

# Θεωρία

Τι ορίζεται ως επίδραση κοινού ιόντος σε υδατικό διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη;

**Επίδραση κοινού ιόντος** έχουμε όταν σε διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη προσθέσουμε έναν άλλο ηλεκτρολύτη που έχει κοινό ιόν με τον ασθενή ηλεκτρολύτη. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται, εξαιτίας της μετατόπισης της ισορροπίας ιοντισμού του ασθενούς ηλεκτρολύτη προς τα αριστερά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

**Εξηγείστε τι θα συμβεί σε υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος με την προσθήκη κοινού ιόντος στο διάλυμα αυτό.**

Έστω η ισορροπία ιοντισμού του ασθενούς οξέος HA:

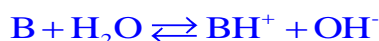


▶ Αν στο διάλυμα του οξέος HA προσθέσουμε  $\text{H}_3\text{O}^+$  με προσθήκη ισχυρού οξέος ή  $\text{A}^-$  με προσθήκη άλατος που περιέχει ιόντα  $\text{A}^-$ , τότε η παραπάνω ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

▶ Αυτό έχει σα συνέπεια την παραγωγή μικρότερης ποσότητας ιόντων  $\text{H}_3\text{O}^+$  και  $\text{A}^-$ , δηλαδή μείωση της απόδοσης ιοντισμού  $\alpha$  του HA.

**Εξηγείστε τι θα συμβεί σε υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης με την προσθήκη κοινού ιόντος στο διάλυμα αυτό.**

Έστω η ισορροπία ιοντισμού της ασθενούς βάσης B:



▶ Αν στο διάλυμα της βάσης B προσθέσουμε  $\text{OH}^-$  με προσθήκη ισχυρής βάσης ή  $\text{BH}^+$  με προσθήκη άλατος που περιέχει ιόντα  $\text{BH}^+$ , τότε η παραπάνω ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

▶ Αυτό έχει σα συνέπεια την παραγωγή μικρότερης ποσότητας ιόντων  $\text{BH}^+$  και  $\text{OH}^-$ , δηλαδή μείωση της απόδοσης ιοντισμού  $\alpha$  της B.

**Πόση είναι η συγκέντρωση του κοινού ιόντος σε υδατικό διάλυμα που υπάρχει επίδραση κοινού ιόντος;**

▶ Αν σε ένα διάλυμα υπάρχουν δύο ή περισσότερες ουσίες που δίνουν ένα κοινό ιόν π.χ. το  $\text{A}^-$ , τότε η συγκέντρωση ισορροπίας του  $\text{A}^-$ , σε όλες τις χημικές ισορροπίες του διαλύματος που συμμετέχει το κοινό ιόν, είναι μία και μόνο.

▶ Η συγκέντρωση αυτή του  $\text{A}^-$  προκύπτει, αν προσθέσουμε όλες τις συγκεντρώσεις των  $\text{A}^-$  στο διάλυμα, από όπου και αν αυτές προέρχονται.



## Ερωτήσεις κατανόησης

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**11-1.** Αν στο υδατικό διάλυμα του ασθενούς οξέος  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , διαλύσουμε το ισχυρό οξύ  $\text{HCl}$ :

- A. η  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  αυξάνεται, ενώ η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  μειώνεται
- B η  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  και η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  αυξάνονται
- Γ. η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  αυξάνεται, ενώ η  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  μειώνεται
- Δ. η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  αυξάνεται, και η  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  δε μεταβάλλεται.

**11-2.** Κατά την προσθήκη υδατικού διαλύματος  $\text{KCN}$  σε υδατικό διάλυμα  $\text{HCN}$ , η χημική ισορροπία :



- A. προς τ' αριστερά
- B. προς τα δεξιά
- Γ. δε μεταβάλλεται
- Δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

**11-3.** Αν διαλύσουμε μικρή ποσότητα  $\text{NH}_4\text{Cl}$  σε διάλυμα  $\text{NH}_3$ , έτσι ώστε να μην παρατηρηθεί μεταβολή του όγκου του διαλύματος, τότε η  $[\text{OH}^-]$ :

- A. Θα ελαττωθεί.
- B. Θα αυξηθεί
- Γ. Δεν θα μεταβληθεί
- Δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

**11-4.** Ανάμεσα στο υδατικό διάλυμα  $\Delta_1$  που περιέχει  $\text{HF}$  και στο υδατικό διάλυμα  $\Delta_2$  που περιέχει  $\text{HF}$  και  $\text{KF}$  ποιο έχει το μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού; (Τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία και συγκέντρωση)

- A. το  $\Delta_1$
- B. το  $\Delta_2$
- Γ. έχουν ίσους αριθμούς ιοντισμού
- Δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

**11-5.** Ανάμεσα στο υδατικό διάλυμα  $\Delta_1$  που περιέχει  $\text{HF}$  και στο υδατικό διάλυμα  $\Delta_2$  που περιέχει  $\text{HF}$  και  $\text{KCl}$  ποιο έχει το μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού; (Τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία και συγκέντρωση)

