

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΞΕΑ, ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ BRÖNSTED - LOWRY

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

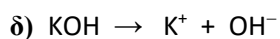
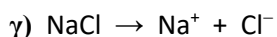
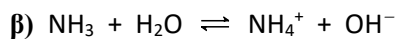
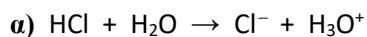
1. Να αναφέρετε με βάση τους ορισμούς:

α) Τρεις διαφορές μεταξύ της βάσης κατά Arrhenius και της βάσης κατά Brønsted - Lowry.

β) Δύο διαφορές μεταξύ της ηλεκτρολυτικής διάστασης και του ιοντισμού των ηλεκτρολυτών. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

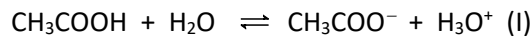
2. Να ταξινομήσετε τα φαινόμενα που περιγράφονται από τις παρακάτω εξισώσεις σε διαστάσεις ή ιοντισμούς.



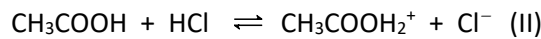
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

CH₃COOH: αιθανικό ή οξικό οξύ

3. Σε υδατικά διαλύματα CH₃COOH αποκαθίσταται η ισορροπία (I):



Αν σε διάλυμα του CH₃COOH προστεθεί HCl, αποκαθίσταται η ισορροπία (II):



Με βάση τις δύο αυτές εξισώσεις, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή; Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

α) Το CH₃COOH είναι το συζυγές οξύ του CH₃COOH₂⁺.

β) Το HCl είναι πιο ασθενές οξύ από το CH₃COOH.

γ) Το CH₃COO⁻ είναι συζυγές οξύ του CH₃COOH.

δ) Το CH₃COOH δρα αμφιπρωτικά.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η μεθυλαμίνη ανήκει στις πρωτοταγείς αμίνες του τύπου C_nH_{2n+1}NH₂, που είναι οργανικές ενώσεις με ασθενείς βασικές ιδιότητες.

4. Η μεθυλαμίνη (CH₃NH₂) είναι ομοιοπολική οργανική ένωση, που στα υδατικά της διαλύματα εμφανίζεται ως ασθενής βάση, ισχυρότερη όμως από την NH₃.

α) Να γράψετε την εξίσωση που δηλώνει τις βασικές ιδιότητες της CH₃NH₂ στα υδατικά της διαλύματα. Να εξηγήσετε αν πρόκειται για διάσταση ή ιοντισμό.

β) Να ταξινομήσετε τα οξέα NH₄⁺, CH₃NH₃⁺ και HCl κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος.

γ) Να γράψετε την ισορροπία κατά Brønsted - Lowry της επίδρασης HCl σε υδατικό διάλυμα CH₃NH₂ και να εξηγήσετε γιατί η ισορροπία αυτή είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

5. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας. Να σχολιαστούν οι απαντήσεις.

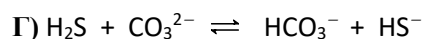
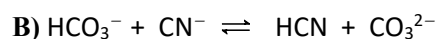
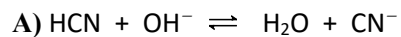
	Συζυγές οξύ	Συζυγής βάση
A	HClO_4	
B	NH_4^+	
Γ	HSO_4^-	
Δ	NH_3	
E		CN^-
Z		HSO_3^-
ΣΤ		SO_3^{2-}

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- 6. α)** Τι εννοούμε λέγοντας ότι το HNO_2 είναι ισχυρότερο οξύ από το CH_3COOH ;
β) Η ισχύς ενός οξέος, σύμφωνα με τη θεωρία Brönsted - Lowry εξαρτάται και από την τάση της βάσης - με την οποία αντιδρά - να δέχεται πρωτόνια.
i. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις δύο αντιδράσεων στις οποίες το νερό να συμπεριφέρεται ως οξύ και να εξηγήσετε σε ποια από αυτές είναι ισχυρότερο οξύ.
ii. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της επίδρασης, i. H_2O και ii. OH^- στο HNO_2 .
 Να συγκρίνετε την ισχύ του HNO_2 ως οξύ στις δύο περιπτώσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- 7.** Κάθε μία από τις ακόλουθες ισορροπίες είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.



Να κατατάξετε τα οξέα HCN , HCO_3^- , H_2O και H_2S κατά σειρά ελαττωμένης ισχύος.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Κατ' αρχή όλα τα άλατα διαστανται. Από κει και πέρα, όμως, τα ιόντα του που προέρχονται από ασθενές οξύ ή βάση αντιδρούν με το νερό (υδρολύονται), λειτουργώντας ως βάσεις ή οξέα, σύμφωνα με τη θεωρία Brönsted - Lowry.

- 8.** Να εξηγήσετε, σύμφωνα με τη θεωρία Brönsted - Lowry, γιατί τα υδατικά διαλύματα των αλάτων, α) KCN και β) Na_2CO_3 εμφανίζουν βασική συμπεριφορά, ενώ το διάλυμα του αλάτος γ) NH_4Cl όξινη. Να γραφούν οι κατάλληλες χημικές εξισώσεις σε κάθε περίπτωση.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

9. Διαλύουμε 0,37 g Ca(OH)_2 και 1,6 g NaOH σε νερό και αραιώνουμε μέχρι τελικού όγκου 500 mL. Στο διάλυμα που προκύπτει, ποια είναι η συγκέντρωση των ιόντων OH^- ;

ΛΥΣΗ

:

Το NaOH και το Ca(OH)_2 είναι ιοντικές ενώσεις και ισχυρές βάσεις (διάσταση).

ΙΟΝΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ - pH

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Σε ένα διάλυμα ισχύει: $[H_3O^+] = 100 \cdot [OH^-]$ (στους 25°C). Ποιο το pH του; Να χαρακτηριστεί το διάλυμα ως όξινο, ουδέτερο ή βασικό.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

2. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α) Μεταξύ δύο διαλυμάτων οξέων της ίδιας θερμοκρασίας, περισσότερο όξινο είναι εκείνο που έχει μικρότερο pH.

