

5^ο Κεφάλαιο

ΟΞΕΑ – ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Ανάμιξη διαλυμάτων – Προσθήκη καθαρής ουσίας σε διάλυμα

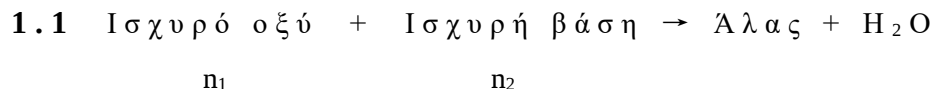
Προσδιορισμός - Εκτίμηση pH διαλύματος που προκύπτει με :

1. Ανάμιξη διαλυμάτων των οποίων τα συστατικά αντιδρούν μεταξύ τους
2. Προσθήκη καθαρής ουσίας σε διάλυμα με το συστατικό του οποίου δίνει αντίδραση

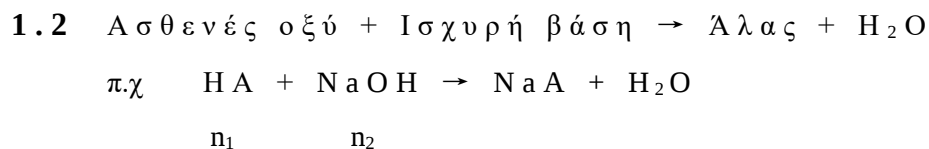
Μεθοδολογία για τη λύση προβλημάτων

- Υπολογίζουμε την αρχική ποσότητα (mol) των ουσιών πριν την αντίδραση
- Με βάση την αντίδραση κάνουμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς στην εξίσωση της αντίδρασης
- Ελέγχουμε τι υπάρχει στο τελικό διάλυμα
- Υπολογίζουμε τις συγκεντρώσεις των ουσιών στο τελικό διάλυμα

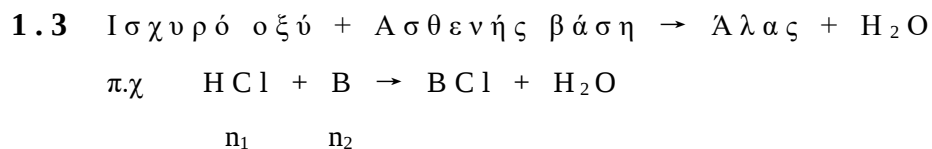
1^η Περίπτωση : Εξουδετέρωση



- Αν $n_1 = n_2$, στο τελικό διάλυμα Άλας και $\text{pH} = 7$
- Αν $n_1 > n_2$, στο τελικό διάλυμα Ισχυρό οξύ και Άλας και $\text{pH} < 7$
- Αν $n_1 < n_2$, στο τελικό διάλυμα Ισχυρή βάση και Άλας και $\text{pH} > 7$

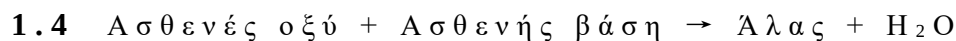


- Αν $n_1 = n_2$, στο τελικό διάλυμα A^- και $\text{pH} > 7$
- Αν $n_1 > n_2$, στο τελικό διάλυμα $\text{H A} / \text{A}^-$ και $\text{pH} < 7$ (Ε.Κ.Ι)
- Αν $n_1 < n_2$, στο τελικό διάλυμα Ισχυρή βάση $/ \text{A}^-$ και $\text{pH} > 7$ (Ε.Κ.Ι)



- Αν $n_1 = n_2$, στο τελικό διάλυμα B^+ και $\text{pH} < 7$
- Αν $n_1 > n_2$, στο τελικό διάλυμα ισχυρό οξύ $/ \text{B}^+$ και $\text{pH} < 7$ (Ε.Κ.Ι)

- Αν $n_1 < n_2$, στο τελικό διάλυμα B/B^+ και $pH > 7$ (Ε.Κ.Ι)



Στην περίπτωση που $n_1 = n_2$ μόνο εκτίμηση μπορεί να γίνει ως προς την τιμή του pH. Συγκεκριμένα :

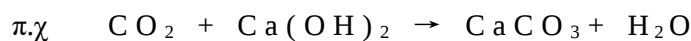
- Αν $K_{a,HA} = K_{b,NH_3}$, τότε $pH = 7$
- Αν $K_{a,HA} > K_{b,NH_3}$, τότε $pH < 7$
- Αν $K_{a,HA} < K_{b,NH_3}$, τότε $pH > 7$

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται και οι αντιδράσεις :

