

## Αυτοϊοντισμός του νερού – pH

### Θεωρία

#### Το καθαρό νερό είναι ηλεκτρολύτης;

- ▶ Το καθαρό νερό είναι **ομοιοπολική ένωση** και θα περιμέναμε να είναι μην εμφανίζει ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- ▶ Μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας όμως έδειξαν ότι **το καθαρό νερό εμφανίζει ασθενή ηλεκτρική αγωγιμότητα**.
- ▶ Αυτή οφείλεται στο ότι **στο καθαρό νερό υπάρχουν κατιόντα  $\text{H}_3\text{O}^+$  (οξωνίου) και ανιόντα  $\text{OH}^-$  (υδροξειδίου)**.

#### Πως προκύπτουν τα ιόντα του νερού;

- ▶ Τα ιόντα αυτά προκύπτουν από τον **αυτοϊοντισμό** του νερού:



- ▶ Ο ιοντισμός του νερού γίνεται σε πάρα πολύ μικρό ποσοστό. Σε διακόσια περίπου εκατομμύρια μόρια νερού, ένα μόνο μόριο έχει ιοντιστεί.

#### Τι είναι η σταθερά ιοντισμού $K_w$ του νερού;

- ▶ Στην παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση ιοντισμού του νερού το γινόμενο  $[\text{H}_3\text{O}^+]\cdot[\text{OH}^-]$  είναι σταθερός αριθμός και **στους  $25^\circ\text{C}$  ισούται με  $10^{-14}$** .
- ▶ Συμβολίζεται με  $K_w$  και δίνεται από τη σχέση:  $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]\cdot[\text{OH}^-]$
- ▶ **Οι μονάδες του  $K_w$  ( $\text{mol}^2/\text{L}^2$ )** χάριν ευκολίας παραλείπονται, όπως συνήθως γίνεται και στις άλλες σταθερές ισορροπίας.
- ▶ Ονομάζεται **σταθερά ιοντισμού ή γινόμενο ιόντων του νερού**.
- ▶ Η τιμή  $K_w$ , στα αραιά υδατικά διαλύματα, εξαρτάται μόνο από τη μεταβολή της θερμοκρασίας και **συγκεκριμένα αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας**, καθώς οι αντιδράσεις ιοντισμού είναι **ενδόθερμες**.

#### Πως προκύπτει η $K_w$ του νερού;

- ▶ Στη χημική ισορροπία:  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^-$ ,

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]\cdot[\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} \Rightarrow K \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+]\cdot[\text{OH}^-] \stackrel{K_w = K \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2}{\Rightarrow}$$

ισχύει:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+]\cdot[\text{OH}^-]$$

## Μάθημα 8

- ▶ Η πυκνότητα του νερού είναι  $\rho = 1000 \text{ g/L} = \text{στους } 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Έτσι ενσωματώσαμε τη σταθερή συγκέντρωση του νερού στην Κ:

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{n}{V} \stackrel{n = \frac{m}{M_r}}{\Rightarrow} [\text{H}_2\text{O}] = \frac{m}{V \cdot M_r} \Rightarrow \frac{1000}{18} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 55,5\text{M}$$

### Πόση είναι η συγκέντρωση καθενός από τα ιόντα του νερού στους 25°C;

- ▶ Σε κάθε υδατικό διάλυμα στους 25 °C ισχύει η σχέση:  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$
- ▶ Στο καθαρό νερό στους 25 °C έχουμε:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$

### Αλλάζει το γινόμενο των συγκεντρώσεων του νερού στα υδατικά διαλύματα;

- ▶ Το γινόμενο των συγκεντρώσεων ιόντων  $\text{H}_3\text{O}^+$  και  $\text{OH}^-$  παραμένει σταθερό, αλλά όσο μεγαλώνει η συγκέντρωση του ενός ιόντος τόσο μειώνεται η τιμή του άλλου. Έτσι:
- ▶ Σε ένα όξινο υδατικό διάλυμα στους 25 °C έχουμε:  $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ M}$  και  $[\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ M}$ .
  - ★ Στα όξινα υδατικά διαλύματα υπάρχουν και ιόντα  $\text{OH}^-$  που προκύπτουν από τον αυτοϊοντισμό του νερού αλλά η συγκέντρωσή τους είναι μικρότερη των οξωνίων.
- ▶ Σε ένα βασικό υδατικό διάλυμα στους 25 °C έχουμε:  $[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ M}$  και  $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M}$ .
  - Στα βασικά υδατικά διαλύματα υπάρχουν και ιόντα  $\text{H}_3\text{O}^+$  που προκύπτουν από τον αυτοϊοντισμό του νερού αλλά η συγκέντρωσή τους είναι μικρότερη των ανιόντων  $\text{OH}^-$ .

