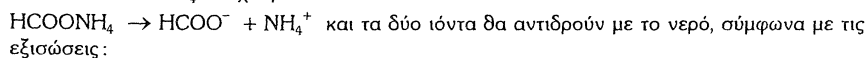
β) Όταν ένα αλάτι προέρχεται από ΑΣΘΕΝΕΣ ΟΞΥ και ΙΣΧΥΡΗ ΒΑΣΗ, θα αντιδρά μόνον το **ανιόν** με το νερό (βάση κατά Bronsted-Lowry) και το διάλυμα θα είναι **βασικό**.



γ) Όταν ένα αλάτι προέρχεται από ΙΣΧΥΡΟ ΟΞΥ και ΙΣΧΥΡΗ ΒΑΣΗ, κανένα από τα ιόντα του δεν αντιδρά με το νερό και το διάλυμα θα είναι **ουδέτερο**.

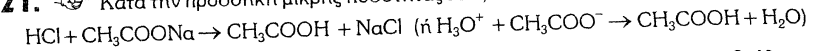


20. Για το HCOONH_4 θα έχουμε τη διάσταση:



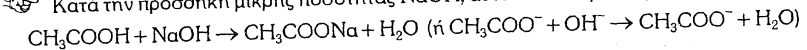
Επειδή η (2) γίνεται σε λίγο μεγαλύτερη έκταση από την (1) το διάλυμα θα είναι **ελαφρά όξινο**.

21. Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας HCl , αυτό θα αντιδράσει με το CH_3COONa :



Το CH_3COONa θα περισσέψει, άρα καταλήγουμε πάλι σε ρυθμιστικό διάλυμα.

Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας NaOH , αυτό θα αντιδράσει με το CH_3COOH :

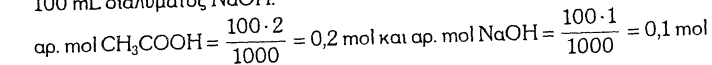


Το CH_3COOH θα περισσέψει, άρα καταλήγουμε πάλι σε ρυθμιστικό διάλυμα.

22. Για να σχηματιστεί ρυθμιστικό διάλυμα, θα πρέπει το CH_3COOH να βρίσκεται σε περίσσεια.

Επειδή το CH_3COOH έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση από το NaOH , αν αναμιξούμε **ίσους όγκους** από τα δύο διαλύματα, το CH_3COOH θα περισσέψει.

Άρα λοιπόν μπορούμε να αναμιξούμε 100 mL διαλύματος CH_3COOH και 100 mL διαλύματος NaOH .



	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
	ή $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	0,2 mol	0,1 mol	
Αντιδρούν - Παράγονται	-0,1 mol	-0,1 mol	+0,1 mol
Τέλος	0,1 mol	-	0,1 mol

Έτσι σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ με ίσες συγκεντρώσεις.

23. α) $\text{αρ. mol } \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{100 \cdot 1}{1000} = 0,1 \text{ mol και αρ. mol } \text{NaOH} = \frac{100 \cdot 2}{1000} = 0,2 \text{ mol}$

Γίνεται αντίδραση μεταξύ τους:

	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
	ή $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	0,1 mol	0,2 mol	
Αντιδρούν - Παράγονται	-0,1 mol	-0,1 mol	0,1
Τέλος		0,1 mol	0,1 mol

Στο τελικό διάλυμα θα περιέχονται CH_3COO^- και NaOH , άρα θα έχουμε **επίδραση κοινού ιόντος (OH^-) στον ιοντισμό του CH_3COO^- και όχι ρυθμιστικό διάλυμα**.

β) Επειδή αφ' ενός το HCl είναι ισχυρό οξύ, αφ' ετέρου δεν έχουμε αντίδραση, στο τελικό διάλυμα θα περιέχονται HCl και KCl , οπότε **δεν θα έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα**.

24. Η εξίσωση Henderson – Hasselbalch ισχύει για τα ρυθμιστικά διαλύματα, δηλαδή εκείνα που περιέχουν το συζυγές ζεύγος οξέος και βάσης (HA/A⁻ και BH⁺/B).

$$\text{Η εξίσωση αυτή για ένα διάλυμα HA/A}^- \text{ θα είναι: } \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta\text{άση}}}{C_{\text{οξύ}}},$$

όπου $\text{pK}_a = -\log K_a$ του οξέος, $C_{\beta\text{άση}} = [A^-]$ στην ισορροπία και $C_{\text{οξύ}} = [HA]$ στην ισορροπία, οπότε από την εξίσωση προκύπτει το pH του διαλύματος.

$$\text{Για να ισχύει η εξίσωση αυτή θα πρέπει: } \frac{K_a}{C_{\text{οξύ}}} < 0,01 \text{ και } \frac{K_b}{C_{\beta\text{άση}}} < 0,01$$

25. Για το άλας διάσταση: $\text{NaA} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{A}^-$

Ιοντισμός του οξέος:	HA + H ₂ O	⇌	A ⁻ + H ₃ O ⁺
Αρχικά	C ₁ M		C ₂ M
Ιοντίζονται – Παράγονται	-x M		+x M
Χημική Ισορροπία	C ₁ -x M		C ₂ +x M

$$K_a = \frac{(C_2 + x)x}{C_1 - x} \quad \text{Εάν } \frac{K_a}{C_1} < 0,01 \text{ και } \frac{K_b}{C_2} < 0,01$$

$$\text{θα έχουμε: } K_a = \frac{C_2[H_3O^+]}{C_1} \Rightarrow \log K_a = \log [H_3O^+] + \log C_2 - \log C_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log K_a + \log \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_2}{C_1}$$

(εξίσωση Henderson – Hasselbalch)

26. Έστω ότι αραιώνουμε V₁ L ρυθμιστικού διαλύματος HA/A⁻ σε όγκο V₂ L. Θα ισχύει:

$$\text{για το οξύ HA: } C_{\text{οξύ}} \cdot V_1 = C_{\text{οξύ}}' \cdot V_2 \Rightarrow C_{\text{οξύ}}' = \frac{C_{\text{οξύ}} \cdot V_1}{V_2}$$

$$\text{για τη βάση A}^-: C_{\beta} \cdot V_1 = C_{\beta}' \cdot V_2 \Rightarrow C_{\beta}' = \frac{C_{\beta} \cdot V_1}{V_2}$$

$$\text{Για το αρχικό διάλυμα: } \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\text{οξύ}}} \quad (1)$$

$$\text{Για το αραιωμένο διάλυμα: } \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta}'}{C_{\text{οξύ}}'} \quad (2)$$

$$\text{Όμως } \frac{C_{\beta}'}{C_{\text{οξύ}}'} = \frac{C_{\beta} \cdot V_1}{V_2} \cdot \frac{V_2}{C_{\text{οξύ}} \cdot V_1} \Rightarrow \frac{C_{\beta}'}{C_{\text{οξύ}}'} = \frac{C_{\beta}}{C_{\text{οξύ}}}, \text{ δηλαδή ο λόγος των συγκεντρώσεων παραμένει}$$

σταθερός. Έτσι από την (2): $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\text{οξύ}}}$, άρα το pH δεν μεταβάλλεται.

Όταν έχουμε απεριόριστη αραιώση, οι δύο συγκεντρώσεις ελαττώνονται πάρα πολύ και το διάλυμα χάνει τη ρυθμιστική του ικανότητα.

27. Πρωτολυτικοί δείκτες λέγονται τα ασθενή οργανικά οξέα ή οι ασθενείς οργανικές βάσεις, για τα οποία είτε η μία μόνο από τις συζυγείς μορφές απορροφά στο ορατό φάσμα, είτε απορροφούν και οι δύο, αλλά σε διαφορετικές περιοχές του ορατού φάσματος.

Έστω ότι έχουμε ένα δείκτη που είναι ασθενές οξύ: $\text{HD} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \Delta^- + \text{H}_3\text{O}^+$

Όταν προσθέσουμε σταγόνες του δείκτη σε διάλυμα οξέος, λόγω αύξησης της [H₃O⁺], η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα ΑΡΙΣΤΕΡΑ και θα υπερισχύσει το χρώμα των αδιαστάτων μορίων.

Όταν προσθέσουμε σταγόνες του δείκτη σε διάλυμα βάσης, λόγω ελάττωσης της [H₃O⁺], η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα ΔΕΞΙΑ και θα υπερισχύσει το χρώμα των ανιόντων.

28. Για το δείκτη θα έχουμε τον ιοντισμό: $\text{HD} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \Delta^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$$K_a = \frac{[\Delta^-][H_3O^+]}{[HD]} \Rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[HD]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]} \quad (1)$$

Όταν $\frac{[\Delta^-]}{[HD]} \geq 10$ υπερισχύει το ΧΡΩΜΑ ΤΩΝ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

$$\text{άρα από την (1)} \Rightarrow \frac{K_a}{[H_3O^+]} \geq 10 \Rightarrow [H_3O^+] \leq \frac{K_a}{10} \Rightarrow [H_3O^+] \leq 10^{-6} \Rightarrow \text{pH} \geq 6$$

Όταν $\frac{[\Delta^-]}{[HD]} \leq \frac{1}{10}$ υπερισχύει το ΧΡΩΜΑ ΤΩΝ ΑΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ, άρα από την (1) \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{K_a}{[H_3O^+]} \leq \frac{1}{10} \Rightarrow [H_3O^+] \geq 10 \cdot K_a \Rightarrow [H_3O^+] \geq 10^{-4} \Rightarrow \text{pH} \leq 4.$$

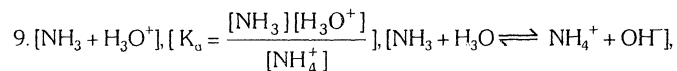
Άρα η περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη είναι 4 – 6. Τα δύο διαλύματα που έχουν pH = 1 και pH = 3 θα αντιστοιχούν σε τιμή μικρότερη από pH = 4, άρα ο δείκτης θα έχει το ίδιο χρώμα και στα δύο διαλύματα.

29. Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης είναι η διαδικασία προσδιορισμού του ελάχιστου όγκου πρότυπου διαλύματος οξέος ή βάσης (με γνωστή συγκέντρωση) που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση γνωστού όγκου διαλύματος βάσης ή οξέος αντίστοιχα με άγνωστη συγκέντρωση. Όταν μετράμε τον όγκο πρότυπου διαλύματος οξέος που εξουδετερώνει μία βάση, η ογκομέτρηση χαρακτηρίζεται ως ΟΞΥΜΕΤΡΙΑ, ενώ όταν μετράμε τον όγκο πρότυπου διαλύματος βάσης που εξουδετερώνει ένα οξύ, η ογκομέτρηση χαρακτηρίζεται ΑΛΚΑΛΙΜΕΤΡΙΑ.

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις συμπλήρωσης

- [ιόντων], [ομοιοπολικών]
- [ιοντικές], [τα άλατα], [τα υδροξείδια των μετάλλων]
- [τα οξέα], [οι βάσεις], [τα άλατα], [ηλεκτρικά αγώγιμα]
- [Bronsted - Lowry], [πρωτόνια], [Arrhenius]
- [CH₃COO⁻], [H₃O⁺], [H₂O], [διαφέρουν κατά ένα πρωτόνιο]
- [βάση], [οξύ], [βάση], [αμφόλυτης], [HCO₃⁻], [(1) και (2) αποδίδει], [(3) δέχεται]
- [αποδίδει πρωτόνιο], [ασθενή βάση], [δέχεται πρωτόνιο], [ασθενές], [H₂O], [ισχυρή βάση]

8.	Όνομασία οξέος	Τύπος οξέος	Όνομασία βάσης	Τύπος βάσης
		HClO ₄	υπερχλωρικό ιόν	ClO ₄ ⁻
	υδροβρώμιο	HBr	βρωμιούχο ιόν	
	θειικό οξύ	H ₂ SO ₄		HSO ₄ ⁻
	νιτρώδες οξύ		νιτρώδες ιόν	NO ₂ ⁻
		H ₃ PO ₄	δισόξινο φωσφορικό ιόν	H ₂ PO ₄ ⁻
	όξινο ανθρακικό ιόν		ανθρακικό ιόν	CO ₃ ²⁻
	ιόν οξωνίου	H ₃ O ⁺	νερό	
	ανθρακικό οξύ	H ₂ CO ₃		HCO ₃ ⁻



$$[K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}], [K_a K_b = K_w]$$

- [μειώνεται], [μειώνεται], [αυξάνεται], [δε μεταβάλλεται]
- [επίδραση κοινού ιόντος], [τη μείωση], [ασθενούς]
- [οξωνίου και υδροξειδίου], [υδατικό], [10⁻¹⁴]
- [H₂O + H₂O ⇌ H₃O⁺ + OH⁻]
- [10⁻¹²M], [2], [12], [όξινο]
- [pH + pOH = 14]
- [μικρότερο], [μεγαλύτερο]
- [K_a K_b = K_w]
- [F⁻], [NaF], [OH⁻], [F⁻ + H₂O ⇌ HF + OH⁻]
- [συζυγείς], [οξέα], [NH₄⁺], [H₃O⁺], [NH₄⁺ + H₂O ⇌ NH₃ + H₃O⁺]
- [άλας του με ισχυρή βάση], [CH₃COOH - CH₃COONa], [άλας αυτής με ισχυρό οξύ], [NH₃ - NH₄Cl]
- [OH⁻], [NaOH], [NH₄⁺], [NH₄⁺ + OH⁻ ⇌ NH₃ + H₂O]
- [των συγκεντρώσεων [CH₃COONa] : [CH₃COOH]], [μεγαλύτερο]
- [δείκτες], [ασθενών οργανικών οξέων], [ασθενών οργανικών βάσεων]
- [οξέος], [πρότυπου], [βάσης]

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

- 1 → δ, 2 → γ, 3 → δ, 4 → δ, 5 → β, 6 → γ, 7 → α, 8 → δ, 9 → α, 10 → β, 11 → α, 12 → δ,
13 → α, 14 → β, 15 → β, 16. i) → β, ii) → β, 17. i) → α, ii) → γ, 18 → α, 19 → β, 20 → δ, 21 → β,
22 → δ, 23 → δ, 24 → γ, 25 → β, 26 → γ, 27 → α, 28 → δ, 29 → α, 30 → β,
31 → β, 32. i) → α, ii) → γ, iii) → α, 33 → γ, 34 → δ, 35 → δ, 36 → β, 37 → δ.