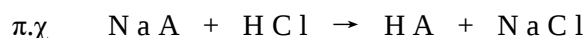
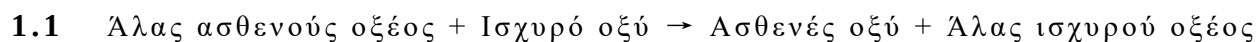
1) Οξείδιο μετάλλου + Οξύ



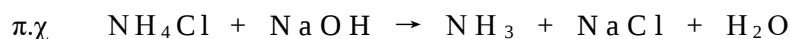
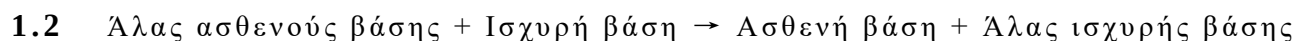
2) Οξείδιο αμετάλλου + Βάση



2^η Περίπτωση : Αντίδραση διπλής αντικατάστασης

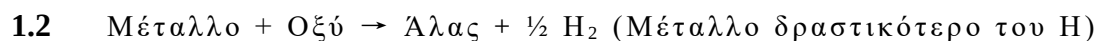
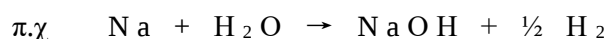


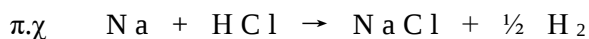
- Οποιαδήποτε και να είναι η σχέση των n_1 και n_2 , το $pH < 7$ (εκτός αν $n_1 \gg n_2$)
- Το άλας του ισχυρού οξέος δεν συμμετέχει στον καθορισμό του pH του τελικού διαλύματος



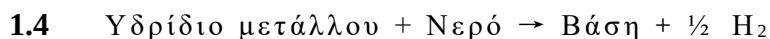
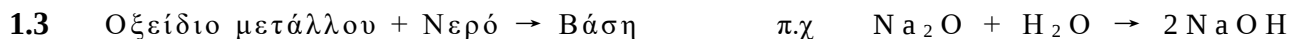
- Οποιαδήποτε και να είναι η σχέση των n_1 και n_2 , το $pH > 7$ (εκτός αν $n_1 \gg n_2$)
- Το άλας του ισχυρού οξέος δεν συμμετέχει στον καθορισμό του pH του τελικού διαλύματος

3^η Περίπτωση : Αντίδραση απλής αντικατάστασης





Ανάλογα με τις ποσότητες του μετάλλου, του οξέος και του είδους του οξέος (ισχυρού ή ασθενούς) μπορεί να έχουμε μία από τις περιπτώσεις 1.1 ή 1.2 της εξουδετέρωσης



II ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Το υδατικό διάλυμα HCOOH Δ_1 έχει $\text{pH} = 2,5$ και εμφανίζει βαθμό ιοντισμού $10^{-1,5}$. Σε 1 L του διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε 4 g NaOH χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Να βρεθεί το pH του διαλύματος Δ_2 που προκύπτει.

$$\text{Δίνεται : } K_w = 10^{-14}$$

$$(\text{Απ.: } \text{pH} = 8,5)$$

2. Διαλύουμε σε νερό 30 g αιθανικού οξέος (CH_3COOH), οπότε προκύπτει διάλυμα Δ , όγκου 5 L. Μετράμε το pH του Δ και το βρίσκουμε 3.

Α) Σε 200 mL του Δ προσθέτουμε 100 mL ενός διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) που έχει $\text{pH} = 13$. Το διάλυμα που σχηματίζεται αραιώνεται με νερό, ώσπου ο όγκος του να γίνει 500 mL. Να υπολογίσεις το pH του τελικού διαλύματος.

Β) Σε 200 mL του Δ προσθέτουμε 0,02 moles KOH και αραιώνουμε το διάλυμα που προκύπτει, ώσπου ο όγκος του να γίνει 2 L. Να υπολογίσεις το pH του τελικού διαλύματος.

Γ) Αναμιγνύουμε 300 mL του Δ με 300 mL ενός διαλύματος αιθανικού νατρίου (CH_3COONa) που έχει $\text{pH} = 9$. (α) Να υπολογίσεις το pH του τελικού διαλύματος. (β) Παίρνουμε 0,5 L από το διάλυμα αυτό. Να υπολογίσεις πόσα moles NaOH πρέπει να προσθέσουμε για να μεταβάλουμε το pH του διαλύματος κατά μία μονάδα.

Όλα τα διαλύματα βρίσκονται στους 25°C , όπου ισχύει $K_w = 10^{-14}$.

$$(\text{Απ.: Α) } \text{pH} = 5 \text{ Β) } \text{pH} = 9 \text{ Γ) (α) } \text{pH} = 5 - (\beta) n_{\text{NaOH}} \approx 0,02 \text{ mol})$$

3. Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα CH_3NH_2 , τα Δ_1 και Δ_2 .