β) Αν σε υδατικό διάλυμα ισχύει $2 \cdot pOH = pK_w$, τότε το διάλυμα είναι ουδέτερο.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

γ) Ένα διάλυμα καυστικού νατρίου μπορεί να έχει $pOH = 12$.

δ) Το μεταλλικό Ca αντιδρά με το νερό και δίνει διάλυμα με $pH > 7$ (στους 25°C).

ε) Η αντίδραση: $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$, είναι πρακτικά μονόδρομη και εξώθερμη αντίδραση.

στ) Όταν σε ένα υδατικό διάλυμα ισχύει η σχέση $pH < pOH$, το διάλυμα είναι βασικό.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

3. Ουδέτερο διάλυμα έχει $pH = 6,9$.

α) Να εξηγήσετε πως είναι δυνατόν αυτό να συμβεί.

β) Ποια η τιμή της K_w στην περίπτωση αυτή;

γ) Να αποδειχθεί η σχέση μεταξύ του ουδέτερου pH και της K_w .

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

4. Ένα διάλυμα έχει $\text{pH} = 6,8$. Αν η θερμοκρασία του διαλύματος είναι $\theta = 60^\circ\text{C}$, να χαρακτηρίσετε το διάλυμα ως όξινο, ουδέτερο ή βασικό. Στους 60°C , $K_w = 10^{-13}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σε $\theta > 25^\circ\text{C}$ τα ουδέτερα διαλύματα έχουν $\text{pH} < 7$, ενώ σε $\theta < 25^\circ\text{C}$ τα ουδέτερα διαλύματα έχουν $\text{pH} > 7$.

5. Δίνεται διάλυμα ισχυρού οξέος HA συγκέντρωσης c .

α) Να αποδείξετε ότι έχει $\text{pH} = -\log c$.

β) Με βάση την σχέση αυτή, ποιο θα ήταν το pH διαλύματος του HA συγκέντρωσης $c = 10^{-8} \text{ M}$; Ποιό είναι το πραγματικό pH στην περίπτωση αυτή; $\theta = 25^\circ\text{C}$. $K_w = 10^{-14}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

6. Να αποδειχθεί ότι το pH διαλύματος NaOH συγκέντρωσης $c > 10^{-6} \text{ M}$, στους $\theta^\circ\text{C}$, δίνεται από τη σχέση: $\text{pH} = \text{p}K_w + \log c$, όπου K_w η σταθερά του γινομένου των ιόντων του νερού στην ίδια θερμοκρασία.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

7. Ποσότητα HNO_3 μάζας $m = 1,26 \text{ g}$ διαλύεται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου $V = 200 \text{ mL}$.

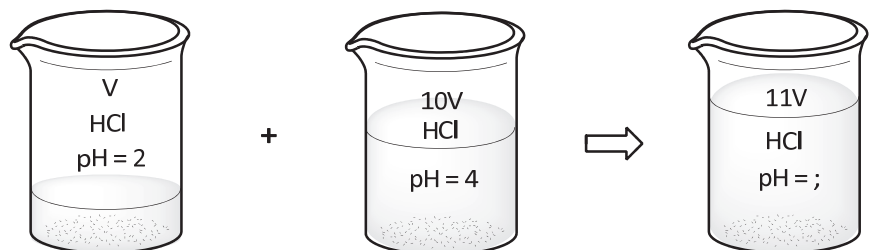
α) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;

β) Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα αυτό, ώστε το pH του διαλύματος να μεταβληθεί κατά 2; Για το HNO_3 , $M_r = 63$.

ΛΥΣΗ

8. Αναμιγνύονται δύο διαλύματα HCl , το Δ_1 και το Δ_2 . Το διάλυμα Δ_1 έχει $\text{pH} = 2$ και όγκο V και το διάλυμα Δ_2 έχει $\text{pH} = 4$ και όγκο $10V$. Ποιο το pH του διαλύματος (Δ) που προκύπτει;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ



9. Διαθέτουμε διάλυμα NaOH με $\text{pH} = 11$, όγκου $V = 2 \text{ L}$.

α) Ποια μάζα NaOH(s) (σε g) πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα αυτό, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά 1;

β) Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε στο νέο διάλυμα, ώστε να προκύψει ένα τελικό διάλυμα με $\text{pH} = 11$;

Για το NaOH , $M_r = 40$. $\theta = 25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

10. Διάλυμα (Δ) περιέχει $\text{Ba}(\text{OH})_2$ σε περιεκτικότητα 0,855 %w/v και όγκο 200 mL. Το διάλυμα χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Στο 1ο μέρος προστίθενται 900 mL νερού και προκύπτει διάλυμα (Δ_1) όγκου 1 L. Στο 2ο μέρος προστίθενται 0,09 mol NaOH και προκύπτει διάλυμα (Δ_2) όγκου 100 mL.

α) Να υπολογιστούν τα pH των διαλυμάτων Δ, Δ_1 και Δ_2 .

β) Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα Δ_2 .

Για το $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $M_r = 171$. Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25^\circ\text{C}$. $K_w = 10^{-14}$.

ΛΥΣΗ

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΕΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ, ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

1. Να αιτιολογήσετε την ισχύ της πρότασης που ακολουθεί: «Το CH_3COOH διαλυμένο σε υγρή αμμωνία συμπεριφέρεται ως ισχυρό οξύ».

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

2. Ασθενές οξύ HA εμφανίζει βαθμό ιοντισμού α_1 σε διάλυμα συγκέντρωσης c_1 , ενώ ένα άλλο ασθενές οξύ HB εμφανίζει βαθμό ιοντισμού $\alpha_2 < \alpha_1$ σε διάλυμα συγκέντρωσης $c_2 < c_1$. Ποιο οξύ είναι ισχυρότερο; Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta=25^\circ\text{C}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

3. Να ταξινομήσετε τις βάσεις: CN^- , CH_3COO^- , F^- , κατ' αύξουσα ισχύ. Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 \cdot 10^{-5}$, $K_a(\text{HCN}) = 6 \cdot 10^{-10}$ και $K_a(\text{HF}) = 7 \cdot 10^{-4}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

4. Να αποδειχθεί ότι ο βαθμός ιοντισμού α ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA και μίας ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B δίνονται αντίστοιχα από τις σχέσεις:

$$\alpha = \frac{K_a}{K_a + [\text{H}_3\text{O}^+]} \quad \alpha = \frac{K_b}{K_b + [\text{OH}^-]}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Με παρόμοιο τρόπο αποδεικνύεται και η ανάλογη σχέση για την περίπτωση της ασθενούς βάσης.