### Τι ονομάζεται οξύτητα υδατικού διαλύματος;

Οξύτητα, είναι η συγκέντρωση των οξωνίων  $\text{H}_3\text{O}^+$  του διαλύματος.

### Τι ορίζεται ως pH τι ως pOH και γενικότερα τι ως pX υδατικού διαλύματος;

- ▶ Το pH (πε-χα) είναι ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της αριθμητικής της συγκέντρωσης των ιόντων οξωνίου  $\text{H}_3\text{O}^+$  στο υδατικό διάλυμα, δηλαδή:  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$

#### Παράδειγμα:

Αν  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$ , τότε  $\text{pH} = -\log 10^{-2} = 2$ .

❶ Την έννοια του pH την εισήγαγε ο Sorensen το 1909.

## Μάθημα 8

► Το **pOH** (πε-ο-χά) είναι ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της αριθμητικής της συγκέντρωσης των ιόντων υδροξειδίου  $\text{OH}^-$  στο υδατικό διάλυμα, δηλαδή:  $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$

► Αν θεωρήσουμε την αριθμητική τιμή οποιασδήποτε ποσότητας  $X$ , ορίζουμε και την ποσότητα:  $\text{pX} = -\log X$ .

Έτσι επεκτείνοντας την έννοια του pH ορίζουμε :

$$\text{pK}_w = -\log K_w$$

$$\text{pK}_a = -\log K_a$$

$$\text{pK}_b = -\log K_b$$

**Πως προσδιορίζεται η οξύτητα των υδατικών διαλυμάτων και το pH ή το pOH τους στους 25 °C;**

Σε <b>όλα</b> τα υδατικά διαλύματα στους 25 °C :	$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_w = 10^{-14}$	$\text{pH} + \text{pOH} = 14$
Σε <b>ουδέτερα</b> διαλύματα και στο νερό στους 25 °C	$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M} = [\text{OH}^-]$	$\text{pH} = 7 = \text{pOH}$
Σε <b>όξινα</b> διαλύματα στους 25 °C	$[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ M} > [\text{OH}^-]$	$\text{pH} < 7 < \text{pOH}$
Σε <b>βασικά</b> (αλκαλικά) διαλύματα στους 25 °C	$[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M} < [\text{OH}^-]$	$\text{pH} > 7 > \text{pOH}$

**Πως προσδιορίζεται η τιμή του pH των υδατικών διαλυμάτων;**

- Ο **κατά προσέγγιση προσδιορισμός του pH** γίνεται με τους **δείκτες**<sup>1</sup>,
- **Ακριβέστερες** μετρήσεις γίνονται με τη βοήθεια ενός οργάνου που λέγεται **πεγάμετρο**.

**Ποια είναι η χρησιμότητα της γνώσης του pH των υδατικών διαλυμάτων;**

► Η γνώση της τιμής του pH είναι πρωταρχικής σημασίας στη βιομηχανία, αναλυτική χημεία, βιοχημεία, ιατρική και σε άλλους τομείς. Τα διάφορα υγρά στον οργανισμό μας, όπως το αίμα και το γαστρικό υγρό πρέπει να έχουν περίπου σταθερό pH ή να μεταβάλλονται σε αυστηρά καθορισμένα όρια pH.

Επίσης στη βιομηχανία πολλές χημικές - βιοχημικές διεργασίες γίνονται σε καθορισμένο pH και τα παραγόμενα προϊόντα πολλές φορές ελέγχονται με βάση την τιμή του pH

<sup>1</sup> Θα τους μελετήσουμε σε επόμενο μάθημα

## Ερωτήσεις κατανόησης

### Σύγκριση οξύτητας

8-1. Μεταξύ δύο υδατικών διαλυμάτων περισσότερο βασικό είναι αυτό που έχει :

A.  $\text{pH}=12$ , B.  $\text{pH}=7$ , Γ.  $\text{pH}=2$ , Δ.  $\text{pH}=6$

8-2. Αν σε υδατικό διάλυμα με  $\text{pH}=5$  προσθέσουμε νερό, τότε το  $\text{pH}$  του διαλύματος θα:

A. αυξηθεί, B. μειωθεί, Γ. παραμείνει σταθερό, Δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

8-3. Ένα υδατικό διάλυμα είναι βασικό (αλκαλικό) όταν:

A.  $\text{pOH} > 7$  B.  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$  Γ.  $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$  Δ.  $\text{pH} < 7$  E.  $\text{pOH} < 7$ .

8-4. Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα έχει  $\text{pH} < 7$  στους  $25^\circ\text{C}$ .

A. διάλυμα  $\text{KNO}_3$ , B. διάλυμα  $\text{NH}_3$ , Γ. αραιό διάλυμα  $\text{KOH}$ , Δ. Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

δ. Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  ε M. ε. Διάλυμα  $\text{NaCl}$  ε M.

8-5. Να καταταγούν κατά σειρά αυξανόμενου  $\text{pH}$  τα παρακάτω διαλύματα και να αιτιολογηθεί η απάντησή σας.

α. Διάλυμα  $\text{NaOH}$  ε M. β. Διάλυμα  $\text{HCl}$  ε M. γ. Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ε M.

8-6. α. Να αντιστοιχίσετε τα διαλύματα συγκέντρωσης 0,1 M που αναγράφονται στην πρώτη στήλη (I) με το  $\text{pH}$  των διαλυμάτων που αναγράφεται στη δεύτερη στήλη (II). Το HA είναι ασθενές οξύ.

**Στήλη (I)**

**Στήλη (II)**

α.  $\text{HCl}$

i. 13

β. HA

ii. 3

γ. NaA

iii. 1

δ.  $\text{NaOH}$

iv. 9

β. Να βρείτε την  $K_3$  του HA, αν  $K_w = 10^{-14}$ .

### Σχέση $\text{pH}$ - συγκέντρωσης και άλλων παραγόντων

8-7. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις ισχύει πάντα η σχέση  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$  στους  $25^\circ\text{C}$ :

A. σε κάθε διάλυμα

B. μόνο στο καθαρό νερό

Γ. σε κάθε υδατικό διάλυμα

Δ. μόνο σε διαλύματα οξέων ή βάσεων

8-8. Ένα υδατικό διάλυμα ισχυρού οξέος  $\text{H}_3\text{A}$  έχει  $\text{pH}=1$ . Η συγκέντρωση του οξέος είναι

A.  $[\text{H}_3\text{A}] = \frac{1}{3} \text{ M}$

## Μάθημα 8

Β.  $[H_3A] = 1M$

Γ.  $[H_3A] = 3M$

Δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

**8-9.** Το pH υδατικού διαλύματος HCl αυξάνεται:

Α. αν προσθέσουμε ποσότητα βάσης, Β. αν προσθέσουμε διάλυμα HCl της ίδιας συγκέντρωσης, Γ. αν αραιώσουμε το διάλυμα, Δ. αν αφαιρέσουμε διαλύτη.

**8-10.** Το pH υδατικού διαλύματος KOH μειώνεται:

Α. αν αφαιρέσουμε νερό, Β. αν προσθέσουμε νερό, Γ. αν προσθέσουμε διάλυμα KOH της ίδιας

**8-11.** Ποιες από τις επόμενες διαπιστώσεις εί-ναι σωστές και ποιες λανθασμένες για ένα διά-λυμα ισχυρού οξέος HA 1 M;

α.  $[A^-] > [H_3O^+]$ , β. Το pH του διαλύματος είναι 0. γ.  $[H_3O^+] = 1 M$ , δ.  $[H_3O^+] + [A^-] = 1 M$ .

**8-12.** Σε διάλυμα HCl με  $pH = 2$  προσθέτουμε νερό και παίρνουμε αραιωμένο διάλυμα το οποίο έχει pH: Α. 1,5 Β. 12 Γ. 2,5 Δ. 7.

**8-13.** Σε διάλυμα NaOH με  $pH = 13$  προσθέτουμε νερό και παίρνουμε αραιωμένο διάλυμα το οποίο έχει pH: Α. 1 Β. 12,2 Γ. 7 Δ. 13,5

**8-14.** Σε διάλυμα  $HNO_3$  0,001 M προσθέτουμε καθαρό  $HNO_3$  και παίρνουμε διάλυμα, το οποίο έχει όγκο ίσο με τον αρχικό όγκο και pH: Α. 3,5 Β. 7 Γ. 6 Δ. 2,3

**8-15.** Να γίνει η γραφική παράσταση της μεταβολής της  $[OH^-]$  συναρτήσει της  $[H_3O^+]$  ενός υδατικού διαλύματος στους  $25^\circ C$ .

**8-16.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α. Σε κάθε υδατικό διάλυμα στους  $0^\circ C$  ισχύει η σχέση:  $[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$

β. Η τιμή του pH για ένα ουδέτερο διάλυμα μπορεί να είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από το επτά.

γ. Υδατικό διάλυμα  $KNO_3$  c M έχει ορισμένη τιμή pH μικρότερη από το 7 στους  $30^\circ C$ .

δ. Οποιοδήποτε υδατικό διάλυμα με  $pH = 7,2$  είναι βασικό.

ε. Στα υδατικά διαλύματα των οξέων ισχύει:  $[H_3O^+] > [OH^-]$

**Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.**

**8-17.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Υδατικό διάλυμα άλατος του οποίου κανένα ιόν δεν αντιδρά με το νερό θα έχει ορισμένη τιμή pH που είναι μεγαλύτερη από την τιμή 7 στους  $40^\circ C$

β. Υδατικό διάλυμα άλατος του οποίου κανένα ιόν δεν αντιδρά με το νερό διατηρεί την τιμή 7, αν από τους  $25^\circ C$  μειωθεί η θερμοκρασία στους  $20^\circ C$ .

γ. Υδατικό διάλυμα άλατος του οποίου κανένα ιόν δεν αντιδρά με το νερό με ορισμένη τιμή pH μεγαλύτερη από την τιμή 7, θα έχει θερμοκρασία μικρότερη από  $25^\circ C$ .

δ. Ένα υδατικό διάλυμα οξέος με τιμή pH ίση με 3, θα έχει οπωσδήποτε αρχική συγκέντρωση ίση με  $10^{-3} M$ .

## Ερωτήσεις κατανόησης

### Εύρεση της $K_w$ σε διάφορες συνθήκες

**8-18.** Η  $K_w$  υδατικού διαλύματος στους  $30^\circ\text{C}$  είναι:

- A.  $K_w > 10^{-14}$
- B.  $K_w < 10^{-14}$
- Γ.  $K_w = 10^{-14}$

**8-19.** Αν σε νερό διαλυθεί ισχυρό οξύ τότε θα αυξηθεί:

- A. το  $\text{pOH}$
- B. το γινόμενο  $[\text{H}_3\text{O}^+]\cdot[\text{OH}^-]$
- Γ. το  $\text{pH}$
- Δ. ο αυτοϊοντισμός του νερού

**8-20.** Όταν διαλύουμε βάση με νερό σε σταθερή θερμοκρασία, η τιμή του γινομένου:



- A. αυξάνεται, λόγω της αύξησης των  $\text{OH}^-$ ,
- B. μειώνεται, λόγω της μείωσης των  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,
- Γ. παραμένει σταθερή,
- Δ. αυξάνεται ή μειώνεται, ανάλογα με την τιμή της θερμοκρασίας.

**8-21.** Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία, πώς θα μεταβληθεί η τιμή της  $K_w$

**8-22.** Ποιο από τα παρακάτω πρέπει να προσθέσουμε σε 5 mL διαλύματος HA 0,2 M, ώστε να ελαττωθεί το  $\text{pH}$  του διαλύματος;

- A. 5 mL  $\text{H}_2\text{O}$ .
- B. 5 mL διαλύματος HA 0,3 M.
- Γ. 5 mL διαλύματος HA 0,1 M.
- Δ. 5 mL διαλύματος KOH 0,2 M.

### Υπολογισμός συγκέντρωσης ιόντων του νερού και $\text{pH}$

**8-23.** Υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου έχει  $\text{pH}$  μικρότερο του 2, εφόσον η συγκέντρωση του διαλύματος είναι ίση με:

- A.  $2\cdot 10^{-5}\text{M}$ ,      B.  $2\cdot 10^{-4}\text{M}$ ,      Γ.  $2\cdot 10^{-3}\text{M}$ ,      Δ.  $2\cdot 10^{-2}\text{M}$

**8-24.** Σ' ένα υδατικό διάλυμα στους  $25^\circ\text{C}$  έχουμε  $[\text{OH}^-]=10^{-4}\text{M}$ . Το  $\text{pH}$  του διαλύματος είναι:

- A. 6,      B. 4,      Γ. 8,      Δ. 10

**8-25.** Σ' ένα διάλυμα υδροχλωρικού οξέος HCl με συγκέντρωση  $10^{-7}$  στους  $25^\circ\text{C}$  ισχύει:

- A.  $[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-7}\text{M}$ , B.  $[\text{H}_3\text{O}^+]>10^{-7}\text{M}$ , Γ.  $[\text{H}_3\text{O}^+]<10^{-7}\text{M}$ , Δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

## Μάθημα 8



**8-26.** Αν αναμείξουμε ένα υδατικό διάλυμα  $[\text{KOH}] = 12\text{M}$ , μ' ένα υδατικό διάλυμα  $\text{NaOH}$ , τότε το τελικό διάλυμα θα έχει pH:

A. 12, B. 2, Γ. 11, Δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

**8-27.** Ένα υδατικό διάλυμα ισχυρής βάσης  $\text{B}(\text{OH})_2$  με συγκέντρωση 0,05 έχει

A.  $\text{pH} = 1$ , B.  $\text{pH} > 1$ , Γ.  $\text{pH} = 13$ , Δ.  $\text{pH} < 13$

Όλα τα παρακάτω είναι υδατικά διαλύματα βάσεων στους  $25^\circ\text{C}$  με συγκέντρωση  $10^{-1}\text{M}$  το καθένα.