Το διάλυμα Δ_1 έχει συγκέντρωση 1M και $\text{pH}=12$. Για το διάλυμα Δ_2 ισχύει η σχέση $[\text{OH}^-]=10^8 [\text{H}_3\text{O}^+]$.

3. Να υπολογίσετε τα mol αερίου HCl που πρέπει να προστεθούν σε 100 mL του διαλύματος Δ_1 (χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος) ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH}=5$. (Απ.: $n_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ mol}$)

4. Υδατικό διάλυμα Δ_1 περιέχει οξύ HA με συγκέντρωση 0,1 M.

A) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_1 και τον βαθμό ιοντισμού του HA στο διάλυμα αυτό.
B) Σε 200 mL του Δ_1 προσθέτουμε 0,02 moles NaOH, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_2 . Να υπολογίσετε το pH του.

Γ) Στο Δ_2 προσθέτουμε 0,01 moles αερίου HCl, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος και προκύπτει διάλυμα Δ_3 . Να υπολογίσετε το pH του Δ_3 .

Δίνονται $\theta = 25^\circ \text{C}$, $K_w = 10^{-14}$ και $K_a = 10^{-5}$. (Απ.: A) pH = 3, $\alpha = 10^{-2}$ B) pH = 9 Γ) pH = 5)

5. 500 mL διαλύματος ασθενούς οξέος HA εξουδετερώνονται πλήρως από 0,05 mol KOH. Σε 100 mL του ίδιου διαλύματος HA προσθέτω 50 mL διαλύματος KOH 0,1M. Να υπολογισθεί το pH του διαλύματος που θα παραχθεί.

Δίνεται η σταθερά ιοντισμού του οξέος $K_a = 10^{-5}$. (Απ.: pH = 5)

6. Υδατικό διάλυμα Δ_1 περιέχει NH_3 συγκέντρωσης 0,1 M.

1. 100 mL διαλύματος Δ_1 αραιώνονται με x L νερού και προκύπτει διάλυμα Δ_2 . Το pH του διαλύματος Δ_2 μεταβλήθηκε κατά 1 μονάδα σε σχέση με το pH του διαλύματος Δ_1 . Να υπολογίσετε τον όγκο x του νερού που προστέθηκε.

Μονάδες 6

2. Σε 100 mL διαλύματος Δ_1 προστίθενται 0,4 g στερεού NaOH χωρίς να μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος, και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται μέχρι τελικού όγκου 1 L (διάλυμα Δ_3). Να υπολογίσετε :

α. Το βαθμό ιοντισμού της NH_3 στο διάλυμα Δ_3 .

β. Το pH του διαλύματος Δ_3 .

3. Στο διάλυμα Δ_3 προστίθενται 0,02 mol HCl χωρίς να μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος και προκύπτει διάλυμα Δ_4 . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_4 .

Δίνονται : Η σταθερά ιοντισμού της NH_3 : $K_b = 10^{-5}$, η σχετική μοριακή μάζα του NaOH : $M_r = 40$.

7. Διαθέτουμε υδατικά διαλύματα CH_3COOH 0,1M (Y_1) και CH_3COOH 0,2M (Y_2).

$\Delta 1$. Να βρεθεί πόσα mL H_2O πρέπει να προστεθούν σε 100 mL διαλύματος Y_1 , ώστε να τριπλασιαστεί ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH ; Μονάδες 6

$\Delta 2$. Σε 100 mL διαλύματος Y_2 προσθέτουμε 100 mL διαλύματος NaOH 0,1M, οπότε προκύπτει διάλυμα Y_3 . Να βρεθεί το pH του διαλύματος Y_3 . Μονάδες 6

$\Delta 3$. Σε 100 mL διαλύματος Y_2 προσθέτουμε 100 mL διαλύματος NaOH 0,2M, οπότε προκύπτει διάλυμα Y_4 . Να βρεθεί το pH του διαλύματος Y_4 . Μονάδες 6

$\Delta 4$. Να βρεθεί πόσα mL διαλύματος NaOH 0,1M πρέπει να προστεθούν σε 101 mL του διαλύματος Y_2 , ώστε να προκύψει διάλυμα Y_5 με pH=7; Μονάδες 7

Δίνεται ότι : Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^{\circ}\text{C}$, $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=10^{-5}$, $K_w=10^{-14}$ (Απ.: Δ1) $V_{\text{H}_2\text{O}}=800\text{ mL}$ Δ2) $\text{pH}=5$ Δ3) $\text{pH}=9$ Δ4) $V=200\text{ mL}$)

8. Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα :

- Διάλυμα Α : CH_3COOH 0,2 M ($K_a=10^{-5}$)
- Διάλυμα Β : NaOH 0,2 M
- Διάλυμα Γ : HCl 0,2 M

Δ1. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος, που προκύπτει με ανάμειξη 50 mL διαλύματος Α με 50 mL διαλύματος Β.

Δ2. 50 mL διαλύματος Α αναμειγνύονται με 100 mL διαλύματος Β και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται με H_2O μέχρι όγκου 1 L, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Δ.

Δ3. Προσθέτουμε 0,15 mol στερεού NaOH σε διάλυμα, που προκύπτει με ανάμειξη 500 mL διαλύματος Α με 500 mL διαλύματος Γ, οπότε προκύπτει διάλυμα Ε. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Ε. (Απ. Δ1) Δ2) Δ3) $\text{pH}_E=5$)

9. Δίνονται τα υδατικά διαλύματα :

Y_1 : NH_3 0,1 M με $\text{pH}=11$

Y_2 : CH_3NH_2 1 M με βαθμό ιοντισμού, $\alpha=2\%$.

Δ1. Να βρεθούν : α. ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 (μονάδες 2) β. η K_b της NH_3 και η K_b της CH_3NH_2 (μονάδες 4) γ. Ποια από τις δύο βάσεις είναι ισχυρότερη. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

(Απ.: α. $\alpha_{\text{NH}_3}=10^{-2}$ β. $K_{b,\text{NH}_3}=10^{-5}$, $K_{b,\text{CH}_3\text{NH}_2}=4\cdot 10^{-4}$ γ. Η CH_3NH_2 είναι ισχυρότερη διότι έχει μεγαλύτερη σταθερά ιοντισμού)

Δ2. Σε 200 mL του διαλύματος Y_1 προσθέτουμε 200 mL υδατικού διαλύματος HCl 0,05 M. Συμπληρώνουμε το διάλυμα με νερό μέχρι τελικού όγκου 1L, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, οπότε λαμβάνεται διάλυμα Y_3 . Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Y_3 . (Απ.: $\text{pH}=9$)

Δ3. Σε 10 mL του διαλύματος Y_2 προσθέτουμε 200 mL υδατικού διαλύματος HCl 0,05 M. Συμπληρώνουμε το διάλυμα με νερό μέχρι τελικού όγκου 250 mL, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, οπότε λαμβάνεται διάλυμα Y_4 . Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Y_4 .

(Απ.: $\text{pH}=6$)

Δ4. Αναμειγνύουμε 100 mL διαλύματος Y_1 με 100 mL υδατικού διαλύματος HCOOH 0,1 M, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, οπότε λαμβάνεται διάλυμα Y_5 . Η $K_a(\text{HCOOH})$ ισούται με 10^{-4} . Με βάση τα παραπάνω, αναμένεται το Y_5 να είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο; (μονάδες 2) Αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2). (Απ.: όξινο γιατί $K_{a,\text{NH}_4^+} > K_{b,\text{HCOO}^-}$)

10. Να υπολογίσετε το pH διαλύματος 400 mL που προκύπτει κατά τη διάλυση 1,24 g Na_2O σε νερό.
Δίνεται $K_w = 10^{-14}$ (Απ.: pH = 13)
11. Κατά την προσθήκη ορισμένης ποσότητας CaH_2 σε ορισμένο όγκο νερού συλλέγονται 44,8 mL αερίου (μετρημένα σε stp συνθήκες). Τελικά, σχηματίζεται διάλυμα όγκου 2 L. Να προσδιορίσετε το pH του διαλύματος. Δίνεται $K_w = 10^{-14}$. (Απ.: pH = 11)
12. 1. Πόση ποσότητα αερίου HI (μετρημένα σε stp συνθήκες) πρέπει να διαλυθεί πλήρως σε 100 mL διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 0,1 M και pH = 11 (Y_3), ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά δύο μονάδες; Κατά την προσθήκη του HI δεν μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος.
(Απ.: 112 mL)
2. 0,01 mol στερεού NH_4I διαλύονται σε H_2O οπότε σχηματίζεται διάλυμα Y_4 όγκου 100 mL. α. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει (μονάδες 3). β. Πόσα mol στερεού NaOH πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα Y_4 ώστε να προκύψει διάλυμα Y_5 με pH = 9. (μονάδες 3);
(Απ.: (α) pH = 5 (β) $n_{\text{NaOH}} = 0,005 \text{ mol}$)