5. Διάλυμα περιέχει ένα ασθενές οξύ HA με βαθμό ιοντισμού α_1 . Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε νερό, υπό σταθερή θερμοκρασία, ώστε ο όγκος του διαλύματος να διπλασιαστεί. Με τη θεώρηση των κατάλληλων προσεγγίσεων να αποδειχθεί ότι για το βαθμό ιοντισμού α_2 του τελικού διαλύματος ισχύει:

$$\alpha_2 = \alpha_1 \sqrt{2}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Μην τα λέμε πάλι! Η σταθερά K_a ενός ασθενούς οξέος είναι ανεξάρτητη από τη συγκέντρωση. Εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία.

6. Σε δύο διαλύματά του Δ_1 και Δ_2 το ασθενές οξύ HA έχει βαθμούς ιοντισμού α και 3α , αντίστοιχα. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν τα Δ_1 και Δ_2 , ώστε να προκύψει διάλυμα Δ_3 στο οποίο ο βαθμός ιοντισμού του HA να είναι 2α ; Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta=25^\circ\text{C}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

7. Διάλυμα μονοπρωτικού οξέος HA συγκέντρωσης c_1 έχει όγκο V και $\text{pH} = 3$. Το διάλυμα αραιώνεται με νερό σε τελικό όγκο $10V$, οπότε $\text{pH} = 3,5$.

α) Να δείξετε ότι το HA είναι ασθενές οξύ.

β) Να υπολογίσετε το λόγο των βαθμών ιοντισμού α_2/α_1 πριν και μετά την αραιώση. Όλα τα διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

8. Διαθέτουμε 100 mL υδατικού διαλύματος CH_3COOH .

α) Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα αυτό, ώστε ο βαθμός ιοντισμού να διπλασιαστεί;

β) Ποια η τιμή του λόγου των συγκεντρώσεων των ιόντων H_3O^+ στο αραιωμένο και στο αρχικό διάλυμα;

Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta=25^\circ\text{C}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ο βαθμός ιοντισμού α ορίζεται από τη σχέση: $\alpha = x/c$ και επομένως:

$$x = \alpha \cdot c$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

1. Υδατικό διάλυμα HCOOH (Δ_1) έχει περιεκτικότητα 4,6% w/v και $\text{pH} = 2$.

α) Ποιος ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH στο Δ_1 ;

β) Ποια η τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του HCOOH , στους 25°C ;

γ) Ποια η τιμή pH σε ένα άλλο διάλυμα HCOOH (Δ_2) 0,1 M;

Το διάλυμα έχει θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$. Για το HCOOH , $M_r = 46$.

ΛΥΣΗ

2. Μία ασθενής βάση B παρουσιάζει διαλυτότητα στο νερό ίση με 250 mg/L. Ποιο το pH ενός κορεσμένου διαλύματος της B; Για τη βάση B, $pK_b = 9$ και $M_r = 250$. $K_w = 10^{-14}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

3. Διαθέτουμε διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,1 M όγκου 100 mL.

α) Ποιος όγκος νερού πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα αυτό, ώστε ο βαθμός ιοντισμού του HA να τριπλασιαστεί;

β) Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν στο αρχικό διάλυμα για να μεταβληθεί το pH κατά 1 μονάδα;

Για το HA: $K_a = 10^{-5}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

4. Διαθέτουμε 500 mL διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης $c = 0,01 \text{ M}$.

α) Πόση επιπλέον ποσότητα αέριας NH_3 (σε mL, μετρημένα σε STP) πρέπει να διαλυθεί πλήρως στο διάλυμα αυτό, ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 11$;

β) Ποιος όγκος νερού πρέπει να προστεθεί στο νέο διάλυμα, ώστε το pH να γίνει ίσο με 10,5;

$K_b(\text{NH}_3) = 2 \cdot 10^{-5}$. Η διάλυση της επιπλέον ποσότητας NH_3 γίνεται χωρίς μεταβολή όγκου. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25^\circ\text{C}$. $K_w = 10^{-14}$.

$$V_m (\text{σε STP}) = 22,4 \text{ L ή } 22400 \text{ mL}$$

5. Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα Δ₁ και Δ₂.

Διάλυμα Δ₁: Διάλυμα MOH (υδροξείδιο μετάλλου M) έχει συγκέντρωση $c = 10^{-3} \text{ M}$, όγκο 100 mL και $\text{pH} = 11$.

Διάλυμα Δ₂: Διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B έχει συγκέντρωση 0,1 M, όγκο 100 mL και $\text{pH} = 11$.

α) Να δείξετε ότι η βάση MOH είναι ισχυρή, ενώ η B ασθενής.

β) Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε σε καθένα από τα δύο διαλύματα ξεχωριστά, ώστε να μεταβληθεί το pH τους κατά 1;

γ) Να βρεθούν οι βαθμοί ιοντισμού της B πριν και μετά την αραίωση.

Να θεωρηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις. $\theta = 25^\circ\text{C}$. $K_w = 10^{-14}$.

6. Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα Δ_1 και Δ_2 .

Διάλυμα Δ_1 : Ασθενής βάση A συγκέντρωσης 0,05 M, με $\alpha = 0,2$.

Διάλυμα Δ_2 : Ασθενής βάση B συγκέντρωσης 0,04 M, με $\alpha = 0,2$.

α) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Δ_1 .

β) Να υπολογιστούν οι σταθερές ιοντισμού K_b των βάσεων A και B και να συγκριθεί η ισχύς τους.

γ) Να συγκρίνετε το pH του διαλύματος Δ_1 με αυτό του Δ_2 .

Για τα δύο διαλύματα $\theta=25^\circ\text{C}$. $K_w=10^{-14}$.

ΛΥΣΗ

Παρατηρούμε ότι και στα δύο διαλύματα ο βαθμός ιοντισμού είναι μεγαλύτερος από 0,1, οπότε δεν ισχύουν οι προσεγγίσεις.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ, ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

1. Δύο υδατικά διαλύματα Δ_1 και Δ_2 περιέχουν, αντίστοιχα, το ασθενές οξύ ΗΑ και το ασθενές οξύ ΗΒ, σε ίσες συγκεντρώσεις.