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις αντιστοίχισης

- α) (B) (O) (O)(B)
β) (B) (O) (O)(B)
γ) (O) (B) (B)(O)
δ) (B) (O) (O)(B)
- (B) (A) (O) (B) (O) (B) (A) (O)
- (ιοντισμός) (διπλή αντικατάσταση) (ιοντισμός) (εξουδετέρωση)
(διπλή αντικατάσταση)
- A → ε, B → ζ, Γ → α, Δ → δ, E → η, Z → γ, H → β
- A → α, B → γ, Γ → β, Δ → ε, E → δ
- A → γ, B → ε, Γ → δ, Δ → α, E → β
- A → γ, B → ε, Γ → δ, Δ → β, E → α, Z → ζ
- A → 3 → δ, B → 1 → β, Γ → 4 → γ, Δ → 2 → ε
- A → 3 → δ, B → 1 → β, Γ → 2 → α, Δ → 4 → γ
- A → γ, B → α, Γ → δ, Δ → ε, E → η, Z → β, H → ζ

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις τύπου «σωστό - λάθος» με αιτιολόγηση

- Λάθος.** Υπάρχουν μη ιοντικές ενώσεις (μοριακές), όπως π.χ. τα οξέα και από τις βάσεις η NH₃ και RNH₂, οι οποίες ιοντίζονται σε υδατικό διάλυμα και συνεπώς είναι ηλεκτρολύτες.
- Λάθος.** Υπάρχουν υδρογονούχες ενώσεις π.χ. NH₃, οι οποίες δεν δίνουν H⁺ κατά τη διάλυσή τους στο νερό.
- Σωστό.** Μια χημική ένωση για να μπορεί να δίνει H⁺ θα πρέπει να περιέχει H.
- Λάθος.** Θα πρέπει η χημική αυτή ένωση να δίνει H⁺ και όχι H.
- Λάθος.** Η ένωση B αποτελεί το συζυγές οξύ της A επειδή η ουσία A είναι βάση κατά Bronsted-Lowry.
- Σωστό.** π.χ. H₂O + HNO₂ ⇌ H₃O⁺ + NO₂⁻ (1),
H₂O + NH₃ ⇌ NH₄⁺ + OH⁻ (2)
Στην αντίδραση (1) το H₂O συμπεριφέρεται ως βάση, ενώ στη (2) ως οξύ.
- Σωστό.** π.χ. H₂O + HNO₂ ⇌ H₃O⁺ + NO₂⁻ (1),
H₂O + NH₃ ⇌ NH₄⁺ + OH⁻ (2)
Στην αντίδραση (1) το H₂O συμπεριφέρεται ως βάση, ενώ στη (2) ως οξύ και είναι αμφιπρωτική ουσία.
- Σωστό.** Το ιόν H₃O⁺ δεν είναι δυνατό να δεχθεί H⁺.
- Λάθος.** π.χ. στην αντίδραση NH₄⁺ + H₂O ⇌ NH₃ + H₃O⁺ η συζυγής βάση του NH₄⁺ είναι το NH₃ που δεν είναι ανιόν.

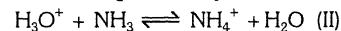
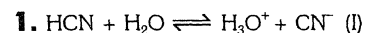
- 10. Λάθος.** Στην αντίδραση $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_2^+ + \text{Cl}^-$, το CH_3COOH συμπεριφέρεται ως βάση
- 11. Λάθος.** Ο αριθμός των μορίων του H_2O που ιοντίζεται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ είναι ελάχιστος σε σχέση με το συνολικό αριθμό μορίων του H_2O
- 12. Λάθος.** Το H_2SO_4 είναι ισχυρότερο οξύ από το HF , διότι έχει μεγαλύτερη τάση να δίνει κατιόντα H^+ .
- 13. Λάθος.** Όσο μεγαλύτερη έχει ένα οξύ να δίνει H^+ , τόσο μικρότερη είναι η τάση πρόσληψης H^+ από τη συζυγή της βάση. Συνεπώς το NO_2^- είναι ασθενέστερη βάση από το CN^- .
- 14. Σωστό.** Διότι το HCl έχει μεγαλύτερη τάση απόδοσης H^+ σε σχέση με το HCO_3^- .
- 15. Λάθος.** Σειρά ισχύος υδραλογόνων $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$.
Μεταξύ των υδραλογόνων το ισχυρότερο οξύ είναι το HI , λόγω της μεγαλύτερης ατομικής ακτίνας του I σε σχέση με τα υπόλοιπα αλογόνα, η οποία έχει ως αποτέλεσμα να επικαλύπτεται μικρό ποσοστό του ατομικού τροχιακού του I από το ατομικό τροχιακό του H και ο δεσμός HI να είναι ασθενής.
* Βέβαια δεν είναι καλό παράδειγμα το HF επειδή εμφανίζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα.
- 16. Σωστό.** $K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$ (1), $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ (2).
Από (1), (2) $\Rightarrow K = \frac{K_a}{[\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow K_a = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] \Rightarrow K_a = K \cdot 55,33$.
- 17. Σωστό.** Με την προσθήκη στο διάλυμα ισχυρού οξέος αυξάνεται η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ του διαλύματος με αποτέλεσμα η ισορροπία $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$ να μετατοπίζεται προς τα αριστερά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Οπότε στο πηλίκο $\alpha = x/C$ το x μειώνεται και ο βαθμός μειώνεται.
- 18. Σωστό.** Διότι η διάσταση $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ είναι ποσοτική με αποτέλεσμα $[\text{HCl}] = 0$ και το $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{HCl}]}$ δεν ορίζεται.
- 19. Λάθος.** Έχει διαφορετικές τιμές σε διαφορετικές θερμοκρασίες.
* Καλό είναι οι μαθητές να ξέρουν ότι το K_a έχει μόνο μια τιμή και να μην παίζουμε με τις θερμοκρασίες γιατί ανατρέπονται τα πάντα στο Κεφάλαιο (π.χ. $\text{pH} + \text{pOH} \neq 14$ κτλ.)
- 20. Λάθος.** Ισχύει όταν $K_a / C < 10^{-2}$.
- 21. Λάθος.** Περιγράφεται από τη χημική εξίσωση $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB}^+ + \text{OH}^-$.
- 22. Λάθος.** Έχουμε την αντίδραση ιοντισμού: $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 $K_a = \frac{x^2}{C_1}$ (1) και μετά την αραιώση $K_a = \frac{y^2}{C_2}$ (2) όπου $C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_1 V = C_2 2V$ (3)
Από (1), (2), (3) $\Rightarrow y = \frac{x}{\sqrt{2}}$

- 23. Λάθος.** Η διάσταση του HCl είναι πλήρης και συνεπώς δεν επηρεάζεται με την αύξηση της συγκέντρωσης των Cl^- .
- 24. Σωστό.** Με την προσθήκη NH_4Cl αυξάνεται η $[\text{NH}_4^+]$ λόγω της διάστασης του NH_4Cl , με αποτέλεσμα η ισορροπία $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ να μετατοπίζεται προς τα αριστερά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier και η $[\text{OH}^-]$ να ελαττώνεται.
- 25. Λάθος.** Σε όλα τα αραιά υδατικά διαλύματα η $[\text{H}_2\text{O}]$ είναι σταθερή και ίση με $55,33 \text{ mol/L}$ ή $55,5 \text{ mol/L}$
- 26. Σωστό.** Διότι η ισορροπία $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ μετατοπίζεται προς τα αριστερά εξαιτίας της αύξησης της $[\text{OH}^-]$ από τη διάσταση του KOH σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Το pH αυξάνει επειδή σίγουρα η ισχυρή βάση αυξάνει την $[\text{OH}^-]$.
- 27. Λάθος.** Το οξύ HA έχει μεγαλύτερη σταθερά ιοντισμού από το οξύ HB . Η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ όμως του διαλύματος, άρα και το pH εξαρτάται εκτός από την τιμή της K_a και από τη συγκέντρωση C του οξέος στο διάλυμα.
- 28. Λάθος.** Αυτό ισχύει σε θερμοκρασία 25°C . Γενικά σε κάθε ουδέτερο διάλυμα ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$.
- 29. Λάθος.** Κατά την αραιώση διαλύματος οξέος η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται \downarrow , με αποτέλεσμα να αυξάνεται \uparrow το pH του διαλύματος.
- 30. Σωστό.** Διότι ο ιοντισμός του HNO_3 είναι πλήρης και δεν επηρεάζεται με την αύξηση της $[\text{NO}_3^-]$.
- 31. Σωστό.** Με τη διάλυση του CH_3COONa αυξάνεται η $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$, με αποτέλεσμα η ισορροπία $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ να μετατοπίζεται προς τα αριστερά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier και να μειώνεται \downarrow η $[\text{H}_3\text{O}^+]$.
- 32. Λάθος.** Το pH παραμένει αμετάβλητο διότι η συγκέντρωση του διαλύματος δεν μεταβάλλεται.
- 33. Σωστό.** $\text{pOH} = 10 \Rightarrow \text{pH} = 4$, $\text{pH} = 12$. Συνεπώς το πρώτο διάλυμα είναι περισσότερο όξινο.
- 34. Λάθος.** π.χ. αν $\text{pH} = 7 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-7}$
αν $\text{pH} = 6 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6} \text{ M}$ και $[\text{OH}^-] = 10^{-8} \text{ M} \Rightarrow$
Αθροισμα $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-] = 10^{-6} + 10^{-8} = 10,1 \cdot 10^{-7} > 2 \cdot 10^{-7}$.
- 35. Λάθος.** Λόγω της πολύ μικρής τιμής της συγκέντρωσης του διαλύματος θα πρέπει κατά τον υπολογισμό της $[\text{OH}^-]$ να ληφθεί υπόψη και ο ιοντισμός του H_2O .
Συνεπώς είναι $[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ M} + x \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} > 7$.
Όπου x η συγκέντρωση $[\text{OH}^-]$ από το H_2O

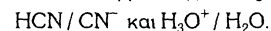
36. Λάθος. Προκύπτει 1 mol CH_3COONa το οποίο δίνει με διάσταση τη βάση CH_3COO^- , κατά Bronsted-Lowry η οποία ιοντίζεται με βάση τη χημική εξίσωση
 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$, με αποτέλεσμα το διάλυμα να είναι βασικό.

37. Λάθος. Το διάλυμα NaF 0,1 M είναι λιγότερο βασικό από το διάλυμα NaCN 0,1 M. Δηλαδή:
 $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$ $\text{pH} \downarrow$, $\text{pOH} \uparrow$, $[\text{OH}^-] \downarrow$, άρα $\text{F}^- < \text{CN}^-$ δηλαδή ασθενέστερη βάση το F^- και άρα $\text{HF} > \text{HCN}$ δηλαδή το οξύ HF να είναι ισχυρότερο από το οξύ HCN .

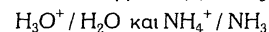
Απαντήσεις στις Ερωτήσεις Συνδυασμού διαφόρων μορφών



α) Για την ισορροπία (I) τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης θα είναι αντίστοιχα:



Για την ισορροπία (II) τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης θα είναι αντίστοιχα:



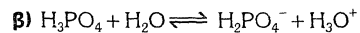
β) Η (I) θα είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά, δηλαδή προς το ασθενέστερο οξύ HCN .

Η (II) θα είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, δηλαδή προς το ασθενέστερο οξύ NH_4^+ .

γ) Επειδή το HCN είναι ασθενέστερο οξύ από το NH_4^+ , το CN^- είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 . Έτσι, στην (I), το H_3O^+ θα έχει μεγαλύτερη ισχύ, επειδή αντιδρά με ισχυρότερη βάση.

2. α)

(I)	(II)
HI	Γ
H_2SO_4	HSO_4^-
H_3O^+	H_2O
H_3PO_4	H_2PO_4^-
H_2CO_3	HCO_3^-
HCN	CN^-
HCO_3^-	CO_3^{2-}

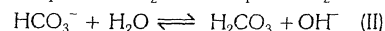
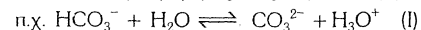


Η αντίδραση είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά, επειδή το H_3O^+ είναι ισχυρότερο από το H_3PO_4 .

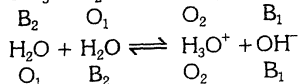
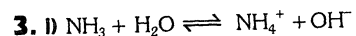


Η αντίδραση είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, επειδή το H_2SO_4 είναι ισχυρότερο οξύ από H_3O^+ .

γ) Ως οξέα και βάσεις μπορούν να δράσουν οι ουσίες: H_2PO_4^- , HCO_3^- και H_2O . Οι ουσίες αυτές λόγω της συμπεριφοράς τους λέγονται αμφιπρωτικές



Παρατηρούμε ότι στην αντίδραση (I), το HCO_3^- δρα ως οξύ και το H_2O ως βάση, ενώ στην (II), το HCO_3^- δρα ως βάση και το H_2O ως οξύ.



iii)

	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
Αρχικά	C M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+xM	+xM
Χημική Ισορροπία	C - x M	xM	xM

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow K_b = \frac{x^2}{C-x}$$

Επειδή $K_b/C < 0,01$ θεωρούμε $C-x \approx C$, οπότε θα έχουμε: $K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C}$

iii) Ο ιοντισμός της NH_3 γίνεται σε πολύ μεγαλύτερη έκταση από τον αυτοϊοντισμό του H_2O , άρα πρακτικά τα OH^- προκύπτουν μόνον από τον ιοντισμό της NH_3 .

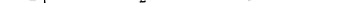
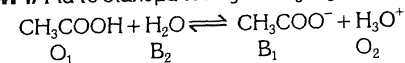
iv) α) Σωστή. Λόγω της διάστασης $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ η $[\text{NH}_4^+]$ στο διάλυμα αυξάνεται.

β) Λάθος.

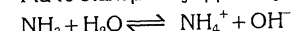
γ) Σωστή. Λόγω της διάστασης $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ η $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα αυξάνεται και επειδή το γινόμενο $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$ είναι σταθερό, η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ελαττωθεί.

δ) Λάθος.

4. i) Για το διάλυμα του οξικού οξέος:



Για το διάλυμα της αμμωνίας:



ii) α) Σωστή. Το CH_3COOH κατά τον ιοντισμό του παράγει H_3O^+ , άρα η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα θα είναι μεγαλύτερη από την $[\text{OH}^-]$, οπότε το διάλυμα Α θα είναι όξινο, ενώ η NH_3 κατά τον ιοντισμό της παράγει OH^- , άρα η $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα θα είναι μεγαλύτερη από την $[\text{H}_3\text{O}^+]$, οπότε το διάλυμα Β θα είναι βασικό.

β) Λάθος.

γ) Σωστή. Με τη διαδικασία $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, η $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα αυξάνεται, οπότε το διάλυμα γίνεται πιο βασικό.

δ) Λάθος.

5. i) Όξινα είναι τα διαλύματα: Α, Γ και Δ

Βασικά είναι τα διαλύματα: Β, Ε και Ζ

ii) $\text{pH}_A < \text{pH}_D < \text{pH}_\Gamma < \text{pH}_\Delta < \text{pH}_\text{B} < \text{pH}_\text{E}$

iii) Όταν αραιώνουμε ένα διάλυμα οξέος, η συγκέντρωση του θα ελαττωθεί, οπότε θα ελαττωθεί και η $[\text{H}_3\text{O}^+]$, άρα το pH θα αυξηθεί.

