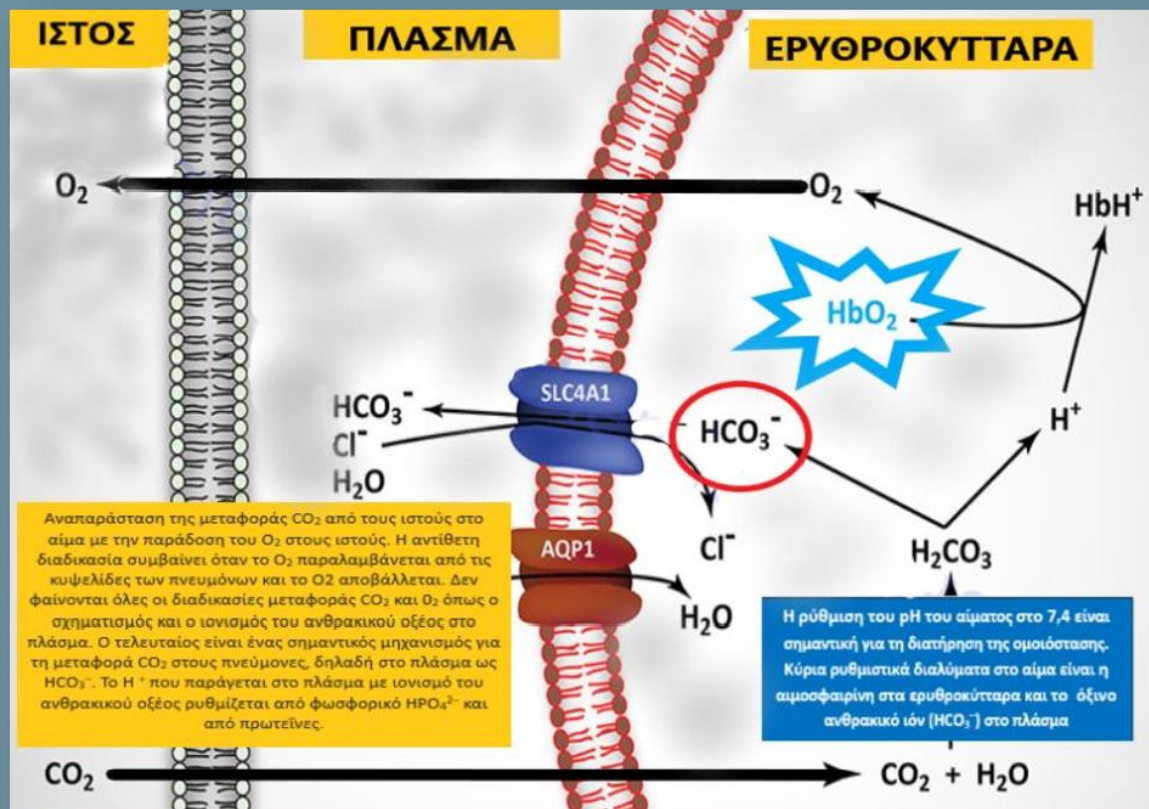




ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΦΙΛΛΕΝΙΑ ΣΙΔΕΡΗ

4

ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Στους 25⁰ C:

$$K_w = 10^{-14}$$

Σχετικές ατομικές μάζες (ατομικά βάρη):

H = 1	C=12	O=16	N=14	Fe = 56	K = 39	Zn= 65	Ca= 40	Cr = 52	I = 127	Cl=35,5
Mg=24	S= 32	Ba = 137	Na =23	Mn =55	Ti = 48	Br = 80	F = 19	Al = 27	Cu = 63,5	Pb=208
Sr=88	Ag=108	Ni =59	P=31							

Φιλλένια Σιδέρη

Θέμα 1^ο 1.1. Να συμπληρωθεί το ακόλουθο κείμενο με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή τύπο:

A. Ηλεκτρολύτες ονομάζονται οι ενώσεις που κατά την **διάλυσή τους** στο **νερό** άγουν το **ηλεκτρικό** ρεύμα. Αν ένας ηλεκτρολύτης είναι ιοντική ένωση, κατά τη διάλυσή του στο νερό καταστρέφεται το **κρυσταλλικό πλέγμα** και απελευθερώνονται τα **ιόντα** που προϋπάρχουν στον **κρύσταλλο**. Το φαινόμενο λέγεται **διάσταση** και αφορά τα **άλατα** και τα ευδιάλυτα **υδροξείδια** των **μετάλλων**. Αν ένας ηλεκτρολύτης είναι ομοιοπολική ένωση, τα **ιόντα** σχηματίζονται κατά τη διάλυση και την αντίδραση της ένωσης με το νερό λόγω των ισχυρών **δυνάμεων** που ασκούν τα **δίπολα** μόρια του **νερού**. Το φαινόμενο ονομάζεται **ιοντισμός**. Σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry, τα οξέα είναι **πρωτονιοδότες** και οι βάσεις **πρωτονιοδέκτες** και μπορούν να είναι ουδέτερα μόρια, **ανιόντα** αλάτων που παράγονται από την εξουδετέρωση **ασθενών** οξέων ή **κατιόντα** αλάτων που παράγονται από την εξουδετέρωση **ασθενών** βάσεων. Για να εκδηλωθεί ο όξινος χαρακτήρας ενός **οξέος** απαιτείται η παρουσία **βάσης** και για να εκδηλωθεί ο **βασικός** χαρακτήρας μιας βάσης απαιτείται η παρουσία ενός **οξέος**. Ένα οξύ, όταν ιοντίζεται, μετατρέπεται στην **συζυγή** του **βάση**, ενώ μια βάση μετατρέπεται στο **συζυγές** της **οξύ**. Σε κάθε συζυγές **ζεύγος** το οξύ διαφέρει από τη βάση κατά ένα **πρωτόνιο**. Οι ενώσεις που άλλοτε συμπεριφέρονται σαν οξέα και άλλοτε σαν βάσεις ονομάζονται **αμφιπρωτικές**. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας ένωσης είναι το **νερό**. Για παράδειγμα στην αντίδραση: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, το νερό λειτουργεί ως **βάση**, ενώ στην αντίδραση: $\text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{OH}^-$, το νερό λειτουργεί ως **οξύ**. Αμφιπρωτικές ουσίες είναι και τα **όξινα** ιόντα των αλάτων των **πολυπρωτικών** οξέων, εκτός από το HSO_4^- , γιατί προέρχεται από το ισχυρό H_2SO_4 . Για παράδειγμα το HCO_3^- , το οποίο ρυθμίζει το pH του αίματος αντιδρά με τα ιόντα H_3O^+ , σύμφωνα με την χημική εξίσωση: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, και με τα ιόντα OH^- , σύμφωνα με την χημική εξίσωση: $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$.

Πρωτολυτικές ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες γίνεται μεταφορά **πρωτονίου** από το **οξύ** στην **βάση**, με αποτέλεσμα τη δημιουργία της συζυγούς **βάσης** και **οξέος** αντίστοιχα. Γενικά, μια πρωτολυτική αντίδραση περιγράφεται από το σχήμα: **οξύ** + **βάση** $\rightleftharpoons$ **ν.βάση** + **ν.οξύ** και είναι μετατοπισμένη δεξιά όταν σχηματίζεται το **ασθενέστερο** οξύ και η **ασθενέστερη** βάση. Σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry, ένα οξύ είναι τόσο πιο ισχυρό όσο **μεγαλύτερη τάση** έχει να αποδίδει **πρωτόνια**.

Η σύγκριση της ισχύος δύο ηλεκτρολυτών μπορεί να γίνει μέσω της **σταθεράς** και του **βαθμού** ιοντισμού, με την προϋπόθεση να βρίσκονται στον ίδιο **διαλύτη** και να έχουν την ίδια **θερμοκρασία**. Ειδικά για τη σύγκριση της ισχύος μέσω του βαθμού **ιοντισμού** τα διαλύματα πρέπει να έχουν την ίδια αρχική **συγκέντρωση** και να μην υπάρχει **επίδραση κοινού ιόντος**. Επειδή οι ιοντισμοί είναι **ενδόθερμοι**, η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την **αύξηση** του **ιοντισμού** του ηλεκτρολύτη.

Όσο μεγαλύτερη τιμή έχει η σταθερά ιοντισμού ενός οξέος, τόσο πιο **ισχυρό** είναι το οξύ και τόσο πιο **ασθενής** είναι η συζυγής του βάση. Οι σταθερές ιοντισμού ενός συζυγούς ζεύγους συνδέονται με τη σχέση $K_a = \frac{K_w}{K_b}$ ή $pK_w = pK_a + pK_b$

Φιλλένια Σιδέρη

Ο νόμος **αραιώσης** Ostwald καθορίζει την εξάρτηση του βαθμού **ιοντισμού** από την **συγκέντρωση**. Η αύξηση της συγκέντρωσης έχει ως αποτέλεσμα την **ελάττωση** του **βαθμού** ιοντισμού, όπως φαίνεται από τον προσεγγιστικό τύπο $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$, ο οποίος ισχύει αν $\alpha \leq 0,1$ ή $\frac{K_a}{c} \leq 10^{-2}$. Αν εκατονταπλασιάσουμε τον όγκο ενός διαλύματος ασθενούς οξέος, με προσθήκη νερού, ο βαθμός ιοντισμού του θα **δεκαπλασιαστεί** και το pH του διαλύματος θα **αυξηθεί** κατά **1 μονάδα**.

B. Η επίδραση κοινού ιόντος έχει ως αποτέλεσμα την **μετατόπιση** της ισορροπίας των **ασθενών** ηλεκτρολυτών προς τα **αριστερά**, βάσει της αρχής **Le Chatelier**, ενώ δεν επηρεάζει τον ιοντισμό των **ισχυρών** ηλεκτρολυτών. Για τους ασθενείς ηλεκτρολύτες η επίδραση κοινού ιόντος έχει ως αποτέλεσμα την **ελάττωση** του βαθμού ιοντισμού. Για παράδειγμα, η προσθήκη ισχυρού HNO_3 σε διάλυμα HCN , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, έχει ως αποτέλεσμα την **ελάττωση** του βαθμού ιοντισμού και την **ελάττωση** του pH του διαλύματος, επειδή **αυξάνεται** η συγκέντρωση των H_3O^+ . Επίσης, η προσθήκη στερεού KCN στο διάλυμα του HCN οδηγεί την ισορροπία **αριστερά**, επειδή **αυξάνεται** η συγκέντρωση των ιόντων CN^- του διαλύματος. Σ' αυτή την περίπτωση το pH του διαλύματος **αυξάνεται** γιατί η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται. Επίδραση κοινού ιόντος έχουμε σε διαλύματα που περιέχουν:

- 1) Ασθενές – Ισχυρό οξύ, 2) Ασθενή – Ισχυρή βάση,
3) Δύο ή περισσότερα ασθενή οξέα, 4) Δύο ή περισσότερες ασθενείς βάσεις,
5) ασθενές οξύ ή ασθενή βάση και άλας τους 6) πολυπρωτικούς ηλεκτρολύτες

Μπορούμε να περιορίσουμε τον ιοντισμό της CH_3NH_2 (μεθυλαμίνης) με προσθήκη στο διάλυμα μικρής ποσότητας NaOH ή $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$. Αν, όμως, θέλουμε ταυτόχρονα να μειωθεί το pH του διαλύματός της, πρέπει να προσθέσουμε $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$.

Γ. Ρυθμιστικά ονομάζονται τα διαλύματα που έχουν την ιδιότητα να διατηρούν το pH τους **πρακτικά σταθερό** στις προσθήκες **μικρών** αλλά υπολογίσιμων **ποσοτήτων ισχυρών οξέων ή βάσεων** και στις **αραιώσεις** εντός ορισμένων ορίων. Τα ρυθμιστικά διαλύματα περιέχουν ένα **συζυγές ζεύγος οξέος - βάσης** της μορφής **HA-A⁻**.

Ένα διάλυμα που περιέχει ένα συζυγές ζεύγος ασθενών ηλεκτρολυτών, είναι ρυθμιστικό, όταν **ισχύουν** οι **προσεγγίσεις** και οι **συγκεντρώσεις** των συζυγών μορφών είναι **παραπλήσιες**. Ένα ρυθμιστικό διάλυμα μπορεί να παρασκευαστεί με απευθείας **ανάμειξη** διαλύματος **ασθενούς ηλεκτρολύτη** με διάλυμα **άλατός του**, όπως για παράδειγμα ανάμειξη διαλύματος HCOOH με διάλυμα HCOONa . Το HCOONa είναι άλας και **δίδεται**, παράγοντας HCOO^- , που είναι η συζυγής **βάση** του HCOOH ή ανάμειξη διαλύματος NH_3 με διάλυμα NH_4Cl . Το NH_4Cl είναι **άλας** και **δίδεται** πλήρως, παράγοντας NH_4^+ , που είναι το **συζυγές οξύ** της NH_3 .

Επίσης μπορεί να παρασκευαστεί ρυθμιστικό διάλυμα με ανάμειξη περισσειας διαλύματος **ασθενούς οξέος** με διάλυμα ισχυρής βάσης ή περισσειας διαλύματος **ασθενούς βάσης** με διάλυμα ισχυρού οξέος, ώστε να επέλθει μερική εξουδετέρωση του **ασθενούς** ηλεκτρολύτη από τον **ισχυρό**. Για παράδειγμα ανάμειξη περισσειας διαλύματος HCOOH με NaOH . Το οξύ και η βάση **αντιδρούν**, σύμφωνα με την εξίσωση

Φιλλένια Σιδέρη

$\text{HCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$, και, επειδή έχουμε περίσσεια οξέος, στο τέλος στο διάλυμα έχουμε το συζυγές ζεύγος HCOOH-HCOO^- .

Επίσης μπορεί να παρασκευαστεί το ίδιο ρυθμιστικό διάλυμα με ανάμειξη περίσσειας διαλύματος HCOONa με HCl , διότι αντιδρούν, σύμφωνα με την εξίσωση

$\text{HCOO}^- + \text{HCl} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{Cl}^-$, και επειδή έχουμε περίσσεια βάσης, στο τέλος στο διάλυμα έχουμε το συζυγές ζεύγος HCOOH-HCOO^- .

Ο υπολογισμός του pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος δίνεται από την εξίσωση **Henderson-Hasselbalch** και είναι απλή εφαρμογή της επίδρασης του κοινού ιόντος.

Έστω ένα ρυθμιστικό διάλυμα που αποτελείται από ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA , με συγκέντρωση $c_{\text{οξέος}}$, και τη συζυγή του βάση A^- , με συγκέντρωση $c_{\text{βάσης}}$.

Η ισορροπία που θα αποκατασταθεί περιγράφεται στον ακόλουθο πίνακα:

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Αρχ.	$c_{\text{οξέος}}$	$c_{\text{βάσης}}$	
I/Π	$-x$	x	x
I.I.	$c_{\text{οξέος}} - x$	$c_{\text{βάσης}} + x$	x

• Αν το οξύ είναι αρκετά ασθενές, ώστε: $K_a/c_{\text{οξέος}} \leq 0,01$, μπορούμε να θεωρήσουμε τον ιοντισμό του οξέος αμελητέο και να πάρουμε προσέγγιση ότι $c_{\text{οξέος}} - x \approx c_{\text{οξέος}}$.

Αν οι συγκεντρώσεις των συζυγών μορφών είναι παραπλήσιες, τότε και $c_{\text{βάσης}} + x \approx c_{\text{βάσης}}$, οπότε με εφαρμογή του νόμου ισορροπίας:

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{c_{\text{οξέος}}}{c_{\text{βάσης}}} \rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log K_a - \log \frac{c_{\text{οξέος}}}{c_{\text{βάσης}}}$$

$$\rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}}$$

Τα ρυθμιστικά διαλύματα διατηρούν το pH τους πρακτικά σταθερό στις αραιώσεις, γιατί οι συγκεντρώσεις των συζυγών μορφών μεταβάλλονται στο ίδιο ποσοστό και ο λόγος τους μένει σταθερός, με την προϋπόθεση ότι κατά την αραιώση ισχύουν οι προσεγγίσεις, δηλαδή το διάλυμα παραμένει ρυθμιστικό.

Τα ρυθμιστικά διαλύματα διατηρούν το pH τους πρακτικά σταθερό στις προσθήκες μικρών ποσοτήτων ισχυρών οξέων ή βάσεων.

Επειδή το ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει τις δύο συζυγείς μορφές, η μία από τις δύο αντιδρά οπωσδήποτε με τον ισχυρό ηλεκτρολύτη. Αν αντιδράσει πλήρως ο ισχυρός ηλεκτρολύτης, το διάλυμα παραμένει ρυθμιστικό και η μεταβολή του pH είναι μικρή.

Για παράδειγμα, με προσθήκη σε ρυθμιστικό διάλυμα HA/A^- , με $[\text{HA}] = c_{\text{οξέος}}$ και $[\text{A}^-] = c_{\text{βάσης}}$, το οποίο έχει αρχική τιμή $\text{pH}_1 = \text{p}K_a + \log(c_{\text{βάσης}}/c_{\text{οξέος}})$, μικρής ποσότητας KOH , με $\eta_{\text{ισχυρού}} < \eta_{\text{οξέος}}$, το KOH θα αντιδράσει πλήρως με το HA σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{HA} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{A}^- + \text{H}_2\text{O}$ και το διάλυμα θα μείνει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}_2 = \text{p}K_a + \log c_{\text{βάσης}}' / c_{\text{οξέος}}'$ και θα παρατηρηθεί μικρή αύξηση της τιμής του pH.

Φιλλένια Σιδέρη

Αν προσθέσουμε ισχυρό οξύ, για παράδειγμα HCl, με $n_{\text{HCl}} < n_{\text{A}^-}$, θα αντιδράσει πλήρως με το A^- σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{A}^- + \text{HCl} \rightarrow \text{HA} + \text{Cl}^-$ και θα παρατηρηθεί μικρή **ελάττωση** της τιμής του pH.

Ρυθμιστική ικανότητα ενός ρυθμιστικού διαλύματος ονομάζεται η ικανότητά του να **αντιστέκεται** στη **μεταβολή** του pH του, όταν προστεθεί **ισχυρό οξύ** ή **βάση** και στις **αραιώσεις**. Η ρυθμιστική ικανότητα ενός ρυθμιστικού διαλύματος αυξάνεται όταν

$C_{\text{οξέος}} = C_{\text{βάσης}}$ και όσο **μεγαλύτερες** είναι οι αριθμητικές τιμές των **συγκεντρώσεων** των **συζυγών μορφών**, γιατί μπορούν να αντιδράσουν με **μεγαλύτερες ποσότητες** ισχυρών ηλεκτρολυτών.

Ένα διάλυμα Δ1, HCl c M, έχει pH = 1. Η c = **0,1M**. Ένα διάλυμα CH_3NH_2 c' M με $K_b = 10^{-4}$ έχει pH = 11,5. Η c' = **0,1M**. Αναμειγνύουμε τα δύο διαλύματα με αναλογία όγκων ½. Το διάλυμα Δ3 που προκύπτει είναι **ρυθμιστικό** και το pH του υπολογίζεται από την εξίσωση **Henderson-Hasselbalch** που περιγράφεται από τον τύπο:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}}$$
 και είναι ίσο με **10**, γιατί οι συγκεντρώσεις των συζυγών μορφών είναι **ίσες**.

Αν το Δ3 αραιωθεί στο δεκαπλάσιο του όγκου του, το pH του θα γίνει **10**, ενώ αν προστεθεί μικρή ποσότητα HCl θα γίνει λίγο **μικρότερο** από **10**. Το διάλυμα Δ3 μπορούμε να το παρασκευάσουμε και με ανάμειξη διαλύματος CH_3NH_2 με διάλυμα $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{X}$ ή με μερική αντίδραση περίσσειας $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{X}$ από KOH (NaOH),

Δ. Οι πρωτολυτικοί δείκτες είναι **ασθενή οργανικά** οξέα ή βάσεις των οποίων τα μη ιοντισμένα μόρια απορροφούν **διαφορετικές** συχνότητες του **ορατού** φάσματος από τα ιόντα τους και έχουν την ιδιότητα να **μεταβάλλουν** το χρώμα του διαλύματος τους μέσα σε καθορισμένα όρια του pH, εξαιτίας της **μετατόπισης** της **ισορροπίας** τους προς μια κατεύθυνση. Η περιοχή της κλίμακας pH στην οποία γίνεται η αλλαγή του **χρώματος** του δείκτη εξαρτάται από την **σταθερά ιοντισμού του** ($\text{p}K_{\text{HΔ}}$). Επειδή, κατά κανόνα, για να γίνει αντιληπτή η χρωματική αλλαγή από το ανθρώπινο μάτι πρέπει ο λόγος των συζυγών μορφών να είναι **10**, η αλλαγή του χρώματος του δείκτη γίνεται σε μια περιοχή **2** μονάδων της κλίμακας pH, δηλαδή **1** μονάδα εκατέρωθεν του $\text{p}K_{\text{HΔ}}$.

Ο δείκτης πράσινο της βρομοκρεσόλης εμφανίζει $\text{p}K_{\text{a,HΔ}} = 4,7$, και το όξινο χρώμα της είναι κίτρινο ενώ το βασικό της μπλε. Στους 25° C, σε διάλυμα HCl 1 M το χρώμα της είναι **κίτρινο**, σε διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,01 M με $K_a = 10^{-6}$ το χρώμα της είναι **πράσινο**, ενώ σε διάλυμα NaCl 1 M το χρώμα της είναι **μπλε**.

Η διπλανή φωτογραφία δείχνει τις περιοχές αλλαγής χρώματος του δείκτη μπλε της θυμόλης.

Στα ακόλουθα διαλύματα έχουν προστεθεί σταγόνες του δείκτη μπλε της θυμόλης:

1) Σε διάλυμα HCl 0,1 M το χρώμα είναι **κόκκινο**.

2) Σε διάλυμα CH_3COOH 0,01 M ($K_a = 10^{-5}$) το χρώμα είναι **κίτρινο**.



Φιλλένια Σιδέρη

- 3) Σε διάλυμα NaCl 1 M το χρώμα είναι **κίτρινο**.
 4) Σε διάλυμα NH₃ 1 M ($K_b = 10^{-5}$) το χρώμα είναι **μπλε**.
 5) Σε διάλυμα NH₄Cl 1 M το χρώμα είναι **κίτρινο**.
 6) Σε διάλυμα CH₃COOK 4 M το χρώμα είναι **μπλε**.