α) Αν το διάλυμα Δ_1 έχει το μεγαλύτερο pH, ποιο από τα δύο οξέα είναι ισχυρότερο;

β) Αν διαθέτουμε ίσους όγκους από τα παραπάνω διαλύματα, ποιο διάλυμα χρειάζεται μεγαλύτερη ποσότητα NaOH για να εξουδετερωθεί;

γ) Από τα δύο διαλύματα εξουδετέρωσης, ποιο εμφανίζει το μεγαλύτερο pH;

Να υποθέσουμε ότι η προσθήκη NaOH δε μετέβαλε τον όγκο των διαλυμάτων. Σε όλες τις περιπτώσεις η θερμοκρασία είναι η ίδια.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$$K_b(A^-) = \frac{K_w}{K_a(HA)}$$

2. Όλα τα διαλύματα των ουσιών της πρώτης στήλης του πίνακα που ακολουθεί έχουν τις ίδιες συγκεντρώσεις. Να αντιστοιχήσετε το κάθε διάλυμα της στήλης αυτής με την τιμή του pH της δεύτερης στήλης. Για το CH_3COOH , $K_a = 10^{-5}$ και για την NH_3 , $K_b = 10^{-5}$. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25^\circ\text{C}$.

A. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$	1. 1
B. HCl	2. 11
Γ. NH_4Cl	3. 7
Δ. NaOH	4. 4,5
E. CH_3COONa	5. 13
Z. NH_3	6. 3
H. CH_3COOH	7. 9,5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Στο διάλυμα του άλατος $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ υπάρχουν τα ιόντα CH_3COO^- και NH_4^+ , τα οποία υδρολύονται (και τα δύο), εφ' όσον προέρχονται από ασθενείς ηλεκτρολύτες (από το CH_3COOH και από την NH_3 , αντίστοιχα).

3. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε ένα διάλυμα HCl (Δ_1) με $\text{pH} = 2$ και ένα διάλυμα NaOH (Δ_2) με $\text{pH} = 13$, ώστε το pH του τελικού διαλύματος (Δ_3) να είναι ίσο με 12; $K_w = 10^{-14}$. Για όλα τα διαλύματα $\theta = 25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

Όταν σε ένα πρόβλημα μας ζητάνε την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμίξουμε δύο διαλύματα, συμβολίζουμε με V_1 και V_2 τους όγκους των διαλυμάτων και ζητάμε το V_1/V_2 .

4. 0,3 g άλατος ΚΑ ($M_r = 150$) διαλύονται πλήρως σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 100 mL. Ποιο το pH του διαλύματος αυτού; Για το ασθενές οξύ ΗΑ, $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$, $\theta = 25^\circ\text{C}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

5. 0,2 mol οξέος ΗΑ διαλύονται σε νερό και προκύπτουν 200 mL διαλύματος (Δ_1) με $\text{pH} = 2$.

α) Να εξετάσετε αν το ΗΑ είναι ισχυρό ή ασθενές.

β) Να υπολογίσετε το βαθμό ιοντισμού του ΗΑ στο διάλυμα Δ_1 , καθώς και την τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του ΗΑ.

γ) Σε όλη την ποσότητα του Δ_1 προσθέτουμε 0,2 mol στερεού NaOH, χωρίς μεταβολή όγκου και προκύπτει διάλυμα (Δ_2) όγκου 200 mL. Ποιο το pH του;

$\theta = 25^\circ\text{C}$, $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

6. Διαθέτουμε δύο διαλύματα, ένα διάλυμα HCl 0,1 M και ένα άλλο διάλυμα ασθενούς βάσης B 0,1 M. Με την ανάμιξη ορισμένων ποσοτήτων από τα διαλύματα αυτά παρατηρούμε πλήρη εξουδετέρωση. Ποιο το pH του διαλύματος εξουδετέρωσης;

Για τη βάση B: $K_b(B) = 5 \cdot 10^{-5}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

Το Cl^- δεν υδρολύεται. Γιατί;

7. Σε 1 L διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος περιέχεται 1 mol οξέος HA.

α) Αν $K_a(\text{HA}) = 10^{-6}$, να υπολογιστεί η βαθμός ιοντισμού του HA στο παραπάνω διάλυμα.

β) Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε 1 mol KOH, χωρίς να μεταβληθούν ο όγκος και οι συνθήκες του διαλύματος. Να βρεθεί το pH του νέου διαλύματος. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $K_w=10^{-14}$. $\theta=25^\circ\text{C}$. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

8. Διαθέτουμε διάλυμα CH_3NH_2 1 M (διάλυμα Δ₁), όγκου 100 mL. Το διάλυμα αραιώνεται με νερό και προκύπτει νέο διάλυμα (Δ₂) όγκου 0,5 L.

α) Ποιο το pH του διαλύματος Δ₁;

β) Πόσα mL διαλύματος HCl 0,2 M απαιτούνται για την εξουδετέρωση 50 mL από το διάλυμα Δ₂;

γ) Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει μετά την εξουδετέρωση;

$K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 10^{-4}$. $\theta=25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

9. Διάλυμα $\text{Ba}(\text{OH})_2$ συγκέντρωσης $5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ και όγκου 200 mL αναμιγνύεται με διάλυμα ασθενούς οξέος HA συγκέντρωσης 0,01 M και όγκου 200 mL οπότε προκύπτει νέο διάλυμα με $\text{pH} = 8,5$. Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού του οξέος HA. Σε όλα τα διαλύματα ισχύει $\theta = 25^\circ\text{C}$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ (Ε.Κ.Ι.)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ, ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

1. Διαθέτουμε αραιό διάλυμα ασθενούς οξέος HA. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε ένα από τα ακόλουθα σώματα ή διαλύματα I - V:

I. Ποσότητα HCl(g), χωρίς μεταβολή όγκου.

II. Ποσότητα άλατος NaA(s), χωρίς μεταβολή όγκου.

III. Ποσότητα NaCl(s), χωρίς μεταβολή όγκου.

IV. Ποσότητα διαλύματος KNO₃.

V. Επιπλέον ποσότητα του HA, χωρίς μεταβολή όγκου.

Να εξηγήσετε πως θα μεταβληθούν με κάθε μία από τις προσθήκες αυτές, η σταθερά ιοντισμού K_a , ο βαθμός ιοντισμού του HA , το pH του διαλύματος και η συγκέντρωση των ιόντων A^- . θ =σταθ.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

2. Διαθέτουμε 400 mL διαλύματος (Δ_1) CH_3COOH 0,05 M.