Κατάλληλα διαλύματα είναι τα Α και Δ (το Γ έχει pH μεγαλύτερο από την τιμή 4).

iv) α) Σωστή β) Λάθος γ) Σωστή δ) Λάθος CH_3COONa $\text{pH} > 7$

Λύσεις στις Ασκήσεις – Προβλήματα

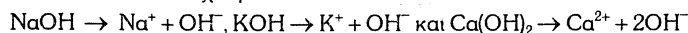
1. Arrhenius και Bronsted-Lowry

α) Σύμφωνα με τον Arrhenius, οξύ είναι κάθε ένωση που διαλύεται στο νερό και απελευθερώνει H^+
π.χ. $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

Σύμφωνα με τους Bronsted - Lowry, το H^+ που απελευθερώνεται από το οξύ, το προσλαμβάνει ένα μόριο H_2O , που δρα ως βάση: $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$

β) Η πρόταση δεν ισχύει. Ως οξέα κατά Bronsted - Lowry μπορούν να δράσουν και ιόντα:
π.χ. $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$. Το ιόν NH_4^+ δεν θα είναι οξύ κατά Arrhenius.

γ) Κατά Arrhenius θα έχουμε:

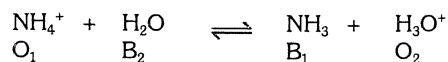


Κατά Bronsted - Lowry, η ίδια βάση που θα περιέχεται στο κρυσταλλικό πλέγμα θα είναι το OH^-

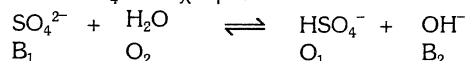
2. Bronsted-Lowry

Θα έχουμε τη διάσταση: $NaNH_4SO_4 \rightarrow Na^+ + NH_4^+ + SO_4^{2-}$
Το Na^+ αντιστοιχεί σε ισχυρή βάση, άρα δεν αντιδρά με το H_2O .

Για το NH_4^+ θα έχουμε:



Για το SO_4^{2-} θα έχουμε:



3. Bronsted-Lowry

α) Θα έχουμε τη διάσταση: $KHSO_4 \rightarrow K^+ + HSO_4^-$

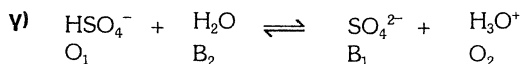
Το K^+ δεν αντιδρά με το νερό, επειδή αντιστοιχεί σε ισχυρή βάση.

Για το HSO_4^- θα έχουμε: $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$, άρα διάλυμα όξινο.

β) Θα έχουμε τη διάσταση: $K_2SO_4 \rightarrow 2K^+ + SO_4^{2-}$

Το K^+ δεν αντιδρά με το νερό, επειδή αντιστοιχεί σε ισχυρή βάση.

Για το SO_4^{2-} θα έχουμε: $SO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_4^- + OH^-$, άρα διάλυμα βασικό.



και $SO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_4^- + OH^-$

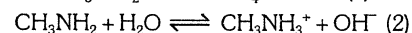


4. Bronsted-Lowry

ι) Ένα οξύ είναι ισχυρότερο από ένα άλλο, εάν σε υδατικό διάλυμα έχει μεγαλύτερη K_a στην ίδια θερμοκρασία, ή μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού σε διαλύματα ίδιας συγκέντρωσης και ίδιας θερμοκρασίας.

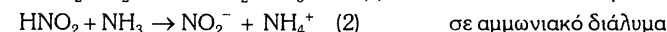
Εδώ συγκεκριμένα, το $HCOOH$ είναι ισχυρότερο από το CH_3COOH επειδή το $-CH_3$ στο CH_3COOH έχει +I επαγωγικό φαινόμενο, οπότε η απόσπαση του πρωτονίου γίνεται δυσκολότερα σε σχέση με το $HCOOH$.

ιι) α) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ (1)



Επειδή η CH_3NH_2 είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 , λόγω του +I επαγωγικού φαινομένου του $-CH_3$, θα έχει ισχυρότερη τάση να προσλαμβάνει πρωτόνια, άρα στην (2) το H_2O θα δρα ως ισχυρότερο οξύ.

β) $HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$ (1) σε υδατικό διάλυμα



Επειδή η NH_3 έχει ισχυρότερη τάση να προσλαμβάνει πρωτόνια από το H_2O , στην (2) το HNO_2 θα δρα ως ισχυρότερο.

5. Ασθενές οξύ $HCOOH$ - Λύση χωρίς K_a

α) Αντίδραση ιοντισμού	$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$		
Αρχικά	C M		
Ιοντίζονται-Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική ισορροπία	C-x M	x M	x M

$$\alpha = \frac{x}{C} \Rightarrow x = \alpha \cdot C = 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \Rightarrow x = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

Άρα $[H_3O^+] = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ και $[HCOOH] = 1 - 1,5 \cdot 10^{-2} = 0,985 \text{ M}$

β) Αραίωση: $C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow 1 \cdot 100 = C_2 \cdot 1000 \Rightarrow C_2 = 0,1 \text{ M}$

$$[H_3O^+] = \alpha_2 C_2 \Rightarrow \alpha_2 = \frac{4,7 \cdot 10^{-3}}{0,1} \Rightarrow \alpha_2 = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ ή } 4,7\%$$

6. Ασθενές οξύ HA

α) Η συγκέντρωση του HA θα είναι 0,19 M.

Αντίδραση ιοντισμού	$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$		
Αρχικά	0,19 M		
Ιοντίζονται-Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική ισορροπία	0,19-x M	x M	x M

$$x = [H_3O^+] = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ και } \alpha = \frac{x}{0,19} = \frac{9,5 \cdot 10^{-3}}{0,19} \Rightarrow \alpha = 0,05 \text{ ή } 5\%$$

$$K_a = \frac{x^2}{0,19-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{0,19} \Rightarrow K_a = \frac{(9,5 \cdot 10^{-3})^2}{0,19} \Rightarrow K_a = 4,75 \cdot 10^{-4}$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$)

β) Στο αραιωμένο διάλυμα:

Αντίδραση ιοντισμού	$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$		
Αρχικά	$C_2 M$		
Ιοντίζονται-Παράγονται	$- \alpha_2 C_2 M$	$+ \alpha_2 C_2 M$	$+ \alpha_2 C_2 M$
Χημική ισορροπία	$C_2 - \alpha_2 C_2 M$	$\alpha_2 C_2 M$	$\alpha_2 C_2 M$

$$K_a = \frac{\alpha_2^2 C_2}{1 - \alpha_2} \Rightarrow C_2 = \frac{K_a (1 - \alpha_2)}{\alpha_2^2} \Rightarrow C_2 = \frac{4,75 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9}{(0,1)^2} \Rightarrow C_2 = 0,042 M$$

$$[H_3O^+]_2 = \alpha_2 C_2 = 4,2 \cdot 10^{-3} M$$

$$\text{και για την αραιωση: } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 0,19 \cdot 1 = 0,042 (1 + V_{H_2O}) \Rightarrow V_{H_2O} = 3,52 L$$

7. Ασθενές οξύ HA - Αραίωση

α) $K_a = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha}$ Επειδή η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, η τιμή της K_a είναι η ίδια, ο βαθμός ιοντισμού θα είναι αντιστρόφως ανάλογος με τη συγκέντρωση.

Επειδή κατά την αραιωση η συγκέντρωση ελαττώνεται, ο βαθμός ιοντισμού θα αυξηθεί.

β) Για το αρχικό διάλυμα:

Αντίδραση ιοντισμού	$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$		
Αρχικά	$C_1 M$		
Ιοντίζονται-Παράγονται	$- \alpha_1 C_1 M$	$+ \alpha_1 C_1 M$	$+ \alpha_1 C_1 M$
Χημική ισορροπία	$C_1 - \alpha_1 C_1 M$	$\alpha_1 C_1 M$	$\alpha_1 C_1 M$

$$K_a = \frac{\alpha_1^2 C_1}{1 - \alpha_1} \quad \text{Όμοια στο αραιωμένο διάλυμα } K_a = \frac{\alpha_2^2 C_2}{1 - \alpha_2}$$

Επειδή $\alpha_1, \alpha_2 > 0,1$ δεν αγνοούνται.

$$\text{Θα ισχύει } \frac{\alpha_1^2 C_1}{1 - \alpha_1} = \frac{\alpha_2^2 C_2}{1 - \alpha_2} \Rightarrow \frac{(0,2)^2 C_1}{0,8} = \frac{(0,25)^2 C_2}{0,75} \Rightarrow C_2 = 0,6 C_1 \quad (3)$$

$$\text{Για την αραιωση: } C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (3) \Rightarrow C_1 \cdot 30 = 0,6 C_1 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 50 \text{ mL}$$

και $V_{H_2O} = 50 \text{ mL} - 30 \text{ mL} = 20 \text{ mL}$

8. Ασθενές βάση NH₃

α) Για το πρώτο διάλυμα:

Αντίδραση ιοντισμού	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
Αρχικά	$0,5 M$		
Ιοντίζονται-Παράγονται	$- x M$	$+ x M$	$+ x M$
Χημική ισορροπία	$0,5 - x M$	$x M$	$x M$

$$K_b = \frac{x^2}{0,5 - x} \quad \text{και με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{0,5} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{0,5 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = \sqrt{9 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow [OH^-] = 3 \cdot 10^{-3} M \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

β) Για το δεύτερο διάλυμα:

Αντίδραση ιοντισμού	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
Αρχικά	$C_2 M$		
Ιοντίζονται-Παράγονται	$- y M$	$+ y M$	$+ y M$
Χημική ισορροπία	$C_2 - y M$	$y M$	$y M$

$$y = [OH^-] = 6 \cdot 10^{-3} \quad \text{και } K_b = \frac{y^2}{C_2 - y} \quad \text{και με προσέγγιση}$$

$$K_b = \frac{y^2}{C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{(6 \cdot 10^{-3})^2}{1,8 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow C_2 = 2 M \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

9. Ασθενές οξύ HA - Ασθενής βάση A

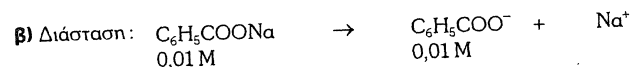
$$\log 8 = \log 2^3 = 3 \log 2 = 0,6$$

α) Αντίδραση ιοντισμού	$C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$		
Αρχικά	$1 M$		
Ιοντίζονται-Παράγονται	$- x M$	$+ x M$	$+ x M$
Χημική ισορροπία	$1 - x M$	$x M$	$x M$

$$K_a = \frac{x^2}{1 - x} \quad \text{και με προσέγγιση } x^2 = K_a \Rightarrow x = \sqrt{6,4 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow x = 8 \cdot 10^{-3} \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

$$[H_3O^+] = 8 \cdot 10^{-3} M \Rightarrow pH = -\log 8 \cdot 10^{-3} \Rightarrow pH = -(\log 8 + \log 10^{-3})$$

$$\Rightarrow pH = -(\log 2^3 + \log 10^{-3}) \Rightarrow pH = -(3 \log 2 - 3) \Rightarrow pH = 3 - 3 \log 2 \Rightarrow pH = 2,1$$



Αντιδρά με το νερό μόνον το $C_6H_5COO^-$:

Αντίδραση ιοντισμού	$C_6H_5COO^- + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COOH + OH^-$		
Αρχικά	$0,01 M$		
Ιοντίζονται-Παράγονται	$- y M$	$+ y M$	$+ y M$
Χημική ισορροπία	$0,01 - y M$	$y M$	$y M$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{6,4 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-8}}{64} \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

$$K_b = \frac{y^2}{0,01 - y} \quad \text{και με προσέγγιση } K_b = \frac{y^2}{0,01} \Rightarrow y = \sqrt{\frac{10^{-10}}{64}} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-5}}{8} M$$

$$pOH = -\log \frac{10^{-5}}{8} \Rightarrow pOH = -(\log 10^{-5} - \log 8) \Rightarrow pOH = -(-5 - 3 \log 2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pOH = 5 + 3 \log 2 \Rightarrow pOH = 5,9$$

10. Ασθενές οξύ ΗΑ - Ισχυρό οξύ ΗCl

$$\text{α) } \text{MB } \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4 = 180 \quad \text{αρ. mol} = \frac{360 \cdot 10^{-3}}{180} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Στα } 20 \text{ mL } \delta/\mu\alpha \quad 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol } \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4 \\ 1000 \text{ mL} \quad x;$$

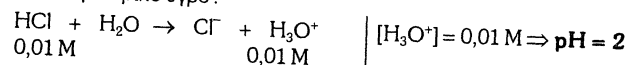
$$C = \frac{n}{V} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{20 \cdot 10^{-3} \text{ L}} \Rightarrow C = 0,1 \text{ M}$$

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	0,1 M	-	-
Ιοντίζονται-Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική ισορροπία	0,1 - x M	x M	x M

$$K_a = \frac{x^2}{0,1-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-3} \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 3$$

β) Για το γαστρικό υγρό:



Όσο μικρότερο pH έχει ένα διάλυμα σε ορισμένη θερμοκρασία, τόσο περισσότερο όξινο θα είναι. Άρα, το γαστρικό υγρό είναι περισσότερο όξινο από το διάλυμα του ακετυλοσαλικυλικού οξέος.

11. Ασθενές οξύ - Ισχυρή βάση - Πλήρης εξουδετέρωση - Ασθενής βάση

$$\text{Δίνονται } \sqrt{2} = 1,4 \quad \log 4,24 = 0,63 \quad \sqrt{2,78} = 1,67 \quad \log 1,67 = 0,22$$

$$\text{α) } \text{αρ. mol } \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ mol}$$

Εύρεση συγκέντρωσης CH_3COOH

$$\text{Στα } 250 \text{ mL } \delta/\mu\alpha \text{ περιέχ. } 0,25 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH} \\ 1000 \text{ mL} \quad x;$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,25 \text{ mol}}{0,25 \text{ L}} = 1 \text{ M}$$

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	1 M		
Ιοντίζονται-Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική ισορροπία	1 - x M	x M	x M

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = x^2 \Rightarrow x = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{18 \cdot 10^{-6}} = 3\sqrt{2} \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

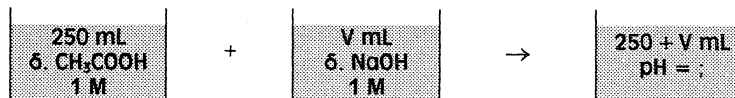
$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,24 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (4,24 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow \text{pH} = -(\log 4,24 + \log 10^{-3})$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -(\log 4,24 - 3) \Rightarrow \text{pH} = 3 - \log 4,24 \Rightarrow \text{pH} = 2,37$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$)

β)



Εύρεση mol - Αντίδραση

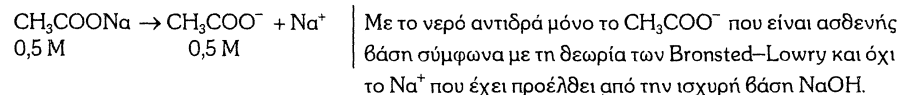
	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		
	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	0,25 mol	0,25 mol	-
Αντιδρούν - Παράγονται	- 0,25 mol	- 0,25 mol	+ 0,25 mol
Τέλος	-	-	0,25 mol

$$\text{Για το διάλυμα } \text{NaOH}: \quad 1000 \text{ mL} \quad 1 \text{ mol} \\ V; = 250 \text{ mL} \quad 0,25 \text{ mol}$$

γ) Εύρεση συγκέντρωσης CH_3COONa :

$$\text{Στα } 500 \text{ mL } \delta/\text{τος περιέχ. } 0,25 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COONa} \\ 1000 \text{ mL} \quad x; \quad C = \frac{n}{V} = \frac{0,25 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,5 \text{ M}$$