Ε. Στα τετράγωνα του ακόλουθου πλέγματος δίνονται τα υδατικά διαλύματα ορισμένων ουσιών, τα οποία έχουν όλα την ίδια συγκέντρωση 0,1 M. Να παρατηρήσετε τα τετράγωνα και στη συνέχεια να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα τετράγωνα όσες φορές απαιτείται:

Δ1. HCl	Δ2. CH ₃ COOH	Δ3. H ₂ SO ₄	Δ4. CH ₃ COONa
Δ5. NaCl	Δ6. HCOONa	Δ7. NH ₄ Cl	Δ8. NaOH
Δ9. CH ₃ OH	Δ10. HCOOH-HCOONa	Δ11. Ba(OH) ₂	

1. pH μικρότερο του 7 στους 25°C θα έχουν τα διαλύματα: **Δ1-Δ2-Δ3-Δ7-Δ10**
2. pH μεγαλύτερο του 7 στους 25°C θα έχουν τα διαλύματα: **Δ4-Δ6-Δ8-Δ11**
3. pH ίσο με 7 στους 25°C θα έχουν τα διαλύματα: **Δ5-Δ9**
4. τη μικρότερη τιμή pH και την μεγαλύτερη τιμή pH από τα όξινα διαλύματα θα έχουν αντίστοιχα: **Δ3-Δ10**.
5. τη μικρότερη τιμή pH και την μεγαλύτερη τιμή pH από τα αλκαλικά διαλύματα θα έχουν αντίστοιχα: **Δ6-Δ11**.
6. με αραιώση στο διπλάσιο του όγκου τους δεν μεταβάλλεται το pH των διαλυμάτων: **Δ5-Δ9-Δ10**.
7. με αραιώση στο εκατονταπλάσιο του όγκου τους αυξάνεται κατά μία μονάδα το pH των διαλυμάτων: **Δ2-Δ7**.
8. με αραιώση στο εκατονταπλάσιο του όγκου τους ελαττώνεται κατά δύο μονάδες το pH των διαλυμάτων: **Δ8-Δ11**.
9. Με προσθήκη μικρής ποσότητας της ουσίας του διαλύματος Δ1 στο Δ2 χωρίς μεταβολή του όγκου, το pH του Δ2 **ελαττώνεται**, ο βαθμός ιοντισμού του CH₃COOH **ελαττώνεται**, η [CH₃COO⁻] **ελαττώνεται** και η K_{a,CH_3COOH} **μένει σταθερή**.
10. Με ανάμειξη των διαλυμάτων Δ2 και Δ4 σε αναλογία 1/1, η [CH₃COO⁻] θα **αυξηθεί**, η [H₃O⁺] θα **ελαττωθεί** και το pH θα υπολογίζεται από τον τύπο: **$pH = pK_a$** , γιατί το διάλυμα Δ12 που παρασκευάζεται είναι **ρυθμιστικό**. Το Δ12 μπορεί επίσης να παρασκευαστεί με ανάμειξη με αναλογία όγκων ½ αντίστοιχα των διαλυμάτων **Δ8-Δ2** ή των διαλυμάτων **Δ1-Δ4**.
11. Ρυθμιστικό επίσης διάλυμα μπορεί να παρασκευαστεί με ανάμειξη του Δ11 με το Δ7, αν $V_{11} < \frac{1}{2} V_7$.

Φιλλένια Σιδέρη

Θέμα 2°

A. Να αντιστοιχίσετε τα διαλύματα της στήλης Α με τις τιμές των $[\text{OH}^-]$ της στήλης Β και να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

1. -Το NaOH είναι ισχυρός μονοπρωτικός ηλεκτρολύτης και διίσταται πλήρως, οπότε η συγκέντρωση των OH^- του διαλύματός του είναι ίση με τη συγκέντρωσή του.

	A	B: $[\text{OH}^-]$	
1	$\text{NH}_3 \text{ c M}$	$1,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$	A1-B5
2	$\text{NH}_3 \text{ c M}-\text{NH}_4\text{Cl c M}$	0,101 M	A2-B1
3	NaOH c M	$4,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	A3-B4
4	$\text{NH}_3 \text{ 2c M}$	0,100 M	A4-B6
5	$\text{NH}_3 \text{ c M}-\text{NaOH c M}$	$1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	A5-B2
6	$(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2 \text{ 2c M}$	$1,4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	A6-B3

2. -Επίσης, στο διάλυμα A5 η συγκέντρωση των OH^- του διαλύματός είναι περίπου ίση με τη συγκέντρωση του NaOH, γιατί η NH_3 είναι ασθενής ηλεκτρολύτης και η $[\text{OH}^-]$ καθορίζεται από τον ισχυρό ηλεκτρολύτη.

3. -Μεταξύ των διαλυμάτων A1 και A4 τη μεγαλύτερη συγκέντρωση των OH^- έχει το A4, γιατί έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε NH_3 , αλλά μεταξύ A4 και A6, μεγαλύτερη συγκέντρωση OH^- έχει το A6, γιατί ενώ έχουν ίδια συγκέντρωση η αμίνη είναι πιο ισχυρός ηλεκτρολύτης λόγω του +I επαγωγικού φαινομένου του αλκυλίου.

4. -Το διάλυμα A2 έχει μικρότερη συγκέντρωση OH^- από το A₁, γιατί έχει ίδια συγκέντρωση σε NH_3 , αλλά περιέχει και NH_4Cl , οπότε περιορίζεται ο ιοντισμός της NH_3 λόγω της Ε.Κ.Ι.

B. Να αντιστοιχίσετε τα διαλύματα της στήλης Α με τις τιμές των συγκεντρώσεων του RCOO^- της στήλης Β και τις τιμές pH της στήλης Γ.

	A	B: $[\text{RCOO}^-]$	Γ: pH	
1	RCOOH c M	0,0	0,0	A1-B2-Γ3
2	$\text{RCOOH c M}-\text{RCOONa c M}$	$3,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	2,0	A2-B3-Γ4
3	$\text{RCOOH c M}-\text{HCl c M}$	1,0 M	2,5	A3-B5-Γ1
4	HCOOH c M	$1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$	5,0	A4-B1-Γ2
5	RCOOH c/10 M	$1,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$	3,0	A5-B4-Γ5

Να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

• Μεταξύ των διαλυμάτων A1 και A5, το A5 έχει τη μικρότερη συγκέντρωση και επομένως τη μικρότερη συγκέντρωση CH_3COO^- και H_3O^+ . Επειδή έχει τη μικρότερη $[\text{H}_3\text{O}^+]$, το A4 έχει τη μεγαλύτερη τιμή pH. Μεταξύ των A1 και A4 το HCOOH είναι πιο ισχυρό, γιατί το -R έχει +I επαγωγικό φαινόμενο, επομένως έχει την μικρότερη τιμή pH.

• Μεταξύ των διαλυμάτων A1 και A2, το A2 έχει τη μικρότερη συγκέντρωση H_3O^+ , δηλαδή τη μεγαλύτερη τιμή pH και τη μεγαλύτερη συγκέντρωση CH_3COO^- , λόγω επίδρασης κοινού ιόντος.

Φιλλένια Σιδέρη

• Μεταξύ των διαλυμάτων Α1 και Α3, το Α3 έχει τη μικρότερη συγκέντρωση CH_3COO^- και τη μεγαλύτερη $[\text{H}_3\text{O}^+]$, δηλαδή τη μικρότερη τιμή pH, λόγω επίδρασης κοινού ιόντος με το ισχυρό HCl.

Γ. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλέξετε τη σωστή ή τις σωστές απαντήσεις.

1. Από τις ακόλουθες ουσίες η συζυγής βάση της NH_3 είναι:

A. NH_3

B. $-\text{NH}_2^-$

Γ. $-\text{OH}$

Δ. RNH_3^+

2. Το συζυγές οξύ του H_2O είναι:

A. RNH_3^+

B. H_2O

Γ. H_3O^+

Δ. $-\text{OH}$

3. Ποια από τις μορφές του αμινοξέος γλυκίνη δεν μπορεί να λειτουργήσει ως βάση;

A. $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

B. $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COO}^- \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

Γ. $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$

Δ. $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COO}^- \\ | \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$

4. Από τα ακόλουθα ιόντα είναι αμφιπρωτικά σε υδατικό διάλυμα τα:

A. HS^-

B. OH^-

Γ. H_3O^+

Δ. CN^-

E. HPO_4^{2-}

5. Ποιο από τα παρακάτω ζεύγη είναι συζυγές:

A. $\text{OH}^- - \text{H}_3\text{O}^+$

B. $\text{H}_2\text{S} - \text{S}^{2-}$

Γ. $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ - \text{CH}_3\text{NH}^-$

Δ. $\text{HS}^- - \text{S}^{2-}$

6. Σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted - Lowry, όταν αντιδρούν οξύ με βάση παράγονται:

A. κατιόντα H^+ και ανιόντα OH^-

B. άλας και νερό

Γ. νέα βάση και νέο οξύ

Δ. κανένα από τα παραπάνω

7. Από τις χημικές εξισώσεις: $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$ και $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$, προκύπτει ότι το HS^- είναι:

A. οξύ

B. βάση

Γ. πρωτονιοδότης

Δ. αμφιπρωτική ουσία

8. Ο βαθμός ιοντισμού ενός πολύ ασθενούς ηλεκτρολύτη, για τον οποίο $K_a/c \leq 10^{-2}$;

A. υποδιπλασιάζεται όταν η συγκέντρωσή του τετραπλασιάζεται

B. υποδιπλασιάζεται όταν η συγκέντρωσή του διπλασιάζεται

Γ. διπλασιάζεται όταν η συγκέντρωσή του διπλασιάζεται

Δ. μένει σταθερός όταν διπλασιάζεται η συγκέντρωση

9. Το pH ενός διαλύματος ασθενούς βάσης 0,01 M στους 25°C είναι:

A. μεγαλύτερο του 12

B. μικρότερο του 12

Γ. 12

Δ. 14

10. Το pH ενός διαλύματος CH_3COOK 1 M στους 25°C είναι:

A. μεγαλύτερο του 7

B. μικρότερο του 7

Γ. 7

Δ. 14

Φιλλένια Σιδέρη

11. Κατά τη διάλυση ενός άλατος στο H_2O προκύπτει όξινο διάλυμα. Το άλας μπορεί να είναι το:

A. KCl

B. NaCN

Γ. CH_3NH_3Cl Δ. CH_3ONa

12. Ο βαθμός ιοντισμού ενός οξέος HA είναι διπλάσιος του βαθμού ιοντισμού ενός οξέος HB, στην ίδια θερμοκρασία. Επομένως η A^- είναι:

A. ασθενέστερη βάση από τη B^- B. ισχυρότερη βάση από τη B^- Γ. ίσης ισχύος με τη B^-

Δ. ασθενέστερη βάση από τη B^- , αν έχουν την ίδια συγκέντρωση

13. Σε ένα υδατικό διάλυμα KNO_3 ισχύει ότι:

A. $[OH^-] = 0 \text{ M}$ B. $[H_3O^+] = 0 \text{ M}$ Γ. $pH = pOH$ Δ. $pH = 7$

14. Τα παρακάτω υδατικά διαλύματα έχουν όλα την ίδια συγκέντρωση στην ίδια θερμοκρασία. Τη μικρότερη τιμή pH έχει το διάλυμα του:

A. HBrO

B. KClO

Γ. $HClO_4$ Δ. NH_3

15. Τα παρακάτω υδατικά διαλύματα έχουν όλα την ίδια συγκέντρωση στην ίδια θερμοκρασία. Το υδατικό διάλυμα που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή pH είναι το:

A. KOH

B. NaF

Γ. $Ba(OH)_2$ Δ. CH_3NH_2

16. Από τις παρακάτω προτάσεις ισχύει όταν υδατικό διάλυμα NH_3 αραιώνεται με νερό σε σταθερή θερμοκρασία:

A. Η τιμή της σταθεράς K_b μειώνεται και ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 αυξάνεταιB. Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 και το pH του διαλύματος αυξάνονται

Γ. Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 αυξάνεται και το pH του διαλύματος μειώνεται

Δ. Η συγκέντρωση της NH_3 ελαττώνεται και βαθμός ιοντισμού της NH_3 ελαττώνεται

16. Με προσθήκη H_2O δεν μεταβάλλεται το pH υδατικού διαλύματος:

A. CH_3COOH B. NH_4Cl

Γ. NaCl

Δ. CH_3NH_2

17. Από τα παρακάτω διαλύματα οξέων που έχουν την ίδια συγκέντρωση σε $\theta = 25^\circ C$ έχει τη μικρότερη τιμή pH:

A. $HCOOH$ B. CH_3COOH Γ. $ClCH_2COOH$ Δ. $Cl_2CHCOOH$

18. Ένα διάλυμα $Ba(OH)_2$ 0,05 M έχει τιμή pH στους $25^\circ C$:

A. 1,3

B. 12,7

Γ. 13,0

Δ. 12,0

19. Κατά την αραιώση ενός διαλύματος HCl 0,1 M με πάρα πολύ μεγάλη ποσότητα H_2O , το pH του αραιωμένου διαλύματος, σε $\theta = 25^\circ C$, τείνει στην τιμή:

A. 7

B. 0

Γ. 14

Δ. 2

20. Το pH ενός διαλύματος NaOH 10^{-8} M σε $\theta = 25^\circ C$ μπορεί να είναι:

A. 8,00

B. 6,00

Γ. 7,00

Δ. 7,05

21. Σε θερμοκρασία $37^\circ C$ η K_w έχει τιμή:

Φιλλένια Σιδέρη

Α. 10^{-14} Β. μικρότερη του 10^{-14} Γ. μεγαλύτερη του 10^{-14} Δ. μεγαλύτερη ή μικρότερη του 10^{-14}

22. Για να περιορίσουμε τον ιοντισμό της NH_3 σε διάλυμά της και ταυτόχρονα να αυξηθεί το pH του διαλύματος, μπορούμε να προσθέσουμε:

Α. KOH Β. H_2O Γ. KCl Δ. NH_4Br

23. Για να περιορίσουμε τον ιοντισμό του HCOOH , χωρίς όμως να μειωθεί το pH του διαλύματος, πρέπει να προσθέσουμε:

Α. KOH Β. H_2O Γ. HCOONa Δ. NaCl

24. Κατά την προσθήκη διαλύματος NaCl σε διάλυμα HCl , η $[\text{Cl}^-]$ του διαλύματος:

Α. αυξάνεται

Β. μειώνεται

Γ. δε μεταβάλλεται

Δ. δεν επαρκούν τα δεδομένα για να απαντήσουμε

25. Σε διάλυμα ασθενούς οξέος HA προστίθεται μία από τις ακόλουθες ουσίες και μειώνονται το pH του διαλύματος και η $[\text{A}^-]$. Η ουσία που προστέθηκε είναι:

Α. HNO_3 Β. H_2O Γ. NaOH Δ. NaA

26. Σε $\theta = 25^\circ\text{C}$ η K_a ενός δείκτη είναι $10^{-6,5}$ και τα μη ιοντισμένα μόριά του έχουν κίτρινο χρώμα, ενώ τα ιόντα του έχουν μπλε χρώμα. Προσθέτουμε σταγόνες του δείκτη σε διάλυμα KClO_4 στους 25°C . Το χρώμα του διαλύματος θα είναι:

Α. μπλε

Β. κίτρινο

Γ. πράσινο

Δ. μοβ

27. Ένας πρωτολυτικός δείκτης Hd εμφανίζει ερυθρό χρώμα σε $\text{pH} < 7$ και κίτρινο σε $\text{pH} > 9$ στους $\theta = 25^\circ\text{C}$. Αναμειγνύονται 300 mL διαλύματος HCOOH που περιέχει σταγόνες Hd με 300 mL διαλύματος KOH . Το χρώμα του τελικού διαλύματος θα είναι:

Α. κίτρινο

Β. κόκκινο

Γ. πορτοκαλί

Δ. Δεν επαρκούν τα δεδομένα για να απαντήσουμε.

28. Το διάλυμα Δ1 χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη και στο 1ο μέρος προστίθενται σταγόνες του δείκτη ηλιανθίνη και το χρώμα του γίνεται πορτοκαλί, ενώ στο 2ο μέρος προστίθενται σταγόνες του δείκτη πορφυρό της βρομοκρεσόλης και το χρώμα του γίνεται κίτρινο. Η $\text{p}K_{a, \text{ηλιανθίνης}} = 3,5$ και πορτοκαλί είναι το βασικό της χρώμα, η $\text{p}K_{a, \text{πορφυρού βρομοκρεσόλης}} = 6,4$ και κίτρινο είναι το όξινο χρώμα της.

Αν θεωρήσουμε ότι και οι δύο δείκτες αλλάζουν χρώμα σε μια περιοχή 2 μονάδων, το pH του διαλύματος Δ1 μπορεί να είναι:

Α. 7,4

Β. 5,2

Γ. 3,0

Δ. 6,0

29. Κατά τη διάλυση στερεού KCl σε διάλυμα KOH :

Α. η $[\text{OH}^-]$ του διαλύματος ελαττώνεται και η $[\text{K}^+]$ αυξάνεταιΒ. η $[\text{OH}^-]$ του διαλύματος αυξάνεται και η $[\text{K}^+]$ ελαττώνεταιΓ. η $[\text{OH}^-]$ του διαλύματος μένει σταθερή και η $[\text{K}^+]$ αυξάνεταιΔ. η $[\text{OH}^-]$ του διαλύματος μένει σταθερή και η $[\text{K}^+]$ μένει σταθερή

30. Κατά τη διάλυση στερεού NH_4Cl σε διάλυμα NH_3 :

Φιλλένια Σιδέρη

- A. η $[\text{OH}^-]$ και η $[\text{NH}_4^+]$ αυξάνονται
 B. η $[\text{OH}^-]$ και ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 αυξάνονται
 Γ. το pH του διαλύματος αυξάνεται και η $[\text{NH}_4^+]$ ελαττώνεται

Δ. το pH του διαλύματος και ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 ελαττώνονται

31. Κατά την ανάμειξη των παρακάτω διαλυμάτων δεν έχουμε Ε.Κ.Ι. στην περίπτωση ανάμειξης:

- A. διαλύματος NH_3 με διάλυμα NH_4Cl
 B. διαλύματος NH_3 με διάλυμα KOH

Γ. διαλύματος KCl με διάλυμα KOH

Δ. διαλύματος NH_4Cl με διάλυμα $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$

32. Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας HCl σε ρυθμιστικό διάλυμα $\text{HCOOH}-\text{HCOONa}$, το pH του διαλύματος μένει πρακτικά σταθερό γιατί:

A. Η ποσότητα του HCl είναι μικρή

B. Τα ιόντα H_3O^+ που παράγονται από τον ιοντισμό του HCl αντιδρούν με τα HCOO^- του διαλύματος

Γ. Μειώνεται η K_a του HCOOH

Δ. Το HCl δεν ιοντίζεται σ' αυτό το διάλυμα

***ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:** Κατά την προσθήκη ισχυρού οξέος σε ρυθμιστικό διάλυμα, αυτό αντιδρά με τη συζυγή βάση σύμφωνα με τη χημική αντίδραση: $\text{HCOONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{NaCl}$, η οποία στην ιοντική της μορφή μπορεί να γραφεί: $\text{HCOONa} \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{Na}^+$*



33. Για την πλήρη εξουδετέρωση 1 mol HCl απαιτούνται x mL διαλύματος NaOH , ενώ για την πλήρη εξουδετέρωση 1 mol CH_3COOH απαιτούνται y mL του ίδιου διαλύματος NaOH . Από τα παρακάτω ισχύει στους 25°C :

- A. $x = y$ και στο Ι.Σ. B. $x < y$ και στο Ι.Σ. Γ. $x > y$ και στο Ι.Σ.
 $\text{pH}_1 = \text{pH}_2$ $\text{pH}_1 = \text{pH}_2$ $\text{pH}_1 = \text{pH}_2$

Δ. $x = y$ και στο Ι.Σ. $\text{pH}_1 < \text{pH}_2$

34. Αναμειγνύονται V_1 L διαλύματος HA με $\text{pH}=2,0$ με V_2 L διαλύματος HA με $\text{pH}=4,0$. Το pH του τελικού διαλύματος μπορεί να είναι:

A. 2,0

B. 3,0

Γ. 4,0

Δ. 6,0

35. Η $K_{b,\text{RNH}_2} = 10^{-4}$. Για την παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος με $\text{pH}=10$ πρέπει να αναμείξουμε 100 mL διαλύματος RNH_3Cl 0,5 M με:

A: 100 mL δ/τος CH_3NH_2 0,5 M

B: 100 mL δ/τος KOH 0,5 M

Γ: 50 mL δ/τος KOH 0,5 M

Δ: 50 mL δ/τος HCl 0,5 M

37. Ένα στοιχείο A έχει ατομικό αριθμό 56. Το οξείδιο του A έχει τύπο:

36. Δίνεται $K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} = K_{b,\text{NH}_3}$. Το pH ενός διαλύματος $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1 M σε $\theta = 10^\circ\text{C}$ μπορεί να είναι:

A: 9,5

B: 4,5

Γ: 7,3

Δ: 7,0

Φιλένια Σιδέρη

37. Ένα στοιχείο Α έχει ατομικό αριθμό 56. Το οξείδιο του Α έχει τύπο:

A. ΑΟ και κατά την διάλυση του στο νερό σχηματίζει αλκαλικά διαλύματα

B. ΑΟ και κατά την διάλυση του στο νερό σχηματίζει ουδέτερα διαλύματα

Γ. Α₂Ο και κατά την διάλυση του στο νερό σχηματίζει όξινα διαλύματα

Δ. ΑΟ₂ και κατά την διάλυση του στο νερό σχηματίζει αλκαλικά διαλύματα

38. 20 mL ενός διαλύματος μονοπρωτικού ηλεκτρολύτη Α ογκομετρούνται σε $\theta=25^{\circ}\text{C}$ με πρότυπο διάλυμα μονοπρωτικής ουσίας Β 0,10 Μ και η καμπύλη ογκομέτρησης δίνεται στο διπλανό σχήμα. Η ουσία Α μπορεί να είναι:

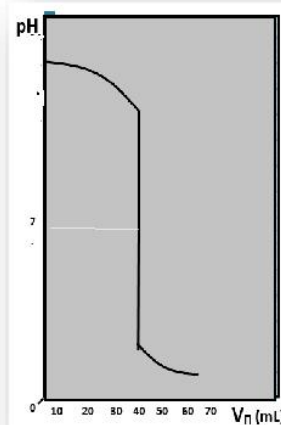
A. HCN **B.** CH₃NH₂ **Γ.** CH₃ONa **Δ.** NH₃

Η συγκέντρωση του διαλύματος της Α είναι:

A. 0,10 Μ **B.** 0,20 Μ **Γ.** 0,05 Μ **Δ.** 0,15 Μ

Ο καταλληλότερος δείκτης για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου έχει $pK_{\text{H}_2\text{A}}$:

A. 7,5 **B.** 9,5 **Γ.** 12,0 **Δ.** 4,5



39. Μεταξύ των διαλυμάτων: Δ1: H₂SO₄ 0,1M, Δ2: NaOH 0,1M, Δ3: HCl 0,1M, Δ4: H₂S 0,1M, Δ5: NH₄Cl 0,1M, Δ6: Ba(OH)₂, τη χαμηλότερη και την υψηλότερη τιμή pH έχουν αντίστοιχα:

A. Δ1-Δ6 **B.** Δ3- Δ2 **Γ.** Δ1=Δ4 - Δ3 **Δ.** Δ1=Δ3-Δ2.

40. Ο βαθμός ιοντισμού της NH₃ σε ένα διάλυμα Δ1 είναι 1% και το pH του είναι 11. Για να γίνει βαθμός ιοντισμού της NH₃ 0, 1% και το pH του 12 πρέπει στο διάλυμα να προστεθεί, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του:

A: HCl

B: KOH

Γ: NH₄Cl

Δ: H₂O

41. Σε θερμοκρασία 37° C το απιοντισμένο νερό έχει τιμή pH=6,5. Επομένως:

A: Το νερό είναι πιο όξινο σε θερμοκρασία 37° C.