α) Ποιο το pH του διαλύματος (Δ_1) και ποιος ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH ;

β) Προσθέτουμε 0,04 mol $\text{CH}_3\text{COONa(s)}$, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος.

Ποιο το pH του διαλύματος (Δ_2) που προκύπτει και ποιος ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH στο διάλυμα αυτό;

$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 \cdot 10^{-5}$. Να θεωρήσετε τις γνωστές προσεγγίσεις. Η θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι $\theta = 25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

3. Αναμιγνύουμε δύο υδατικά διαλύματα, ένα διάλυμα ασθενούς οξέος HA 0,2 M όγκου 50 mL και ένα διάλυμα HCl 0,2 M όγκου 50 mL. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού του HA, καθώς και το pH στο τελικό διάλυμα.

Να θεωρηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις. $K_a(\text{HA}) = 10^{-5}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

Όταν οι διαλυμένες ουσίες στα δύο διαλύματα είναι διαφορετικές, εφαρμόζουμε δύο φορές τη σχέση αραίωσης των διαλυμάτων. Όχι τη σχέση ανάμιξης!

Οι αμίνες, RNH_2 , λειτουργούν στα υδατικά τους διαλύματα ως ασθενείς βάσεις.

4. Διάλυμα όγκου 500 mL περιέχει μεθυλαμίνη (CH_3NH_2) 0,1 M.

α) Ποιο το pH του διαλύματος αυτού;

β) Ποιο θα είναι το pH του διαλύματος που θα προκύψει μετά την προσθήκη 0,05 mol HCl(g) ;

γ) Ποιο θα ήταν το pH του διαλύματος που θα προέκυπτε αν αντί για 0,05 mol HCl(g) προσθέταμε 0,1 mol HCl ;

Με την προσθήκη του HCl(g) η μεταβολή όγκου του διαλύματος είναι αμελητέα. Για τη CH_3NH_2 να θεωρηθεί ότι $K_b = 10^{-4}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$. Σε όλες τις περιπτώσεις να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

5. Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα Α, Β και Γ. Το διάλυμα Α περιέχει το ασθενές οξύ HA 0,1 M, το διάλυμα Β το ασθενές οξύ HB 0,1 M, ενώ το διάλυμα Γ περιέχει και τα δύο ασθενή οξέα HA και HB σε συγκεντρώσεις 0,1 M το καθένα.

α) Ποιοι οι βαθμοί ιοντισμού των HA και HB στα διαλύματα Α και Β;

β) Στο διάλυμα Γ να υπολογιστούν: i. το pH και ii. οι βαθμοί ιοντισμού των δύο οξέων.

Δίνονται: $K_a(\text{HA}) = 9 \cdot 10^{-6}$ και $K_a(\text{HB}) = 10^{-6}$. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

6. Διαθέτουμε διάλυμα NH_3 0,05 M όγκου 100 mL με $\text{pH} = 11$ (διάλυμα Δ_1).

α) Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_b της NH_3 , καθώς και ο βαθμός ιοντισμού της (α) στο διάλυμα Δ_1 .

β) Ποιον όγκο διαλύματος NH_4Cl 0,05 M (διάλυμα Δ_2) θα πρέπει να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του Δ_1 , ώστε να προκύψει διάλυμα (Δ_3) με $\text{pH} = 9$;

γ) Ποιος ο βαθμός ιοντισμού (α') της NH_3 στο διάλυμα Δ_3 ;

$K_w = 10^{-14}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Παρατηρούμε ότι με την επίδραση κοινού ιόντος επέρχεται μείωση του βαθμού ιοντισμού και των 2 ασθενών οξέων και ιδιαίτερα του ασθενέστερου οξέος HB.

ΛΥΣΗ

Όταν τα διαλύματα που αναμιγνύουμε περιέχουν διαφορετικές διαλυμένες ουσίες, οι τελικές συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα υπολογίζονται με βάση τον τύπο της αραιώσης: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, ξεχωριστά για τις δύο διαλυμένες ουσίες.

Προσοχή: Όταν έχουμε Ε.Κ.Ι. δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε τον νόμο αραιώσης του Ostwald.

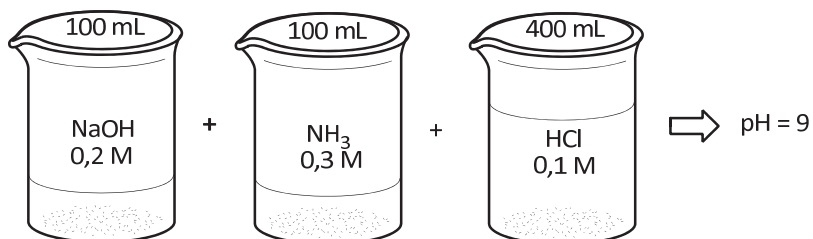
7. 0,04 mol NH_4Cl και 0,1 mol $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ διαλύονται μαζί σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα όγκου 500 mL. Ποιο το pH του διαλύματος;

Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού της NH_3 και της CH_3NH_2 , αντίστοιχα ίσες με 10^{-5} και 10^{-4} . Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta=25^\circ\text{C}$. $K_w = 10^{-14}$.

ΛΥΣΗ

8. Αναμιγνύουμε τρία διαλύματα, ένα διάλυμα NaOH 0,2 M όγκου 100 mL, ένα διάλυμα NH₃ 0,3 M όγκου 100 mL και ένα διάλυμα HCl 0,1 M όγκου 400 mL. Προκύπτει τελικά διάλυμα όγκου 600 mL με pH = 9. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς ιοντισμού της NH₃. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta=25^{\circ}\text{C}$. $K_w = 10^{-14}$.