- A. το  $\Delta_1$
- B. το  $\Delta_2$
- Γ. έχουν ίσους αριθμούς ιοντισμού
- Δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

**11-6.** Δεν έχουμε επίδραση κοινού ιόντος σε μία από τις παρακάτω προσθήκες:

## Μάθημα 11

- A. NaF σε υδατικό διάλυμα HF
- B. KCl σε υδατικό διάλυμα HCl
- Γ. HF σε υδατικό διάλυμα NaF
- Δ. NH<sub>4</sub>Cl σε υδατικό διάλυμα NH<sub>3</sub>

**11-7.** Η επίδραση κοινού ιόντος προκαλεί:

- A. την αύξηση του βαθμού ιοντισμού του ηλεκτρολύτη
- B. τη μείωση του βαθμού ιοντισμού του ηλεκτρολύτη
- Γ. την αύξηση του pH του διαλύματος
- Δ. τη μείωση του pH του διαλύματος

**11-8.** Σε υδατικό διάλυμα αμμωνίας προσθέτουμε υδατικό διάλυμα HCl και γίνεται μερική εξουδετέρωση της NH<sub>3</sub>.

- A. Το pH μειώνεται και ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται
- B. Το pH και ο βαθμός ιοντισμού αυξάνονται
- Γ. Το pH αυξάνεται και ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται
- Δ. Το pH και ο βαθμός ιοντισμού μειώνονται

### Ερωτήσεις σωστό - λάθος

**11-9.** Η προσθήκη KNO<sub>2</sub> σε υδατικό διάλυμα HNO<sub>2</sub> μείωση του pH του διαλύματος

**11-10.** Όταν σε ένα διάλυμα NH<sub>3</sub> προστεθεί KOH χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ο ιοντισμός της αμμωνίας μειώνεται, ενώ το pH του διαλύματος αυξάνεται.

**11-11.** Όταν σε ένα διάλυμα CH<sub>3</sub>COOH διαλύσουμε μικρή ποσότητα CH<sub>3</sub>COONa χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, το pH μειώνεται.

**11-12.** Για να μειώσουμε τον ιοντισμό της αμμωνίας στο υδατικό της διάλυμα μπορούμε να προσθέσουμε NaOH.

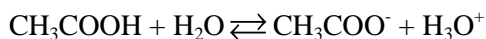
### Να συμπληρωθούν οι λέξεις που συμπληρώνουν σωστά τις προτάσεις

**11-13.** Επίδραση κοινού ιόντος έχουμε όταν σε διάλυμα ..... ηλεκτρολύτη προσθέσουμε άλλο ηλεκτρολύτη (συνήθως ισχυρό) που να έχει ..... ιόν με τον ..... ηλεκτρολύτη. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός ιοντισμού ....., λόγω μετατόπισης της ισορροπίας ιοντισμού του ..... ηλεκτρολύτη προς τα ....., σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

**11-14.** Η επίδραση του κοινού ιόντος OH<sup>-</sup> ..... τον βαθμό ιοντισμού της αμμωνίας NH<sub>3</sub>

**11-15.** Στο υδατικό διάλυμα HF η προσθήκη του ισχυρού οξέος HCl που δεν προκαλεί αύξηση του όγκου του διαλύματος, προκαλεί ..... του βαθμού ιοντισμού του HF.

**11-16.** Ο ιοντισμός του CH<sub>3</sub>COOH στο νερό δίνεται από την αντίδραση:

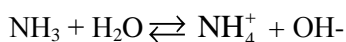


Η αντίδραση αυτή θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά, αν προσθέσουμε μικρή ποσότητα από:

## Μάθημα 11

A. NaCl B. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Γ. CH<sub>3</sub>COONa Δ. NaOH

**11-17.** Ο ιοντισμός της NH<sub>3</sub> στο νερό δίνεται από την αντίδραση:



Η αντίδραση αυτή θα μετατοπιστεί προς τ' αριστερά, αν προσθέσουμε μικρή ποσότητα από:

A. NH<sub>4</sub>Cl B. NaCl Γ. NaOH Δ. HCl

**11-18.** Σε διάλυμα HCN με συγκέντρωση c mol/L προσθέτουμε ποσότητα άλατος NaCN. Το pH του διαλύματος:

A. θα αυξηθεί, B. θα ελαττωθεί, Γ. θα παραμείνει σταθερό, Δ. εξαρτάται από την ποσότητα του άλατος που θα προστεθεί.

**11-19.** Να αντιστοιχίσετε τους βαθμούς ιοντισμού των οξέων που αναγράφονται στη δεύτερη στήλη (II) μετά διαλύματα που αναγράφονται στην πρώτη στήλη (I).