B: Το νερό είναι πιο αλκαλικό σε θερμοκρασία 37° C.

Γ: Το νερό είναι πάντα ουδέτερο, αλλά η K_w στους 37° C είναι ίση με 10^{-13} .

Δ: Ο ιοντισμός του νερού είναι εξώθερμη αντίδραση

42. Ένα υδατικό διάλυμα NH₄Cl 10^{-6} Μ μπορεί να έχει στους 25°C τιμή pH:

A: 6,00

B: 7,00

Γ: 6,99

Δ: 7,01

43. Δίνεται: $K_{a,\text{HA}} > K_{b,\text{NH}_3}$

Αναμειγνύονται 100 mL διαλύματος HA 0.50 Μ με 200 mL διαλύματος NH₃ 0.25 Μ. Το pH του διαλύματος που προκύπτει μπορεί να είναι στους 25° C:

A. 7,0

B. 8,5

Γ. 6,0

Δ. 11,0

44. Από τις ακόλουθες προτάσεις που αφορούν σε ένα υδατικό διάλυμα CH₃OH 0,5 Μ,

Φιλλένια Σιδέρη

- α. Το διάλυμα έχει $\text{pH}=7$
 β. Στο διάλυμα η $[\text{H}_3\text{O}^+]=[\text{OH}^-]$
 γ. Με αραιώση του διαλύματος το pH του δεν μεταβάλλεται
 δ. Η CH_3OH είναι ισχυρότερο οξύ από το νερό.
 σωστές είναι οι:

A. α, β, γ B. β, γ, δ Γ. β, γ Δ. γ

45. Ένα διάλυμα υδροχλωρίου ($\Delta 1$) και ένα διάλυμα θειικού οξέος ($\Delta 2$) έχουν ίδια τιμή pH στους 25°C . Για τις συγκεντρώσεις των διαλυμάτων ισχύει:

A: $c_1=2c_2$ B: $c_1=c_2$ Γ: $c_1<c_2$ Δ: $c_1>c_2$

46. Όταν σε διάλυμα KHSO_4 προστίθεται NaHSO_4 , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, το pH :

A: ελαττώνεται B: αυξάνεται Γ: μένει σταθερό Δ: διπλασιάζεται

47. Κατά την προσθήκη υδατικού διαλύματος KI σε υδατικό διάλυμα ασθενούς οξέος HA ($\Delta 1$), σε θερμοκρασία 25°C :

A: το pH του διαλύματος αυξάνεται Γ: ο αριθμός mol του A^- ελαττώνεται

B: το pH του διαλύματος ελαττώνεται Δ: ο αριθμός mol του HA αυξάνεται

48. Από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές:

α. Όταν διάλυμα οξέος HA αραιώνεται στο δεκαπλάσιο του όγκου του και το pH του μεταβάλλεται κατά 1 μονάδα, συμπεραίνουμε ότι το HA είναι ισχυρό οξύ.

β. Με προσθήκη 0, 5 mol HCl σε καθένα από τα διαλύματα $\Delta 1$: 500 mL KOH 1M και $\Delta 2$: 500 mL NH_3 1M, χωρίς μεταβολή του όγκου των διαλυμάτων προκύπτουν διαλύματα με ίδια τιμή pH .

γ. Με ανάμειξη 100 mL διαλύματος HCl με pH_1 με 100 mL διαλύματος KCl , το pH_2 του τελικού διαλύματος είναι μεγαλύτερο από το pH_1 .

A. α, β, γ B. β, γ Γ. α, γ Δ. γ

49. Από τα ακόλουθα υδατικά διαλύματα το HCOOH έχει το μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού στο:

A. 0,1M HCOOH $\Theta=25^\circ \text{C}$ B. 0,1 M $\text{HCOOH}/$ 0,1M HCOONa $\Theta=25^\circ \text{C}$ Γ. 0,1M $\text{HCOOH}/$ 0,1M HCl , $\Theta=25^\circ \text{C}$ Δ. 0,46%w/v HCOOH , $\Theta=60^\circ \text{C}$

50. Το καθαρό νερό σε θερμοκρασία 5°C μπορεί να έχει pH :

A. 7,0 B. 6,5 Γ. 7,5 Δ. 14,0

51. Υδατικό διάλυμα BHA έχει $\text{pH}=8,5$ στους 25°C , επομένως:

A: $K_{\alpha,\text{HA}}=K_{\text{b},\text{B}}$ B: $K_{\alpha,\text{HA}}>K_{\text{b},\text{B}}$ Γ: $K_{\alpha,\text{HA}}<K_{\text{b},\text{B}}$ Δ: $K_{\alpha,\text{A}^+}<K_{\text{b},\text{HB}}$

52. Όταν σε 50 mL διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,002 M στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες δείκτη προστίθενται 10 mL πρότυπου διαλύματος HCl , $\Delta 1$, παρατηρείται αλλαγή του χρώματος του διαλύματος. Όταν σε 10 mL διαλύματος NH_3 στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες δείκτη προστίθενται 100 mL πρότυπου διαλύματος HCl , $\Delta 1$, παρατηρείται αλλαγή του χρώματος του διαλύματος.

Η συγκέντρωση του διαλύματος της NH_3 είναι:

A: 0,10 M B: 0,01 M Γ: 2,00 M Δ: 0,20 M

53. Ένα διάλυμα ασθενούς βάσης B^- αραιώνεται με νερό στο δεκαεξάπλάσιο του όγκου του. Για το βαθμό ιοντισμού του αραιωμένου διαλύματος α_2 ισχύει:

Φιλλένια Σιδέρη

A. $\alpha_2 = \alpha_1$ B. $\alpha_2 = 4\alpha_1$ Γ. $\alpha_1 = 4\alpha_2$ Δ. $\alpha_2 = 16\alpha_1$

54. Ορισμένη ποσότητα NH_3 διαλύεται στο νερό και αποκαθίσταται ισορροπία.

Από τις ακόλουθες μεταβολές ο αριθμός mol του NH_4^+ στην ισορροπία αυξάνεται με τις:

α. αύξηση θερμοκρασίας, β. προσθήκη στερεού NH_4I , γ. αραιώση με ίσο όγκο νερού, δ. προσθήκη στερεού KOH

A. α, β B. α, β, γ Γ. α, γ Δ. β

55. Από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές:

α. Κατά τη διάλυση στερεού $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ σε υδατικό διάλυμα CH_3NH_2 , το pH του διαλύματος και ο βαθμός ιοντισμού της CH_3NH_2 ελαττώνονται.

β. Το υδατικό διάλυμα ενός άλατος έχει στους 25°C πάντοτε $\text{pH}=7$.

γ. Ένα υδατικό διάλυμα NaHS έχει $\text{pH}>7$ στους 25°C ($K_{1,\text{H}_2\text{S}}=10^{-7}$, $K_{2,\text{HS}^-}=10^{-13}$)

δ. Το υδατικό διάλυμα του KBr έχει $\text{pH}=7$.

A. α, β B. α, γ Γ. α, γ, δ Δ. α, δ

56. Τα διαλύματα Δ1, Δ2, Δ3 και Δ4 έχουν όλα όγκο 50 mL και περιέχουν HCl , NaOH , NH_3 και ασθενές HA αντίστοιχα. Για τρία από τα διαλύματα δίνονται οι καμπύλες ογκομέτρησης με πρότυπα διαλύματα ισχυρών μονοπρωτικών ηλεκτρολυτών συγκέντρωσης 0,5 M. Η αντιστοίχιση των διαλυμάτων στις καμπύλες ογκομέτρησης είναι:

A. Δ1-2, Δ3-4, Δ2-1

B. Δ1-3, Δ2-2, Δ4-1

Γ. Δ1-1, Δ3-2, Δ4-3

Δ. Δ1-3, Δ3-2, Δ4-1

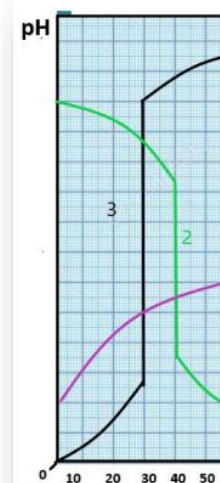
Η διάταξη των τριών διαλυμάτων κατά αύξουσα τιμή συγκέντρωσης είναι:

A. $c_1 < c_3 < c_4$

B. $c_1 < c_2 < c_4$

Γ. $c_1 < c_4 < c_3$

Δ. $c_1 = c_4 < c_3$



57. Τα υδατικά διαλύματα Δ1 και Δ2 περιέχουν αντίστοιχα NaOH και NH_3 με την ίδια συγκέντρωση και αντιδρούν με το ίδιο πρότυπο διάλυμα HCl . Όταν και τα δύο τελικά διαλύματα είναι ουδέτερα έχουν χρησιμοποιηθεί αντίστοιχα V_1 & V_2 L διαλύματος HCl . Για τους όγκους V_1 & V_2 ισχύει:

A. $V_1 = V_2$

B. $V_1 < V_2$

Γ. $V_1 > V_2$

Δ. Δεν επαρκούν τα δεδομένα

Δ. Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες:

1. Αν για τα οξέα HA και HB ισχύει ότι $K_{a,\text{HA}} < K_{a,\text{HB}}$, τότε ένα διάλυμα NaA 1 M έχει μεγαλύτερη τιμή pH από ένα διάλυμα NaB 1 M ($\theta = 25^\circ\text{C}$). Σ

2. Ένα διάλυμα NH_4CN 1 M έχει μικρότερη τιμή pH από ένα διάλυμα NaCN 1 M στην ίδια θερμοκρασία. Σ

3. Σε θερμοκρασία 57°C τα ουδέτερα υδατικά διαλύματα έχουν $\text{pH} < 7$. Σ

Φιλλένια Σιδέρη

4. Η μεταβολή του pH ενός διαλύματος ισχυρής βάσης είναι μεγαλύτερη από τη μεταβολή του pH ενός διαλύματος ασθενούς βάσης, όταν τα δύο διαλύματα αραιώνονται στο ίδιο ποσοστό. **Σ**
5. Κατά την αραιώση διαλύματος πολύ ασθενούς βάσης στο 100πλάσιο του όγκου της, το pH του διαλύματος αυξάνεται κατά 2 μονάδες. **Λ**
6. Ένα υδατικό διάλυμα οξέος HA αραιώνεται στο 10πλάσιο του όγκου του και το pH του αυξάνεται κατά μισή μονάδα. Επομένως, το HA είναι οπωσδήποτε ασθενές οξύ **Σ**
7. Το υδατικό διάλυμα του άλατος BA έχει pH = 7 στους 25°C. Επομένως το οξύ HA είναι ασθενές. **Λ**
8. Δύο αραιά διαλύματα Δ1, Δ2 ίδιας θερμοκρασίας περιέχουν αντίστοιχα R₁COOH και R₂COOH ίδιας συγκέντρωσης. Αν το Δ1 έχει τιμή pH = 4 και το Δ2 έχει τιμή pH = 3, το R₁ δεν μπορεί να είναι -H. **Σ**
9. Για τον ακριβή προσδιορισμό του pH ενός διαλύματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας δείκτης που έχει επιλεγεί κατάλληλα **Λ**
10. Σε ένα διάλυμα με pH = 3 στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες του δείκτη ΗΔ (pK_{ΗΔ} = 5) ο λόγος [ΗΔ]/[Δ⁻] είναι ίσος με 1/100 **Λ**
11. Με προσθήκη σταγόνων ΗΔ (pK_{ΗΔ} = 8) που το χρώμα της όξινης μορφής είναι κίτρινο και της βασικής μπλε σε ένα διάλυμα NH₃ με pH = 11, το διάλυμα αποκτά κίτρινο χρώμα. **Λ**
12. Κατά την ανάμειξη διαλύματος HCOOH 1 M με διάλυμα CH₃COOH 1M, οι βαθμοί ιοντισμού και των δύο οξέων ελαττώνονται. **Λ**
13. Ένα διάλυμα H₂SO₄ c M έχει μικρότερη τιμή pH από ένα διάλυμα HCl c M. **Σ**

Ε. Το διάλυμα Δ₁ έχει όγκο 1L και περιέχει HCOOH με συγκέντρωση 1M. Σε κάθε τετράγωνο του ακόλουθου πλέγματος να συμπληρώσετε Α, αν το μέγεθος της στήλης αυξάνεται, Σ αν μένει σταθερό και Ε αν ελαττώνεται, όταν πραγματοποιούνται οι μεταβολές της αντίστοιχης γραμμής.

Δ1: 1L, HCOOH 1M	[HCOOH] ^ο αρχική C	a	K _a	[H ₃ O] ⁺	pH	ΠHCOO ⁻ (ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ)
Αραίωση με 1 L H ₂ O	E	A	Σ	E	A	A
Προσθήκη στερεού HCOOH	A	E	Σ	A	E	A
Προσθήκη 1L δ/τος HCOOH με c>1M	A	E	Σ	A	E	A
Ελάττωση θερμοκρασίας V:σταθερός	Σ	E	E	E	A	E
Προσθήκη στερεού HCOONa	Σ	E	Σ	E	A	A
Προσθήκη καθαρού HCl	Σ	E	Σ	A	E	E
Προσθήκη στερεού NaCl	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Προσθήκη 1L δ/τος NaCl 1M	E	A	Σ	E	A	A

Στ. Τα διαλύματα που δίνονται στα τετράγωνα του ακόλουθου πλέγματος βρίσκονται όλα σε θερμοκρασία 25°C και έχουν συγκέντρωση σε κάθε διαλυμένη ουσία 1M .

Δ1: HCOOH	Δ2: HCl	Δ3: HCOOK
Δ4: CH ₃ COOH, K _a =10 ⁻⁵	Δ5: NH ₃ , K _b =10 ⁻⁵	Δ6: CH ₃ COONH ₄
Δ7: NH ₄ Cl	Δ8: NaCl	Δ9: CH ₃ COOH- CH ₃ COONa

Να παρατηρήσετε τα τετράγωνα και στη συνέχεια να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες.

A. Δεν μεταβάλλεται με αραίωση το pH των διαλυμάτων Δ6 - Δ8- Δ9. **Σ**

B. Για τις τιμές pH των διαλυμάτων Δ1, Δ2 και Δ4 ισχύει ότι pH₂ < pH₁ < pH₄ **Σ**

Γ. Όξινα είναι τα διαλύματα: Δ1, Δ2, Δ4, Δ6, Δ9 **Λ**

Δ. Ουδέτερα είναι τα διαλύματα: Δ6 και Δ8 **Σ**

E. Για τις τιμές pH των διαλυμάτων Δ1, Δ3, Δ4, Δ5, Δ6, Δ7 και Δ9 ισχύει: **Σ**

$$pH_1 < pH_4 < pH_7 < pH_9 < pH_6 < pH_3 < pH_5$$

Στ. Το Δ9 μπορεί να παρασκευαστεί με ανάμειξη του Δ4 με διάλυμα NaOH 1M με αναλογία όγκων 1:1. **Λ**

Z. Με ανάμειξη ίσων όγκων των διαλυμάτων Δ5 και Δ7 παρασκευάζεται διάλυμα Δ10 με pH=9. **Σ**

H. Με ανάμειξη των διαλυμάτων Δ2 και Δ3 με αναλογία όγκων 1:2, παρασκευάζεται διάλυμα Δ11 με pH<5. **Σ**

Θ. Με ανάμειξη ίσων όγκων των διαλυμάτων Δ2 και Δ9 το pH του νέου διαλύματος είναι πρακτικά ίσο με το pH του Δ9 **Λ**

I. Απαιτούνται διαφορετικοί όγκοι διαλύματος Δ2 για την ογκομέτρηση μέχρι το ισοδύναμο σημείο ίσων όγκων των διαλυμάτων Δ3 και Δ5 **Λ**

Ια. Για το pH των διαλυμάτων που προκύπτουν από την ογκομέτρηση ίσων όγκων των διαλυμάτων Δ3 και Δ5 με το διάλυμα Δ2 ισχύει: pH₃< pH₅ **Σ**

Ιβ. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου της ογκομέτρησης του Δ5 με το Δ2, το κίτρινο της αλιζαρίνης με pK_{HA}=11 **Λ**

Φιλλένια Σιδέρη

Θέμα 3ο

Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε με σύντομο τρόπο την απάντησή σας.

1. Το συζυγές οξύ της μεθυλαμίνης (CH_3NH_2) είναι το CH_3NH_3^+ .

ΣΩΣΤΗ: Έχει ένα πρωτόνιο περισσότερο από την αμίνη.

2. Κατά τη διάλυση του NaHSO_4 στο H_2O παράγονται ανιόντα υδροξειδίου (OH^-).

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το NaHSO_4 είναι άλας και διίσταται πλήρως σε $\text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$. Το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό, διότι το NaOH από το οποίο προέρχεται είναι ισχυρή βάση. Το HSO_4^- είναι η συζυγής βάση του ισχυρού H_2SO_4 και δεν αντιδρά με το νερό ως βάση, αλλά ιοντίζεται ως ασθενές οξύ σύμφωνα με την χημική εξίσωση:



Επομένως, παράγονται κατιόντα οξωνίου.

3. Τα αντιόξινα φάρμακα έχουν σκοπό την εξουδετέρωση της περίσσειας του υδροχλωρικού οξέος που παράγει το στομάχι για τη διάσπαση των τροφών, επομένως ένα αντιόξινο φάρμακο μπορεί να περιέχει όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3).

ΣΩΣΤΗ: Το NaHCO_3 είναι άλας και διίσταται πλήρως σε $\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$. Το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό, διότι το NaOH από το οποίο προέρχεται είναι ισχυρή βάση. Το HCO_3^- είναι αμφιπρωτική ουσία, διότι είναι η συζυγής βάση του H_2CO_3 και αντιδρά νερό ως βάση, αλλά ιοντίζεται και ως ασθενές οξύ προς CO_3^{2-} σύμφωνα με την χημική εξίσωση. Επομένως, αντιδρά με το υδροχλωρικό οξύ του γαστρικού υγρού και το εξουδετερώνει, σύμφωνα με την χημική εξίσωση:



4. Κατά την διάλυση NaHS στο νερό σχηματίζεται αλκαλικό διάλυμα.

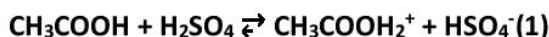
Δίνεται $K_{\text{H}_2\text{S}}=10^{-7}$, $K_{\text{HS}^-}=1,3 \cdot 10^{-13}$

ΣΩΣΤΗ: Το NaHS είναι άλας και διίσταται πλήρως σε $\text{Na}^+ + \text{HS}^-$. Το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό, διότι το NaOH από το οποίο προέρχεται είναι ισχυρή βάση. Το HS^- είναι αμφιπρωτική ουσία, διότι είναι η συζυγής βάση του H_2S , αλλά και το συζυγές οξύ του S^{2-} .



Επομένως, κατά την διάλυση του στο νερό υπερισχύει αλκαλικός χαρακτήρας

5. Στην ακόλουθη αντίδραση, η οποία πραγματοποιείται σε πυκνό διάλυμα H_2SO_4 .



το CH_3COOH συμπεριφέρεται ως βάση.

ΣΩΣΤΗ: Το CH_3COOH προσλαμβάνει ένα πρωτόνιο.

6. Το ιόν $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ είναι το συζυγές οξύ της τριμεθυλαμίνης $[(\text{CH}_3)_3\text{N}]$.

ΣΩΣΤΗ: Έχει ένα πρωτόνιο (H^+) περισσότερο από την τριμεθυλαμίνη.

Φιλλένια Σιδέρη

7. Το κιτρικό οξύ $C_3H_4(OH)(COOH)_3$ έχει ως συζυγή βάση το κιτρικό ανιόν $[C_3H_4(OH)(COO)_3]^{3-}$

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Τα συζυγή ζεύγη διαφέρουν κατά ένα πρωτόνιο, ενώ το κιτρικό ανιόν διαφέρει από το κιτρικό οξύ κατά 3 πρωτόνια.

8. Το H_2SO_3 είναι ισχυρότερο οξύ από το H_2CO_3 . Επομένως, το HSO_3^- είναι ασθενέστερη βάση από το HCO_3^- .