ΛΥΣΗ



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

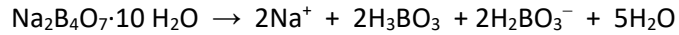
1. Διάλυμα (Δ_1) όγκου 1 L περιέχει 0,1 mol NH_3 και 0,1 mol NH_4Cl . Στο διάλυμα διαβιβάζονται 0,01 mol αέριου HCl , χωρίς μεταβολή όγκου, οπότε προκύπτει νέο διάλυμα Δ_2 . Αν $K_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$ να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες. Να αιτιολογηθούν οι απαντήσεις. $\theta=25^\circ\text{C}$.

- (1) Το διάλυμα Δ_1 χαρακτηρίζεται ως ρυθμιστικό
- (2) Το διάλυμα Δ_1 είναι βασικό και έχει $\text{pH} = 9$
- (3) Το διάλυμα Δ_2 χαρακτηρίζεται ως ρυθμιστικό
- (4) Αν στο διάλυμα Δ_1 προσθέσουμε 0,1 mol NaOH(s) το ρυθμιστικό διάλυμα θα καταστραφεί και για το διάλυμα που θα προκύψει ισχύει: $\text{pH} > 11$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ένα ... περιέργο ρυθμιστικό διάλυμα !

2. Ο βόρακας ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) είναι ένα ορυκτό που χρησιμοποιείται στο πλύσιμο των ρούχων και σε προϊόντα καθαρισμού, ώστε να ελέγχεται το pH. Όταν διαλύεται στο νερό ο βόρακας διασπάται σύμφωνα με την αντίδραση:



Ποιο το pH του ρυθμιστικού διαλύματος που προκύπτει, αν προστεθούν 0,05 mol βόρακα σε 1 L νερού;

Το βορικό οξύ (H_3BO_3) λειτουργεί ως ασθενές μονοπρωτικό οξύ με $\text{pK}_a = 9,14$ στους 25°C . Να θεωρήσετε ότι ο όγκος του νερού δεν μεταβάλλεται ούτε από την προσθήκη του βόρακα, ούτε από την αντίδραση της διάσπασής του.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

3. Το φωσφορικό οξύ είναι ένα ασθενές τριπρωτικό οξύ του οποίου οι διαδοχικές σταθερές ιοντισμού έχουν τιμές, $K_{a1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$, $K_{a2} = 6,3 \cdot 10^{-8}$ και $K_{a3} = 4,4 \cdot 10^{-13}$. Ποια από τα παρακάτω συστήματα συζυγούς οξέος - βάσης είναι το καταλληλότερο για το σχηματισμό ρυθμιστικού διαλύματος με $\text{pH} \approx 7,4$;

- A) H_3PO_4 , H_2PO_4^-
- B) H_3PO_4 , HPO_4^{2-}
- Γ) H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}
- Δ) H_3PO_4 , PO_4^{3-}

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

4. Ρυθμιστικό διάλυμα προκύπτει με ανάμιξη 100 mL διαλύματος HCOOH 0,3 M και 100 mL διαλύματος NaOH 0,2 M. Δεύτερο ρυθμιστικό διάλυμα παρασκευάζεται με ανάμιξη 100 mL NH_3 0,3 M και 100 mL HCl 0,2 M. Να υπολογιστεί το pH των δύο ρυθμιστικών διαλυμάτων. Δίνονται: $K_a(\text{HCOOH}) = 2 \cdot 10^{-4}$, $K_b(\text{NH}_3) = 2 \cdot 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$.

ΛΥΣΗ

**5. Πόσα mL διαλύματος HCl 1 M πρέπει να προστεθούν σε 1 L διαλύματος NH_3 0,1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH} = 9$;
Για τη NH_3 : $K_b = 10^{-5}$. $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.**

ΛΥΣΗ

Με τέτοιου είδους διερευνήσεις της σύστασης ενός διαλύματος με βάση το pH του θα ασχοληθούμε στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου.

6. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που προκύπτει με την προσθήκη 300 mL NH_4Cl 0,3 M σε 150 mL NaOH 0,3 M. Για την NH_3 : $K_b = 10^{-5}$. $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

Στη πράξη προτιμάμε τις εξισώσεις με τη $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ή τη $[\text{OH}^-]$ γιατί οι πράξεις είναι συνήθως πιο απλές!

7. 4,6 g HCOOH διαλύονται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα Δ_1 όγκου 100 mL. Στο διάλυμα Δ_1 προστίθενται 6,8 g HCOONa , χωρίς μεταβολή όγκου, οπότε προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα Δ_2 .

α) Να υπολογιστούν τα pH των διαλυμάτων Δ_1 και Δ_2 .

β) Πόσα mol στερεού NaOH πρέπει να διαλυθούν σε όλη την ποσότητα του διαλύματος Δ_2 ώστε το pH του να μεταβληθεί κατά 1;

$K_a(\text{HCOOH}) = 10^{-4}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

$M_r(\text{HCOOH}) = 46$, $M_r(\text{HCOONa}) = 68$.

ΛΥΣΗ

8. Διαθέτουμε αρχικά διάλυμα CH_3COOH 0,1 M (διάλυμα Δ_1), καθώς και διάλυμα NaOH 0,1 M (διάλυμα Δ_2). Σε 100 mL διαλύματος Δ_1 προστίθεται ποσότητα $\text{CH}_3\text{COONa(s)}$, οπότε προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα Δ_3 , του οποίου το pH διαφέρει από το pH του Δ_1 κατά δύο μονάδες. Σε άλλα 100 mL του Δ_1 ποσότητα του διαλύματος Δ_2 , οπότε προκύπτει νέο ρυθμιστικό διάλυμα (διάλυμα Δ_4) με το ίδιο pH με το διάλυμα Δ_3 .

α) Ποιο το pH του διαλύματος Δ_1 ;

β) Ποια η ποσότητα (σε mol) του CH_3COONa που προστέθηκε στο Δ_1 ;

γ) Ποιος όγκος διαλύματος Δ_2 χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του Δ_4 ;

Για το CH_3COOH : $K_a = 10^{-5}$. Η μεταβολή του όγκου του διαλύματος με την προσθήκη του $\text{CH}_3\text{COONa(s)}$ να θεωρηθεί αμελητέα. Να θεωρηθούν σε όλες τις περιπτώσεις οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta=25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

9. Ένα ρυθμιστικό διάλυμα παρασκευάζεται με τη διάλυση 0,3 mol NH_3 και 0,3 mol NH_4Cl σε νερό, ώστε να σχηματιστεί διάλυμα όγκου 1 L.