α. HCl 0,1 M • • i. 10<sup>-2</sup>

β. HA 0,1 M • • ii. 1

γ. HCl 0,1 M και NaCl 0,1 M • • iii. 1

δ. HA 0,1 M και NaA 0,1 M • • iv. 10<sup>-4</sup>

**11.74** Διάλυμα οξέος HA συγκέντρωσης 0,1 mol/L έχει pH ίσο με 3. Προσθέτουμε στο διάλυμα ποσότητα άλατος NaA, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος και η θερμοκρασία του διαλύματος. Ο βαθμός ιοντισμού του HA στο τελικό διάλυμα μπορεί να είναι:

A. 0,015 B. 0,01 Γ. 0,02 Δ. 0,001 E. 1

**11.76** Να συμπληρώσετε στον επόμενο πίνακα αν το αντίστοιχο μέγεθος αυξάνεται (Α), μειώνεται (Μ) ή παραμένει σταθερό (Σ) κατά την προσθήκη: α. HCl β. NaNO<sub>2</sub>

σε διάλυμα του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HNO<sub>2</sub>, χωρίς να προκαλείται μεταβολή στον όγκο του διαλύματος.

	HCl	NaNO <sub>2</sub>
Βαθμός ιοντισμού α		
mol H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>		
[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ]		
pH		
K <sub>a</sub>		

**11-20.** α. Σε υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος (HClO) ποια ιόντα υπάρχουν;

β. Αν στο διάλυμα του οξέος προσθέσουμε μικρή ποσότητα NaOH, τι πρόκειται να συμβεί; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**11-21.** Διάλυμα μονοπρωτικού οξέος HA έχει pH = 2. Όταν προσθέτουμε στο διάλυμα ποσότητα συζυγούς βάσης (A<sup>-</sup>), το pH του διαλύματος παραμένει σταθερό.

α. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε για την ισχύ του οξέος; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

## Μάθημα 11

β. Ποια είναι η συγκέντρωση σε mol/L του HA;

**11-22.** Πώς μετατοπίζεται η θέση της ιοντικής ισορροπίας υδατικού διαλύματος οξικού οξέος, (CH<sub>3</sub>COOH) όταν προστεθεί:

- α. υδροχλώριο (HCl);
- β. οξικό νάτριο (CH<sub>3</sub>COONa);
- γ. υδροξείδιο του νατρίου (NaOH);
- δ. νιτρικό κάλιο (KNO<sub>3</sub>);
- ε. νερό (H<sub>2</sub>O);

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**11-23.** Σε διάλυμα μονοπρωτικού οξέος HA προσθέτουμε ποσότητα συζυγούς βάσης (A<sup>-</sup>). Ο βαθμός ιοντισμού του HA μπορεί να υπολογιστεί από τους νόμους του Ostwald. **Σ – Λ**

**11-24.** Κατά τη μερική εξουδετέρωση του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA από την ισχυρή βάση NaOH τα κατιόντα οξωνίου στο διάλυμα ισούνται με τα ανιόντα υδροσξειδίου. **Σ – Λ**



## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

### Τα κυριότερα είδη επίδρασης κοινού ιόντος είναι:

#### 1. Ισχυρό οξύ και ασθενές οξύ π.χ. {HCl, CH<sub>3</sub>COOH}.

Το διάλυμα δημιουργείται με τους εξής τρόπους:

- Με απευθείας ανάμιξη των συστατικών του.
- Με ανάμιξη διαλύματος του ισχυρού οξέος με διάλυμα άλατος που περιέχει κοινό ανιόν με το ισχυρό οξύ. Το ισχυρό οξύ βρίσκεται σε περίσσεια:



#### 2. Ισχυρή βάση και ασθενής βάση π.χ. (KOH, NH<sub>3</sub>).

Το διάλυμα δημιουργείται με τους εξής τρόπους:

- Με απευθείας ανάμιξη των συστατικών του.
- Με ανάμιξη διαλύματος ισχυρής βάσης με διάλυμα άλατος που περιέχει κοινό κατιόν με την ισχυρή βάση. Η ισχυρή βάση βρίσκεται σε περίσσεια:



#### 3. Ασθενές οξύ και άλας του οξέος με κοινό ιόν, οπότε σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα, π.χ. (CH<sub>3</sub>COOH, CH<sub>3</sub>COONa).

Το διάλυμα δημιουργείται με τους εξής τρόπους:

- Με απευθείας ανάμιξη των συστατικών του.
- Με ανάμιξη διαλύματος ισχυρού οξέος με διάλυμα άλατος που περιέχει κοινό ανιόν με το ασθενές οξύ. Το άλας βρίσκεται σε περίσσεια:



- Με ανάμιξη διαλύματος ασθενούς οξέος με διάλυμα ισχυρής βάσης. Το ασθενές οξύ βρίσκεται σε περίσσεια.:



#### 4. Ασθενής βάση και άλας της βάσης με κοινό ιόν, οπότε σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα, π.χ. (NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>Cl).

Το διάλυμα δημιουργείται με τους εξής τρόπους:

- Με απευθείας ανάμιξη των συστατικών του.
- Με ανάμιξη διαλύματος ισχυρής βάσης με διάλυμα με διάλυμα άλατος που περιέχει κοινό κατιόν με το ασθενή βάση. Το άλας βρίσκεται σε περίσσεια:



- iii. Με ανάμιξη διαλύματος ασθενούς βάσης με διάλυμα ισχυρού οξέος. Η ασθενής βάση βρίσκεται σε περίσσεια:



5. Ασθενές οξύ και ασθενές οξύ, π.χ. (HF, CH<sub>3</sub>COOH)

Το διάλυμα δημιουργείται:

με απευθείας ανάμιξη των συστατικών του.

6. Ασθενής βάση και ασθενής βάση π.χ. (NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>).

Το διάλυμα δημιουργείται:

με απευθείας ανάμιξη των συστατικών του.

## Τρόπος εργασίας για την λύση των ασκήσεων

1. Προσδιορίζουμε τις αρχικές συγκεντρώσεις των χημικών ουσιών που θα ληφθούν υπόψη στους υπολογισμούς.
2. Προσδιορίζουμε τις νέες τους συγκεντρώσεις μετά την ανάμιξη ή την αραιώση ή τη συμπύκνωση των παραπάνω διαλυμάτων.
3. Προσδιορίζουμε τις συγκεντρώσεις των χημικών ουσιών που παράγονται μετά από κάποια αντίδραση που συμβαίνει στο διάλυμα με βάση της στοιχειομετρία της αντίδρασης. Για το σκοπό αυτό:

Γράφουμε τις μονόδρομες αντιδράσεις και **όχι τις διαστάσεις ή τους ιοντισμούς**.

Ως μονόδρομες μεταθετικές αντιδράσεις θεωρούμε τις:

I. εξουδετερώσεις κατά Arrhenius: π.χ.



II. αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης που έχουν τη μορφή:

**άλας ασθενούς οξέος + ισχυρό οξύ**, π.χ.



III. αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης που έχουν τη μορφή:

**άλας ασθενούς βάσης + ισχυρή βάση**,



4. Γράφουμε τις αντιδράσεις της διάστασης ή του ιοντισμού των ηλεκτρολυτών από τους οποίους εξαρτάται η λύση του προβλήματος (π.χ. η συγκέντρωση των [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] προκειμένου να προσδιορίσουμε το pH) και τους αντίστοιχους πίνακες.
5. Εφαρμόζουμε τις σχέσεις για τις K<sub>a</sub>, K<sub>b</sub>. Σε αυτές η συγκέντρωση του κοινού ιόντος



προκύπτει από τη διάσταση του ισχυρού ηλεκτρολύτη **μόνο**.

## Λυμένα παραδείγματα

1. Δίνεται διάλυμα Δ<sub>1</sub> που περιέχει CH<sub>3</sub>COOH με συγκέντρωση 1 M και HCl με συγκέντρωση 1 M.

Να βρείτε

- I. Το βαθμό ιοντισμού του διαλύματος Δ<sub>1</sub>
- II. το pH του διαλύματος Δ<sub>1</sub>

Δίνεται  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$ .

### Απάντηση

- I. Έχουμε διάλυμα **ισχυρού οξέος με ασθενές οξύ (HCl, CH<sub>3</sub>COOH)**. Υπάρχει επίδραση του **κοινού ιόντος H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>**. Στο διάλυμα δεν υπάρχει χημική αντίδραση μεταξύ των συστατικών του.

Οι αντιδράσεις ιοντισμού των ηλεκτρολυτών είναι:

- i. 
$$\underset{1M}{\text{HCl}} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \underset{1M}{\text{H}_3\text{O}^+} + \text{Cl}^-$$
- ii. 
$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

Από την αντίδραση ιοντισμού του CH<sub>3</sub>COOH στο νερό έχουμε:

Συγκέντρωση (M)	CH <sub>3</sub> COOH	+H <sub>2</sub> O ⇌	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	+H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
Αρχικά	1		0	1
Αντιδρούν/παράγονται	- x		+ x	+ x
Μένουν σε KXI	1-x		x	1+x

Επειδή  $\frac{K_a}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5} < 10^{-2}$  και υπάρχει επίδραση κοινού ιόντος η οποία

περιορίζει ακόμη περισσότερο τον ιοντισμό του CH<sub>3</sub>COOH, ισχύουν χωρίς σημαντικό σφάλμα οι προσεγγίσεις:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 1 - x = 1M \text{ και}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 + x = 1M . \text{ Οπότε:}$$

Όταν έχουμε επίδραση κοινού ιόντος **δ ε γ** μπορούμε να εφαρμόσουμε τους νόμους αραιώσεως του Ostwald.