ΣΩΣΤΟ: Επειδή το H_2SO_3 είναι ισχυρότερο οξύ από το H_2CO_3 , $K_{1,H_2SO_3} > K_{1,H_2CO_3}$.

Επομένως, $K_{b2,HCO_3^-} = \frac{K_W}{K_{1,H_2CO_3}} > K_{b2,HSO_3^-} = \frac{K_W}{K_{1,H_2SO_3}}$ και το HSO_3^- είναι ασθενέστερη βάση από το HCO_3^- .

9. Αν ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 σε διάλυμα 0,1 M είναι 10^{-2} και ο βαθμός ιοντισμού της RNH_2 σε διάλυμα 1 M είναι επίσης 10^{-2} , στην ίδια θερμοκρασία, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η NH_3 και η RNH_2 είναι βάσεις της ίδιας ισχύος.

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Ο βαθμός ιοντισμού μπορεί να αποτελέσει μέτρο σύγκρισης της ισχύος δύο ηλεκτρολυτών αν τα διαλύματά τους βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία και έχουν ίσες συγκεντρώσεις. Αν τα διαλύματά τους βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, αλλά έχουν διαφορετικές συγκεντρώσεις η σύγκριση της ισχύος γίνεται με σύγκριση των σταθερών ιοντισμού.

Με βάση τον νόμο αραιώσης Ostwald: $K_{b,NH_3} = a^2c = 10^{-5}$ & $K_{b,RNH_2} = a^2c = 10^{-4}$, επομένως, η αμίνη είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 .

10. Η $[H_3O^+]$ ενός διαλύματος HCN 0,1 M διπλασιάζεται κατά την αραιώσή του με ίσο όγκο νερού.

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το HCN ιοντίζεται εν μέρει, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

M	$HCN + H_2O \rightleftharpoons CN^- + H_3O^+$		
ΑΡΧ.	C		
Ι./Π.	-X	X	X
Ι.Ι.	C-X	X	X

Στην Ι.Ι.:

$$K_a = \frac{[CN^-][H_3O^+]}{[HCN]} \rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c} \quad (1)$$

Όταν ένα διάλυμα αραιώνεται με ίσο όγκο νερού, ο $V_2 = 2V_1$ & $c_2 = c_1V_1/V_2 = c_1/2$, οπότε:

$$\frac{[H_3O^+]_1}{[H_3O^+]_2} = \frac{\sqrt{K_a \cdot c_1}}{\sqrt{K_a \cdot c_2}} = \sqrt{2}$$

$$\text{Επομένως: } [H_3O^+]_2 = \frac{[H_3O^+]_1}{\sqrt{2}}$$

11. Όταν διάλυμα πολύ ασθενούς μονοπρωτικής βάσης αραιώνεται στο εννεαπλάσιο του όγκου του, ο βαθμός ιοντισμού της τριπλασιάζεται.

ΣΩΣΤΟ: Όταν ένα διάλυμα αραιώνεται ΣΤΟ εννεαπλάσιο του όγκου του, ο $V_2 = 9V_1$ & $c_2 = c_1V_1/V_2 = c_1/9$, οπότε βάσει νόμου αραιώσης Ostwald: $K_b = a^2c$ και

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} \rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \sqrt{\frac{c_2}{c_1}} = \sqrt{\frac{c_1}{9c_1}} = \frac{1}{3} \text{ και } \alpha_2 = 3\alpha_1$$

Φιλλένια Σιδέρη

12. Ένα διάλυμα μπορεί να εμφανίζει τιμές $\text{pH} < 0$ ή τιμές $\text{pH} > 14$ στους 25°C .

ΣΩΣΤΗ: Στα πολύ πυκνά διαλύματα ηλεκτρολυτών, με συγκέντρωση μεγαλύτερη από 1 M , το pH μπορεί να πάρει τιμές μικρότερες του 0 ή μεγαλύτερες του 14 .

Για παραδείγματα: Διάλυμα HCl 5 M έχει θεωρητικά $[\text{H}_3\text{O}^+] = 5\text{ M}$ & $\text{pH} = -\log 5 < 0$.

Επίσης, διάλυμα KOH 5 M έχει θεωρητικά $[\text{OH}^-] = 5\text{ M}$ & $\text{pOH} = -\log 5$ και $\text{pH} = 14 + \log 5 > 14$.

Παρατήρηση: Στα πυκνά διαλύματα ο υπολογισμός του pH δε γίνεται από την εξίσωση Sorensen, αλλά μόνο πειραματικά.

Επίσης, σε θερμοκρασίες μικρότερες από τους 25°C , όπου η τιμή της K_w είναι μικρότερη από 10^{-14} , είναι δυνατόν το pH να εμφανίσει τιμές μεγαλύτερες από 14 .

13. Η τιμή του pH , στους 25°C , ενός διαλύματος HNO_3 κατά την άπειρη αραιώσή του με νερό τείνει στο 0 .

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Κατά την άπειρη αραιώση ενός διαλύματος με H_2O , η συγκέντρωσή του σε διαλυμένη ουσία τείνει στο 0 , επομένως, το pH του διαλύματος τείνει στο 7 , δηλαδή στο pH του ουδέτερου διαλύματος.

14. Σε κάποια θερμοκρασία το pH του καθαρού νερού βρέθηκε $7,2$.

A. Το νερό είναι βασικό σε αυτή τη θερμοκρασία:

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το H_2O αυτοϊονίζεται κατά την αντίδραση:



Από τη στοιχειομετρία: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$, επομένως το νερό είναι πάντα ουδέτερο.

B. Η θερμοκρασία αυτή είναι μεγαλύτερη των 25°C .

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Ο ιοντισμός του H_2O είναι ενδόθερμος και βάσει της αρχής Le Chatelier, ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες

Επειδή $\text{pH} = 7,2$, η $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-7,2}\text{ M}$.

Η K_w στους $\theta^\circ\text{C}$ είναι $[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 10^{-14,4}$ ενώ η K_w στους 25°C είναι 10^{-14} .

Επειδή $K_w^{\theta^\circ\text{C}} < K_w^{25^\circ\text{C}}$, ο ιοντισμός του H_2O δεν ευνοείται στους $\theta^\circ\text{C}$, επομένως:

$$\theta < 25^\circ\text{C}.$$

15. Ένα διάλυμα KOH έχει συγκέντρωση σε KOH 10^{-8} M σε $\theta=25^\circ\text{C}$, επομένως το pH του διαλύματος είναι 6 .

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το KOH είναι ισχυρή βάση και δίσταται πλήρως: $\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$

Αν θεωρήσουμε ότι $[\text{OH}^-] = 10^{-8}\text{ M}$, οπότε το $\text{pOH} = 8$ και το $\text{pH} = 14 - 8 = 6$, καταλήγουμε σε τιμή που δείχνει ότι το διάλυμα είναι όξινο, το οποίο είναι άτοπο.

Επειδή το διάλυμα είναι πολύ αραιό, πρέπει να λάβουμε υπόψη και τον ιοντισμό του νερού: $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

Έστω ότι ιοντίζονται $2x\text{ mol/L}$ H_2O και παράγουν $x\text{ mol/L}$ H_3O^+ και $x\text{ mol/L}$ OH^- .

Φιλλένια Σιδέρη

• Τότε στην ισορροπία έχουμε: $[H_3O^+] = x$ & $[OH^-] = (10^{-8} + x)$

Οπότε: $K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = x \cdot (10^{-8} + x)$ και $x = 9,50 \cdot 10^{-8} M$

$pH = -\log [H_3O^+] = -\log x = -\log 9,50 \cdot 10^{-8} = 7,02 > 7$

Αυτή η λύση είναι δεκτή, γιατί το διάλυμα είναι ελάχιστα βασικό.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Στα πολύ αραιά διαλύματα οξέων ή βάσεων, στα οποία η $[H_3O^+]$ ή η $[OH^-]$ είναι μικρότερη του $10^{-6} M$ πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη και τον ιοντισμό του νερού για τον υπολογισμό του pH του διαλύματος.

16. Αν σε ένα διάλυμα ισχύει ότι $[H_3O^+] = 10 [OH^-]$, το pH του διαλύματος στους $25^\circ C$ είναι 6,5.

ΣΩΣΤΗ: $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ & $10 \cdot [OH^-]^2 = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = 10^{-7,5} M$

Επομένως $pOH = -\log [OH^-] = -\log 10^{-7,5} = 7,5$ & **$pH = 14 - pOH = 6,5$.**

17. Το pH των ούρων βρέθηκε μετά τη λήψη τους 6,8, επομένως τα ούρα είναι ένα όξινο διάλυμα, αν στην θερμοκρασία του σώματος η $K_w = 2,5 \cdot 10^{-14}$.

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Τα ούρα έχουν $[H_3O^+] = 10^{-6,8} M = 1,6 \cdot 10^{-7} M$

Το ουδέτερο διάλυμα έχει: $[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w} = 1,6 \cdot 10^{-7} M$

Επομένως, το διάλυμα των ούρων είναι ουδέτερο.

18. Όταν μικρή ποσότητα στερεού ασβεστίου διαλύεται σε νερό, σχηματίζεται αλκαλικό διάλυμα με $pH > 7$ στους $25^\circ C$.

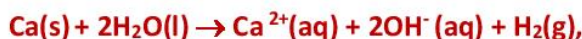
ΣΩΣΤΗ: Το Ca αντιδρά με το H_2O με απλή αντικατάσταση και παράγει OH^- σύμφωνα με την εξίσωση: **$Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) + H_2(g)$** , και το διάλυμα είναι αλκαλικό.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Οι εξισώσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να γραφούν και σε μοριακή μορφή και στην συνέχεια να γραφεί η διάσταση των βάσεων.



19. Όταν ίσα mol στερεού Na & στερεού Ca διαλύονται στο νερό και σχηματίζουν διαλύματα ίσων όγκων στην ίδια θερμοκρασία, τα διαλύματα έχουν και ίσα pH .

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το Ca και το Na αντιδρούν με το H_2O με απλή αντικατάσταση και παράγουν OH^- σύμφωνα με τις εξισώσεις:



Από την στοιχειομετρία βλέπουμε ότι αν έχουμε ίσα mol στερεού Na & στερεού Ca , το Ca θα παράξει διπλάσια mol OH^- και επειδή οι όγκοι των διαλυμάτων είναι ίσοι, η $[OH^-]$ θα είναι διπλάσια και το pH του διαλύματος του θα είναι υψηλότερο από του διαλύματος που θα σχηματίσει το Na .

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Οι εξισώσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να γραφούν και σε μοριακή μορφή και στην συνέχεια να γραφεί η διάσταση των βάσεων.



Φιλλένια Σιδέρη



20. Το pH διαλύματος KNO_3 είναι μικρότερο από το pH διαλύματος NH_4Cl .

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το KNO_3 είναι άλας και διίσταται πλήρως: $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$.

Το ιόν K^+ προέρχεται από το ισχυρό KOH και δεν αντιδρά με το H_2O . Το ιόν NO_3^- προέρχεται από το ισχυρό HNO_3 και δεν αντιδρά με το H_2O . Το διάλυμα του KNO_3 έχει $\text{pH} = 7$ στους 25°C , ή γενικότερα είναι ουδέτερο με $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w}$

Το NH_4Cl είναι άλας και διίσταται πλήρως σε $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$.

Το NH_4^+ είναι το συζυγές οξύ της NH_3 και αντιδρά με το H_2O σύμφωνα με την εξίσωση:



Επομένως, $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$, δηλαδή το διάλυμα είναι όξινο και το pH του διαλύματός του είναι μικρότερο από 7 στους 25°C .

21. Αν, $K_{b,\text{NH}_3} = 10^{-5}$, $K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} = 10^{-5}$, ένα διάλυμα $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ έχει $\text{pH} = 7$ στους 25°C .

ΣΩΣΤΗ: Το $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ είναι άλας και διίσταται πλήρως:



Το CH_3COO^- είναι η συζυγής βάση του CH_3COOH και αντιδρά με το H_2O με

$$K_b = K_w / (K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}})$$



Το NH_4^+ είναι το συζυγές οξύ της NH_3 και αντιδρά με το H_2O με

$$K_a = K_w / (K_{b,\text{NH}_3})$$



Επειδή $K_a = K_b$, η $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα και το διάλυμα είναι ουδέτερο με $\text{pH} = 7$ στους 25°C .

22. Αν $K_{a,\text{HCN}} = 2 \cdot 10^{-10}$ και $K_{b,\text{NH}_3} = 10^{-5}$, ένα διάλυμα NH_4CN έχει $\text{pH} > 7$ στους 25°C .

ΣΩΣΤΗ: Το NH_4CN είναι άλας και διίσταται πλήρως:



Το NH_4^+ είναι το συζυγές οξύ της NH_3 και αντιδρά με το H_2O , με $K_a = K_w / (K_{b,\text{NH}_3})$



Το CN^- είναι η συζυγής βάση του HCN και αντιδρά με το H_2O , με $K_b = K_w / (K_{a,\text{HCN}})$



Επειδή $K_b > K_a$, η $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα και το pH είναι μεγαλύτερο του 7.

23. Με διάλυση μικρής ποσότητας στερεού KNO_3 σε διάλυμα HNO_3 , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ θα ελαττωθεί.

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το HNO_3 είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης και δεν επηρεάζεται από την προσθήκη κοινού ιόντος, δηλαδή την αύξηση της συγκέντρωσης των NO_3^- . Εφόσον η συγκέντρωσή του μένει σταθερή, το pH του διαλύματος δε μεταβάλλεται.

Φιλλένια Σιδέρη

24. Με διάλυση μικρής ποσότητας στερεού NH_4Cl σε διάλυμα NH_3 , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, η $[\text{OH}^-]$ θα ελαττωθεί.

ΣΩΣΤΗ: Η NH_3 είναι ασθενής βάση και ιοντίζεται προς NH_4^+ και OH^- . Με προσθήκη NH_4Cl που είναι άλας και διίσταται πλήρως σε $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$, η $[\text{NH}_4^+]$ αυξάνεται και η ισορροπία της NH_3 μετατοπίζεται προς τα αριστερά λόγω της επίδρασης του κοινού ιόντος, με αποτέλεσμα τη μείωση της $[\text{OH}^-]$.

25. Κατά τη διάλυση, έστω και μικρής ποσότητας, οξέος ή βάσης στο νερό, η ισορροπία $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ μετατοπίζεται προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται αισθητή αύξηση της συγκέντρωσης του νερού.

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Η ισορροπία του νερού πράγματι θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά λόγω της Ε.Κ.Ι., όμως δεν θα παρουσιαστεί αισθητή μεταβολή στη συγκέντρωση των μη ιοντισμένων μορίων, γιατί ο ιοντισμός του νερού είναι αμελητέος και η συγκέντρωση του θα παραμείνει σταθερή.

26. Κατά την ταυτόχρονη διάλυση 1 mol CH_3COOH και 1 mol NaOH σε νερό, προκύπτει ουδέτερο διάλυμα.

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το CH_3COOH και το NaOH αντιδρούν πλήρως, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$

Το CH_3COO^- , που είναι η συζυγής βάση του CH_3COOH , αντιδρά με το νερό και παράγει OH^- , σύμφωνα με την πρωτολυτική αντίδραση:



Επομένως, το pH του διαλύματος είναι μεγαλύτερο από 7 και το διάλυμα είναι βασικό.

27. «Κατά την προσθήκη διαλύματος KNO_3 σε διάλυμα HNO_3 , η συγκέντρωση των NO_3^- του διαλύματος θα αυξηθεί.»

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το HNO_3 και το KNO_3 είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες και ιοντίζονται πλήρως. Επειδή, όμως, αναμειγνύουμε διαλύματα, η $[\text{NO}_3^-]$ του τελικού διαλύματος, που είναι το άθροισμα των τελικών συγκεντρώσεων των δύο ηλεκτρολυτών, θα είναι μικρότερη της μεγαλύτερης, από τις δύο αρχικές, και μεγαλύτερη της μικρότερης. Επομένως:

Αν $[\text{HNO}_3]^0 = [\text{KNO}_3]^0$ η $[\text{NO}_3^-]$ θα μείνει σταθερή

Αν $[\text{HNO}_3]^0 > [\text{KNO}_3]^0$ η $[\text{NO}_3^-]$ θα μειωθεί

Αν $[\text{HNO}_3]^0 < [\text{KNO}_3]^0$ η $[\text{NO}_3^-]$ θα αυξηθεί

28. Το υδατικό διάλυμα που προκύπτει από την πλήρη εξουδετέρωση της ασθενούς βάσης B^- από HCN είναι ουδέτερο.

ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ: Το υδατικό διάλυμα που προκύπτει από την πλήρη εξουδετέρωση της ασθενούς βάσης περιέχει HB και CN^- με ίσες αρχικές συγκεντρώσεις.

Και τα δύο ιόντα αντιδρούν με το νερό:

Φιλλένια Σιδέρη

M	$\text{HB} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{B}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$
ΑΡΧ.	c	c
Ι./Π.	-x x x	-ω ω ω
	$K_a = \frac{K_W}{K_{b,B^-}}$	$K_b = \frac{K_W}{K_{a,HCN}}$
	Αν $K_a = K_b$, τότε $x=\omega$ και το διάλυμα είναι ουδέτερο Αν $K_a > K_b$, τότε $x>\omega$ και το διάλυμα είναι όξινο Αν $K_a < K_b$, τότε $x<\omega$ και το διάλυμα είναι αλκαλικό	

29. 0,1mol SO_3 διαλύονται σε H_2O και σχηματίζεται 1L διαλύματος με $0 < \text{pH} < 1$ στους 25°C .

ΣΩΣΤΗ: Το SO_3 είναι οξείδιο αμετάλλου και ανυδρίτης οξέος, οπότε κατά την διάλυσή του στο νερό σχηματίζει θειικό οξύ, το οποίο είναι ισχυρό στον 1^ο ιοντισμό και ασθενές στον 2^ο.

mol	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	M	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
	0,1 0,1	ΑΡΧ.	0,1	0,1
		Ι./Π.	- 0,1 0,1 0,1	-x x x

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 + x > 0,1$, αλλά $< 0,2 \text{ M}$.

Επομένως, $0 < \text{pH} < 1$

Θέμα 4^ο

A. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθούν ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος αν:

A. σε υδατικό διάλυμα CH_3COOH προστεθεί, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος:

1. στερεό CH_3COOK : Στο διάλυμα του CH_3COOH αποκαθίσταται η ισορροπία:



Το **CH_3COOK** που προστίθεται είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης και δίσταται πλήρως σε **CH_3COO^-** και **K^+** . Επειδή η συγκέντρωση του CH_3COO^- αυξάνεται, η ισορροπία του ιοντισμού του CH_3COOH μετατοπίζεται προς τα αριστερά, και ο βαθμός ιοντισμού και η συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου περιορίζονται. Επομένως, το pH του διαλύματος **αυξάνεται** και ο βαθμός ιοντισμού **ελαττώνεται**.

2. στερεό NaCl : Το **NaCl** είναι άλας και δίσταται πλήρως σε **Na^+** και **Cl^-** . Τα ιόντα αυτά δεν αντιδρούν με το νερό, γιατί προέρχονται από ισχυρή βάση και ισχυρό οξύ αντίστοιχα, και δεν επηρεάζουν τη θέση ισορροπίας και το pH του διαλύματος του **CH_3COOH** .

3. αέριο HCl : Το **HCl** που προστίθεται είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης και ιοντίζεται πλήρως σε **H_3O^+** και **Cl^-** . Επειδή η συγκέντρωση του H_3O^+ αυξάνεται, η ισορροπία του ιοντισμού του **CH_3COOH** μετατοπίζεται προς τα αριστερά, και ο **βαθμός ιοντισμού ε-**

Φιλλένια Σιδέρη

λαττώνεται, ενώ η συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου αυξάνεται. Επομένως, το **pH** του διαλύματος **ελαττώνεται**.

B. σε υδατικό διάλυμα NH_3 προστεθεί, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος:

1. στερεό NaOH : Στο διάλυμα της NH_3 αποκαθίσταται η ισορροπία:



Το **NaOH** που προστίθεται είναι ισχυρή βάση και διίσταται πλήρως σε **OH^-** και **Na^+** . Επειδή η συγκέντρωση του OH^- αυξάνεται, η ισορροπία του ιοντισμού της NH_3 μετατοπίζεται προς τα αριστερά και **ο βαθμός ιοντισμού ελαττώνεται**, ενώ η συγκέντρωση των ιόντων OH^- αυξάνεται. Επομένως, το **pH** του διαλύματος **αυξάνεται** και **ο βαθμός ιοντισμού ελαττώνεται**.

2. στερεό NaCl : Το **NaCl** είναι άλας και διίσταται πλήρως σε **Na^+** και **Cl^-** . Τα ιόντα αυτά δεν αντιδρούν με το νερό γιατί προέρχονται από ισχυρή βάση και ισχυρό οξύ αντίστοιχα και δεν επηρεάζουν τη θέση ισορροπίας και το **pH** του διαλύματος της NH_3 .

3. στερεό NH_4Cl : Το **NH_4Cl** που προστίθεται είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης και διίσταται πλήρως σε NH_4^+ και Cl^- . Επειδή η συγκέντρωση του NH_4^+ αυξάνεται, η ισορροπία του ιοντισμού της NH_3 μετατοπίζεται προς τα αριστερά, και **ο βαθμός ιοντισμού και η συγκέντρωση των ιόντων OH^- ελαττώνονται**. Επομένως, το **pH** του διαλύματος **ελαττώνεται**.

4. διάλυμα NaCl : Τα ιόντα **Na^+** και **Cl^-** **δεν επηρεάζουν τον ιοντισμό της NH_3** . Με την ανάμειξη των διαλυμάτων όμως, η αρχική συγκέντρωση της NH_3 ελαττώνεται, με αποτέλεσμα **ο βαθμός ιοντισμού να αυξάνεται και η συγκέντρωση των ιόντων OH^- να ελαττώνεται**. Επομένως, το **pH** του διαλύματος **ελαττώνεται**.

B. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου και πώς ο βαθμός ιοντισμού σε ένα διάλυμα KHSO_4 αν διαλύσουμε σ' αυτό:

1. αέριο HCl : Το KHSO_4 είναι άλας και διίσταται πλήρως σε K^+ και HSO_4^- . Το HSO_4^- προέρχεται από το ισχυρό θειικό οξύ και είναι ασθενές οξύ, που αντιδρά με το νερό κατά την εξίσωση:



Η προσθήκη **HCl** , που είναι ισχυρό οξύ και ιοντίζεται πλήρως σε H_3O^+ και Cl^- , θα έχει ως αποτέλεσμα **την αύξηση της συγκέντρωσης των οξωνίων** του διαλύματος και την **ελάττωση του βαθμού ιοντισμού του HSO_4^-** λόγω της επίδρασης του κοινού ιόντος.

2. στερεό K_2SO_4 : Το **K_2SO_4** είναι άλας και διίσταται πλήρως σε 2K^+ και SO_4^{2-} , που είναι η συζυγής βάση του HSO_4^- . Η $[\text{SO}_4^{2-}]$ αυξάνεται, με αποτέλεσμα η ισορροπία του HSO_4^- να μετατοπίζεται προς τα αριστερά, και **ο βαθμός ιοντισμού και η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ να ελαττώνονται** λόγω της επίδρασης του κοινού ιόντος.

3. στερεό NaHSO_4 : Η προσθήκη **NaHSO_4** , που είναι άλας και ιοντίζεται πλήρως σε Na^+ και HSO_4^- , θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της **$[\text{HSO}_4^-]$** , με αποτέλεσμα την **ελάττωση του βαθμού ιοντισμού** βάσει του νόμου αραιώσης, αλλά **την αύξηση της $[\text{H}_3\text{O}^+]$** λόγω της αύξησης της αρχικής συγκέντρωσης.

Φιλλένια Σιδέρη

Γ. Σε ένα εργαστήριο υπάρχουν διαθέσιμα τα ακόλουθα διαλύματα καθένα από τα οποία έχει όγκο 100 mL.

Δ1: CH ₃ COOH 1 M	Δ2: διάλυμα NaOH 1 M	Δ3: CH ₃ COOK 2 M	Δ4: διάλυμα HBr 1 M
------------------------------	----------------------	------------------------------	---------------------

Να περιγράψετε πώς θα μπορούσε να παρασκευαστεί τρόπος η μέγιστη δυνατή ποσότητα ρυθμιστικού διαλύματος, CH₃COOH- CH₃COO⁻ με pH = 5 (K_a = 10⁻⁵).

Από την εξίσωση Henderson -Hasselbalch:

$$pH = pK_a + \log \frac{c_{\beta\alpha\sigma\eta\varsigma}}{c_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma}} \text{ και επειδή στο τελικό διάλυμα το pH}=5,$$

$$\log \frac{c_{\beta\alpha\sigma\eta\varsigma}}{c_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma}} = 0 \text{ και } c_{\beta\alpha\sigma\eta\varsigma} = c_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma}$$

ΠΡΩΤΟΣ ΤΡΟΠΟΣ: Απευθείας ανάμειξη των διαλυμάτων Δ1-Δ3: Έστω ότι θα χρησιμοποιήσουμε V₁ L Δ1 και V₃ L Δ3.

$$V_1 + V_3 = V_{\text{τελ}} \quad (1)$$

- Οι συγκεντρώσεις μετά την ανάμειξη πρέπει να είναι ίσες:

$$c_{\beta\alpha\sigma\eta\varsigma} = c_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma} \text{ και } \frac{1 \cdot V_1}{V_{\text{τελ}}} = \frac{2 \cdot V_3}{V_{\text{τελ}}}$$

Επομένως, η μέγιστη δυνατή ποσότητα ρυθμιστικού διαλύματος που μπορεί να παρασκευαστεί με αυτή την μέθοδο είναι 150 mL με ανάμειξη 100 mL Δ1 με 50 mL Δ3.

ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΤΡΟΠΟΣ: Ανάμειξη V₁ L Δ1 με V₂ L Δ2, οπότε n_{CH₃COOH} = V₁ και n_{NaOH} = V₂.

$$V_1 + V_2 = V_{\text{τελ}} \quad (1)$$

Το CH₃COOH εξουδετερώνεται εν μέρει από το NaOH, σύμφωνα με την εξίσωση:

mol	CH ₃ COOH + NaOH → CH ₃ COO ⁻ + Na ⁺ + H ₂ O			
ΑΡΧ.	V ₁	V ₂		
Α./Π.	- V ₂	- V ₂	V ₂	V ₂
ΤΕΛ.	V ₁ - V ₂	—	V ₂	V ₂

(ή CH₃COOH + OH⁻ → CH₃COO⁻ + H₂O)

Το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό με

$$c_{\omicron\zeta\epsilon\omicron\varsigma} = c_{\beta\alpha\sigma\eta\varsigma} \text{ και } \frac{V_1 - V_2}{V_{\text{τελ}}} = \frac{V_2}{V_{\text{τελ}}} \text{ και } V_1 = 2V_2$$

Επομένως, η μέγιστη δυνατή ποσότητα ρυθμιστικού διαλύματος που μπορεί να παρασκευαστεί με αυτή την μέθοδο είναι 150 mL με ανάμειξη 100 mL Δ1 με 50 mL Δ2.

ΤΡΙΤΟΣ ΤΡΟΠΟΣ: Ανάμειξη V₃ L Δ3 με V₄ L Δ4, οπότε n_{CH₃COOK} = 2V₃ και n_{HBr} = V₄.

$$V_3 + V_4 = V_{\text{τελ}} \quad (1)$$

Το CH₃COO⁻, το οποίο παράγεται από την διάσπαση του CH₃COOK είναι βάση και εξουδετερώνεται εν μέρει από το HCl, σύμφωνα με την εξίσωση:

mol	CH ₃ COO ⁻ + HCl → CH ₃ COOH + Cl ⁻
-----	---

Φιλλένια Σιδέρη

ΑΡΧ.	2V ₃	V ₄		
Α./Π.	- V ₄	- V ₄	V ₄	V ₄
ΤΕΛ.	2V ₁ - V ₄	—	V ₄	V ₄

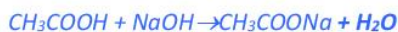
$$V_3 = V_4$$

Το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό με

$$c_{\text{οξέος}} = c_{\text{βάσης}} \text{ και } \frac{2V_3 - V_4}{V_{\text{τελ}}} = \frac{V_4}{V_{\text{τελ}}} \text{ και}$$

Επομένως, η μέγιστη δυνατή ποσότητα ρυθμιστικού διαλύματος είναι 200 mL και μπορεί να παρασκευαστεί με ανάμειξη 100 mL Δ3 με 100 mL Δ4.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Οι εξισώσεις των πρωτολυτικών αντιδράσεων μπορούν να γραφούν και σε μοριακή μορφή και στην συνέχεια να γραφεί η διάσταση:



Γ. α. Να αποδείξετε ότι κατά την αραιώση ενός ρυθμιστικού διαλύματος, εντός ορισμένων ορίων, το pH του δεν μεταβάλλεται. Ισχύει η πρόταση αυτή όταν το ρυθμιστικό διάλυμα αραιώνεται με πάρα πολύ μεγάλη ποσότητα διαλύτη;

Έστω το ρυθμιστικό διάλυμα -HA: $c_{\text{οξέος}}/A$: $c_{\text{βάσης}}$, με $\text{pH}_1 = \text{pK}_a + \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}}$

Κατά την αραιώση του διαλύματος από V₁ σε V₂

$$c_{\text{οξέος}}' = \frac{c_{\text{οξέος}} \cdot V_1}{V_2} \text{ και } c_{\text{βάσης}}' = \frac{c_{\text{βάσης}} \cdot V_1}{V_2}, \text{ οπότε ο λόγος μένει σταθερός και εφόσον ισχύουν οι προσεγγίσεις: } \text{pH}_2 = \text{pH}_1$$

Κατά την αραιώση ενός διαλύματος με πάρα πολύ μεγάλη ποσότητα H₂O, οι συγκεντρώσεις των ηλεκτρολυτών τείνουν στο μηδέν, οπότε δεν ισχύουν οι περιορισμοί $K_a/c_{\text{οξέος}} < 10^{-2}$ και $K_b/c_{\text{βάσης}} < 10^{-2}$ και το pH του διαλύματος τείνει στο pH του ουδέτερου διαλύματος (στους 25°C στο 7).

β. Να εξηγήσετε γιατί η ρυθμιστική ικανότητα ενός ρυθμιστικού διαλύματος HA/A⁻ είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερες είναι οι αριθμητικές τιμές των συγκεντρώσεων των συζυγών μορφών.

Όσο μεγαλύτερες αριθμητικές τιμές έχουν οι συγκεντρώσεις των συζυγών μορφών ενός ρυθμιστικού διαλύματος, τόσο μεγαλύτερες ποσότητες ισχυρών ηλεκτρολυτών μπορεί να εξουδετερώσει, παραμένοντας ρυθμιστικό διάλυμα και τόσο μεγαλύτερη αραιώση μπορεί να υποστεί χωρίς να σταματήσουν να ισχύουν οι περιορισμοί.

Για παράδειγμα: ένα ρυθμιστικό διάλυμα HA/A⁻ με συγκεντρώσεις 1M-1M και

$K_a=10^{-4}$, μπορεί να εξουδετερώσει ποσότητα HCl μικρότερη του 1 M, ενώ το ίδιο διάλυμα με συγκεντρώσεις 0,1M-0,1M μπορεί να εξουδετερώσει ποσότητα HCl μικρότερη του 0,1 M. Με τον ίδιο τρόπο το πρώτο διάλυμα μπορεί να αραιωθεί έως και στο 100πλάσιο του όγκου του, ενώ το δεύτερο έως και στο 10πλάσιο του όγκου του και να ισχύουν οι προσεγγίσεις.

Φιλλένια Σιδέρη

γ. Να υπολογίσετε τον λόγο των βαθμών ιοντισμού του HA σε ρυθμιστικό διάλυμα HA/A⁻ με ίσες συγκεντρώσεις πριν και μετά την αραιώση του με ίσο όγκο νερού. Μετά την αραιώση εξακολουθούν να ισχύουν οι προσεγγίσεις.

Μ	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ΑΡΧ.	Οξέος	Βάσης	
Α./Π.	-χ	χ	χ
ΤΕΛ.	Οξέος·χ	Βάσης+χ	χ

Στο αρχικό και στο αραιωμένο διάλυμα οι συγκεντρώσεις H_3O^+ είναι ίσες, αλλά η συγκέντρωση του οξέος μετά την αραιώση γίνεται $c_2 = c_1/10$.

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\frac{\chi}{c_1}}{\frac{\chi}{c_2}} = 10$$

Δ. Να επιλέξετε ποιο από τα ακόλουθα δύο διαλύματα απαιτεί κατά την ογκομέτρηση του με πρότυπο διάλυμα NaOH μεγαλύτερο όγκο του πρότυπου διαλύματος για να φτάσει στο ισοδύναμο σημείο. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. 100 mL διαλύματος HCl με pH= 3 - 100 mL διαλύματος HCl με pH=2.

Το HCl είναι ισχυρό μονοπρωτικό οξύ οπότε $[\text{HCl}] = [\text{H}_3\text{O}^+]$.

Η αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι: $\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$

Στο Ι.Σ.: $n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}}$

Επομένως, όποιο διάλυμα περιέχει περισσότερα mol HCl, απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα NaOH.

$\text{pH} = 3 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M} \rightarrow [\text{HCl}] = 10^{-3} \text{ M}$ και $n_{\text{HCl}1} = 10^{-3} \cdot 0,1 = c \cdot V_1$ mol NaOH

$\text{pH} = 2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M} \rightarrow [\text{HCl}] = 10^{-2} \text{ M}$ και $n_{\text{HCl}2} = 10^{-2} \cdot 0,1 = c \cdot V_2$ mol NaOH

Επειδή $n_{\text{HCl}2} > n_{\text{HCl}1}$, $V_2 > V_1$. Το διάλυμα με pH = 2 απαιτεί μεγαλύτερο όγκο πρότυπου διαλύματος NaOH.

β. 100 mL διαλύματος HCl με pH=2 - 100 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA με pH=2.

Το HCl είναι ισχυρό μονοπρωτικό οξύ οπότε $[\text{HCl}] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$

Το HA είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ οπότε $[\text{HA}] > [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$

Η αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι: $\text{HX(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{X}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$

Στο Ι.Σ.: $n_{\text{OXEOΣ}} = n_{\text{NaOH}}$

Επομένως, όποιο διάλυμα περιέχει περισσότερα mol οξέος, απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα NaOH.

$\text{pH} = 2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M} \rightarrow [\text{HCl}] = 10^{-2} \text{ M}$ και $n_{\text{HCl}} = 10^{-2} V_1$ mol NaOH

$\text{pH} = 2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M} \rightarrow [\text{HA}] > 10^{-2} \text{ M}$ και $n_{\text{HA}} = 10^{-2} V_2$ mol NaOH

Επειδή $n_{\text{HA}} > n_{\text{HCl}}$ και $V_2 > V_1$. Το διάλυμα του ασθενούς HA απαιτεί μεγαλύτερο όγκο πρότυπου διαλύματος NaOH.

Γ. 100 mL διαλύματος HA με pH=2 - 100 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HB με pH=2, αν $K_{\alpha, \text{HA}} < K_{\alpha, \text{HB}}$

Για τα ασθενή οξέα:

Φιλλένια Σιδέρη

M	$\text{HX} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{X}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
I.I.	C-X	X	X

$$K_a = \frac{[\text{X}^-]}{[\text{HA}]} \rightarrow c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_a}$$

Επειδή $K_{a,\text{HA}} < K_{a,\text{HB}}$ και έχουν ίδια τιμή $\text{pH} \rightarrow \text{C}_{\text{HA}} > \text{C}_{\text{HB}}$ και επομένως: $\eta_{\text{HA}} > \eta_{\text{HB}}$

Η αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι: $\text{HX(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{X}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$

Στο Ι.Σ.: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

Επομένως, όποιο διάλυμα περιέχει περισσότερα mol οξέος, απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα NaOH.

Επειδή $\eta_{\text{HA}} > \eta_{\text{HB}}$, $V_1 > V_2$. Το διάλυμα του ασθενούς HA απαιτεί μεγαλύτερο όγκο πρότυπου διαλύματος NaOH.

Ζ. Χημικό εργαστήριο διαθέτει τρεις δείκτες: Α ($\text{pK}_{\text{HΔ},1}=8,8$), Β ($\text{pK}_{\text{HΔ},2}=5,9$) και Γ ($\text{pK}_{\text{HΔ},3}=3,6$), οι οποίοι έχουν περιοχή αλλαγής χρώματος 1 μονάδα.

α. Ποιον από τους τρεις δείκτες θα χρησιμοποιούσατε για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου κατά την ογκομέτρηση διαλύματος CH_3NH_2 0,1 M από πρότυπο διάλυμα HCl 0,1 M; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Δίνεται ότι $K_{b,\text{NH}_3}=10^{-5}$ και $\theta=25^\circ$.

Για να είναι κατάλληλος ένα δείκτης για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου, πρέπει να περιλαμβάνει το pH του Ι.Σ. στην περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη.

Η αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι: $\text{HCl(aq)} + \text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

Η CH_3NH_2 είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 , γιατί το $-\text{CH}_3$ έχει +I επαγωγικό φαινόμενο με αποτέλεσμα να ισχυροποιείται ο δεσμός N-H, οπότε η $K_{b,\text{CH}_3\text{NH}_2} > 10^{-5}$ και $K_{a,\text{CH}_3\text{NH}_3^+} < 10^{-9}$. Το ιόν CH_3NH_3^+ αντιδρά με το H_2O :



και στο Ι.Σ. το pH του διαλύματος είναι μεταξύ 5 και 6.

Ο κατάλληλος δείκτης, λοιπόν, είναι αυτός που στην περιοχή αλλαγής χρώματος του περιλαμβάνει τις τιμές από 5-6, δηλαδή ο Β με περιοχή αλλαγής χρώματος $\text{pK}_{\text{HΔ}}-1 \leq \text{pH} \leq \text{pK}_{\text{HΔ}}+1$, δηλαδή: $4,9 \leq \text{pH} \leq 6,9$.

β. Αν το pH στο Ι.Σ. είναι 5,5 να βρεθεί ο λόγος των συζυγών μορφών του δείκτη που χρησιμοποιήθηκε.

$$K_{\text{HΔ}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Δ}^-]}{[\text{HΔ}]} \text{ και } \frac{[\text{HΔ}]}{[\text{Δ}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{\text{HΔ}}} = 10^{-5,5}/10^{-5,9} \text{ και } \frac{[\text{HΔ}]}{[\text{Δ}^-]} = 10/4$$

Η. Ο δείκτης πορφυρό της βρομοκρεσόλης έχει $\text{pK}_a = 6,4$ (κίτρινο-πορφυρό).

Ο δείκτης κυανούν της βρομοθυμόλης έχει $\text{pK}_a = 7,3$ (κίτρινο-κυανούν).

Ένα διάλυμα χρωματίζεται πορφυρό όταν προστεθούν σ' αυτό σταγόνες της βρομοκρεσόλης και πράσινο όταν προστεθούν σταγόνες βρομοθυμόλης.

Είναι σωστό ή λάθος ότι το pH του διαλύματος είναι μεταξύ 7,4 και 8,3;

Φιλλένια Σιδέρη

ΣΩΣΤΟ: Θεωρούμε ότι οι δείκτες έχουν περιοχή αλλαγής χρώματος 2 μονάδων, οπότε για να επικρατήσει το πορφυρό, δηλαδή το βασικό χρώμα της βρομοκρεσόλης θα πρέπει:

$$pH \geq pK_{HA} + 1, \text{ δηλαδή: } pH \geq 7,4$$

Η βρομοθυμόλη έχει πράσινο χρώμα στην περιοχή αλλαγής χρώματος, δηλαδή για

$$pK_{HA} - 1 \leq pH \leq pK_{HA} + 1, \text{ δηλαδή: } 6,3 \leq pH \leq 8,3.$$

Επομένως το διάλυμα έχει τιμή pH: $7,4 \leq pH \leq 8,3$, εφόσον αποκτά πορφυρό χρώμα, όταν προστεθούν σ' αυτό σταγόνες της βρομοκρεσόλης και πράσινο όταν προστεθούν σταγόνες βρομοθυμόλης.

Θ. α. Να γράψετε τις εξισώσεις και τις σταθερές ιοντισμού του υδρόθειου σε υδατικό διάλυμα.

M	$H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^- + H_3O^+$	$HS^- + H_2O \rightleftharpoons S^{2-} + H_3O^+$
ΑΡΧ.	c	x
Ι./Π.	- x x x	-ω ω ω
	$K_{\alpha,1} = \frac{[HS^-][H_3O^+]}{[H_2S]}$	$K_{\alpha,2} = \frac{[S^{2-}][H_3O^+]}{[HS^-]}$

β. Είναι σωστό ή λάθος ότι:

- Σε ένα διάλυμα H_2S η συγκέντρωση των θειούχων ιόντων είναι ίση με τη συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου.

ΛΑΘΟΣ: $[S^{2-}] = \omega < [H_3O^+] = x + \omega$

- Ένα διάλυμα KHS έχει οπωσδήποτε $pH < 7$.

Το KHS είναι άλας και διίσταται πλήρως σε K^+ και HS^- .

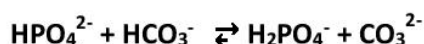
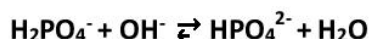
Το HS^- μπορεί να λειτουργήσει αμφιπρωτικά και εφόσον δεν γνωρίζουμε τις αριθμητικές τιμές των σταθερών θα πάρουμε περιπτώσεις:

M	$HS^- + H_2O \rightleftharpoons H_2S + OH^-$	$HS^- + H_2O \rightleftharpoons S^{2-} + H_3O^+$
	Αν $K_{b1} = \frac{K_W}{K_{\alpha,1}} > K_{\alpha,2}$, τότε το υδατικό διάλυμα είναι αλκαλικό	
	Αν $K_{b1} = \frac{K_W}{K_{\alpha,1}} < K_{\alpha,2}$, τότε το υδατικό διάλυμα είναι όξινο	

- Η K_2 του H_2S είναι μικρότερη της K_1 .

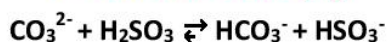
ΣΩΣΤΟ: Είναι πολύ πιο δύσκολο να αποσπαστεί το θετικά φορτισμένο κατιόν υδρογόνου (H^+) από το ήδη αρνητικά φορτισμένο ιόν.

Ι. Οι χημικές εξισώσεις που ακολουθούν είναι μετατοπισμένες δεξιά:



Επαναληπτικό φύλλο εργασίας 4- Γ Λυκείου -2020

Φιλλένια Σιδέρη



Να διατάξετε τα οξέα H_2SO_3 , H_2O , H_2PO_4^- , HCO_3^- κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος και να εξηγήσετε πλήρως την απάντησή σας.

Οι πρωτολυτικές αντιδράσεις είναι μετατοπισμένες δεξιά, όταν παράγουν ασθενέστερο ηλεκτρολύτη. Επομένως, το H_2PO_4^- είναι ισχυρότερο οξύ από το H_2O , αλλά ασθενέστερο από το HCO_3^- , το οποίο είναι ασθενέστερο από το H_2SO_3 .

Άρα: $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{PO}_4^- < \text{HCO}_3^- < \text{H}_2\text{SO}_3$.

Ια. Δίνονται οι εξισώσεις ιοντισμού: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$, $k_2=10^{-12}$



Να εξηγήσετε αν το ξίδι, το οποίο είναι διάλυμα CH_3COOH , μπορεί να καταστρέψει το μάρμαρο, το οποίο κατά βάση αποτελείται από ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3).

Θα ελέγξουμε αν μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντίδραση:



$$K_C = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{CO}_3^{2-}]} = \frac{K_a, \text{CH}_3\text{COOH}}{k_2} = \frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 10^7$$

Βλέπουμε ότι η τιμή της σταθεράς ισορροπίας είναι πολύ μεγάλη, επομένως η αντίδραση είναι πρακτικά μονόδρομη και το ξίδι φθείρει το μάρμαρο.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ

Οι πρωτολυτικές αντιδράσεις είναι μετατοπισμένες δεξιά, όταν παράγουν ασθενέστερο ηλεκτρολύτη. Επειδή $k_2 \ll K_a$, η αντίδραση είναι μετατοπισμένη δεξιά, όπου παράγεται το ασθενέστερο HCO_3^{2-} .