α) Ποιο το pH ρυθμιστικού διαλύματος;

β) Πως θα μεταβληθεί το pH με την προσθήκη 0,1 mol NaOH ;

γ) Πως θα μεταβληθεί το pH με την προσθήκη 0,1 mol HCl στο αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα;

Η σταθερά ιοντισμού της NH_3 να θεωρηθεί ίση με $K_b = 10^{-5}$. $K_w = 10^{-14}$. Η μεταβολή του όγκου με την προσθήκη του NaOH και του HCl να θεωρηθεί αμελητέα. $\log 2 = 0,3$.

ΛΥΣΗ

Όταν σε ένα διάλυμα προσθέτουμε μία άλλη ουσία ή διάλυμα αναρωτιέμαι έχω αντίδραση ή υπολογίζω τις τελικές συγκεντρώσεις μετά την ανάμιξη...

10.

Δίνονται τα παρακάτω διαλύματα: Διάλυμα Δ₁ υδροχλωρικού οξέος (HCl) συγκέντρωσης 0,1 M και διάλυμα Δ₂ αμμωνίας (NH₃) συγκέντρωσης 0,4 M. **Να υπολογίσετε:**

α) Το pH του διαλύματος Δ₁, β) Τη [OH⁻] στο διάλυμα Δ₂,

γ) Το pH του διαλύματος Δ₃ που προκύπτει με την ανάμιξη 200 mL του Δ₁ με 100 mL του Δ₂.

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

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

ΠΡΩΤΟΛΥΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ – ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. α) Να αποδείξετε ότι για έναν πρωτολυτικό δείκτη ΗΔ ισχύει:

$$\frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = 10^{-(\text{pH} - \text{pK}_{\text{aH}\Delta})}$$

β) Σε ποιο pH ενός διαλύματος που περιέχει και το δείκτη ΗΔ θα ισχύει: $[\text{H}\Delta] = [\Delta^-]$;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

2. Ο δείκτης πράσινο της βρωμοκρεσόλης έχει $\text{pK}_{\text{aH}\Delta} = 4,9$. Η μορφή ΗΔ δίνει κίτρινο διάλυμα, ενώ η συζυγής του βάση δίνει μπλε διάλυμα. Σε τρία υδατικά διαλύματα Α, Β και Γ με $\text{pH}_\text{A} = 3$, $\text{pH}_\text{B} = 4$ και $\text{pH}_\text{Γ} = 6$, αντίστοιχα, προστίθενται 2-3 σταγόνες του δείκτη.

α) Ποια η τιμή του λόγου $[\text{H}\Delta]/[\Delta^-]$ και ποιο χρώμα αποκτά κάθε διάλυμα;

β) Ποιο έπρεπε να ήταν το pH ενός διαλύματος, ώστε να ισχύει: $[\text{H}\Delta]/[\Delta^-] = 1$;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

3. Ο δείκτης φαινολοφθαλεΐνη είναι ασθενές οργανικό οξύ με $pK_a = 9,5$. Το συζυγές οξύ είναι άχρωμο, ενώ η συζυγής βάση κόκκινη. Μία σταγόνα διαλύματος, με αμελητέα ποσότητα του δείκτη, ρίχνεται σε διάλυμα που περιέχει διάλυμα NH_3 συγκέντρωσης $0,01\text{ M}$, οπότε αυτό χρωματίζεται κόκκινο. Αν η αναλογία συγκεντρώσεων των συζυγών μορφών του δείκτη είναι $1:10$, να υπολογιστεί η τιμή της K_b της NH_3 με βάση το πείραμα αυτό.

Η ύπαρξη του δείκτη δεν επηρεάζει τις συγκεντρώσεις των ιόντων στο διάλυμα. Για το διάλυμα της NH_3 να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $K_w = 10^{-14}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η προσθήκη μικρής ποσότητας δείκτη δεν επηρεάζει τον ιοντισμό της NH_3 .

4. Δείκτης ΗΔ έχει χρώμα κίτρινο σε $\text{pH} \leq 3$ και κόκκινο σε $\text{pH} \geq 5$. Σταγόνες του δείκτη αυτού προστίθενται σε διάλυμα NaOH 0,01 M όγκου 100 mL και προκύπτει νέο διάλυμα (Δ_1).

α) Ποιο το χρώμα που θα έχει το διάλυμα Δ_1 ;

β) Στο διάλυμα Δ_1 διαλύουμε 11,2 mL αερίου HCl μετρημένα σε stp , χωρίς αλλαγή του όγκου του διαλύματος. Τι χρώμα θα αποκτήσει το διάλυμα που θα προκύψει;

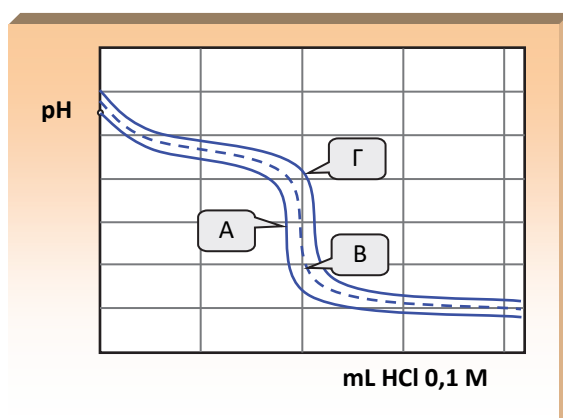
γ) Ποιος ο ελάχιστος όγκος διαλύματος HCl 0,01 M (Δ_2) που πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ_1 , που περιέχει και το δείκτη ΗΔ, ώστε το χρώμα του διαλύματος να γίνει αμιγώς κίτρινο; $K_w = 10^{-14}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

5. Πως από την καμπύλη εξουδετέρωσης μίας ασθενούς βάσης από ένα ισχυρό οξύ, προκύπτει η σταθερά ιοντισμού της ασθενούς βάσης; Αντίστοιχα, πως από την καμπύλη εξουδετέρωσης ενός ασθενούς οξέος από μία ισχυρή βάση, προκύπτει η σταθερά ιοντισμού του ασθενούς οξέος;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

6. Δίνονται οι καμπύλες ογκομετρήσεων Α, Β και Γ που αφορούν στην ογκομέτρηση τριών διαλυμάτων NH_3 ίσου όγκου με το ίδιο διάλυμα HCl . Να συγκρίνετε τις συγκεντρώσεις c_A , c_B και c_Γ των τριών διαλυμάτων της NH_3 .