Διάσταση - Αντίδραση Ιοντισμού - Εύρεση pH:



Αντίδραση ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$		
Αρχικά	0,01 M		
Ιοντίζονται-Παράγονται	- y M	+ y M	+ y M
Χημική ισορροπία	0,5 - y M	y M	y M

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,55 \cdot 10^{-10} \Rightarrow K_b = \frac{y^2}{0,5-y} \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

$$\text{και με προσέγγιση } K_b = \frac{y^2}{0,5} \Rightarrow y = \sqrt{0,5 \cdot 5,55 \cdot 10^{-10}} = \sqrt{2,78 \cdot 10^{-10}} \Rightarrow y = [\text{OH}^-] = 1,67 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = -\log 1,67 \cdot 10^{-5} = -(\log 1,67 + \log 10^{-5}) \Rightarrow$$

$$\text{pOH} = 5 - \log 1,67 \Rightarrow \text{pOH} = 5 - 0,22 \Rightarrow \text{pOH} = 4,78$$

$$\text{και } \text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pH} = 14 - 4,78 \Rightarrow \text{pH} = 9,22 \quad (\text{ΠΡΑΞΕΙΣ ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ})$$

12. Ασθενές οξύ – Πλήρης εξουδετέρωση με NaOH – Ασθενής βάση Α

α) $pH = 2 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2} M$

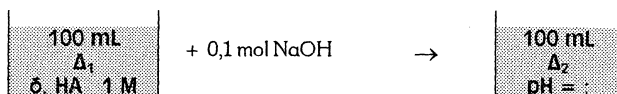
Στα 100 mL δ/τος περιεχ. 0,1 mol HA
1000 mL x;

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 L} = 1 M$$

$$[H_3O^+] = \alpha \cdot C \Rightarrow \alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow \alpha = 10^{-2} \text{ πρόκειται για ασθενές οξύ.}$$

Υπολογισμός σταθεράς ιοντισμού: $K_a = \alpha^2 C = (10^{-2})^2 \Rightarrow K_a = 10^{-4}$

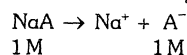
β)

**Αντίδραση**

	HA	+	NaOH	\rightarrow	NaA	+	H ₂ O
	HA	+	OH ⁻	\rightarrow	A ⁻	+	H ₂ O
Αρχικά	0,1 mol		0,1 mol		-		
Αντιδρούν – Παράγονται	- 0,1		- 0,1 mol		+ 0,1 mol		
Τέλος	-		-		0,1 mol		

Εύρεση συγκέντρωσηςΣτα 100 mL δ/μα περιεχ. 0,1 mol NaA
1000 mL x;

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 L} = 1 M$$

Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού – Εύρεση pH :Αντιδρά με το H₂O μόνο το A⁻ που είναι ασθενής βάση σύμφωνα με την θεωρία των Bronsted-Lowry και όχι το Na⁺ που έχει προέλθει από την ισχυρή βάση NaOH.

Αντίδραση ιοντισμού	A ⁻ + H ₂ O	\rightleftharpoons	HA	+	OH ⁻
Αρχικά	1 M		-		-
Ιοντίζονται – Παράγονται	- y M		+ y M		+ y M
Χημική Ισορροπία	1 - y M		y M		y M

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} \Rightarrow K_b = \frac{y^2}{1-y} \text{ και με προσέγγιση } K_b = y^2 \Rightarrow y = 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 10^{-5} M \Rightarrow pOH = -\log 10^{-5} \Rightarrow pOH = 5 \quad (\text{ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

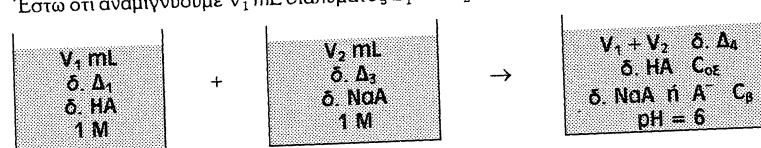
$$\text{και } pH = 14 - pOH \Rightarrow pH = 14 - 5 \Rightarrow pH = 9.$$

13. Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος

$$pH = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} M$$

Αντίδραση ιοντισμού	HA + H ₂ O	\rightleftharpoons	A ⁻ + H ₃ O ⁺
Αρχικά	1 M		-
Ιοντίζονται – Παράγονται	- x M		+ x M
Χημική Ισορροπία	1 - x M		x M

$$[H_3O^+] = \alpha \cdot C \Rightarrow \alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow \alpha = \frac{10^{-3}}{1} \Rightarrow \alpha = 10^{-3} \text{ και } K_a = \alpha^2 C = (10^{-3})^2 = 10^{-6}$$

β) Αν προσθέσουμε διάλυμα Δ₂ που περιέχει HCl λόγω αύξησης της [H₃O⁺] το pH του Δ₁ θα προκύψει μικρότερο από 3.
Άρα, πρέπει να προσθέσουμε διάλυμα Δ₃.**Ανάμιξη χωρίς αντίδραση**Έστω ότι αναμιγνύουμε V₁ mL διαλύματος Δ₁ και V₂ mL διαλύματος Δ₃.

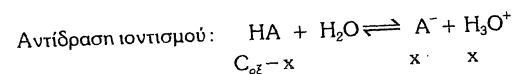
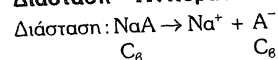
Τότε $V_1 + V_2 = 100$ (1)

Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα

Κάνουμε αραίωση για την κάθε ουσία ξεχωριστά.

Για το HA: $1M \cdot V_1 = C_{\alpha\xi} \cdot 100 \text{ mL} \Rightarrow C_{\alpha\xi} = \frac{V_1}{100} M$

Για το NaA: $1M \cdot V_2 = C_{\beta} \cdot 100 \text{ mL} \Rightarrow C_{\beta} = \frac{V_2}{100} M$

Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού**Ρυθμιστικό – Εξίσωση Henderson – Hasselbalch**Επειδή σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα HA-A⁻, θα ισχύει η εξίσωση Henderson - Hasselbalch

$$pH = pK_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow 6 = 6 + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} = 0 \Rightarrow C_{\alpha\xi} = C_{\beta} \text{ και λόγω της (1)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = V_2 = 50 \text{ mL}$$

$$(\text{ισχύει } K_a / C_{\alpha\xi} < 10^{-2} \text{ και } K_b / C_{\beta} < 10^{-2})$$

14. Ισχυρό οξύ - Ασθενές οξύ

$$pH = 2,1 \Rightarrow pH = 3 - 0,9 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-3} - 3\log 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-3} + \log 2^3 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 8 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [H_3O^+] = 8 \cdot 10^{-3} M$$

α) Το HNO₃ ισχυρό οξύ

Για το HNO₃, η συγκέντρωση συμπίπτει με την [H₃O⁺] άρα θα ιοντίζεται πλήρως.

β) Το C₆H₅COOH ασθενές οξύ

Για το C₆H₅COOH, ενώ η συγκέντρωση είναι 1 M, η [H₃O⁺] θα είναι α·C, όπου α ο βαθμός ιοντισμού, άρα α·C = [H₃O⁺] ⇒ α = 8·10⁻³ και

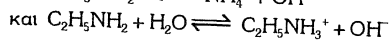
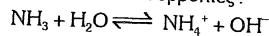
$$K_a = \alpha^2 C = (8 \cdot 10^{-3})^2 \Rightarrow K_a = 6,4 \cdot 10^{-5}$$

(Ισχύει K_a / C < 10⁻³)

$$\text{Για τη συζυγή βάση } C_6H_5COO^- : K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{6,4 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow K_b = 1,56 \cdot 10^{-10}$$

15. Ασθενής βάση NH₃ - C₂H₅NH₂

Δίνονται log 1,6 = 0,2 log 8,33 = 0,92

α) Αποκαθίστανται οι ισορροπίες:

άρα και τα δύο διαλύματα είναι βασικά.

β) Για το διάλυμα NH₃:

$$pH = 10,6 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = 10 + 0,6 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-10} + 2 \log 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+] = -(\log 10^{-10} - \log 2^2) \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log \frac{10^{-10}}{4} \Rightarrow [H_3O^+] = 2,5 \cdot 10^{-11} M$$

$$\text{και } [OH^-] = \frac{10^{-14}}{2,5 \cdot 10^{-11}} \Rightarrow [OH^-] = 4 \cdot 10^{-4} M$$

Για το διάλυμα C₂H₅NH₂:

$$pH = 11,4 \Rightarrow pH = 12 - 0,6 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-12} - 2 \log 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+] = -(\log 10^{-12} + \log 2^2) \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 4 \cdot 10^{-12} \Rightarrow [H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-12} M$$

$$\text{και } [OH^-] = \frac{10^{-14}}{4 \cdot 10^{-12}} \Rightarrow [OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-3} M$$

γ) Εύρεση pK_a - pK_b**ι) Για το συζυγή NH₃ → pK_b / NH₄⁺ → pK_a**

Αντίδραση ιοντισμού	NH ₃ + H ₂ O ⇌ NH ₄ ⁺ + OH ⁻		
Αρχικά	C M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	C - x M	x M	x M

$$K_b = \frac{x^2}{C-x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow K_b = \frac{(4 \cdot 10^{-4})^2}{10^{-2}} \Rightarrow K_b = 1,6 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pK_b = -\log 1,6 \cdot 10^{-5} = -\log 1,6 + 5 = 5 - 0,2 \Rightarrow pK_b = 4,8$$

$$pK_a + pK_b = 14 \Rightarrow pK_a = 14 - 4,8 \Rightarrow pK_a = 9,2. \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-3})$$

ιι) Για το συζυγή C₂H₅NH₂ → pK_b / C₂H₅NH₃⁺ → pK_a

Αντίδραση ιοντισμού	C ₂ H ₅ NH ₂ + H ₂ O ⇌ C ₂ H ₅ NH ₃ ⁺ + OH ⁻		
Αρχικά	C M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- y M	+ y M	+ y M
Χημική Ισορροπία	C - y M	y M	y M

$$K_b = \frac{y^2}{C-y} \Rightarrow K_b = \frac{(2,5 \cdot 10^{-3})^2}{10^{-2} - 2,5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow K_b = 8,33 \cdot 10^{-4} \Rightarrow (\text{δεν αγνοούμε})$$

$$\Rightarrow pK_b = -\log 8,33 \cdot 10^{-4} = 4 - \log 8,33 = 4 - 0,92 \Rightarrow pK_b = 3,08$$

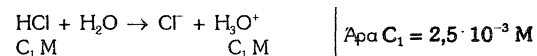
$$\text{και } pK_a + pK_b = 14 \Rightarrow pK_a = 10,92.$$

(ΠΡΑΞΕΙΣ ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ)

16. Ισχυρό οξύ - Ασθενές οξύ**α) Υπολογισμός συγκέντρωσης δ. HCl C₁**

$$pH = 2,6 \Rightarrow pH = 2 + 0,6 \Rightarrow pH = -\log 10^{-2} + 2 \log 2 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-2} + \log 2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+] = -(\log 10^{-2} - \log 4) \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log \frac{10^{-2}}{4} \Rightarrow [H_3O^+] = 2,5 \cdot 10^{-3} M$$

**β) Υπολογισμός του [CH₃COO⁻] και K_a CH₃COOH**

Αντίδραση ιοντισμού	CH ₃ COOH + H ₂ O ⇌ CH ₃ COO ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	0,35 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	0,35 - x M	x M	x M

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = x = 2,5 \cdot 10^{-3} M \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-3})$$

$$K_a = \frac{x^2}{0,35-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{(2,5 \cdot 10^{-3})^2}{0,35} \Rightarrow K_a = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

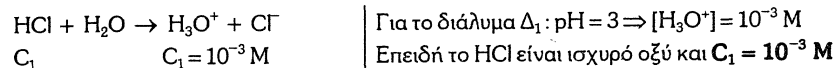
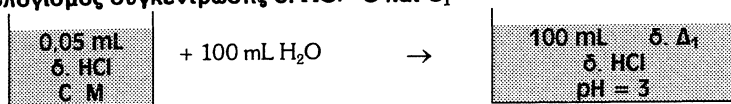
γ) Εύρεση pH διαλύματος Δ₃ CH₃COOH 2,5·10⁻³ M

Αντίδραση ιοντισμού	CH ₃ COOH + H ₂ O ⇌ CH ₃ COO ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	2,5 · 10 ⁻³ M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- y M	+ y M	+ y M
Χημική Ισορροπία	2,5 · 10 ⁻³ - y M	y M	y M

$$K_a = \frac{y^2}{2,5 \cdot 10^{-3} - y} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{y^2}{2,5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow y = 2,11 \cdot 10^{-4}$$

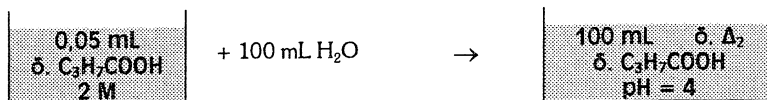
(Ισχύει K_a / C_{αξ} < 10⁻³)

$$\text{και } pH = -\log 2,11 \cdot 10^{-4} \Rightarrow pH = 3,7 \quad \text{Θεωρούμε ότι } \log 2,11 \approx \log 2 = 0,3$$

17. Ισχυρό οξύ - Ασθενές οξύi) Υπολογισμός συγκέντρωσης δ. HCl C και C₁

$$\text{Θα ισχύει: } 0,05 \text{ mL} \cdot C = 100 \text{ mL} \cdot C_1 \Rightarrow 0,05 \text{ mL} \cdot C = 100 \text{ mL} \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow C = 2 \text{ M}$$

ii)

α) Υπολογισμός συγκέντρωσης C₂ διαλύματος C₃H₇COOH

$$\text{Κάνουμε αραίωση: } 0,05 \cdot 2 = 100 \cdot C_2 \Rightarrow C_2 = 10^{-3} \text{ M}$$

β) Υπολογισμός συγκέντρωσης ιόντων - μορίων στο διάλυμα Δ₂

$$\text{pH} = 4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M}$$

Αντίδραση ιοντισμού	C ₃ H ₇ COOH + H ₂ O ⇌ C ₃ H ₇ COO ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	C ₂ M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	C ₂ - x M	x M	x M

$$[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}] = C_2 - x = 10^{-3} - 10^{-4} \Rightarrow [\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}] = 9 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

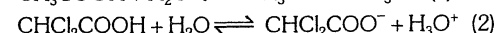
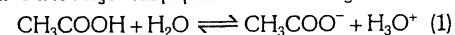
$$[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-10} \text{ M}$$

γ) Και τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια συγκέντρωση, αλλά στο Δ₁ περιέχεται ισχυρό οξύ, ενώ στο Δ₂ ασθενές οξύ. Άρα στο Δ₁ που περιέχεται το ισχυρό οξύ η [H₃O⁺] θα είναι μεγαλύτερη, οπότε το pH θα έχει μικρότερη τιμή.

18. Δύο ασθενή οξέα - ΔΕΝ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΟΥΜΕ ΤΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΕΙ ΑΥΤΗ Η ΑΣΚΗΣΗ :

α) Θα ιοντίζονται μερικά και τα δύο οξέα:



Άρα στο διάλυμα θα υπάρχουν τα συζυγή ζεύγη CH₃COOH / CH₃COO⁻ και CHCl₂COOH / CHCl₂COO⁻ και το pH θα προέρχεται από τα συνολικά H₃O⁺.

β) Για την πρώτη ισορροπία:

$$K_{a1} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{K_{a1}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \log \frac{K_{a1}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \log K_{a1} - \log [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = -\text{p}K_{a1} + \text{pH} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,1 - 4,7 \Rightarrow \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = -3,6$$

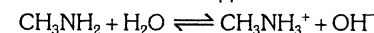
Όμοια για τη δεύτερη ισορροπία:

$$\log \frac{[\text{CHCl}_2\text{COO}^-]}{[\text{CHCl}_2\text{COOH}]} = -\text{p}K_{a2} + \text{pH} \Rightarrow \log \frac{[\text{CHCl}_2\text{COO}^-]}{[\text{CHCl}_2\text{COOH}]} = 1,1 - 1,3 \Rightarrow \log \frac{[\text{CHCl}_2\text{COO}^-]}{[\text{CHCl}_2\text{COOH}]} = -0,2$$

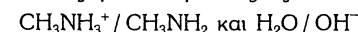
γ) Θα ισχύει: [CH₃COO⁻] + [CHCl₂COO⁻] + [OH⁻] = [H₃O⁺]
άρα το διάλυμα θα είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

19. Ασθενής βάση - ΔΕΝ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΟΥΜΕ ΤΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΕΙ ΑΥΤΗ Η ΑΣΚΗΣΗ :

α) Αποκαθίσταται η ισορροπία:



Τα συζυγή συστήματα οξέος - βάσης που συμμετέχουν σε αυτή είναι αντίστοιχα:



β) Για τη CH₃NH₂: K_b = $\frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{2,5 \cdot 10^{-11}} = 4 \cdot 10^{-4}$

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]} \text{ και αφού pH} = 12 \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2},$$

$$\text{οπότε καταλήγουμε: } \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = \frac{[\text{OH}^-]}{K_b} = \frac{10^{-2}}{4 \cdot 10^{-4}} = 25$$

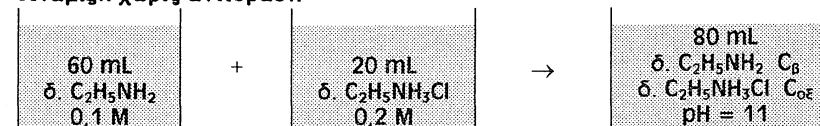
γ)

Αντίδραση ιοντισμού	CH ₃ NH ₂ + H ₂ O ⇌ CH ₃ NH ₃ ⁺ + OH ⁻		
Αρχικά	C M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	C - x M	x M	x M

$$K_b = \frac{x^2}{C-x} \text{ και με προσέγγιση } K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow C = \frac{(10^{-2})^2}{4 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow C = 0,25 \text{ M}$$

(Ισχύει K_b / C < 10⁻³)**20. Ασθενής βάση C₂H₅NH₂ - Επίδραση κοινού ιόντος - Σύγκριση με NH₃**

Ανάμιξη χωρίς αντίδραση



α) Υπολογισμός συγκέντρωσης ιόντων

Έχουμε αραίωση για την κάθε ουσία ξεχωριστά

$$\text{Για το διάλυμα C}_2\text{H}_5\text{NH}_2: 60 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M} = 80 \text{ mL} \cdot C_1 \Rightarrow C_1 = 0,075 \text{ M}$$

$$\text{Για το διάλυμα C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}: 20 \text{ mL} \cdot 0,2 \text{ M} = 80 \text{ mL} \cdot C_2 \Rightarrow C_2 = 0,05 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{y^2}{0,1-y} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{y^2}{0,1} \Rightarrow y = \sqrt{0,1 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow y = 1,34 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{και } a_2 = \frac{y}{0,1} \Rightarrow a_2 = 1,34 \cdot 10^{-2} \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

γ) Σύγκριση των βαθμών ιοντισμού a_1, a_2

Στο πρώτο διάλυμα ο βαθμός ιοντισμού είναι μικρότερος δηλαδή $a_1 < a_2$.

Αυτό δικαιολογείται ως εξής: επειδή στο πρώτο διάλυμα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος $[H_3O^+]$, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα τη μείωση του βαθμού ιοντισμού.

23. Δείκτης

Για το δείκτη: $H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$

$$K_a = \frac{[\Delta^-][H_3O^+]}{[H\Delta]} \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a}$$

Όταν $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} \geq 10$, ο δείκτης αποκτά ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα

δηλαδή: $\frac{[H_3O^+]}{K_a} \geq 10 \Rightarrow [H_3O^+] \geq 10 \Rightarrow [H_3O^+] \geq 10^{-7} \Rightarrow \text{pH} \leq 7$ ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα

Όταν $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} \leq \frac{1}{10}$, ο δείκτης αποκτά ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα,

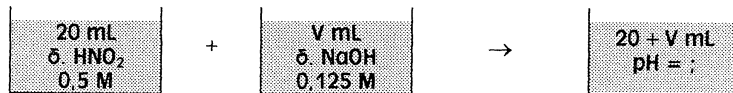
δηλαδή: $\frac{[H_3O^+]}{K_a} \leq \frac{1}{10} \Rightarrow [H_3O^+] \leq 10^{-9} \Rightarrow \text{pH} \geq 9$ ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα

Η περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη είναι $7 \leq \text{pH} \leq 9$.

β) Διαβιβάζοντας αέριο HCl, η $[H_3O^+]$ του διαλύματος θα αυξηθεί και η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά, δηλαδή προς τα αδιάστατα μόρια.

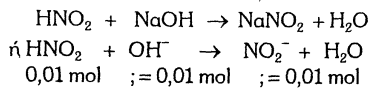
Άρα ο δείκτης θα διατηρήσει το ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα.

24. Πλήρης εξουδετέρωση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση



α) Εύρεση mol $\text{αρ. mol HNO}_2 = \frac{0,5 \cdot 20}{1000} = 0,01 \text{ mol}$

Αντίδραση



Εύρεση όγκου NaOH.

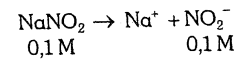
Στα 1000 mL δ/τος περιεχ. 0,125 mol NaOH
x; 0,01 mol

$$\text{Για το διάλυμα NaOH: } n = C \cdot V \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,01}{0,125} \text{ L} = 0,08 \text{ L} = 80 \text{ mL}$$

β) Μετά την εξουδετέρωση, το διάλυμα θα περιέχει NaNO₂

Εύρεση συγκέντρωσης NaNO₂

Στα (20 + 80) mL δ/μα περιεχ. 0,01 mol NaNO₂
1000 mL x; $C = \frac{n}{V} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$



Το Na⁺ δεν αντιδρά με το νερό, επειδή αντιστοιχεί σε ισχυρή βάση, ενώ το NO₂⁻ δρα ως βάση κατά Bronsted-Lowry και **το διάλυμα θα είναι βασικό.**

Αντίδραση ιοντισμού	NO ₂ ⁻ + H ₂ O ⇌ HNO ₂ + OH ⁻		
Αρχικά	0,1 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	0,1 - x M	x M	x M

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} \quad (\text{Ισχύει } K_b / C < 10^{-2})$$

$$K_b = \frac{x^2}{0,1-x} \text{ και με προσέγγιση: } K_b = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-11}} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5,5}$$

$$\text{και } \text{pOH} = -\log 10^{-5,5} \Rightarrow \text{pOH} = 5,5$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pH} = 14 - 5,5 \Rightarrow \text{pH} = 8,5$$

25. Αντίδραση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση και ισχυρού οξέος με ασθενή βάση

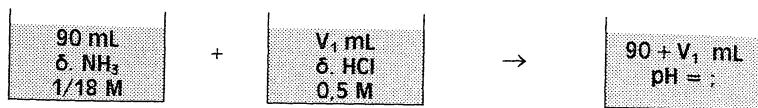
α) αρ. mol NH₃ = $\frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$ και συγκέντρωση $C = \frac{n}{V} = \frac{0,1}{1,8} = \frac{1}{18} \text{ M}$

Για το διάλυμα: pH = 11 ⇒ pOH = 3 ⇒ [OH⁻] = 10⁻³ M

Αντίδραση ιοντισμού	NH ₃ + H ₂ O ⇌ NH ₄ ⁺ + OH ⁻		
Αρχικά	C M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	C - x M	x M	x M

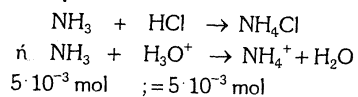
$$a = \frac{x}{C} = \frac{10^{-3}}{1/18} = 1,8 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{και } K_b = \frac{x^2}{C-x} \text{ και με προσέγγιση: } K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow K_b = \frac{(10^{-3})^2}{1/18} \Rightarrow K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

β) Εξουδετέρωση διαλύματος NH_3 με HCl 

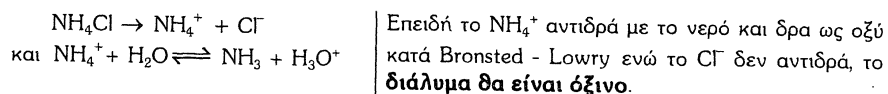
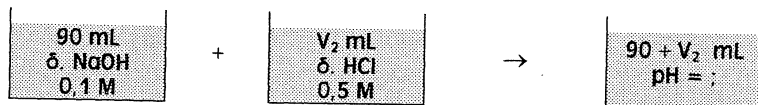
$$\text{Για το διάλυμα } \Delta_1: \text{αρ. mol NH}_3 = \frac{90 \cdot 1}{1000} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Αντίδραση

Εύρεση όγκου V_1 διαλύματος HCl

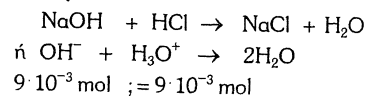
$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Στα } 1000 \text{ mL } \delta/\text{τος περιεχ.} \\ \hline x; \quad 0,5 \text{ mol HCl} \\ \hline \quad 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ \hline \end{array} \quad V_1 = \frac{n_1}{C} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,5} \text{ L} = 10^{-2} \text{ L} = 10 \text{ mL}$$

Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε NH_4Cl :

iii) Εξουδετέρωση διαλύματος NaOH με HCl 

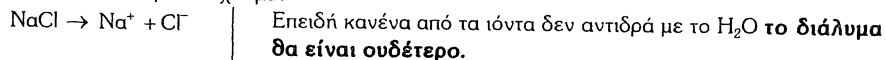
$$\text{Για το διάλυμα NaOH: αρ. mol NaOH} = \frac{90 \cdot 0,1}{1000} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Αντίδραση

Εύρεση όγκου V_2 διαλύματος HCl

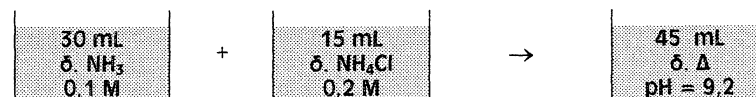
$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Στα } 1000 \text{ mL } \delta/\text{τος περιεχ.} \\ \hline x; \quad 0,5 \text{ mol HCl} \\ \hline \quad 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ \hline \end{array} \quad V_2 = \frac{n_2}{C} = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{0,5} \text{ L} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 18 \text{ mL}$$

Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε:



26. Άμυνα ρυθμιστικού διαλύματος

α) Ανάμιξη χωρίς αντίδραση

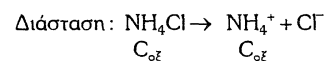


Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα

Κάνουμε αραιώση για την κάθε ουσία ξεχωριστά:

$$\text{Για την } \text{NH}_3: 30 \cdot 0,1 = 45 \cdot C_{\beta} \Rightarrow C_{\beta} = \frac{1}{15} \text{ M} \quad \text{Για το } \text{NH}_4\text{Cl}: 15 \cdot 0,2 = 45 \cdot C_{\alpha\zeta} \Rightarrow C_{\alpha\zeta} = \frac{1}{15} \text{ M}$$

Διάσταση - Αντίδραση Ιοντισμού



Αντίδραση ιοντισμού	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
Αρχικά	$C_{\beta} \text{ M}$	$C_{\alpha\zeta} \text{ M}$	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική ισορροπία	$C_{\beta} - x \text{ M}$	$C_{\alpha\zeta} + x \text{ M}$	x M

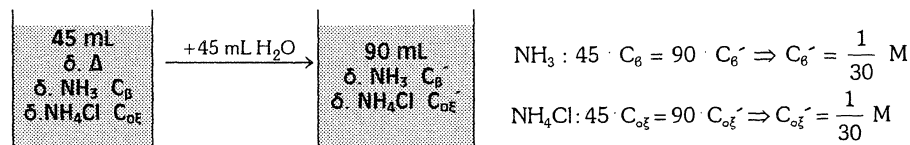
Εφαρμόζουμε την εξίσωση Henderson - Hasselbalch:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\zeta}} \Rightarrow \text{p}K_a = \text{pH} - \log 1 \Rightarrow \text{p}K_a = \text{pH} \Rightarrow \text{p}K_a = 9,2$$

$$\text{και } \text{p}K_b = 14 - \text{p}K_a \Rightarrow \text{p}K_b = 14 - 9,2 \Rightarrow \text{p}K_b = 4,8$$

(Ισχύει $K_a / C_{\alpha\zeta} < 10^{-2}$ και $K_b / C_{\beta} < 10^{-2}$)

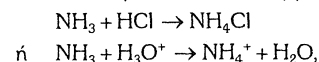
β) ii) Όταν προσδέσουμε νερό (αραιώση):



$$\text{και } \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\beta}'}{C_{\alpha\zeta}'} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log 1 \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a$$

$\Rightarrow \text{pH} = 9,2$ δηλαδή παραμένει σταθερό.

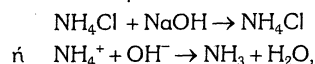
(Ισχύει $K_a / C_{\alpha\zeta}' < 10^{-2}$ και $K_b / C_{\beta}' < 10^{-2}$)

iii) Με την προσθήκη του HCl , γίνεται η αντίδραση:

δηλαδή ένα μέρος της NH_3 "δεσμεύει" τα H_3O^+ προς NH_4^+ .

Επειδή προσδέσαμε οξύ, η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα αυξάνεται, **άρα το pH μειώνεται.**

III) Με την προσθήκη του NaOH, γίνεται η αντίδραση:

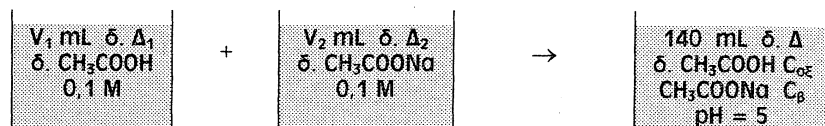


δηλαδή ένα μέρος του NH_4^+ "δεσμεύει" τα OH^- προς NH_3 .

Επειδή προσθέσαμε βάση, η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα ελαττώνεται, **άρα το pH αυξάνεται.**

27. Ρυθμιστικό διάλυμα

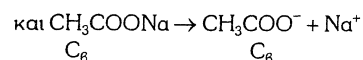
α) Ανάμιξη χωρίς αντίδραση



Έστω V_1 mL διαλύματος Δ_1 και V_2 mL διαλύματος Δ_2 τότε $V_1 + V_2 = 140$ (1)

$$\text{Για το } \text{CH}_3\text{COOH}: 0,1 \cdot V_1 = C_{\alpha\xi} (V_1 + V_2) \Rightarrow C_{\alpha\xi} = \frac{0,1V_1}{V_1 + V_2}$$

$$\text{Για το } \text{CH}_3\text{COONa}: 0,1 \cdot V_2 = C_{\beta} (V_1 + V_2) \Rightarrow C_{\beta} = \frac{0,1V_2}{V_1 + V_2}$$



Αντίδραση ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C_{\alpha\xi} \text{ M}$	$C_{\beta} \text{ M}$	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	– x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	$C_{\alpha\xi} - x \text{ M}$	$C_{\beta} + x \text{ M}$	x M

$$K_a = \frac{(C_{\beta} + x) x}{C_{\alpha\xi} - x} \text{ και μετά τις προσεγγίσεις: } K_a = \frac{C_{\beta} \cdot x}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{C_{\beta} \cdot 10^{-5}}{C_{\alpha\xi}}$$

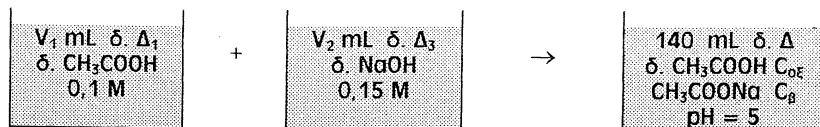
$$\Rightarrow C_{\beta} = 1,8 C_{\alpha\xi} \Rightarrow \frac{0,1V_2}{V_1 + V_2} = 1,8 \frac{0,1V_1}{V_1 + V_2} \Rightarrow V_2 = 1,8V_1 \quad (2)$$

$$\text{Από τις (1), (2)} \Rightarrow V_1 = 50 \text{ mL}, \quad V_2 = 90 \text{ mL}$$

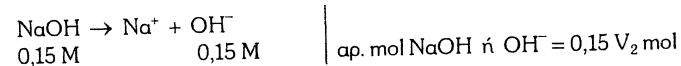
(Ισχύει $K_a / C_{\alpha\xi} < 10^{-2}$ και $K_b / C_{\beta} < 10^{-2}$)

β) Ανάμιξη με αντίδραση

Έστω V_1 L διαλύματος CH_3COOH και V_2 L διαλύματος NaOH, θα ισχύει $V_1 + V_2 = 0,14$ (1)



Εύρεση mol αρ. mol $\text{CH}_3\text{COOH} = 0,1 V_1$



Αντίδραση: Για να έχουμε ρυθμιστικό θα περισσέψει CH_3COOH :

	CH_3COOH ή CH_3COOH	+ NaOH + OH^-	$\rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ $\rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	$0,1 V_1 \text{ mol}$	$0,15 V_2 \text{ mol}$	–
Αντιδρούν – Παράγονται	$-0,15 V_2 \text{ mol}$	$-0,15 V_2 \text{ mol}$	$+0,15 V_2 \text{ mol}$
Τέλος	$0,1 V_1 - 0,15 V_2 \text{ mol}$		$0,15 V_2 \text{ mol}$

Οι συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα θα είναι:

$$\text{CH}_3\text{COOH}: C_{\alpha\xi} = \frac{0,1V_1 - 0,15V_2}{V_1 + V_2}, \quad \text{CH}_3\text{COO}^-: C_{\beta} = \frac{0,15V_2}{V_1 + V_2}$$

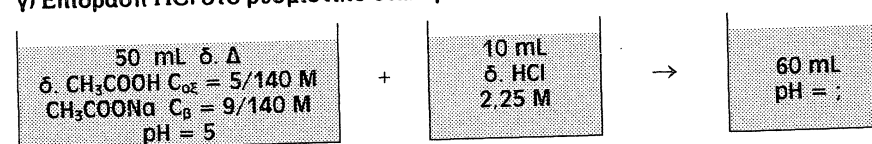
$$\text{Όπως προηγουμένως, θα έχουμε: } K_a = \frac{C_{\beta} [\text{H}_3\text{O}^+]}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{C_{\beta} \cdot 10^{-5}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow C_{\beta} = 1,8 C_{\alpha\xi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{0,15V_2}{V_1 + V_2} = 1,8 \frac{0,1V_1 - 0,15V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow 7 V_2 = 3 V_1 \quad (2)$$

$$\text{Από τις (1), (2)} \Rightarrow V_1 = 0,098 \text{ L} = 98 \text{ mL} \quad \text{και} \quad V_2 = 0,042 \text{ L} = 42 \text{ mL}$$

(Ισχύει $K_a / C_{\alpha\xi} < 10^{-2}$ και $K_b / C_{\beta} < 10^{-2}$)

γ) Επίδραση HCl στο ρυθμιστικό διάλυμα



Εύρεση mol

$$\text{Συγκέντρωση } \text{CH}_3\text{COOH} \text{ στο διάλυμα } \Delta: \frac{5}{140} \text{ M} \rightarrow \text{αρ. mol} = \frac{5 \cdot 5/140}{1000} \text{ mol} = 1,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Συγκέντρωση } \text{CH}_3\text{COO}^- \text{ στο διάλυμα } \Delta: \frac{9}{140} \text{ M} \rightarrow \text{αρ. mol} = \frac{50 \cdot 9/140}{1000} \text{ mol} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{αρ. mol HCl που προσθέτουμε} = \frac{10 \cdot 2,25}{1000} = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

	CH_3COONa ή CH_3COO^-	+ HCl + H_3O^+	$\rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$ $\rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	$3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$22,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$1,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
Αντιδρούν – Παράγονται	$-3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$-3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$+3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
Τέλος	–	$19,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$4,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Παρατηρούμε ότι το HCl εξουδετερώνει όλα τα CH_3COO^- και μάλιστα περισσεύει. Οπότε το διάλυμα παύει να είναι ρυθμιστικό και αφού αυξάνεται η $[\text{H}_3\text{O}^+]$, το pH θα ελαττωθεί.

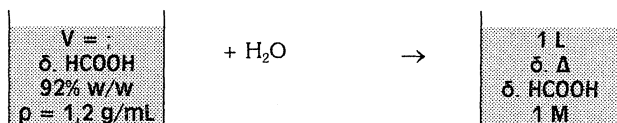
Το καινούργιο pH θα βρεθεί από το HCl που είναι ισχυρό οξύ: $\frac{19,3 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 10^{-3}} = 0,32 \text{ M}$,

$$\log 3,2 = 0,51 \quad \text{pH} = -\log 0,32 = -\log 3,2 \cdot 10^{-1} = -\log 10^{-1} + \log 3,2 = 1 - 0,51 = 0,49$$

28. Ασθενές οξύ HCOOH - Μεταβολή στο pH με αραιώση

ΜΒ HCOOH = 46

α) Αραίωση διαλύματος



2ο διάλυμα: Το 1 L διαλύματος 1 M θα περιέχει 1 mol HCOOH, δηλαδή 46 g

1ο διάλυμα:	100 g δ/τος	92 g HCOOH	V = 41,67 mL
	$\frac{100}{1,2}$ mL	92 g	
	V;	46 g	

β) $\text{pH} = 1,9 \Rightarrow \text{pH} = 1 + 0,9 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-1} + 3 \log 2 \Rightarrow$

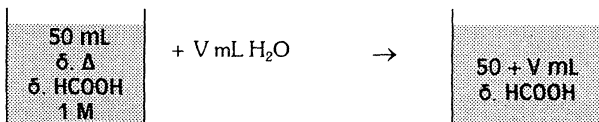
$$\Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -(\log 10^{-1} - \log 2^3) \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log \frac{0,1}{8} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0125 \text{ M}$$

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	1 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	1-x M	x M	x M

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0125 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} \Rightarrow K_a = \frac{(0,0125)^2}{1-0,0125} \Rightarrow K_a \approx 1,6 \cdot 10^{-4}$$

γ) Αραίωση διαλύματος Δ



Επειδή προσθέτουμε νερό, η συγκέντρωση θα ελαττωθεί (↓) και

από τον τύπο $K_a = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_a C}$ προκύπτει ότι η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ελαττωθεί (↓), οπότε το pH θα αυξηθεί (↑). Άρα $\text{pH}' = \text{pH} + 0,5 = 2,4$

$$\text{pH}' = 2,4 \Rightarrow \text{pH}' = 3 - 0,6 \Rightarrow \text{pH}' = -\log 10^{-3} - 2 \log 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -(\log 10^{-3} + \log 2^2) \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Για το αραιωμένο διάλυμα:

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C_2 \text{ M}$	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-y M	+y M	+y M
Χημική Ισορροπία	$C_2 - y \text{ M}$	y M	y M

$$K_a = \frac{y^2}{C_2 - y} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{y^2}{C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{1,6 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow C_2 = 0,1 \text{ M}$$

Έστω ότι προσθέτουμε V mL νερού.

$$\text{Για την αραιώση: } C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 1 \text{ M} \cdot 50 \text{ mL} = 0,1 \text{ M} (50 + V) \text{ mL} \Rightarrow V = 450 \text{ mL}$$

(Ισχύει $K_a / C < 10^{-3}$)

29. Ασθενές οξύ ACOOH - Ανάμιξη χωρίς αντίδραση ACOOH - ACOONa

Δίνεται $\log 6,25 = 0,8$

α) Υπολογισμός συγκέντρωσης ιόντων

$$\text{pH} = 3,3 = 3 + 0,3 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} + \log 2 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -(\log 10^{-3} - \log 2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log \frac{10^{-3}}{2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{ACOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ACOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	C M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	C-x M	x M	x M

$$[\text{ACOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

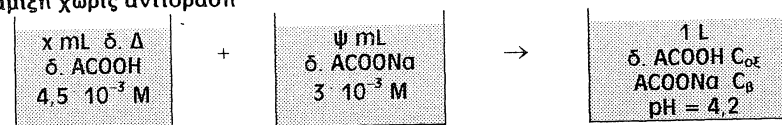
β) Υπολογισμός K_a

$$K_a = \frac{x^2}{C-x} = \frac{(5 \cdot 10^{-4})^2}{4,5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow K_a = 6,25 \cdot 10^{-5} \quad (\text{δεν αγνοούμε})$$

γ) Υπολογισμός $\text{p}K_a$

$\text{p}K_a = -\log 6,25 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \text{p}K_a = 5 - \log 6,25 = 5 - 0,8 = 4,2$ που θα είναι μικρότερο από 4,7 και μεγαλύτερο του 4. Άρα μπορεί να είναι το $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

δ) Ανάμιξη χωρίς αντίδραση



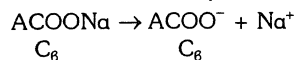
Θα ισχύει: $x + y = 1000$ (1)

Αραίωση για την κάθε ουσία ξεχωριστά

Για το ACOOH : $x \text{ mL} \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ M} = C_{\alpha\xi} \cdot 1000 \text{ mL} \Rightarrow C_{\alpha\xi} = 4,5 \cdot 10^{-6} x \text{ M}$

Για το ACOONa : $y \text{ mL} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ M} = C_{\beta} \cdot 1000 \text{ mL} \Rightarrow C_{\beta} = 3 \cdot 10^{-6} y \text{ M}$

Διάσταση – Αντίδραση ιοντισμού



Αντίδραση ιοντισμού	$\text{ACOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ACOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C_{\alpha\xi} \text{ M}$	$C_{\beta} \text{ M}$	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	– $\omega \text{ M}$	+ $\omega \text{ M}$	+ $\omega \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_{\alpha\xi} - \omega \text{ M}$	$C_{\beta} + \omega \text{ M}$	$\omega \text{ M}$

Επειδή έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα, χρησιμοποιούμε την εξίσωση Henderson–Hasselbalch, θεωρώντας $\text{pK}_a = 4,2$:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow 4,2 = 4,2 + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{\beta} = C_{\alpha\xi} \Rightarrow 4,5 \cdot 10^{-6} x = 3 \cdot 10^{-6} y \Rightarrow y = 1,5 x \quad (2)$$

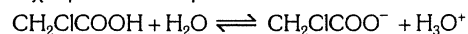
Από τις (1), (2) $\Rightarrow x = 400 \text{ mL}, y = 600 \text{ mL}$

(Χρησιμοποιούμε την εξίσωση Henderson – Hasselbalch παρότι δεν ισχύουν $K_a / C_{\alpha\xi} < 10^{-2}$ και $K_b / C_{\beta} < 10^{-2}$ επειδή θα έχουμε δύσκολες πράξεις).

30. Ασθενή οξέα CH_2ClCOOH και CH_3COOH

α) Ορισμός K_a CH_2ClCOOH

Έχουμε τον ιοντισμό:



$$K_a = \frac{[\text{CH}_2\text{ClCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_2\text{ClCOOH}]}$$

β) Εύρεση συγκεντρώσεων ιόντων – μορίων

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{CH}_2\text{ClCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_2\text{ClCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C \text{ M}$	–	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	– $x \text{ M}$	+ $x \text{ M}$	+ $x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C - x \text{ M}$	$x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M} \text{ και } [\text{OH}^-] = 10^{-12} \text{ M}$$

$$[\text{CH}_2\text{ClCOO}^-] = 10^{-2} \text{ M}$$

$$K_a = \frac{(10^{-2})^2}{C - 10^{-2}} \Rightarrow 10^{-3} = \frac{10^{-4}}{C - 10^{-2}} \Rightarrow C = 0,11 \text{ M}$$

Επειδή το K_a έχει σχετικά μεγάλη τιμή δεν αγνοούμε.

$$[\text{CH}_2\text{ClCOOH}] = C - x = 0,11 - 0,01 = 0,1$$

γ) Εύρεση μάζας του CH_2ClCOOH

$\text{MB CH}_2\text{ClCOOH} = 94,5$

Στα 1000 mL δ/τος περιέχ.	0,11 mol CH_2ClCOOH
20 mL	x ;

$$x = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot 94,5 = 208 \cdot 10^{-3} \text{ g} \Rightarrow y \approx 208 \text{ mg}$$

Σε 41,58 g περιέχ.	$208 \cdot 10^{-3} \text{ g CH}_2\text{ClCOOH}$
100 g	x ;

$$x = 0,5 \%$$

δ) Σύγκριση του CH_2ClCOOH με το CH_3COOH ως προς την ισχύ

Ισχυρότερο οξύ θα είναι το CH_2ClCOOH , επειδή έχει μεγαλύτερη K_a στην ίδια θερμοκρασία.

Αυτή η διαφορά εξηγείται με το –I επαγωγικό φαινόμενο του –Cl, συνέπεια του οποίου είναι ο δεσμός O–H στο καρβοξύλιο να εξασθενεί, άρα θα αποσπάται ευκολότερα πρωτόνιο.

31. Αραίωση σε ασθενές οξύ HCOOH και ισχυρό οξύ HCl

$$\text{pH} = 2,4 \Rightarrow \text{pH} = 3 - 0,6 \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-3} - 2 \log 2$$

$$\Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -(\log 10^{-3} + \log 2^2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

α) Σύγκριση ως προς την ισχύ του HCOOH και του HCl

Για το HCOOH : $[\text{H}_3\text{O}^+] < C_1$, άρα δεν έχουμε πλήρη ιοντισμό, δηλαδή το οξύ είναι **ασθενές**.

Για το HCl : $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_2$, άρα έχουμε πλήρη ιοντισμό, δηλαδή το οξύ είναι **ισχυρό**.

β) Εύρεση βαθμού ιοντισμού του HCOOH

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_1} \Rightarrow \alpha = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0,1} \Rightarrow \alpha = 4 \cdot 10^{-2} \text{ ή } 4\%$$

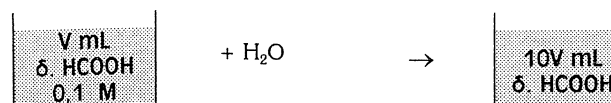
γ) Εύρεση της σταθεράς ιοντισμού

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	0,1 M	–	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	– $x \text{ M}$	+ $x \text{ M}$	+ $x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	0,2 – $x \text{ M}$	$x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{0,1} \Rightarrow K_a = 1,6 \cdot 10^{-4}$$

(Δεχόμαστε ότι ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$)

δ) Αραίωση για το HCOOH



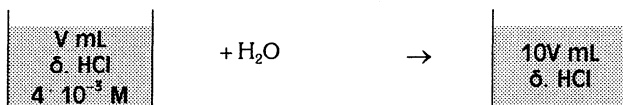
Για το HCOOH: $0,1 \cdot V = C_1' \cdot 10 \text{ V} \Rightarrow C_1' = 0,01 \text{ M}$

Μετά τον ιοντισμό: $K_a = \frac{y^2}{C_1' - y} \Rightarrow 1,6 \cdot 10^{-4} = \frac{y^2}{0,01} \Rightarrow y = \sqrt{16 \cdot 10^{-7}} \Rightarrow$

$\Rightarrow y = 4 \cdot 10^{-35} \Rightarrow \text{pH} = -\log 4 \cdot 10^{-35} \Rightarrow \text{pH} = 3,5 - \log 2^2 \Rightarrow \text{pH} = 3,5 - 2 \log 2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \text{pH} = 2,9$ (αύξηση κατά 0,5 μονάδες)

Αραίωση για το HCl



Για το HCl: $0,1 \cdot V = C_2' \cdot 10V \Rightarrow C_2' = 4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$4 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad 4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$\text{pH} = -\log 4 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \text{pH} = 4 - \log 4 \Rightarrow \text{pH} = 4 - \log 2^2 \Rightarrow \text{pH} = 4 - 2 \log 2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \text{pH} = 3,4$ (αύξηση κατά 1 μονάδα)

32. Ασθενής βάση NH₃ - Ανάμιξη με αντίδραση - Χρώμα δείκτη

α) $\text{pH} = 11,15 \Rightarrow \text{pH} = 11 + 0,15 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-11} + \log \sqrt{2} \Rightarrow$

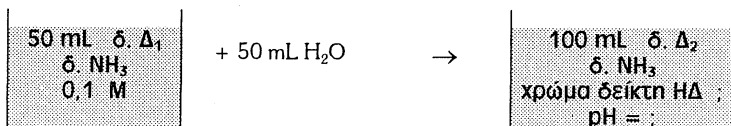
$\Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -(\log 10^{-11} - \log \sqrt{2}) \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log \frac{10^{-11}}{\sqrt{2}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-11}}{\sqrt{2}} \text{ M}$

$[\text{OH}^-] = \frac{10^{14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \text{ M}$

Η εξίσωση ιοντισμού της αμμωνίας θα είναι: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ και θα είναι ασθενής βάση, επειδή $[\text{OH}^-] < C_1$.

$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow K_b = \frac{(\sqrt{2} \cdot 10^{-3})^2}{0,1} \Rightarrow K_b = 2 \cdot 10^{-5}$ (Ισχύει $K_b / C < 10^{-2}$)

β) Αραίωση διαλύματος NH₃



Αραίωση: $0,1 \text{ M} \cdot 50 \text{ mL} = C_1' \cdot 100 \text{ mL} \Rightarrow C_1' = 0,05 \text{ M}$

Αντίδραση ιοντισμού	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
Αρχικά	0,05 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- x M	+ x M	+ x M
Χημική Ισορροπία	0,05 - x M	x M	x M

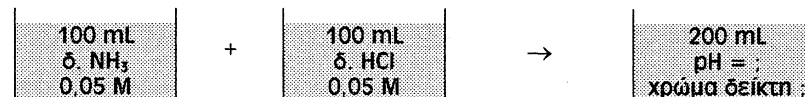
$K_b = \frac{x^2}{0,05 - x}$ και με προσέγγιση $K_b = \frac{x^2}{0,05} \Rightarrow x = 10^{-3}$ δηλαδή $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$ και $\text{pOH} = 3$,

άρα $\text{pH} = 14 - 3 = 11$

(Ισχύει $K_b / C < 10^{-2}$)

Αν προσθέσουμε σταγόνες του δείκτη ΗΔ, το διάλυμα θα χρωματιστεί **ΜΠΛΕ**.

γ) ii) Ανάμιξη με αντίδραση



Εύρεση mol

αρ. mol NH₃ = $\frac{0,05 \cdot 100}{1000} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
0,05 M 0,05 M

αρ. mol HCl ή H₃O⁺ = $\frac{100 \cdot 0,05}{1000} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Αντίδραση: γίνεται πλήρης εξουδετέρωση

	NH ₃	+ HCl	→ NH ₄ Cl
	ή NH ₃	+ H ₃ O ⁺	→ NH ₄ ⁺ + H ₂ O
Αρχικά	5 · 10 ⁻³ mol	5 · 10 ⁻³ mol	
Αντιδρούν - Παράγονται	- 5 · 10 ⁻³ mol	- 5 · 10 ⁻³ mol	+ 5 · 10 ⁻³ mol
Τέλος	-	-	5 · 10 ⁻³ mol

Εύρεση συγκέντρωσης NH₄Cl ή NH₄⁺

Στα 200 mL δ/μα περιεχ. $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol NH}_4\text{Cl}$ ή NH₄⁺
1000 mL x; $C = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,2\text{L}} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

Διάσταση - Αντίδραση ιοντισμού

$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

0,025 M 0,025 M

Το NH₄⁺ είναι ασθενές οξύ κατά Bronsted-Lowry, ενώ το Cl⁻ δεν αντιδρά με το H₂O επειδή έχει προέλθει από ισχυρό οξύ HCl.

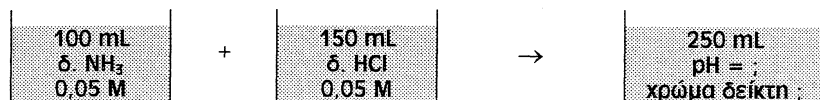
Αντίδραση ιοντισμού	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	0,025 M	-	-
Ιοντίζονται - Παράγονται	- y M	+ y M	+ y M
Χημική Ισορροπία	0,025 - y M	y M	y M

$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-5}} = 5 \cdot 10^{-10}$

$K_a = \frac{y^2}{0,025 - y}$ και με προσέγγιση $K_a = \frac{y^2}{0,025} \Rightarrow y = 3,53 \cdot 10^{-6}$ (Ισχύει $K_a / C < 10^{-2}$)

$\Rightarrow \text{pH} = -\log 3,53 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \text{pH} = 6 - \log 3,53$, το οποίο είναι μεγαλύτερο της τιμής 5, άρα το διάλυμα θα έχει χρώμα **ΜΠΛΕ**.

iii) Ανάμιξη με αντίδραση :



$$\text{αρ. mol NH}_3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol, αρ. mol HCl ή H}_3\text{O}^+ = \frac{150 \cdot 0,05}{1000} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

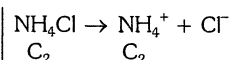
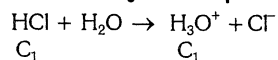
	NH ₃ + HCl → NH ₄ Cl		
	ή NH ₃ + H ₃ O ⁺ → NH ₄ ⁺ + H ₂ O		
Αρχικά	5 · 10 ⁻³ mol	7,5 · 10 ⁻³ mol	
Αντιδρούν – Παράγονται	- 5 · 10 ⁻³ mol	- 5 · 10 ⁻³ mol	+ 5 · 10 ⁻³ mol
Τέλος	-	2,5 · 10 ⁻³ mol	5 · 10 ⁻³ mol

Εύρεση συγκεντρώσεων

Στα 250 mL δ/μα περιεχ. 2,5 · 10⁻³ mol HCl και 5 · 10⁻³ mol NH₄Cl
1000 mL C₁; C₂;

$$C_1 = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{0,25} = 10^{-2} \text{ M και } C_2 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,25} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Διαστάσεις – Αντιδράσεις ιοντισμού



Το NH₄⁺ είναι ασθενές οξύ κατά Bronsted–Lowry ενώ το Cl⁻ δεν αντιδρά με το νερό επειδή έχει προέλθει από ισχυρό οξύ HCl.

Θα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος (H₃O⁺):

Αντίδραση ιοντισμού	NH ₄ ⁺ + H ₂ O ⇌ NH ₃ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	0,02 M	-	0,01 M
Ιοντίζονται – Παράγονται	- ω M	+ ω M	+ ω M
Χημική Ισορροπία	0,02 - ω M	ω M	0,01 + ω M

$$K_a = \frac{(0,01 + \omega) \omega}{0,02 - \omega} \text{ και με προσέγγιση: } K_a = \frac{0,01 \cdot \omega}{0,02} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-10} = \frac{\omega}{2} \Rightarrow \omega = 10^{-9}$$

(Ισχύει K_a / C < 10⁻²)

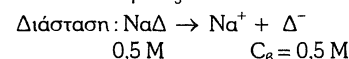
[H₃O⁺] = 0,01 + 10⁻⁹ ≈ 0,01 M ⇒ pH = 2 και το διάλυμα θα έχει χρώμα **ΚΙΤΡΙΝΟ**.

33. Σύγκριση ισχύος των ασθενών οξέων HA – HB – HA

α) Για το διάλυμα Δ₁: pH = 2 ⇒ [H₃O⁺] = 10⁻² M

$$\alpha_1 = \frac{10^{-2}}{0,1} = 0,1 \text{ ή } 10 \%$$

Για το διάλυμα Δ₃:



Αντίδραση ιοντισμού	HΔ + H ₂ O ⇌ H ₃ O ⁺ + Δ ⁻		
Αρχικά	C _δ = 0,5 M	-	C _δ = 0,5 M
Ιοντίζονται – Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	0,5 - x M	x M	0,5 + x M

$$\text{pH} = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M και } \alpha_3 = \frac{10^{-5}}{0,5} \Rightarrow \alpha_3 = 2 \cdot 10^{-5}$$

β) Για το διάλυμα Δ₂: [H₃O⁺] = α₂C₂ = 10⁻² · 0,2 ⇒ [H₃O⁺] = 2 · 10⁻³ M και pH = -log 2 · 10⁻³ ⇒

$$\Rightarrow \text{pH} = -(\log 10^{-3} + \log 2) \Rightarrow \text{pH} = 3 - \log 2 \Rightarrow \text{pH} = 2,7$$

γ) Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τα τρία οξέα με τους βαθμούς ιοντισμού, επειδή έχουμε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Θα τα συγκρίνουμε με τις σταθερές ιοντισμού.

$$\text{Για το HA: } K_1 = \alpha_1^2 C_1 = (0,1)^2 \cdot 0,1 \Rightarrow K_1 = 10^{-3} \quad (\text{Ισχύει } K_1 / C_1 < 10^{-2})$$

$$\text{Για το HB: } K_2 = \alpha_2^2 C_2 = (10^{-2})^2 \cdot 0,2 \Rightarrow K_2 = 2 \cdot 10^{-5} \quad (\text{Ισχύει } K_2 / C_2 < 10^{-2})$$

Για το HΔ που βρίσκεται στο ρυθμιστικό διάλυμα:

$$\text{pH} = \text{p}K_3 + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\delta}} \Rightarrow 5 = \text{p}K_3 + \log 1 \Rightarrow \text{p}K_3 = 5 \Rightarrow K_3 = 10^{-5}$$

(Ισχύει K₃ / C_{αδ} < 10⁻² και K₃ / C_β < 10⁻²)

Άρα η ισχύς θα είναι: **HΔ < HB < HA**

34. Δείκτες

Δίνονται log 2 = 0,3, log 4 = 0,6

α) Εύρεση χρώματος δείκτη στο διάλυμα Δ₁

$$\text{αρ. mol CH}_3\text{COOH} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ mol}$$

Στα 100 mL δ/μα περιεχ.	0,1 mol CH ₃ COOH	C = $\frac{n}{V} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 1 \text{ M}$
1000 mL	x;	

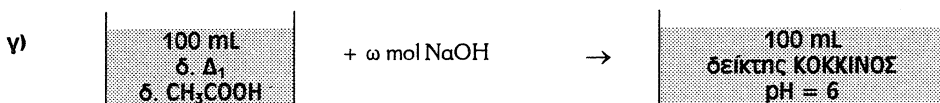
Αντίδραση ιοντισμού	CH ₃ COOH + H ₂ O ⇌ CH ₃ COO ⁻ + H ₃ O ⁺		
Αρχικά	1 M	-	-
Ιοντίζονται – Παράγονται	-x M	+x M	+x M
Χημική Ισορροπία	1 - x M	x M	x M

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} \text{ και με προσέγγιση } K_a = x^2 \Rightarrow x = 4 \cdot 10^{-3} \text{ δηλαδή } [\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 3 - \log 4 = 2,4 \quad (\text{Ισχύει } K_a / C < 10^{-2})$$

άρα pH < 4 και το χρώμα του διαλύματος Δ₁ θα είναι **ΚΙΤΡΙΝΟ**.

β) Για να αποκτήσει το διάλυμα κόκκινο χρώμα, θα πρέπει το pH να αυξηθεί. Γι' αυτό πρέπει να προσθέσουμε βάση, δηλαδή NaOH.



Ο ελάχιστος αριθμός mol NaOH που πρέπει να προσθέσουμε θα αντιστοιχεί στην ελάχιστη τιμή pH που θα αλλάξει το χρώμα του δείκτη, δηλαδή $\text{pH} = 6$.

Εύρεση mol

Έστω ότι προσθέτουμε $\omega \text{ mol NaOH}$ και $\text{ap. mol CH}_3\text{COOH} = \frac{1 \cdot 100}{1000} = 0,1 \text{ mol}$

Για να έχουμε $\text{pH} = 6$, θα πρέπει να έχουμε περίσσεια CH_3COOH στην αντίδραση μεταξύ τους και να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH και CH_3COONa ή CH_3COO^- .

Αντίδραση

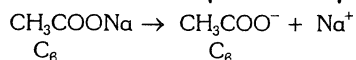
	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ ή $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$		
Αρχικά	0,1 mol	$\omega \text{ mol}$	
Αντιδρούν – Παράγονται	$-\omega \text{ mol}$	$-\omega \text{ mol}$	$+\omega \text{ mol}$
Τέλος	$0,1 - \omega \text{ mol}$	–	$\omega \text{ mol}$

Συγκεντρώσεις

Στα 100 mL δ/μα περιεχ. $0,1 - \omega \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και $\omega \text{ mol CH}_3\text{COONa}$ ή CH_3COO^-
1000 mL $C_{\alpha\xi}$; C_{β} ;

Σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH $C_{\alpha\xi} = \frac{0,1 - \omega}{0,1} \text{ M}$ και CH_3COONa $C_{\beta} = \frac{\omega}{0,1} \text{ M}$

Διάσταση – Αντίδραση Ιοντισμού



Αντίδραση ιοντισμού	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχικά	$C_{\alpha\xi} \text{ M}$	$C_{\beta} \text{ M}$	–
Ιοντίζονται – Παράγονται	$-x \text{ M}$	$+x \text{ M}$	$+x \text{ M}$
Χημική Ισορροπία	$C_{\alpha\xi} - x \text{ M}$	$C_{\beta} + x \text{ M}$	$x \text{ M}$

$$K_a = \frac{(C_{\beta} + x)x}{C_{\alpha\xi} - x} \text{ και με προσεγγίσεις } K_a = \frac{C_{\beta} \cdot x}{C_{\alpha\xi}}$$

(Ισχύει $K_a / C_{\alpha\xi} < 10^{-2}$ και $K_b / C_{\beta} < 10^{-2}$)

$$\text{pH} = 6 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-6}, \text{ δηλαδή } x = 10^{-6}$$

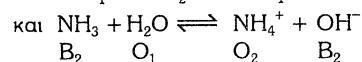
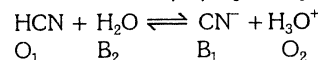
$$\text{Άρα: } 1,6 \cdot 10^{-5} = \frac{C_{\beta} \cdot 10^{-6}}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow C_{\beta} = 16 C_{\alpha\xi} \Rightarrow \frac{\omega}{0,1} = 16 \frac{0,1 - \omega}{0,1} \Rightarrow 17\omega = 1,6 \Rightarrow \omega = 0,094 \text{ mol}$$

Απαντήσεις στα Κριτήρια Αξιολόγησης

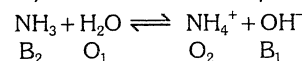
No 1 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ (15 - 20 min) ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ BRONSTED - LOWRY

1. Η αντίδραση που γίνεται είναι η β: $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
Επειδή η αντίδραση γίνεται μεταξύ αερίων, δεν θα συμβεί ιοντισμός, αλλά μόνο μεταφορά πρωτονίου από το HCl (οξύ) στην NH_3 (βάση).

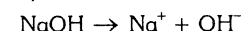
2. Σχολ. σελ. 109 Αμφολύτες κατά Bronsted – Lowry λέγονται οι ουσίες που δρουν και ως οξέα και ως βάσεις. Παράδειγμα αμφολύτη είναι το H_2O , το οποίο στον ιοντισμό ενός οξέος δρα ως βάση και στον ιοντισμό μιας βάσης δρα ως οξύ:



3. α) Κατά τη διάλυση σε νερό αέριας NH_3 , αυτή θα ιοντιστεί σύμφωνα με την εξίσωση:



β) Κατά τη διάλυση σε νερό στερεού NaOH, αυτό διστάται σύμφωνα με την εξίσωση:



Το ιόν OH^- δρα ως βάση κατά Bronsted – Lowry: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
 O_1 B_2 B_1 O_2

No 2 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ (15 - 20 min) ΒΑΘΜΟΣ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ - ΣΤΑΘΕΡΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

1. i) β, ii) α

2. $\Delta_1 : C_1 = 0,1 \text{ M}$, $\Delta_2 : C_2 = 1 \text{ M}$, $\Delta_3 : C_3 = 10^{-3} \text{ M}$, $\Delta_4 : C_4 = 0,05 \text{ M}$.

Άρα θα έχουμε: $\Delta_2 < \Delta_1 < \Delta_4 < \Delta_3$

3. Σχολ. σελ. 115–116 Για ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ: $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$
Επειδή ο ιοντισμός είναι ενδόθερμη αντίδραση, αύξηση της θερμοκρασίας θα είχε ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τα δεξιά, άρα η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα αυξηθεί και η τιμή της K_a θα αυξηθεί.

№ 3 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ (15 - 20 min)
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΙΟΝΤΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΜΟΝΟΠΡΩΤΙΚΩΝ
ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΕΩΝ

1. i) δ, ii) β
2. Σχολ. σελ. 115–116 Βαθμός ιοντισμού, Σταθερά ιοντισμού.
3. Για τον ιοντισμό της NH_3 θα έχουμε:

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$			
Αρχικά	C M		
Ιοντίζονται – Παράγονται	-x M	x M	x M
Χημική Ισορροπία	C-x M	x M	x M

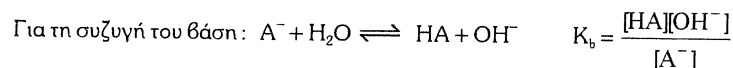
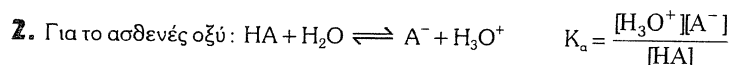
$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = x = 6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_3] = C - x \Rightarrow C = 2 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-5} \Rightarrow C = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow K_b = \frac{(6 \cdot 10^{-5})^2}{2 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

№ 4 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ (15 - 20 min)
ΡΗ, ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ K_a , K_b ΣΥΖΥΓΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΞΕΟΣ -
ΒΑΣΗΣ, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ

1. A → δ, B → β, Γ → ε, Δ → δ, E → ζ



$$K_a K_b = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-][\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{HA}][\text{A}^-]} \Rightarrow K_a K_b = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \Rightarrow K_a K_b = K_w$$

Επειδή $K_a = K_b \Rightarrow K_a^2 = K_w$ και για τους 25°C: $K_a^2 = 10^{-14} \Rightarrow K_a = K_b = 10^{-7}$

3.

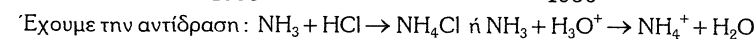
$[\text{OH}^-]$	$[\text{NH}_4^+]$	βαθμός ιοντισμού NH_3	σταθερά ιοντισμού NH_3	pH
A	M	M	Σ	A

№ 5 ΣΥΝΤΟΜΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ (15 - 20 min)
ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

1. Για να σχηματιστεί ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να βρίσκεται σε περίσσεια η NH_3 , ώστε στο τελικό διάλυμα να έχουμε $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$, δηλαδή αρ. mol HCl < αρ. mol $\text{NH}_3 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{10x \cdot 1}{1000} < \frac{40 \cdot 1}{1000} \Rightarrow 10x < 40 \Rightarrow x < 4$, άρα οι δυνατές ακέραιες τιμές είναι $x = 1, 2, 3, \dots$

2. Έστω $x = 2$

Τότε αρ. mol $\text{NH}_3 = \frac{40 \cdot 1}{1000} = 0,04 \text{ mol}$ και αρ. mol HCl = $\frac{20 \cdot 1}{1000} = 0,02 \text{ mol}$



Μετά την αντίδραση έχουμε: $\text{NH}_3 : \frac{0,02 \text{ mol}}{60 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 1/3 \text{ M} = C_\beta$

$\text{NH}_4\text{Cl} : 1/3 \text{ M} = C_{\alpha\xi}$

Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson – Hasselbalch: $\text{pK}_a = 14 - \text{pK}_b = 14 - 4,8 = 9,2$

$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \text{pH} = 9,2$

3. Κατά την αραίωση, ελαττώνονται και οι δύο συγκεντρώσεις C_β και $C_{\alpha\xi}$, αλλά ο λόγος τους παραμένει σταθερός π.χ. αν αραιώσουμε από όγκο V_1 σε όγκο V_2 :

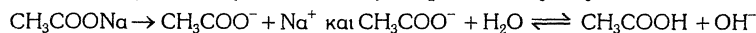
$$C_\beta \cdot V_1 = C_\beta' \cdot V_2 \Rightarrow C_\beta' = \frac{C_\beta \cdot V_1}{V_2}$$

$$\text{και } C_{\alpha\xi} \cdot V_1 = C_{\alpha\xi}' \cdot V_2 \Rightarrow C_{\alpha\xi}' = \frac{C_{\alpha\xi} \cdot V_1}{V_2}$$

$$\Rightarrow \frac{C_\beta'}{C_{\alpha\xi}'} = \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}}$$

Άρα $\text{pH}' = \text{pK}_a + \log \frac{C_\beta'}{C_{\alpha\xi}'} \Rightarrow \text{pH}' = \text{pH} = 9,2$ δηλαδή το pH παραμένει το ίδιο.

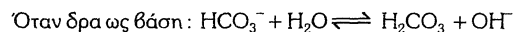
Νο 6 ΩΡΙΑΙΟ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ
ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ, ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ
ΘΕΜΑ 1ο : 1. → 8

 2. α) Σωστή. $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ και $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

 Το διάλυμα NH_4Cl θα είναι όξινο, ενώ το διάλυμα CH_3COONa βασικό.

β) Λάθος. Ο βαθμός ιοντισμού εξαρτάται και από τη συγκέντρωση του διαλύματος.

 3. $\Delta_1 < \Delta_5 < \Delta_2 < \Delta_3 < \Delta_4$
ΘΕΜΑ 2ο : Όταν δρα ως οξύ: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$

$$\text{Για τη συζυγία του βάσης } \text{CO}_3^{2-} : K_b^- = \frac{10^{-14}}{4,8 \cdot 10^{-11}} \Rightarrow K_b^- = 2,08 \cdot 10^{-4}$$



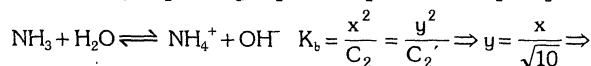
$$\text{Για το συζυγές του οξύ } \text{H}_2\text{CO}_3 : K_a^- = \frac{10^{-14}}{2,4 \cdot 10^{-8}} = 4,17 \cdot 10^{-7}$$

ΘΕΜΑ 3ο : Ίδιο pH σημαίνει ίδιο pOH, δηλαδή ίσες $[\text{OH}^-]$

 α) Για το διάλυμα Δ_1 (δNaOH): $C_1 \cdot 100 = C_1' \cdot 1000 \Rightarrow C_1' = C_1/10$

$$\rightarrow [\text{OH}^-]_2 = C_1/10 = [\text{OH}^-]_1/10$$

$$\text{και } \text{pOH}' = -\log \frac{[\text{OH}^-]_1}{10} \Rightarrow \text{pOH}' = \text{pOH} + 1 \Rightarrow \text{pH}' = \text{pH} - 1$$

 β) Για το διάλυμα Δ_2 (δNH_3): $C_2 \cdot 100 = C_2' \cdot 1000 \Rightarrow C_2' = C_2/10$


$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{[\text{OH}^-]}{\sqrt{10}} \Rightarrow \log [\text{OH}^-] = \log \frac{[\text{OH}^-]}{\sqrt{10}}$$

$$\Rightarrow -\log [\text{OH}^-] = -\log \frac{[\text{OH}^-]}{\sqrt{10}} \Rightarrow \text{pOH}' = \text{pOH} + 0,5 \Rightarrow \text{pH}' = \text{pH} - 0,5$$

 γ) Για το διάλυμα Δ_3 ($\delta \text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$):

$$\text{NH}_3 : C_3 \cdot 100 = C_3' \cdot 1000 \Rightarrow C_3' = C_3/10$$

 Όμοια για το NH_4Cl : $C_4' = C_4/10$

$$\text{Εξίσωση Henderson για το αρχικό διάλυμα } K_b = \frac{C_4 [\text{OH}^-]}{C_3}$$

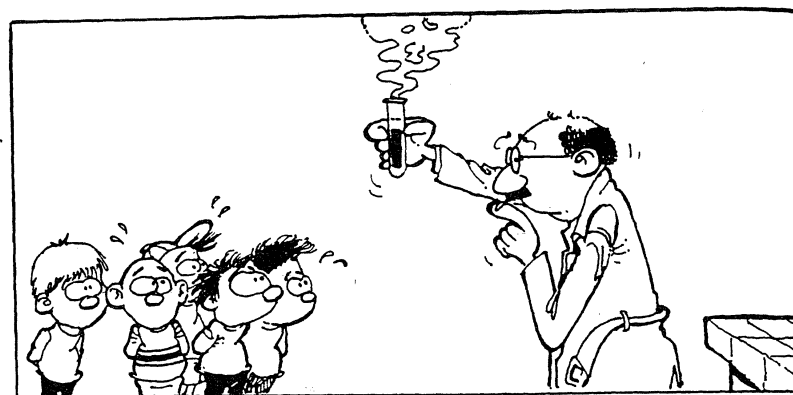
$$\text{και για το τελικό διάλυμα } K_b = \frac{C_4' [\text{OH}^-']}{C_3'} = K_b = \frac{C_4/10 [\text{OH}^-']}{C_3/10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-'] = [\text{OH}^-], \text{ δηλαδή το pH παραμένει σταθερό.}$$

 Συμπερασματικά μεγαλύτερη μεταβολή pH θα έχουμε στο διάλυμα Δ_1 , ενώ τη μικρότερη μεταβολή pH θα έχουμε στο διάλυμα Δ_3 .

ΑΤΟΜΙΚΑ ΒΑΡΗ (Α.Β.)

Αζώτο (N)	14	Λίθιο (Li)	7
Ανθρακας (C)	12	Μαγγάνιο (Mn)	55
Αντιμόνιο (Sb)	122	Μαγνήσιο (Mg)	24
Αργίλιο (Ar)	27	Μόλυβδος (Pb)	207
Αργό (Ar)	40	Νάτριο (Na)	23
Αργυρος (Ag)	108	Νέο (Ne)	20
Αρσενικό (As)	75	Νικέλιο (Ni)	59
Ασβέστιο (Ca)	40	Οξυγόνο (O)	16
Βόριο (Bo)	137	Ουράνιο (U)	238
Βισμούθιο (Bi)	209	Πυρίτιο (Si)	28
Βόριο (B)	11	Σίδηρος (Fe)	56
Βρώμιο (Br)	80	Υδράργυρος (Hg)	200
Ήλιο (He)	4	Υδρογόνο (H)	1
Θείο (S)	32	Φθόριο (F)	19
Ιώδιο (I)	127	Φωσφόρος (P)	31
Κάλιο (K)	39	Χαλκός (Cu)	63,5
Κασσίτερος (Sn)	119	Χλώριο (Cl)	35,5
Κοβάλτιο (Co)	59	Χρυσός (Au)	197
Κρυπτό (Kr)	84	Χρώμιο (Cr)	52
Λευκόχρυσος (Pt)	195	Ψευδάργυρος (Zn)	65



Η Χημεία αγαπημένα μου παιδιά ΘΕΛΕΙ πειράματα με ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ
ανάμεσα στα ΣΤΟΙΧΕΙΑ της και τις ΕΝΩΣΕΙΣ της,
αλλιώς δεν πρέπει να λέγεται Χημεία !!!