Θέμα 5^ο ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΔΙΝΟΝΤΑΙ: $\theta = 25^\circ \text{C}$, $\log 2 = 0,3$, $\log 3 = 0,5$

$$K_w = 10^{-14}$$

$$A_{r,C} = 12$$

$$A_{r,H} = 1$$

$$A_{r,Na} = 23$$

$$A_{r,Ca} = 40$$

Τα διαλύματα Δ1, Δ2, Δ3 περιέχουν τις βάσεις Α⁻, Β⁻, Γ⁻ και έχουν όλα τον ίδιο αρχικό όγκο V mL. Το διάλυμα Δ4 σχηματίστηκε με διάλυση 0,46 g Na & 0,60 g Ca σε ορισμένη ποσότητα νερού και στην συνέχεια αραίωση του 1/2 του διαλύματος με νερό έως ότου αποκτήσει όγκο V mL.

Τα διαλύματα ογκομετρούνται με το ίδιο πρότυπο διάλυμα HCl. Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται οι όγκοι του διαλύματος HCl που απαιτήθηκαν και το pH κάθε διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο.

	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4
V _{HCl} (mL)	200	100	10	200
pH	5	5	7	7

5.1. α. Να διατάξετε τα διαλύματα κατά αυξανόμενη τιμή συγκέντρωσης

β. Να διατάξετε τις βάσεις Α⁻, Β⁻, Γ⁻ κατά αυξανόμενη ισχύ, αν ο όγκος του διαλύματος Δ3 στο Ι.Σ. είναι 110 mL.

Φιλλένια Σιδέρη

Έστω ότι η $c_{\text{HCl}}=c$, οπότε σε κάθε περίπτωση $n_{\text{HCl}}=c \cdot V_{\text{HCl}}$

Επειδή έχω μονοπρωτικούς ηλεκτρολύτες: $n_{\text{βάσης(X}^-)}=n_{\text{HCl}}=n_{\text{HX}}$ (1)

Μετά την αντίδραση: $[\text{HX}]=n_{\text{HCl}}/V+V_{\text{HCl}}$ (2)

Στα διαλύματα Δ1 και Δ2, το HX αντιδρά με το H_2O , με $K_a=K_w/K_b$, όπως φαίνεται στον πίνακα και στην Ι.Ι.:

M	$\text{HX} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{X}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ΑΡΧ.	CHX
Α./Π.	$-x \quad \quad x \quad x$
Ι.Ι.	$\text{CHX} -x \quad \quad x \quad x$

$$K_a=K_w/K_b=\chi^2/c_{\text{HX}} \quad (3)$$

ΣΤΟ Δ1:

Από την (1): $c_1 \cdot V=0,2c$

Μετά την αντίδραση: $[\text{HA}]=0,2c/V+0,2$ (2)

Επειδή το pH στο Ι.Σ. είναι 5, η $[\text{H}_3\text{O}^+]=\chi=10^{-5}\text{M}$

$$K_{a,HA} = \frac{K_w}{K_{b,A-}} = \frac{\chi^2}{[\text{HA}]} = \frac{(10^{-5})^2}{\frac{0,2c}{V+0,2}} = \frac{10^{-10} \cdot (V+0,2)}{0,2c}$$

ΣΤΟ Δ2:

Από την (1): $c_2 \cdot V=0,1c$

Μετά την αντίδραση: $[\text{HB}]=0,1c/V+0,1$ (2)

Επειδή το pH στο Ι.Σ. είναι 5, η $[\text{H}_3\text{O}^+]=\chi=10^{-5}\text{M}$

$$K_{a,HB} = \frac{K_w}{K_{b,B-}} = \frac{\chi^2}{[\text{HB}]} = \frac{(10^{-5})^2}{\frac{0,1c}{V+0,1}} = \frac{10^{-10} \cdot (V+0,1)}{0,1c}$$

ΣΤΟ Δ3:

Από την (1): $c_3 \cdot V=0,01c$

Και επειδή το pH στο Ι.Σ. είναι 7, το ΗΓ δεν αντιδρά με το H_2O , επομένως η Γ^- είναι ισχυρή βάση.

Επίσης, στο Ι.Σ. $V+V_{\text{HCl}}=110 \text{ mL}$, οπότε $V=100 \text{ mL}$ ή $0,1 \text{ L}$

ΣΤΟ Δ4:

$$n_{\text{Na}} = \frac{m}{A_r} = \frac{0,23}{23} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Ca}} = \frac{m}{A_r} = \frac{0,60}{40} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Το Na, Ca αντιδρούν με το νερό με απλή αντικατάσταση και παράγουν ισχυρά υδροξείδια μετάλλων που στο διάλυμα βρίσκονται σε πλήρη διάσταση.

mol	$\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^- + 1/2 \text{H}_2$	$\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2$
Α./Π.	$-10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$	$-1,5 \cdot 10^{-2} \quad 1,5 \cdot 10^{-2} \quad 3,0 \cdot 10^{-2}$

$n_{\text{OH}^-}=4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ και επειδή αραιώνουμε το $\frac{1}{2}$ του διαλύματος, με το HCl αντιδρούν τα $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol OH}^-$, σύμφωνα με την εξίσωση:

Φιλλένια Σιδέρη

mol	OH ⁻	+	HCl → H ₂ O + Cl ⁻
A./Π.	- 2 · 10 ⁻²		2 · 10 ⁻²

$$n_{\text{HCl}} = c \cdot V_{\text{HCl}} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol και } c = 0,1 \text{ M (5)}$$

ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ:

$$c_3 < c_2 < c_1$$

ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥ:

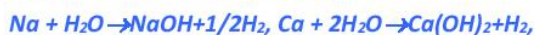
$$K_{\alpha,HA} = \frac{K_w}{K_{b,A-}} = \frac{10^{-10} \cdot (V + 0,2)}{0,2c} = 1,5 \cdot 10^{-9}$$

$$K_{\alpha,HB} = \frac{K_w}{K_{b,B-}} = \frac{10^{-10} \cdot (V + 0,1)}{0,1c} = 2,0 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{Επειδή } K_{\alpha,HA} < K_{\alpha,HB}, K_{b,A-} > K_{b,B-}$$

Επομένως: B⁻ < A⁻ < Γ⁻

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Οι εξισώσεις των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης μπορούν να γραφούν και σε μοριακή μορφή και στην συνέχεια να γραφεί η εξουδετέρωση:



5.2. Να υπολογιστεί η [H₃O⁺] του διαλύματος Δ5, που προκύπτει από την ανάμειξη 400 mL του Δ2 με 200 mL από το πρότυπο διάλυμα του HCl.

$$n_{B-} = 0,4c = 0,04 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,02 \text{ mol}$$

$$V_{\text{τελικός}} = 0,6 \text{ L}$$

Μετά την αντίδραση:

$$[B^-] = [HB] = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,6} = \frac{1}{30} \text{ M}$$

Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό:

M	HB + H ₂ O ⇌ B ⁻ + H ₃ O ⁺		
ΑΡΧ.	C _{οξέος}	C _{βάσης}	
Ι./Π.	-χ	χ	χ
Ι.Ι.	C _{οξέος} -χ	C _{βάσης} +χ	χ

Στην Ι.Ι.:

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{HA} \rightarrow$$

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{C_{\text{οξέος}}}{C_{\text{βάσης}}} (1) = K_a = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

5.3. Σε 30 mL του διαλύματος Δ5 προστίθενται 6·10⁻⁴ mol NaOH, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Να υπολογιστεί η [H₃O⁺] του διαλύματος Δ6 που παράχθηκε.

Το NaOH αποκτά [NaOH]=

$$6 \cdot 10^{-4} / 0,03 = 0,6/30 \text{ M και}$$

αντιδρά με το οξύ του ρυθμιστικού διαλύματος. Το διάλυμα παραμένει ρυθμιστικό, οπότε:

mol	HB	+	KOH	→	B ⁻	+	K ⁺ + H ₂ O
Αρχ.	1/30		0,6/30		1/30		
A./Π.	-0,6/30		-0,6/30		0,6/30		
I.I.	0,4/30		-----		1,6/30		

Φιλλένια Σιδέρη

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{C_{οξέος}}{C_{βάσης}} = K_a \cdot \frac{\frac{0,4}{30}}{\frac{1,6}{30}} = 0,5 \cdot 10^{-9} M$$

5.4. Σε άλλα 30 mL του διαλύματος Δ5 προστίθενται $6 \cdot 10^{-4}$ mol HCl, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Να υπολογιστεί η $[H_3O^+]$ του διαλύματος Δ7 που παράχθηκε.

Το HCl αποκτά $[HCl]=$

$6 \cdot 10^{-4} / 0,03 = 0,6/30$ M και αντιδρά με την βάση του ρυθμιστικού διαλύματος.

Το διάλυμα παραμένει ρυθμιστικό, οπότε:

mol	B ⁻ + HCl	→	HB + Cl ⁻
Αρχ.	1/30 0,6/30		1/30
Α./Π.	-0,6/30 -0,6/30		0,6/30
Ι.Ι.	0,4/30 -----		1,6/30

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{C_{οξέος}}{C_{βάσης}} = K_a \cdot \frac{\frac{1,6}{30}}{\frac{0,4}{30}} = 8 \cdot 10^{-9} M$$

5.5. Πόσα mol KOH πρέπει να προστεθούν σε 240 mL διαλύματος Δ5, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά 3,3 μονάδες;

Το KOH αποκτά $[KOH]=c$. Επειδή προστίθεται βάση το $pH=pH_5+\Delta pH=-\log 2 \cdot 10^{-9}+3,3$ και $pH=12$, οπότε $[OH^-]=10^{-2}$ M.

Το τελικό $pH=12 > 7$ και επειδή όποιο αντιδρών και να αντιδράσει πλήρως προκύπτει αλκαλικό διάλυμα, πρέπει να κάνουμε διερεύνηση.

ΑΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΟΥΝ ΠΛΗΡΩΣ: $[B^-]=2/30$ M και επειδή είναι ασθενής βάση:

$$K_b = \frac{[HB][OH^-]}{[B^-]} = \frac{\chi^2}{2/30}, \text{ οπότε } \chi = \frac{10^{-3}}{\sqrt{3}} < 10^{-2} M$$

Επομένως, πρέπει να περισσέψει ισχυρή βάση.

mol	HB + KOH	→	B ⁻ + K ⁺ + H ₂ O
Αρχ.	1/30 c		1/30
Α./Π.	-1/30 -1/30		1/30
Ι.Ι.	-----		2/30

Μετά την αντίδραση:

$$[B^-] = 2/30 \text{ M}$$

$$[KOH] = c - 1/30$$

Ε.Κ.Ι
ισχυρής-
ασθενούς
βάσης

M	B ⁻ + H ₂ O ⇌ HB + OH ⁻	KOH → K ⁺ + OH ⁻
ΑΡΧ.	2/30	$C_{ισχ}$
Ι./Π.	- ψ ψ ψ	- $C_{ισχ}$ $C_{ισχ}$ $C_{ισχ}$

$$[OH^-] = C_{ισχ} + \psi = 10^{-2} M$$

$$K_b = \frac{\psi \cdot 10^{-2}}{2/30}, \text{ οπότε } \psi = \frac{10^{-4}}{3} \text{ αμελητέο}$$

Άρα $C_{ισχ}=10^{-2}$ M και $c-1/30=10^{-2}$ M, οπότε $c=0,043$ M και $n_{KOH}=0,043 \cdot 0,24=0,01$ mol

Φιλλένια Σιδέρη

5.6. Σε 200 mL διαλύματος που περιέχει A^- με συγκέντρωση 0,10 M και KOH με συγκέντρωση 0,05 M προστίθενται 200 mL διαλύματος HCl 0,1 M και το διάλυμα αραιώνεται με 100 mL H_2O . Να υπολογιστεί το pH του αραιωμένου διαλύματος Δ8.

$$n_{A^-}=0,2c=0,02 \text{ mol}$$

$$n_{KOH}=0,01 \text{ mol}$$

$$n_{HCl}=0,02 \text{ mol}$$

$$V_{\text{τελικός}}=0,5 \text{ L}$$

Το HCl θα εξουδετερώσει το ισχυρό KOH όσο περισσέψει
θα αντιδράσει με το A^-

mol	$HCl + KOH \rightarrow Cl^- + K^+ + H_2O$				$HCl + A^- \rightarrow Cl^- + HA$		
ΑΡΧ.	0,02	0,01			0,01	0,02	
Α./Π.	-0,01	-0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,01

Μετά την αντίδραση:

$$[A^-] = [HA] = 0,01/0,5 = 0,02 \text{ M}$$

Το Δ8 είναι ρυθμιστικό διάλυμα και όπως αποδείξαμε στο ερώτημα 5.2.

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{C_{\text{οξέος}}}{C_{\text{βάσης}}} \rightarrow -\log[H_3O^+] = -\log K_a - \log \frac{C_{\text{οξέος}}}{C_{\text{βάσης}}} \rightarrow$$

$$pH_8 = pK_a + \log \frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}} = pK_a = -\log 1,5 \cdot 10^{-9} = 9 - \log 3 + \log 2 = 8,8$$

5.7. Σε 200 mL διαλύματος Δ9 που περιέχει A^- με συγκέντρωση 0,10 M και μια βάση Δ^- με συγκέντρωση 0,20 M προστίθενται 200 mL διαλύματος HCl 0,1 M και το διάλυμα αραιώνεται με 100 mL H_2O . Αν εξουδετερώθηκε το 50% της A^- , υπολογιστεί το η $[OH^-]$ του τελικού διαλύματος Δ10 και να συγκριθεί η ισχύς των δύο βάσεων.

$$n_{A^-}=0,2c=0,02 \text{ mol}$$

$$n_{\Delta^-}=0,04 \text{ mol}$$

$$n_{HCl}=0,02 \text{ mol}$$

$$V_{\text{τελικός}}=0,5 \text{ L}$$

Το HCl θα εξουδετερώσει το 40% της A^- και όσο περισσέψει
θα εξουδετερώσει την Δ^- .

mol	$HCl + A^- \rightarrow Cl^- + HA$			$HCl + \Delta^- \rightarrow Cl^- + H\Delta$		
ΑΡΧ.	0,02		0,02	0,01	0,04	
Α./Π.	-0,5·0,02	-0,5·0,02	0,5·0,02	-0,01	-0,01	0,01

Μετά την αντίδραση:

$$[A^-] = [HA] = 0,01/0,5 = 0,02 \text{ M}$$

$$[\Delta^-] = 0,03/0,5 = 0,06 \text{ M}$$

$$[H\Delta] = 0,01/0,5 = 0,02 \text{ M}$$

	$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$			$\Delta^- + H_2O \rightleftharpoons H\Delta + OH^-$		
ΑΡΧ.	0,02		0,02	0,03		0,01
Α./Π.	-x	x	x	-ω	ω	ω

Στην Ι.Ι.

$$K_{b,A^-} = \frac{[OH^-]0,02}{0,02}$$

$$\text{και } [OH^-] = 10^{-5}/1,5 \text{ M}$$

Φιλλένια Σιδέρη

$$K_{b,\Delta-} = \frac{[OH^-]0,01}{0,03} = \frac{10^{-5}}{4,5} < K_{b,A-}$$

Επομένως η Δ^- είναι ασθενέστερη βάση από την A^- .

5.8. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος $\Delta 9$.

Έχουμε Ε.Κ.Ι. ασθενών ηλεκτρολυτών.

	$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$			$\Delta^- + H_2O \rightleftharpoons H\Delta + OH^-$		
ΑΡΧ.	0,10			0,20		
Α./Π.	-χ	χ	χ	-ω	ω	ω

Στην Ι.Ι. $K_{b,A-} = \frac{[\chi+\omega]\chi}{0,10} = \frac{10^{-5}}{1,5} \rightarrow \chi(\chi+\omega) = 10^{-6}/1,5$

$$K_{b,\Delta-} = \frac{[\chi+\omega]\omega}{0,20} = \frac{10^{-5}}{4,5} \rightarrow \omega(\chi+\omega) = 2 \cdot \frac{10^{-6}}{4,5}$$

$$(\chi+\omega)^2 = 10^{-5}/9$$

και

$$[OH^-] = 10^{-2,5}/3 \text{ M}$$

5.9. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν το $\Delta 2$ με το πρότυπο διάλυμα του HCl για να παρασκευαστεί ουδέτερο διάλυμα στους 25° C;

$$n_{B-} = 0,1V1$$

$$n_{HCl} = 0,1V2 \text{ mol}$$

$$V_{\text{τελικός}} = V1 + V2$$

Επειδή το τελικό pH=7, θα κάνουμε διερεύνηση:

1. Αν αντιδράσουν πλήρως, το HB θα αντιδράσει με το νερό και το pH<7

2. Αν περισσέψει HCl θα ιοντιστεί πλήρως και το pH<7

3. Επομένως η μοναδική περίπτωση να πάρουμε ουδέτερο διάλυμα είναι να σχηματιστεί ρυθμιστικό διάλυμα για ορισμένη αναλογία συγκεντρώσεων των συζυγών μορφών.

mol	$HCl + B^- \rightarrow$		Cl ⁻ + HB
ΑΡΧ.	0,1V2 0,1V1		
Α./Π.	-0,1V2	-0,1V2	0,1V2
ΤΕΛ	----- 0,1(V1-V2)		0,1 V2

Μετά την αντίδραση:

$$[B^-] = 0,1(V1-V2)/V1+V2$$

$$[HB] = 0,1V2/V1+V2$$

Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό και όπως αποδείξαμε στο ερώτημα 5.2.

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{C_{οξέος}}{C_{βάσης}} \rightarrow 10^{-7} = 2,0 \cdot 10^{-9} \frac{0,1V2}{0,1(V1-V2)} \rightarrow 50V1 - 50V2 = V2$$

και

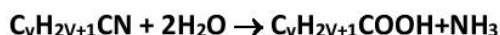
$$\frac{V1}{V2} = \frac{51}{50}$$

Θέμα 6°

ΔΙΝΟΝΤΑΙ: $\theta = 25^\circ C$

$$K_{a,CH_3COOH} = 10^{-5} \quad K_W = 10^{-14} \quad Ar,C=12 \quad Ar,H=1 \quad Ar,Na=23$$

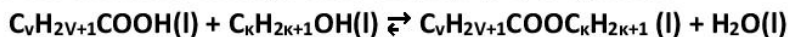
16,4 g ενός νιτριλίου με τύπο: $C_nH_{2n+1}CN$ υδρολύονται ποσοτικά σε όξινο περιβάλλον, σύμφωνα με την χημική εξίσωση:



Φιλλένια Σιδέρη

Το οργανικό προϊόν Α απομονώνεται κατάλληλα, και χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη.

6.1. Το πρώτο μέρος αναμειγνύεται με ισομοριακή ποσότητα της κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Β, η οποία έχει ίδια σχετική μοριακή μάζα με το οξύ, σε όξινο περιβάλλον και αποκαθίσταται με απόδοση 66,7% η ισορροπία:



Με ποια αναλογία mol έπρεπε να αναμειχθούν τα Α και Β, ώστε η απόδοση της αντίδρασης να γίνει 80%;

Αρχικά:

$$n_A = \frac{m}{M_r} = \frac{16,4}{14n + 27} \quad (1)$$

Από την στοιχειομετρία της αντίδρασης βλέπουμε ότι παράγονται n_A mol του ασθενούς οξέος $C_nH_{2n+1}COOH$, τα οποία χωρίζονται σε 2 ίσα μέρη $n_A/2=n$

1^ο ΜΕΡΟΣ:

Μ	$C_nH_{2n+1}COOH + C_kH_{2k+1}OH \rightleftharpoons C_nH_{2n+1}COOC_kH_{2k+1} + H_2O$			
ΑΡΧ.	n	n		
Α./Π.	-χ	-χ	χ	χ
ΤΕΛ.	n-χ	n-χ	χ	χ

$$a = \frac{x}{n} = 0,667$$

$$K_C = \frac{[C_nH_{2n+1}COOC_kH_{2k+1}][H_2O]}{[C_nH_{2n+1}COOH][C_kH_{2k+1}OH]} = \frac{[\chi]^2}{[n-\chi]^2} = \frac{0,667^2}{0,333^2} = 4$$

Έστω ότι για να έχουμε απόδοση 80% τα Α και Β πρέπει να χρησιμοποιηθούν n_A & n_B mol αντίστοιχα.

mol	$C_nH_{2n+1}COOH + C_kH_{2k+1}OH \rightleftharpoons C_nH_{2n+1}COOC_kH_{2k+1} + H_2O$			
ΑΡΧ.	n_A	n_B		
Α./Π.	-ω	-ω	ω	ω
ΤΕΛ.	$n_A-\chi$	$n_B-\chi$	ω	ω

$$K_C = \frac{\omega^2}{(n_A - \omega)(n_B - \omega)} = 4 \quad (2)$$

Αν το Β είναι σε περίσσεια:

$$a = \frac{\omega}{n_A} = 0,8 \text{ και } \omega = 0,8n_A \quad (3)$$

Από (2) και (3): $\frac{n_A}{n_B} = \frac{5}{8}$

Φιλλένια Σιδέρη

Αν το Α είναι σε περίσσεια:

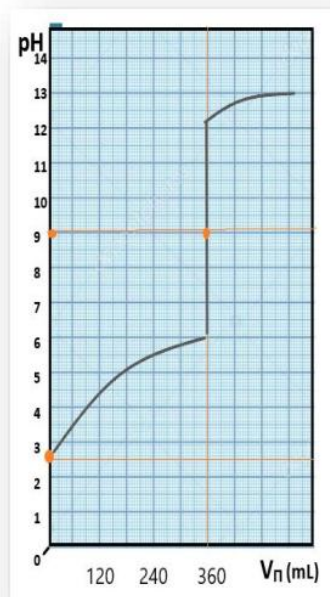
$$a = \frac{\omega}{n_B} = 0,8 \text{ και } \omega = 0,8n_B(4)$$

$$\text{Από (2) και (3): } \frac{n_A}{n_B} = \frac{8}{5}$$

6.2. Το δεύτερο μέρος διαλύεται στο νερό και το διάλυμα αραιώνεται σε όγκο 200 mL (Δ1). 40 mL του διαλύματος Δ1 ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα ΚΟΗ (Δ2) παρουσία κατάλληλου δείκτη. Η καμπύλη ογκομέτρησης δίνεται στο διπλανό σχήμα. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του Α και η συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος.

$$c_1 = n/0,2 = 5n$$

Αρχικά το ασθενές οξύ ιοντίζεται και όπως φαίνεται στην καμπύλη ογκομέτρησης το $pH=2,5$, δηλ. $[H_3O^+] = 10^{-2,5}M$.



M	$C_nH_{2n+1}COOH + H_2O \rightleftharpoons C_nH_{2n+1}COO^- + H_3O^+$		
ΑΡΧ.	5n		
Α./Π.	- ψ	ψ	ψ
Ι.Ι.	5n-ψ	ψ	ψ

$$K_a = \frac{[C_nH_{2n+1}COO^-][H_3O^+]}{[C_nH_{2n+1}COOH]} = \frac{\psi^2}{5n} = \frac{(10^{-2,5})^2}{5n} = \frac{10^{-5}}{5n} \quad (5)$$

Στα 40 mL του Δ1: $n_1 = c_1 \cdot V_1 = 5n \cdot 0,04 = 0,2n$

Στην καμπύλη ογκομέτρησης, πλήρη εξουδετέρωση έχουμε όταν προστίθενται 360 mL πρότυπου διαλύματος, δηλαδή: $n_{\pi} = 0,36c_{\pi}$.

mol	$C_nH_{2n+1}COOH + KOH \rightarrow C_nH_{2n+1}COO^- + K^+ + H_2O$			
ΑΡΧ.	0,2n	0,36 c_{π}		
Α./Π.	-0,2n	-0,2n	0,2n	0,2n
ΤΕΛ.	-----	-----	0,2n	0,2n

Στο Ι.Σ. $pH=9$ και $[H_3O^+] = 10^{-9}M$, γιατί το ανιόν του οξέος, το οποίο έχει συγκέντρωση:

$$0,2n/0,04 + 0,36 = n/2, \text{ αντιδρά με το νερό με } K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

M	$C_nH_{2n+1}COO^- + H_2O \rightleftharpoons C_nH_{2n+1}COOH + OH^-$		
Ι.Ι.	0,5n-z	z	z

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{[C_nH_{2n+1}COOH][OH^-]}{[C_nH_{2n+1}COO^-]} = \frac{z^2}{0,5n} = \frac{(10^{-5})^2}{0,5n} = \frac{10^{-10}}{0,5n} \quad (6)$$

Με πολλαπλασιασμό των σχέσεων (5) και (6) κατά μέλη:

Φιλλένια Σιδέρη

$$\frac{10^{-5}}{5n} \cdot \frac{10^{-10}}{0,5n} = 10^{-14}$$

και $n = 0,2 \text{ mol}$ και $n_A = 0,4 \text{ mol}$, οπότε από την (1):

$$n_A = \frac{16,4}{14n + 27} = 0,4 \text{ mol και } 14n + 27 = 41 \text{ και } n = 1.$$

Ο συντακτικός τύπος της Α: CH_3COOH και επειδή $0,2n = 0,36c_{\pi}$, $c_{\pi} = 0,11 \text{ M}$.

6.3. Ποιοί από τους ακόλουθους δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου του Δ1;

Όλοι οι δείκτες έχουν περιοχή αλλαγής χρώματος 2 μονάδων.

Δείκτης Χ με $pK_{\alpha, \text{HΔ}} = 6,0$, Δείκτης Ψ με $pK_{\alpha, \text{HΔ}} = 4,5$, Δείκτης Ζ με $pK_{\alpha, \text{HΔ}} = 8,8$, Δείκτης Ω με $pK_{\alpha, \text{HΔ}} = 12,0$.

Για να είναι κατάλληλος ένας δείκτης για τον προσδιορισμό του Ι.Σ. μιας ογκομέτρησης, όταν γνωρίζουμε την καμπύλη ογκομέτρησης, αρκεί η περιοχή αλλαγής χρώματος του να βρίσκεται στο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης, δηλ. στη συγκεκριμένη περίπτωση: $6 \leq \text{pH} \leq 12$

	Π.Α.Χ.: $pK_{\text{HΔ}} - 1 \leq \text{pH} \leq pK_{\text{HΔ}} + 1$	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ
Για τον Χ	$5 \leq \text{pH} \leq 7$	μπορεί να χρησιμοποιηθεί
Για τον Ψ	$3,5 \leq \text{pH} \leq 5,5$	ακατάλληλος
Για τον Ω	$11 \leq \text{pH} \leq 13$	μπορεί να χρησιμοποιηθεί
Για τον Ζ	$7,8 \leq \text{pH} \leq 9,8$	πλέον κατάλληλος

6.4. Αν χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Χ και η ογκομέτρηση ολοκληρωθεί σε $\text{pH} = 6$, πόσο θα είναι το σφάλμα της ογκομέτρησης;

Αν η ογκομέτρηση ολοκληρωθεί όταν το $\text{pH} = 6$, θα έχουν προστεθεί λιγότερα από 360 mL πρότυπου διαλύματος και δεν θα έχει εξουδετερωθεί πλήρως το Α.

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{K}^+ + \text{H}_2\text{O}$		
ΑΡΧ.	0,04	0,11 V_{π}	
Α./Π.	-0,11 V_{π}	-0,11 V_{π}	0,11 V_{π}
ΤΕΛ.	0,04 - 0,11 V_{π}		0,11 V_{π}

Μετά την αντίδραση: $[\text{C}_n\text{H}_{2V+1}\text{COOH}] = 0,04 - 0,11 V_{\pi} / 0,04 + V_{\pi}$

$[\text{C}_n\text{H}_{2V+1}\text{COO}^-] = 0,11 V_{\pi} / 0,04 + V_{\pi}$

} το διάλυμα είναι
ρυθμιστικό

$$\rightarrow \text{pH} = pK_{\alpha} + \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}} \rightarrow \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}} = 6 - 5 = 1 \text{ και}$$

$$c_{\text{βάσης}} = 10 \cdot c_{\text{οξέος}}, \text{ οπότε: } 0,11 V_{\pi} / 0,04 + V_{\pi} = 10 \cdot (0,04 - 0,11 V_{\pi}) / 0,04 + V_{\pi} \text{ και } V_{\pi} = 0,33 \text{ L}$$

$$\% \text{ σφάλμα} = \frac{|V_{\text{T.Σ.}} - V_{\text{I.Σ.}}|}{V_{\text{I.Σ.}}} 100 = \frac{|0,33 - 0,36|}{0,36} 100 = 8,33\%$$

Φιλλένια Σιδέρη

6.5. Σε 3 mL του εξουδετερωμένου διαλύματος Δ3 του ερωτήματος 5.2. προστίθενται 30 mL διαλύματος HI c M και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται με 67 mL H₂O και έχει pH = 3. Να βρεθεί η συγκέντρωση του διαλύματος του HI.

Το εξουδετερωμένο διάλυμα Δ3 έχει $[CH_3COO^-] = n/2 = 0,1M$

$$n_{CH_3COO^-} = c \cdot V = 0,003 \cdot 0,1 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{HI} = 0,03c$$

$$V_{\text{τελικός}} = 0,003 + 0,030 + 0,067 = 0,1 \text{ L}$$

Το τελικό pH = 3 < 7 και επειδή όποιο αντιδρών και να αντιδράσει πλήρως προκύπτει όξινο διάλυμα, πρέπει να κάνουμε διερεύνηση.

ΑΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΟΥΝ ΠΛΗΡΩΣ: $[CH_3COOH] = 3 \cdot 10^{-3} M$ και επειδή το αιθανικό οξύ είναι ασθενές, η $[H_3O^+] < 10^{-3} M$.

Επομένως, πρέπει να περισσέψει ισχυρό οξύ.

mol	$CH_3COO^- + HI \rightarrow CH_3COOH + I^-$			Μετά την αντίδραση:			Ε.Κ.Ι ισχυρού- ασθενούς οξέος
ΑΡΧ.	$3 \cdot 10^{-4}$	0,03c		$[CH_3COOH] = 3 \cdot 10^{-3} M$	$[HI] = (0,03c - 3 \cdot 10^{-4})/0,1$		
Α./Π.	$-3 \cdot 10^{-4}$	$-3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$				
ΤΕΛ.	-----	$(0,03c - 3 \cdot 10^{-4})$	$3 \cdot 10^{-4}$				
M	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$			$HI + H_2O \rightarrow I^- + H_3O^+$			
ΑΡΧ.	$3 \cdot 10^{-3}$			$c_{ισχ}$			
Ι./Π.	- ψ	ψ	ψ	- $c_{ισχ}$	$c_{ισχ}$	$c_{ισχ}$	

Στην Ι.Ι.: $[H_3O^+] = c_{ισχ} + \psi = 10^{-3} M$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{\psi \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} \text{ και } \psi = 3 \cdot 10^{-5} M, \text{ δηλαδή αμελητέο.}$$

Επομένως: $c_{ισχ} = 10^{-3} M$ και $(0,03c - 3 \cdot 10^{-4})/0,1 = 10^{-3} M$

$$0,03c = 4 \cdot 10^{-4} \text{ και } c = 1,33 \cdot 10^{-2} M$$

Θέμα 7°

ΔΙΝΟΝΤΑΙ: $\Theta = 25^\circ C$ (για τα διαλύματα)-

Τα αριθμητικά δεδομένα επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις

$$K_w = 10^{-14}$$

$$Ar_{Br} = 80$$

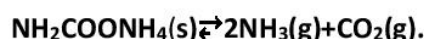
$$Ar_{C} = 12$$

$$Ar_{H} = 1$$

$$Ar_{N} = 14$$

7.1. Το καρβαμικό αμμώνιο (NH_2COONH_4) είναι ένα λευκό στερεό εξαιρετικά ευδιάλυτο στο νερό, το οποίο είναι ενδιάμεσο στη βιομηχανική παραγωγή ουρίας και χρησιμοποιείται ως αδρανές συστατικό σε σκευάσματα φυτοφαρμάκων φωσφιδίου του αργιλίου, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο εντόμων και τρωκτικών, για να κάνει την φωσφίνη λιγότερο εύφλεκτη. Το καρβαμικό αμμώνιο αποσυντίθεται αργά προς αμμωνία και διοξείδιο του άνθρακα με αποτέλεσμα το παραγόμενο CO₂ να μειώνει τον κίνδυνο ανάφλεξης.

6,0 g ενός δείγματος $NH_4(NH_2CO_2)$, το οποίο περιέχει και αδρανείς προσμείξεις, εισάγονται σε κενό δοχείο όγκου 1 L στους 25°C και αποσυντίθενται με απόδοση 1,64% σύμφωνα με την εξίσωση:



Φιλλένια Σιδέρη

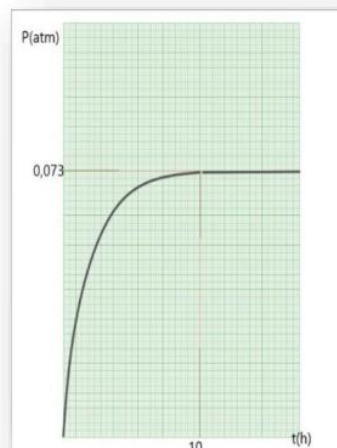
Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η πίεση μέσα στο δοχείο ως συνάρτηση του χρόνου.

Να υπολογιστούν:

A. Η καθαρότητα του δείγματος.

Έστω ότι στα 6,0 g του δείγματος υπάρχουν n mol $\text{NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4$, το οποίο αποσυντίθεται όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

M	$\text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$		
ΑΡΧ.	n		
Α./Π.	$-x$	$2x$	x
Χ.Ι.	$n-x$	$2x$	x



Στην Χ.Ι.: $n_{\text{ΑΕΡΙΩΝ}} = 3x = P \cdot V / RT = 0,073 \text{ atm} \cdot 1\text{L} / 0,082 \cdot 298 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$$x = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\alpha = \alpha_{\text{NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4} = x/n \quad \& \quad n = 0,06 \text{ mol}$$

Στα 6,0 g δείγματος υπάρχουν $0,06 \cdot M_r = 0,06 \cdot 78 = 4,7 \text{ g NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4$

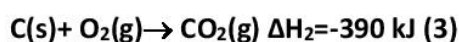
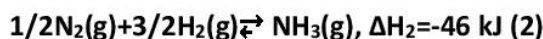
Στα 100,0 g δείγματος υπάρχουν

m

$$m = 78 \text{ g}$$

ή 78% καθαρότητα

B. η μέση ταχύτητα αποκατάστασης της ισορροπίας και να προταθεί μία μεταβολή για την αύξηση της ταχύτητας και της απόδοσης της αντίδρασης, αν δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



$$u = u_{\text{NH}_3} / 2 = u_{\text{CO}_2} = \Delta[\text{CO}_2] / \Delta t = 10^{-3} \text{ mol} / 1 \cdot 10 \text{ h} = 10^{-4} \text{ mol/h}$$

Επειδή το αντιδρών είναι στερεό, η μεταβολή του όγκου και της ποσότητας δεν επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης, ενώ η μεταβολή του βαθμού κατάτμησης δεν επηρεάζει την απόδοση.

Θα βρούμε με την βοήθεια του νόμου Hess την ΔH της αντίδρασης:

Αντιστρέφουμε την (1), διπλασιάζουμε την (2) και προσθέτουμε την (3), οπότε $\Delta H = 2\Delta H_2 + \Delta H_3 - \Delta H_1 = +161 \text{ kJ}$

Η αντίδραση είναι ενδόθερμη, οπότε με **αύξηση της θερμοκρασίας** επιτυγχάνεται τόσο αύξηση της ταχύτητας, όσο και της απόδοσης,

Γ. η τιμή της K_c σε θερμοκρασία 25°C .

$$K_c = [\text{NH}_3]^2 [\text{CO}_2] = (2x)^2 x = 4x^3 = 4 \cdot 10^{-9}$$

Φιλλένια Σιδέρη

A. 10^{-5}	B. $2 \cdot 10^{-4}$	Г. $4 \cdot 10^{-4}$	Δ. $6 \cdot 10^{-4}$
--------------	----------------------	----------------------	----------------------

M	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$			pH=12, $[\text{OH}^-]=10^{-2}\text{M}$
I.I.	c- ψ	ψ	ψ	$K_b=10^{-4}/c$ (1)

M	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$			pH=5,5, $[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-5,5}\text{M}$
I.I.	0,4c-z	z	z	$K_a=10^{-11}/0,4\text{c (2)}$

mol	$\text{NH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{Br}^- + \text{NH}_4^+$		
APX.	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-4}$	
A./П.	$-5 \cdot 10^{-4}$	$-5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
ТЕЛ.	$5 \cdot 10^{-4}$		$5 \cdot 10^{-4}$

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \rightarrow [H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_{\alpha\xi\epsilon\sigma\varsigma}}{c_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}} \rightarrow -\log[H_3O^+] \\ &= -\log K_a - \log \frac{c_{\alpha\xi\epsilon\sigma\varsigma}}{c_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}} \rightarrow pH = pK_a + \log \frac{c_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}}{c_{\alpha\xi\epsilon\sigma\varsigma}} \\ &= 9 + \log \frac{5 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 9 \end{aligned}$$

Φιλλένια Σιδέρη

7.4. Ποιος όγκος διαλύματος Δ4 απαιτείται μέχρι το ισοδύναμο σημείο κατά την ογκομέτρηση του διαλύματος Δ5, ποια θα είναι η συγκέντρωση H_3O^+ του διαλύματος στο Ι.Σ. και ποιον από τους ακόλουθους δείκτες θα επιλέγατε για τον προσδιορισμό του;

ερυθρό του μεθυλίου: $p_{\text{KH}_2} = 5,0$	κυανού της βρομοθυμόλης: $p_{\text{KH}_2} = 7,3$
ερυθρό της κρεσόλης: $p_{\text{KH}_2} = 6,4$	ηλιανθίνη: $p_{\text{KH}_2} = 3,5$
φαινολοφθαλεΐνη $p_{\text{KH}_2} = 9,5$	

mol	$\text{NH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{Br}^- + \text{NH}_4^+$		
ΑΡΧ.	$5 \cdot 10^{-4}$	η	$5 \cdot 10^{-4}$
Α./Π.	$-5 \cdot 10^{-4}$	$-5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
ΤΕΛ.			$10 \cdot 10^{-4}$

Επομένως απαιτούνται άλλα $5 \cdot 10^{-4}$ mol HBr, δηλαδή άλλα 5 mL διαλύματος Δ4.

Μετά την αντίδραση:

$$[\text{NH}_4^+] = 10^{-3} / 0,105 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ M.}$$

M	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$		
Ι.Ι.	$0,4c - z$	z	z

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{z^2}{9,5 \cdot 10^{-3}} = 10^{-9} \rightarrow z = 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

Ο κατάλληλος δείκτης για τον προσδιορισμό του Ι.Σ. θα πρέπει να περιλαμβάνει το pH του Ι.Σ. στην περιοχή αλλαγής χρώματος. Το pH του Ι.Σ. είναι μεταξύ 5 και 6.

Επομένως, ο καταλληλότερος δείκτης είναι το ερυθρό του μεθυλίου με περιοχή αλλαγής χρώματος από 4,0 έως 6,0 και δευτερευόντως το ερυθρό της κρεσόλης με περιοχή αλλαγής χρώματος από 5,4 έως 7,4.

Θέμα 8^ο

ΔΙΝΟΝΤΑΙ: $\Theta = 25^\circ\text{C}$ (για τα διαλύματα), $\log 14 = 1,14$, $\log 4 = 0,6$

$K_w = 10^{-14}$

$A_{r,\text{Br}} = 80$

$A_{r,\text{C}} = 12$

$A_{r,\text{H}} = 1$

$A_{r,\text{N}} = 14$

Διαθέτουμε τέσσερα διαλύματα οξέων τα οποία έχουν μεγάλη βιομηχανική σημασία.

Το Δ1 έχει περιεκτικότητα **0,6%w/v** σε CH_3COOH και εμφανίζει **pH=3**.

Το οξικό οξύ είναι το κύριο συστατικό του ξιδιού και παράγεται από την οξική ζύμωση της αιθανόλης ή και απευθείας από τα σάκχαρα με αναερόβια ζύμωση. Είναι σημαντικό παρασκευαστικό ενδιάμεσο μεγάλου αριθμού οργανικών ενώσεων.

Το Δ2 έχει περιεκτικότητα σε βενζοϊκό οξύ ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) **12,2%w/v**, το οποίο ιοντίζεται σε ποσοστό **1%**. Το βενζοϊκό οξύ και τα άλατά του χρησιμοποιούνται κυρίως ως συντηρητικά τροφίμων με τους κωδικούς E210-E213 και ως ενδιάμεσες ενώσεις για τη σύνθεση και την παραγωγή πολλών άλλων οργανικών ενώσεων.

Το Δ3 περιέχει το οξύ **προπενικό ή ακρυλικό οξύ** με συγκέντρωση **0,1M** και το άλας **προπενικό κάλιο** με συγκέντρωση **0,1M** και έχει **$\text{OH}^- = 10^{-9,5} \text{ M}$** .

Παγκοσμίως, παράγονται σε ετήσια βάση πάνω από 1.000.000 τόνοι προπενικού οξέος.

Φιλλένια Σιδέρη

Το Δ4 περιέχει HCOONa 2,0 M και έχει $\text{pH}=9$. Μυρμηκικό οξύ και άλατά του χρησιμοποιούνται σε ορισμένες χώρες ως συντηρητικά τροφίμων (E236: μυρμηκικό οξύ, E237: μυρμηκικό νάτριο, E238: μυρμηκικό ασβέστιο). Επειδή είναι χαμηλού κόστους και περιβαλλοντικά φιλικό οργανικό οξύ, χρησιμοποιείται στην εξουδετέρωση βασικών διαλυμάτων, όπως για παράδειγμα στην βιομηχανία χαρτοπολτού, και ως αντιπαγωτικό μέσο στους αεροδιαδρόμους ως λιγότερο διαβρωτικό για τα αεροσκάφη και περιβαλλοντικά φιλικότερο σε σχέση με το κοινό αλάτι.

Α. Να διατάξετε τα οξέα CH_3COOH , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$, HCOOH κατά αυξανόμενη ισχύ.

Θα υπολογίσουμε τις σταθερές K_a των οξέων και θα τις συγκρίνουμε.

Για τα μονοπρωτικά οξέα ο ιοντισμός φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

M	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
ΑΡΧ.	c		
Ι./Π.	- x	x	x

$$K_a = \frac{x^2}{c-x} \approx \frac{x^2}{c} = a^2 c \quad (1)$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \text{ και } [\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-\text{pH}} \quad (2)$$

ΠΙΑ ΤΟ Δ1:

Σε 0,1 L διαλύματος περιέχονται 0,6 g CH_3COOH , δηλαδή $0,6/60=0,01 \text{ mol}$.

Σε 1,0 L διαλύματος περιέχονται 0, 1 mol.

$$c=0,1\text{M}$$

$$\text{οπότε από (1) και (2): } K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} = 10^{-5}$$

ΠΙΑ ΤΟ Δ2:

Σε 0,1 L διαλύματος περιέχονται 12,2 g $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, δηλαδή $12,2/122=0,1 \text{ mol}$.

Σε 1,0 L διαλύματος περιέχονται 1,0 mol.

$$c=1,0 \text{ M}$$

$$\alpha=10^{-2}, \text{ οπότε από (1) και (2): } K_{a,\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}} = 10^{-4}$$

ΠΙΑ ΤΟ Δ3:

Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό με $[\text{OH}^-]=10^{-9,5}\text{M}$, δηλαδή $[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-4,5}\text{M}$ και $c_{\text{οξέος}}=c_{\text{βάσης}}$

$$K_{a,\text{CH}_2=\text{CHCOOH}} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{c_{\text{βάσης}}[\text{H}_3\text{O}^+]}{c_{\text{οξέος}}} = 10^{-4,5}$$

ΠΙΑ ΤΟ Δ4:

Το HCOONa είναι άλας και διίσταται πλήρως σε $\text{HCOO}^- + \text{Na}^+$

Το HCOO^- αντιδρά με το νερό με $K_b=K_w/K_a$, γιατί είναι η συζυγής βάση του HCOOH .

M	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$		
ΑΡΧ.	c		
Ι./Π.	- γ	γ	γ

$$\text{pH}=9 \rightarrow \text{pOH}=5 \text{ και } [\text{OH}^-]=10^{-5}\text{M}$$

$$K_b=K_w/K_a=(10^{-14})/2 \text{ και } K_{a,\text{HCOOH}}=2 \cdot 10^{-4}$$

Επομένως κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος:

Φιλλένια Σιδέρη



Φιλλένια Σιδέρη

M	$H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^- + H_3O^+$	$HS^- + H_2O \rightarrow S^{2-} + H_3O^+$
ΑΡΧ.	0,1	x
Ι./Π.	-x x x	-ψ ψ ψ

Στην Ι.Ι

 $[HS^-] = x - \psi \approx x$, γιατί $K_2 \ll K_1$ $[H_3O^+] = x + \psi \approx x$

$$K_1 = \frac{[HS^-][H_3O^+]}{H_2S} = \frac{x^2}{0,1} \rightarrow x = 10^{-4} M$$

$$K_2 = \frac{[S^{2-}][H_3O^+]}{[HS^-]} = \frac{\psi \cdot x}{x} \rightarrow \psi = 10^{-14} M$$

Άρα: Η ελάχιστη δυνατή τιμή pH του διαλύματος είναι 4 και η $[S^{2-}] = 10^{-14} M$

Θέμα 10^οΔΙΝΟΝΤΑΙ: $\Theta = 25^\circ C$ (για τα διαλύματα), $\log 14 = 1,14$, $\log 4 = 0,6$ $K_W = 10^{-14}$ $Ar_{Br} = 80$ $Ar_{C} = 12$ $Ar_{H} = 1$ $Ar_{N} = 14$

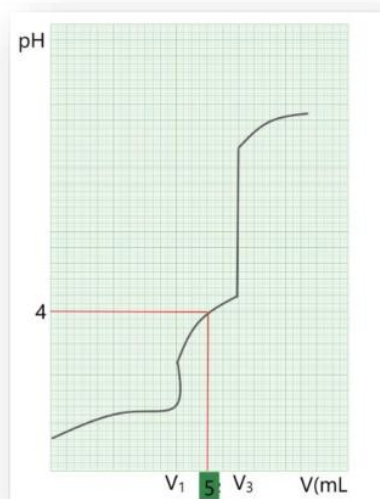
10.1. Ισομοριακό αέριο μείγμα Cl_2O_7 και HF, που έχει όγκο 4,48 L μετρημένο σε πρότυπες συνθήκες (stp), διαβιβάζεται σε νερό δημιουργώντας διάλυμα Δ1, όγκου 1 L. Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η καμπύλη ογκομέτρησης 10 mL του Δ1 με πρότυπο διάλυμα KOH Δ2 c M.

Να υπολογιστούν:

A. Η συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος Δ2 και οι όγκοι V_1 , V_3 .

A.

$$n_{\text{μειγματος}} = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48 \text{ L}}{22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0,2 \text{ mol} = 2n$$



Το Cl_2O_7 είναι οξείδιο αμετάλλου, επομένως ανυδρίτης οξέος και αντιδρά με το H_2O .

mol	$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2HClO_4$
A./Π.	-0,1 0,2

Το Δ1 έχει: $c_{HClO_4} = 0,2 \text{ M}$ $c_{HF} = 0,1 \text{ M}$ Στα 10 mL Δ1: $n_{HClO_4} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ $n_{HF} = 10^{-3} \text{ mol}$

Στο 1^ο Ι.Σ. έχει εξουδετερωθεί πλήρως το ισχυρό $HClO_4$

mol	$HClO_4 + KOH \rightarrow K^+ + ClO_4^- + H_2O$
A./Π.	$-2 \cdot 10^{-3}$ $-2 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-3}$

Επομένως: $n_{KOH} = c \cdot V_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (1) $V_{\text{ΤΕΛΙΚΟΣ}} = 0,01 + V_1$ Και $[HF] = 10^{-3} / 0,01 + V_1$

Επαναληπτικό φύλλο εργασίας 4- Γ Λυκείου -2020

Φιλλένια Σιδέρη

Στο 2^ο Ι.Σ. έχει εξουδετερωθεί πλήρως και το HF.

mol	HF + KOH → K ⁺ + F ⁻ + H ₂ O		
A./Π.	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³

Επομένως για την εξουδετέρωση του HF απαιτήθηκαν: $n_{\text{KOH}} = c \cdot (V_3 - V_1) = 10^{-3} \text{ mol}$ (2)

$$V_{\text{ΤΕΛΙΚΟΣ}} = 0,01 + V_3$$

$$\text{Και } [F^-] = 10^{-3} / (0,01 + V_3)$$

$$\text{Από τις (1) και (2): } V_1 = 2 \cdot (V_3 - V_1) \text{ και } 3V_1 = 2V_3$$

Επίσης από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι $V_1 + 0,5(V_3 - V_1) = 5 \text{ mL}$, οπότε:

$$V_1 = 4 \text{ mL}, V_3 = 6 \text{ mL και } c = 0,5 \text{ M.}$$

Β. Η σταθερά ιοντισμού του HF.

Β. Όταν έχουν προστεθεί συνολικά 5 mL KOH 0,5M, δηλαδή συνολικά $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, τα $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ KOH καταναλώθηκαν για την εξουδετέρωση του ισχυρού οξέος και $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ KOH καταναλώθηκαν για την εξουδετέρωση του ασθενούς HF.

mol	HF + KOH → K ⁺ + F ⁻ + H ₂ O		
ΑΡΧ.	10 ⁻³	0,5 · 10 ⁻³	
Α./Π.	-0,5 · 10 ⁻³	-0,5 · 10 ⁻³	0,5 · 10 ⁻³
	0,5 · 10 ⁻³		0,5 · 10 ⁻³

Το διάλυμα που σχηματίζεται είναι ρυθμιστικό με

$$[HF] = [F^-] \text{ και επειδή:}$$

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} \rightarrow [H_3O^+] \\ &= K_a \cdot \frac{c_{\text{οξέος}}}{c_{\text{βάσης}}} \\ &\rightarrow -\log[H_3O^+] \\ &= -\log K_a - \log \frac{c_{\text{οξέος}}}{c_{\text{βάσης}}} \\ &\rightarrow pH \\ &= pK_a + \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}} \\ &= pK_a, \rightarrow K_a = 10^{-4} \end{aligned}$$

Γ. Ο βαθμός ιοντισμού του HF και η συγκέντρωση των οξωνίων του διαλύματος Δ1.

M	HF + H ₂ O ⇌ F ⁻ + H ₃ O ⁺			HClO ₄ + H ₂ O → ClO ₄ ⁻ + H ₃ O ⁺		
ΑΡΧ.	0,1			0,2		
Ι./Π.	- ψ	ψ	ψ	- 0,2	0,2	0,2

Στην Ι.Ι.

$$[H_3O^+] = 0,2 + \psi \approx 0,2 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{0,2\psi}{0,1} = 10^{-4} \text{ και } \psi = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\alpha_{\text{HF}} = \psi / 0,1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ ή } 0,5\%$$

$$[H_3O^+] = 0,2 + \psi \approx 0,2 \text{ M}$$

Δ. Το pH του διαλύματος στα δύο Ι.Σ.

Στο 1^ο Ι.Σ.:

$$[HF] = 10^{-3} / (0,01 + V_1) = 10^{-3} / 14 \cdot 10^{-3}$$

Φιλλένια Σιδέρη

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{1/14} \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2}/\sqrt{14} M$$

$$pH_1=2,6$$

Στο 2^ο Ι.Σ.:

$$[F^-] = 10^{-3}/0,01 + V_3 = 10^{-3}/16 \cdot 10^{-3}$$

Το F⁻ είναι η συζυγής βάση του HF και αντιδρά με το νερό με $K_b = K_w/K_a = 10^{-10}$, σύμφωνα με την εξίσωση:



$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{1/16} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-5}}{4} M$$

$$pH_1=8,4$$

Θέμα 11^ο

ΔΙΝΟΝΤΑΙ: Θ=25°C (για τα διαλύματα), $\log 14 = 1,14$ - $\log 4 = 0,6$ - $K_w = 10^{-14}$

Τα αριθμητικά δεδομένα επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

11.1. Το H₂SO₄ είναι ένα διαυγές, άχρωμο, ειδικώς βαρύ, ελαιώδες και άοσμο (καθαρό) υγρό με σχετική μοριακή μάζα: 98 και πυκνότητα (στους 25°C): 1,840 g/cm³. Είναι ισχυρό οξύ στον 1ο ιοντισμό και ασθενές στον 2ο με $K_2=0,01$.

Το θειώδες οξύ (H₂SO₃) είναι ασθενές και στους 2 ιοντισμούς του.

A. Να εξηγήσετε γιατί το θειώδες οξύ είναι ασθενέστερο του θειικού.

Το θειικό οξύ έχει ένα επιπλέον άτομο O στο μόριο του. Το O έχει -I επαγωγικό φαινόμενο και έλκει τα e του δεσμού H-O με αποτέλεσμα να τον εξασθενίζει και το H⁺ να αποσπάται πιο εύκολα.

B. V mL καθαρού H₂SO₄ διαλύονται σε νερό και σχηματίζεται ένα διάλυμα Δ1 όγκου 20 mL. 2 mL του Δ1 αραιώνονται με νερό και σχηματίζονται 10 mL του Δ2, το οποίο εμφανίζει $[H_3O^+] = 1,01 M$. Να υπολογιστεί ο όγκος V του καθαρού H₂SO₄ που χρησιμοποιήθηκε.

Χρησιμοποιήθηκαν V mL καθαρού H₂SO₄, δηλαδή $m = V \cdot \rho = 1,840 V g$

$$n_{H_2SO_4} = \frac{m}{M_r} = \frac{1,840 V}{98} = n(1)$$

Στα 2 mL του Δ1 έχουμε 0,1 n mol H₂SO₄ και $c_2 = 0,1n/0,01 = 10n$

M	H ₂ SO ₄ + H ₂ O → HSO ₄ ⁻ + H ₃ O ⁺			HSO ₄ ⁻ + H ₂ O ⇌ SO ₄ ²⁻ + H ₃ O ⁺		
ΑΡΧ.	10n			10n		
Ι./Π.	- 10n	10n	10n	-x	x	x

Στην Ι.Ι

$$[HSO_4^-] = 10n - x$$

Φιλλένια Σιδέρη

$$[H_3O^+] = 10n + x = 1,01 \text{ M} \quad (2)$$

$$K_2 = \frac{[SO_4^{2-}][H_3O^+]}{[HSO_4^-]} = \frac{x \cdot 1,01}{10n - x} = 10^{-2} \rightarrow x = 9,8 \cdot 10^{-2} n \quad (3)$$

$$(2)-(3): n = 0,1 \text{ mol} \xrightarrow{(1)} V = 5,33 \text{ mL}$$

11.2. Το Δ2 ογκομετρείται με ένα διάλυμα Δ3 NaOH 0,5 M. Να υπολογιστεί ο όγκος V1 του Δ3 που απαιτήθηκε μέχρι το πρώτο ισοδύναμο σημείο και η συγκέντρωση των οξωνίων του διαλύματος στο πρώτο ισοδύναμο σημείο.

Τα πολυπρωτικά οξέα εξουδετερώνονται σε στάδια από τις μονοπρωτικές βάσεις:

mol	$H_2SO_4 + NaOH \rightarrow Na^+ + HSO_4^- + H_2O$		
APX.	0,01		
A./Π.	- 0,01	0,01	0,01

$$n_{NaOH} = 0,5V1 = 0,01 \text{ mol}, V1 = 0,02 \text{ L}$$

$$[HSO_4^-] = 0,01/0,03 = 1/3 \text{ M}$$

M	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$		
	1/3		
	-γ	γ	γ

$$K_2 = \gamma^2 / 1/3$$

$$\gamma = 7,1 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

11.3. Να υπολογιστεί ο όγκος V2 του Δ3 που απαιτήθηκε από το πρώτο μέχρι το δεύτερο ισοδύναμο σημείο και η συγκέντρωση των οξωνίων του διαλύματος στο δεύτερο ισοδύναμο σημείο.

mol	$HSO_4^- + NaOH \rightarrow Na^+ + SO_4^{2-} + H_2O$		
APX.	0,01		
A./Π.	- 0,01	0,01	0,01

$$n_{NaOH} = 0,5V2 = 0,01 \text{ mol}, V2 = 0,02 \text{ L}$$

$$[SO_4^{2-}] = 0,01/0,05 = 1/5 \text{ M}$$

Το SO_4^{2-} είναι η συζυγής βάση του HSO_4^- και αντιδρά με το νερό.

M	$SO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_4^- + OH^-$		
	1/5		
	-ω	ω	ω

$$K_{b2} = \omega^2 / 1/5 = 10^{-12}$$

$$\omega = 10^{-6} / 2,2 \text{ M}$$

$$\text{και } [H_3O^+] = 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ M.}$$

Θέμα 12°

ΔΙΝΟΝΤΑΙ: $\Theta = 25^\circ\text{C}$ (για τα διαλύματα), $\log 14 = 1,14$ - $\log 4 = 0,6$ - $\log 0,72 = 0,14$ - $K_w = 10^{-14}$

Τα αριθμητικά δεδομένα επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Η NH_3 παρασκευάζεται βιομηχανικά με την μέθοδο Haber από N_2 και H_2 σύμφωνα με την αντίδραση: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ σε υψηλή πίεση και σχετικά υψηλή θερμοκρασία. Ορισμένη ποσότητα N_2 και ορισμένη ποσότητα H_2 εισάγονται σε δοχείο όγκου 8,2 L και όταν το σύστημα καταλήγει σε ΧΙ τα τρία αέρια βρίσκονται σε ισομοριακές ποσότητες σε θερμοκρασία 127°C και πίεση 240 atm.

12.1. Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης και η ποσότητα της NH_3 στην ισορροπία.

Φιλλένια Σιδέρη

mol	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$		
Αρχικά	n_1	n_2	
Αντ./ Παρ.	$-x$	$-3x$	$2x$
t	n_1-x	n_2-3x	$2x$

Στην ισορροπία:

$$n_1-x = n_2-3x = 2x$$

$$n_1=3x$$

$$n_2=5x$$

$$\alpha = \alpha_{N_2} = 3x/5x = 0,6 \text{ ή } 60\%$$

$$\text{ημείγματος αερίων } x_1 = 6x = P \cdot V/RT = 60 \text{ mol, } x = 10 \text{ mol και } n_{NH_3} = 20 \text{ mol}$$

12.1. Ενώ το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία η θερμοκρασία ελαττώνεται στους 77°C και η πίεση γίνεται ίση με 182 atm. Είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη η σύνθεση της NH_3 ;

$$\text{ημείγματος αερίων } x_1' = P' \cdot V/RT' = 52 \text{ mol}$$

Παρατηρούμε ότι στην νέα Χ.Ι. ο συνολικός αριθμός mol των αερίων του συστήματος ελαττώθηκε, επομένως η ελάττωση της θερμοκρασίας οδήγησε την ισορροπία δεξιά όπου ελαττώνεται ο συνολικός αριθμός mol των αερίων του συστήματος. Επομένως η αντίδραση της σύνθεσης της NH_3 είναι, βάσει της αρχής Le Chatelier, εξώθερμη γιατί μετατοπίστηκε προς την κατεύθυνση που εκλύεται θερμότητα, τείνοντας να αναιρέσει την μεταβολή.

12.2. Σε 80 mL διαλύματος HCl ($\Delta 1$) προστίθενται 0,26 g Zn, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, και το διάλυμα που προκύπτει έχει $pH=1$. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του $\Delta 1$.

$$n_{Zn} = \frac{m}{A_r} = \frac{0,26}{65} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

mol	$Zn + 2HCl \rightarrow Zn^{2+} + 2Cl^- + H_2$				
ΑΡΧ.	$4 \cdot 10^{-3}$	0,08c			
Α./Π.	$-4 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$
Τελ.		$0,08c - 4 \cdot 10^{-3}$			

Επειδή το τελικό διάλυμα είναι όξινο με $pH=1$, αντιδρά όλος ο Zn με απλή αντικατάσταση.

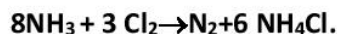
Μετά την αντίδραση:

$$[HCl] = [H_3O^+] = 0,1 \text{ M}$$

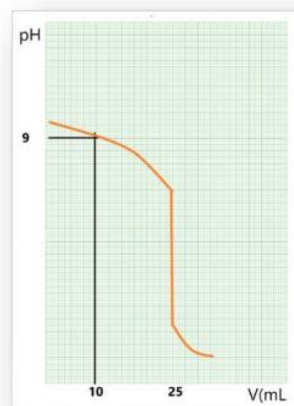
$$0,08c - 8 \cdot 10^{-3} / 0,08 = 0,1 \text{ M}$$

$$c = 0,2 \text{ M}$$

12.3. Το 14% της ποσότητας NH_3 που παράχθηκε διαλύεται στο νερό και στο διάλυμα που έχει όγκο 6 L διαβιβάζονται υπό πίεση V L Cl_2 (STP), οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



και προκύπτει διάλυμα $\Delta 2$ όγκου 6 L. Ογκομετρούνται 30,0 mL του διαλύματος $\Delta 2$ με το πρότυπο διάλυμα HCl $\Delta 1$ και προκύπτει η ακόλουθη καμπύλη ογκομέτρησης ($\Theta = 25^\circ \text{C}$). Να υπολογιστεί η σταθερά K_b της NH_3 , ο όγκος του χλωρίου που διοχετεύτηκε και η τιμή του pH στο ισοδύναμο σημείο.



Επαναληπτικό φύλλο εργασίας 4- Γ Λυκείου -2020

Φιλλένια Σιδέρη

$$n_{\text{NH}_3} = 14 \cdot 20 / 100 = 2,8 \text{ mol}$$

mol	$8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$			
ΑΡΧ.	2,8	n		
Α./Π.	-8n/3	-n	n/3	2n
Τελ.	2,8-8n/3			2n

Μετά την αντίδραση:

$$n_{\text{NH}_3} = 2,8 - 2,67n$$

$$n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 2n$$

$$\text{Στα } 30,0 \text{ mL: } n_{\text{NH}_3} = 2,8 - 2,67n / 200$$

$$n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = n_{\text{NH}_4^+} = 2n / 200$$

Για την πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος απαιτήθηκαν:

$$n_{\text{HCl}} = 0,025 \cdot 0,2 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = n_{\text{NH}_3}, \text{ γιατί είναι μονοπρωτικοί ηλεκτρολύτες:}$$

$$\text{Επομένως: } 2,8 - 2,67n / 200 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol, δηλαδή: } 2,8 - 2,67n = 1,0 \text{ mol και } n = 0,67 \text{ mol}$$

$$V_{\text{Cl}_2} = n \cdot V_m = 15,0 \text{ L}$$

Όταν προστέθηκαν 10 mL HCl:

mol	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{NH}_4^+$			
ΑΡΧ.	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$		$6,7 \cdot 10^{-3}$
Α./Π.	$-2,0 \cdot 10^{-3}$	$-2,0 \cdot 10^{-3}$		$2,0 \cdot 10^{-3}$
Τελ.	$3,0 \cdot 10^{-3}$			$8,7 \cdot 10^{-3}$

Μετά την αντίδραση:

$$[\text{NH}_3] = 3,0 \cdot 10^{-3} / 0,04 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+] = 8,7 \cdot 10^{-3} / 0,04 \text{ M}$$

Και έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 9$, στο οποίο:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{8,7 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-5}}{3,0 \cdot 10^{-3}}, \text{ επομένως } K_b = 2,9 \cdot 10^{-5}$$

Στο Ι.Σ.

$$[\text{NH}_4^+] = 11,7 \cdot 10^{-3} / 55 \cdot 10^{-3} = 0,21 \text{ M}$$

Το NH_4^+ είναι το συζυγές οξύ της NH_3 και αντιδρά με το νερό με $K_a = 10^{-14} / 2,9 \cdot 10^{-5}$

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{10^{-9}}{2,9} \cdot 0,21} = 0,72 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 5,1$$

4.4. Σε 100 mL διαλύματος Δ3 που περιέχει NH_3 0,5 M προστίθενται 0,4 g NaOH και ορισμένη ποσότητα HCl , χωρίς μεταβολή του όγκου και το διάλυμα Δ2 που προκύπτει έχει $\text{pH} = 2$. Να βρεθεί η ποσότητα HCl που προστέθηκε σε mol.

$$n_{\text{NH}_3} = 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,4 / 40 = 0,01 \text{ mol}$$

Έστω ότι προστέθηκαν n mol HCl . Το HCl εξουδετερώνει πλήρως τις βάσεις, γιατί το τελικό διάλυμα είναι όξινο, αλλά θα πρέπει να διερευνήσουμε αν περισεύει HCl .

1. ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΠΛΗΡΩΣ

mol	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{NH}_4^+$			$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{Na}^+$	
Α./Π.	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01

Επαναληπτικό φύλλο εργασίας 4- Γ Λυκείου -2020

Φιλλένια Σιδέρη

Μετά την αντίδραση: $[NH_4^+] = 0,05/0,1 = 0,5 \text{ M}$

Το NH_4^+ είναι το συζυγές οξύ της NH_3 και αντιδρά με το νερό με $K_a = 10^{-14}/3,2 \cdot 10^{-5}$

$$K_a = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{\frac{10^{-9}}{3,2} \cdot 0,5} = 0,4 \cdot 10^{-4,5} \text{ M}$$

pH>2

Επομένως περισσεύει HCl: $n_{HCl} = n - 0,06$ και $[HCl] = n - 0,06/0,1$

Μ	$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$	$HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$
ΑΡΧ.	0,5	cισχυρού
Ι./Π.	- ψ ψ ψ	- cισχυρού cισχυρού

Στην Ι.Ι.

$$K_a = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{\psi \cdot 10^{-2}}{0,5} = \frac{10^{-9}}{3,2} \text{ και } \psi = 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ M αμελητέο}$$

Επομένως, η $[H_3O^+] = c_{ισχυρού}$ και $n - 0,06/0,1 = 10^{-2} \text{ M}$ και $n = 0,061 \text{ mol}$.