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

7. Τα παρακάτω δεδομένα λαμβάνονται από μία ογκομέτρηση εξουδετέρωσης 20 mL ενός διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B συγκέντρωσης 0,15 M με πρότυπο διάλυμα HCl 0,1 M:

V (HCl) σε mL	0	15	20	25	29	30	31	35	40	45
pH	10,8	10,2	10,1	9,8	9,6	6,3	3	2,8	2,6	2,3

α) Ποιος είναι ο όγκος πρότυπου διαλύματος που έχει προστεθεί μέχρι το ισοδύναμο σημείο και ποιο το pH στο σημείο αυτό;

β) Ποιος από τους δείκτες I-IV που ακολουθούν (σε παρένθεση η σταθερά $pK_a(HA)$ του αντίστοιχου δείκτη) είναι ο πλέον κατάλληλος για την παραπάνω ογκομέτρηση;

Δείκτης I (10,2), Δείκτης II (6,3), Δείκτης III (9,6), Δείκτης IV (10,8).

γ) Να υπολογιστεί η σταθερά pK_b της ασθενούς βάσης B.

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

ΛΥΣΗ

8. Ογκομετρούμε διάλυμα NaOH όγκου 25 mL και άγνωστης περιεκτικότητας με πρότυπο διάλυμα HCl 0,1 M. Μετρήσεις του pH με τη βοήθεια pHμέτρου σε συνάρτηση με τον προστιθέμενο όγκου του πρότυπου διαλύματος (σε mL) οδήγησαν στον πίνακα που ακολουθεί:

HCl(mL)	0	10	20	22	24	25	26	28	30	50
pH	;	12,6	12,0	11,8	11,3	7,0	2,7	2,3	2,0	1,5

α) Ποιος όγκος του διαλύματος HCl (σε mL) έχει προστεθεί μέχρι το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης; Ποιο το pH στο ισοδύναμο σημείο;

β) Ποια η συγκέντρωση και το αρχικό pH του διαλύματος NaOH;

γ) Να κατασκευάσετε την προσεγγιστική καμπύλη ογκομέτρησης σημειώνοντας το αρχικό pH και το pH στο ισοδύναμο σημείο.

δ) Ποιο δείκτη από τους I, II ή III θα διαλέγατε για καλύτερο, για την ογκομέτρηση αυτή; Σε παρένθεση η περιοχή pH αλλαγής χρώματος.

I. ηλιανθίνη (3-4,5), II. κυανού της βρωμοθυμόλης (6-7,5), III. φαινολοφθαλεΐνη (8-10).

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

ΛΥΣΗ

Στο ισοδύναμο σημείο, το διάλυμα θα περιέχει μόνο το άλας NaCl, καθώς η ποσότητα του HCl που έχει προστεθεί έχει καταναλώσει όλη την ποσότητα του NaOH στο ογκομετρούμενο διάλυμα.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

1. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε ένα διάλυμα NH_3 0,2 M με ένα άλλο διάλυμα HCl 0,2 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με:

α) $\text{pH} = 9$ β) $\text{pH} = 5$ γ) $\text{pH} = 1$

Η σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχει τιμή $K_b = 10^{-5}$. $K_w = 10^{-14}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$. Για την απλούστευση των υπολογισμών να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

2. Ένα διάλυμα του ασθενούς οξέος HA, έχει συγκέντρωση 0,1 M και όγκο 1 L. Να υπολογιστεί η ποσότητα του NaOH(s) (σε mol) που πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα αυτό, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει $\text{pH} = 10$. $K_a(\text{HA}) = 10^{-7}$. Η θερμοκρασία των δύο διαλυμάτων είναι $\theta = 25^\circ\text{C}$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

3. Σε δύο διαφορετικά δοχεία περιέχονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα στους 25° C:

Δ_1 : NaOH 1 M

Δ_2 : NH_4Cl 1 M

α) Να υπολογίσετε το pH των παραπάνω διαλυμάτων.

β) 50 mL του διαλύματος Δ_1 αραιώνονται με προσθήκη νερού, έως τελικού όγκου 200 mL (διάλυμα Δ_3). 100 mL του διαλύματος Δ_2 αραιώνονται με προσθήκη νερού, έως τελικού όγκου 800 mL (διάλυμα Δ_4). Τα διαλύματα Δ_3 και Δ_4 αναμιγνύονται σχηματίζοντας το διάλυμα Δ_5 . Ποιο είναι το pH του Δ_5 ;

γ) 0,15 mol NaOH(s) διαλύονται στο διάλυμα Δ_5 χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, σχηματίζοντας διάλυμα Δ_6 . Ποιο είναι το pH του διαλύματος Δ_6 ;

Να ληφθούν υπόψη οι γνωστές προσεγγίσεις που επιτρέπονται από τα δεδομένα του προβλήματος. $K_w = 10^{-14}$, $K_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$. $\theta = 25^\circ\text{C}$.

ΛΥΣΗ

4. Διάλυμα όγκου 500 mL περιέχει δύο ασθενή οξέα, το HA σε συγκέντρωση 0,4 M και το HB σε συγκέντρωση 0,2 M. Ποιος όγκος διαλύματος NaOH 0,6 M πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα αυτό ώστε το pH του διαλύματος που προκύπτει είναι:

α) $\text{pH} = 11,5$.

β) $\text{pH} = 13$.

Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού: $K_a(\text{HA}) = 2,5 \cdot 10^{-10}$ και $K_a(\text{HB}) = 5 \cdot 10^{-10}$. Η θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι ίση με 25°C , όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ