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{1 \cdot x}{1} \Rightarrow$$

$$x = [CH_3COO^-] = 10^{-5} M$$

Ο βαθμός ιοντισμού του  $CH_3COOH$  είναι:

$$a = \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]_{\text{ΑΡΧΙΚΗ}}} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5}$$

Το pH καθορίζεται τελικά από τον ιοντισμό του ισχυρού οξέος HCl.

$$\text{II. } [H_3O^+] = 1M \Rightarrow -\log[H_3O^+] = 0 \Rightarrow pH = 0$$

2. Σε 200 mL διαλύματος  $\Delta_1$  που περιέχει  $CH_3COONa$  με συγκέντρωση 0,4 M προσθέτουμε 200 mL διαλύματος  $\Delta_2$  που περιέχει NaOH με συγκέντρωση 0,2M, οπότε προκύπτει το διάλυμα  $\Delta_3$ . Να βρείτε:

- I. Το βαθμό ιοντισμού του  $CH_3COO^-$
- II. το pH του διαλύματος  $\Delta_3$

Δίνεται  $K_a(CH_3COOH) = 10^{-5}$ .

### Απάντηση

I. Έχουμε διάλυμα **ισχυρής βάσης με ασθενή βάση** ( $NaOH, CH_3COO^-$ ). Υπάρχει επίδραση του κοινού ιόντος  $OH^-$ . Στο διάλυμα δεν υπάρχει χημική αντίδραση μεταξύ των συστατικών του.

Προσδιορίζουμε τη συγκέντρωση του  $[NaOH]_2$  στο  $\Delta_3$ :

$$[NaOH]_1 \cdot V_2 = [NaOH]_2 \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow [NaOH]_2 = \frac{[NaOH]_1 \cdot V_2}{(V_1 + V_2)} \quad (1)$$

$$\Rightarrow [NaOH]_2 = \frac{2 \cdot 10^{-1} \cdot 2 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^2} = \frac{4 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2}{4 \cdot 10^2} = 10^{-1} M$$

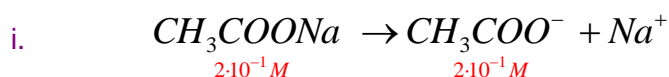
Προσδιορίζουμε τη συγκέντρωση του  $[CH_3COONa]_2$  στο  $\Delta_3$ :

$$[CH_3COONa]_1 \cdot V_1 = [CH_3COONa]_2 \cdot (V_1 + V_2)$$

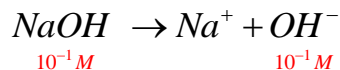
$$\Rightarrow [CH_3COONa]_2 = \frac{[CH_3COONa]_1 \cdot V_1}{(V_1 + V_2)} \quad (2)$$

$$\Rightarrow [CH_3COONa]_2 = \frac{4 \cdot 10^{-1} \cdot 2 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^2} = 2 \cdot 10^{-1} M$$

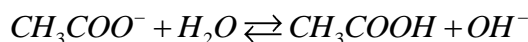
Από τη διάσταση του ισχυρού ηλεκτρολύτη  $CH_3COONa$  μέσα στο  $\Delta_3$  έχουμε:



ii. Από τη διάσταση του ισχυρού ηλεκτρολύτη  $NaOH$  μέσα στο  $\Delta_3$  έχουμε:



iii. Ο ιοντισμός της ασθενούς βάσης  $CH_3COO^-$  στο νερό γράφεται:



Από την αντίδραση ιοντισμού του  $CH_3COO^-$  στο νερό έχουμε:

Συγκέντρωση (M)	$CH_3COO^-$	$+H_2O \rightleftharpoons$	$CH_3COOH$	$+OH^-$
Αρχικά	0,2		0	0,1
Αντιδρούν/παράγονται	- x		+ x	+ x
Μένουν σε ΚΧΙ	0,2-x		x	0,1+x

Προσδιορίζω την  $K_b$  του  $CH_3COO^-$ .

$$K_W = K_a \cdot K_b \Rightarrow K_b = \frac{K_W}{K_a} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow K_b = 10^{-9} \quad (3)$$

Επειδή  $\frac{K_b}{[CH_3COO^-]} = \frac{10^{-9}}{2 \cdot 10^{-1}} < 10^{-2}$  και υπάρχει επίδραση κοινού ιόντος η οποία περιορίζει

ακόμη περισσότερο τον ιοντισμό του  $CH_3COO^-$ , ισχύουν χωρίς σημαντικό σφάλμα οι προσεγγίσεις:

$$[CH_3COO^-] = 0,2 - x = 0,2M \quad (4) \text{ και}$$

$$[OH^-] = 0,1 + x = 0,1M \quad (5). \text{ Οπότε:}$$

$$K_b = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]} \stackrel{(4),(5)}{\Rightarrow} 10^{-9} = \frac{x \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-1}} \Rightarrow$$

$$x = [CH_3COOH] = 2 \cdot 10^{-9} M$$

Όταν έχουμε επίδραση κοινού ιόντος δ ε ν μπορούμε να εφαρμόσουμε τους νόμους αραιώσεως του Ostwald.

Ο βαθμός ιοντισμού του  $CH_3COO^-$  είναι:

$$a = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]_{\text{ΑΡΧΙΚΗ}}} = \frac{2 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-1}} = 10^{-8}$$

$$\text{ii. } (5) \Rightarrow -\log[OH^-] = -\log 10^{-1} \Rightarrow pOH = 1 \quad (6).$$

$$pH + pOH = 14 \stackrel{(6)}{\Rightarrow} pH + 1 = 14 \Rightarrow pH = 13$$

Το pH καθορίζεται τελικά από τον ιοντισμό της ισχυρής βάσης  $NaOH$ .

## Ασκήσεις & Προβλήματα

### Μείγμα ισχυρού οξέος ή βάσης και ασθενούς βάσης ή οξέος

- 11-25.** α. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA σε καθένα από τα παρακάτω διαλύματα:
- i. Διάλυμα HA 0,2 M., ii. Διάλυμα H A 0,2 M και H Br 0,1 M.
- β. Ποια είναι η  $[H_3O^+]$  σε καθένα από τα παραπάνω διαλύματα; Για το HA δίνεται  $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$ .
- Απ. α. i. 0,01, ii.  $2 \cdot 10^{-4}$  β. i.  $2 \cdot 10^{-3}$  M, ii. 0,1 M.
- 11-26.** Το βενζοϊκό οξύ ( $C_6H_5COOH$ ) είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ με  $K_a = 6 \cdot 10^{-5}$
- α. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού του βενζοϊκού οξέος σε διάλυμα του συγκέντρωσης 0,6 mol/L
- β. Αν σε 1 L διαλύματος του βενζοϊκού οξέος διαβιβαστούν 2,24 L αέριου HCl σε STP, να βρείτε το βαθμό ιοντισμού του οξέος; Απ. α. 0,01, β.  $6 \cdot 10^{-4}$ .
- 11-27.** Να βρεθεί το pH: α. διαλύματος  $CH_3NH_2$  0,5 M. β. διαλύματος που περιέχει  $CH_3NH_2$  0,5 M και KOH 0,01 M. Για την  $CH_3NH_2$  δίνεται  $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$ . Απ. α. pH = 11,5, β. pH = 12.
- 11-28.** Διάλυμα περιέχει αμίνη ( $RNH_2$ ) συγκέντρωσης 0,1 M και NaOH συγκέντρωσης 0,01 M. Στο διάλυμα η αμίνη ιοντίζεται σε ποσοστό 0,2%. Να βρεθούν: α. η σταθερά ιοντισμού  $K_b$  της αμίνης και β. το pH του διαλύματος. Απ. α.  $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$ , pH = 12.
- 11-29.** Σε 1 L διαλύματος περιέχονται 0,1 mol  $HCOONa$  και 0,4 g NaOH. Να βρεθούν:
- α. η συγκέντρωση των μορίων του  $HCOOH$  στο διάλυμα και β. το pH του διαλύματος. Για το  $HCOOH$  δίνεται  $K_a = 10^{-4}$ . Απ. α.  $10^{-9}$  M, β. pH = 12.
- 11-30.** Διάλυμα περιέχει  $NH_4Cl$  1 M και  $HBr$   $10^{-3}$  M. Να βρεθούν:
- α. η συγκέντρωση των μορίων της  $NH_3$  στο διάλυμα και β. το pH του διαλύματος. Για την  $NH_3$  δίνεται  $K_b = 10^{-5}$ . Απ. α.  $10^{-6}$  M, β. pH = 3.
- 11-31.** Πόσα g αέριου HCl πρέπει να προστεθούν σε 1 L διαλύματος  $CH_3COOH$  συγκέντρωσης 0,1 M, για να διπλασιαστεί η συγκέντρωση των  $H_3O^+$ ; Για το  $CH_3COOH$  δίνεται  $K_a = 10^{-5}$ . Απ. 0,05475 g
- 11-32.** α. Διάλυμα(Δ1)  $HCOOH$  0,5 M έχει pH = 2. Ποια είναι η σταθερά ιοντισμού  $K_a$  του  $HCOOH$ ;
- β. Διάλυμα (Δ2)  $HBr$  έχει pH = 0. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος;
- γ. Αναμειγνύουμε χ L του διαλύματος (Δ1) με γ L του διαλύματος (Δ2), με αποτέλεσμα να προκύψουν 2 L διαλύματος (Δ3) με pH = 1. Να βρεθεί στο τελικό διάλυμα (Δ3) που σχηματίστηκε η  $[HCOO^-]$ . Απ. α.  $K_a = 2 \cdot 10^{-4}$ , β.  $C_2 = 1$  M, γ.  $9 \cdot 10^{-4}$  M.
- 11-33.** Διαθέτουμε 1 L διαλύματος  $NH_3$  0,1 M και NaOH 0,1 M.
- α. Πόσα L  $H_2O$  πρέπει να προσθέσουμε στο παραπάνω διάλυμα, για να διπλασιαστεί το pOH του διαλύματος; β. Να βρεθεί ο λόγος των  $[NH_4^+]$  στο αρχικό και στο αραιωμένο διάλυμα.

## Μάθημα 11

Δίνεται για την  $\text{NH}_3$ :  $K_b = 10^{-5}$ . **Απ. α. 9 L, β. 1 :1.**

**11-34.** α. Να προσδιοριστεί η αναλογία των όγκων ( $V_1 : V_2$ ) με την οποία πρέπει να αναμείξουμε  $V_1$  L διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA 0,1 M ( $\text{pH} = 3,5$ ) με  $V_2$  L διαλύματος HCl

$\frac{1}{30}$  M έτσι, ώστε να προκύψει διάλυμα το οποίο θα περιέχει  $10^{-6}$  M  $\text{A}^-$ .

β. Ποιο είναι το pH του τελικού διαλύματος; Δίνεται  $\log 2 = 0,3$ . **Απ. α. 1 :3, β. pH = 1,6.**

**11-35.** Αναμειγνύουμε  $x$  mL διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA 0,5 M με  $y$  mL διαλύματος HCl 0,2 M. Αποτέλεσμα της ανάμειξης είναι ο σχηματισμός 800 mL διαλύματος με  $\text{pH} = 1$ .

Να βρεθεί ο λόγος των συγκεντρώσεων των ιόντων  $\text{A}^-$  στο αρχικό και στο τελικό διάλυμα. Δίνεται για το HA:  $K_a = 2 \cdot 10^{-6}$ . **Απ. 200:1**

**11-36.** α. Να υπολογιστεί η ποσότητα του καυστικού νατρίου (NaOH) που πρέπει να προσθέσουμε σε 2 L διαλύματος NaCN συγκέντρωσης 1 M, ώστε το pH του διαλύματος να μεταβληθεί κατά δύο μονάδες. β. Ποια είναι η συγκέντρωση του HCN στο τελικό διάλυμα; Για το HCN δίνεται  $K_a = 10^{-10}$ . **Απ. α. 2 mol, β.  $10^{-4}$  M.**

### Υδατικά διαλύματα που περιέχουν πολυπρωτικά οξέα.

**11-37.** Το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  είναι διπρωτικό οξύ και ιοντίζεται σε δυο στάδια, όταν προστεθεί στο νερό.

α. Να γραφούν οι αντιδράσεις ιοντισμού, αν είναι γνωστό ότι το πρώτο στάδιο είναι ποσοτική αντίδραση και το δεύτερο στάδιο είναι αμφίδρομη αντίδραση.

β. 8,82 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  διαλύονται σε νερό και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται μέχρι όγκου 1 L. Αν το pH του αραιωμένου διαλύματος είναι 1, να βρεθεί η σταθερά ιοντισμού του δεύτερου σταδίου.

**Απ.  $K_a = 0,0125$**

**11-38.** Το HCl ως γνωστόν θεωρείται ότι ιοντίζεται πλήρως ( $\alpha = 1$ ), ενώ το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  είναι διπρωτικό οξύ και ιοντίζεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο ιοντίζεται πλήρως ( $\alpha_1 = 1$ ) και στο δεύτερο έχει  $K_{a2} = 1,3 \cdot 10^{-2}$ . Να συγκρίνετε το pH διαλύματος HCl 0,1 M και διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M. **Απ. pH = 1 και pH = 0,96.**

### Υδατικά διαλύματα που περιέχουν δύο ασθενείς ηλεκτρολύτες.

**11-39.** α. Να βρείτε τη  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  σε διάλυμα που περιέχει δύο ασθενή οξέα HA 0,05 M με  $K_a(\text{HA}) = 4 \cdot 10^{-5}$  και HB 0,1 M με  $K_a(\text{HB}) = 10^{-5}$ .

β. Να βρεθεί το pH διαλύματος όγκου 1 L, το οποίο περιέχει 0,05 mol HA και 0,5 mol HB. Δίνονται  $K_a(\text{HA}) = 10^{-7}$  και  $K_a(\text{HB}) = 10^{-8}$ . **Απ. α.  $1,73 \cdot 10^{-3}$  M, β. pH = 4.**

**11-40.** Αναμειγνύουμε 250 mL διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA συγκέντρωσης 0,02M με 250 mL διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ΗΔ συγκέντρωσης 0,2M. Να υπολογιστεί η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  του διαλύματος που προκύπτει. Δίνονται για το HA:  $K_a = 10^{-5}$  και για το ΗΔ:  $K_a = 10^{-6}$   
**Απ.  $2 \cdot \sqrt{5} \cdot 10^{-4}$  M**

**11-41.** Υδατικό διάλυμα όγκου 1L σε θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$  περιέχει 0,1 mol οξέος HA και 0,1 mol

## Μάθημα 11



οξέος HB (όπου  $A^-$  και  $B^-$  μονοσθενή ανιόντα). Το pH του διαλύματος είναι ίσο με 1. Και τα δύο οξέα (HA και HB) δεν ιοντίζονται πλήρως και η σταθερά ιοντισμού του HA στους  $25^\circ\text{C}$  είναι ίση με 0,2. Να βρεθούν:

- η συγκέντρωση των ιόντων  $[A^-]$  και η συγκέντρωση των μη ιοντισμένων μορίων  $[HA]$  στο διάλυμα,
- η συγκέντρωση των ιόντων  $[B^-]$  και η συγκέντρωση των μη ιοντισμένων μορίων  $[HB]$  στο διάλυμα.
- Να αποδειχθεί ότι το HA είναι ισχυρότερο οξύ από το HB στους  $25^\circ\text{C}$ .

$$\text{Απ. α) } \frac{1}{15} \text{ M, } \frac{1}{30} \text{ M, } \beta) \frac{1}{30} \text{ M, } \frac{1}{15} \text{ M}$$

**11-42.** Αναμειγνύουμε 0,5 L διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B συγκέντρωσης 0,2 M με 0,5 L διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικής βάσης Δ ( $K_b = 0,02$ ) συγκέντρωσης λ M. Το διάλυμα που σχηματίζεται έχει  $\text{pH} = 13$  και η συγκέντρωση του συζυγούς της οξέος ΗΔ στο διάλυμα είναι  $\frac{1}{60} \text{ M}$ . Να

βρεθούν: α. η τιμή της συγκέντρωσης λ M, β. η συγκέντρωση του συζυγούς οξέος της βάσης B στο

τελικό διάλυμα, γ. ποια βάση είναι η ισχυρότερη. **Απ. α. λ = 0,2, β.  $\frac{1}{12} \text{ M}$ , γ. η B.**

**11-43.** α. Να υπολογιστεί το pH διαλύματος (Δ1) το οποίο περιέχει 0,11 M  $\text{CH}_3\text{COONa}$  και 0,11 M  $\text{HCOONa}$ . Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού για το  $\text{HCOOH}$  ( $K_a = 10^{-4}$ ) και για το  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $K_a = 10^{-5}$ .

β. Σε 1L του διαλύματος (Δ1) προσθέτουμε χωρίς μεταβολή του όγκου ποσότητα KOH και στο τελικό διάλυμα (Δ2) το pH είναι ίσο με 12. Να υπολογιστούν τα mol των ασθενών οξέων στο διάλυμα (Δ2).

Δίνεται  $\log 11 = 1,04$ . **Απ. α. pH = 9,04, β.  $1,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$ ,  $1,1 \cdot 10^{-8} \text{ mol}$ .**

**11-44.** α. Σε ποσότητα νερού προσθέτουμε 7,75 g  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ , με αποτέλεσμα να προκύπτει διάλυμα (Δ1) όγκου 10L με  $[\text{OH}^-] = 5\sqrt{2} \cdot 10^{-4} \text{ M}$ . Να βρεθεί η σταθερά ιοντισμού της  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ . β.

Πόσα L αέριας  $\text{NH}_3$  σε STP πρέπει να διαβιβαστούν στο παραπάνω διάλυμα (Δ2), για να αποκτήσει  $\text{pH} = 11$ ; Δίνεται για την  $\text{NH}_3$ :  $K_b = 10^{-5}$ . Να υποθέσετε ότι η προσθήκη της  $\text{NH}_3$  δε μεταβάλλει πρακτικά τον όγκο του διαλύματος. **Απ. α.  $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$ , β. 11,2L.**

### Ανάμειξη διαλυμάτων με χημική αντίδραση

**11-45.** Αναμειγνύονται 200mL διαλύματος HF 0,5M με 800mL διαλύματος NaOH 0,25M και προκύπτει διάλυμα Δ.  $K_a = 10^{-6}$ . Να προσδιορίσετε στο Δ:

A. το pH, B. τη συγκέντρωση του HF. **Απ. A. pH=13, B.  $[\text{HF}] = 10^{-8} \text{ M}$**

**11-46.** Αναμειγνύονται 100mL διαλύματος HCl 0,1M με 200mL διαλύματος  $\text{NH}_3$  0,1M και προκύπτει διάλυμα Δ.  $K_b = 10^{-5}$ . Να προσδιορίσετε στο το pH Δ. **Απ. pH=9**

**11-47.** Εξουδετερώνονται πλήρως 800mL διαλύματος HA με  $\text{pH}=3$  από 200mL διαλύματος NaOH 0,4M και προκύπτει διάλυμα Δ. Στο Διάλυμα Δ να βρείτε: A. Είναι το HA ασθενές ή ισχυρό οξύ; B. Να προσδιορίσετε το  $K_a(\text{HA})$ . Γ. την  $[\text{OH}^-]$ .

Στο Διάλυμα Δ προσθέτουμε 0,01mol άλατος ΗΓ και προκύπτει διάλυμα Δ2 με όγκο 1L. Να βρείτε το pH του διαλύματος Δ2.  $K_a(\text{H}\Delta) = 5 \cdot 10^{-6}$ . **Απ. A. ασθενές, B.  $K_a(\text{HA}) = 10^{-5}$ . Γ.  $[\text{OH}^-] = 4 \cdot \sqrt{5} \text{ M}$ , Δ. pH=9**