**8-28.** Ποιο από αυτά έχει μεγαλύτερο pH αν η συγκέντρωση καθενός είναι 1M;

A.  $\text{NaOH}$ , B.  $\text{KOH}$ , Γ.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , Δ.  $\text{NH}_3$

**8-29.** Είναι δυνατόν ένα βασικό υδατικό διάλυμα να έχει pH μικρότερο του 7. **Σ - Λ**

**8-30.** Αν σε ένα υδατικό διάλυμα θερμοκρασίας  $25^\circ\text{C}$  είναι  $[\text{OH}^-] = 10^{-2}\text{M}$ , τότε :  $[\text{H}_3\text{O}^+] =$  ..... ,  $\text{pH} =$  ..... ,  $\text{pOH} =$  .....

**8-31.** Το pH διαλύματος ( $25^\circ\text{C}$ ), το οποίο περιέχει  $\text{OH}^-$  σε συγκέντρωση  $2,5 \cdot 10^{-3}\text{mol/L}$  ( $\log 4 = 0,6$ ) είναι ίσο με: A. 11,4 B. 12,6 Γ. 2,6 Δ. 1,4 E. κανένα από τα προηγούμενα.

**8-32.** Σε υδατικό διάλυμα ισχύει  $[\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-5}\text{M}$ . Το pH του διαλύματος είναι:

A. 9,7 B. 8,5 Γ. 5,5 Δ. 4,3

οξέος ( $\text{HCl}$ ) με  $\text{pH} = 2$ , είναι λανθασμένη;

A.  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2}\text{mol/L}$ .

B.  $[\text{OH}^-] = 10^{-12}\text{mol/L}$ .

Γ. Υπάρχουν  $10^4\text{mol H}_3\text{O}^+$  σε 10 mL διαλύματος.

Δ. 1 L του διαλύματος εξουδετερώνεται πλήρως από  $10^{-2}\text{mol KOH}$ .

E.  $c = 0,01\text{M}$ .

**8-33.** Σε κάθε διάλυμα που αναφέρεται στην πρώτη στήλη (I) να αντιστοιχίσετε το pH του που αναγράφεται στη δεύτερη στήλη (II).

**Στήλη (I)**      **Στήλη (II)**

**α.**  $\text{HCl } 10^{-2}\text{M}$       ·      ·      **I.** 13

**β.**  $\text{HBr } 10^{-4}\text{M}$       ·      ·      **ii.** 4

**γ.**  $\text{NaOH } 0,1\text{M}$       ·      ·      **iii.** 11

**δ.**  $\text{KOH } 10^{-3}\text{M}$       ·      ·      **iv.** 2

**8-34.** Υδατικό διάλυμα  $\text{NaCl}$  έχει  $\text{pH} = 7$  στους  $25^\circ\text{C}$ . Το διάλυμα θερμαίνεται στους  $40^\circ\text{C}$ . Το pH του νέου διαλύματος θα είναι:

A. ίσο με 7. B. μικρότερο από 7. Γ. μεγαλύτερο από 7. Δ. δε γνωρίζουμε.

**8-35.** Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα μπορεί να έχει  $\text{pH} = 7$  στους  $60^\circ\text{C}$ ;

A. Διάλυμα  $\text{NaCl}$ .      B. Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Γ. Διάλυμα  $\text{NH}_3$ .      Δ. Διάλυμα  $\text{HCl}$ .

Δίνεται  $K_w = 10^{-13}$  στους  $60^\circ\text{C}$ .

**8-36.** Σε υδατικό διάλυμα  $\text{HNO}_3$  1 M η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  από τον ιοντισμό του νερού στους  $25^\circ\text{C}$  θα είναι ίση με:

A.  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}\text{M}$ .

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

Γ.  $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll 10^{-7}\text{M}$ .

## Μάθημα 8

Δ.  $[H_3O^+] \approx 10^{-7} M$ .      Ε.  $[H_3O^+] < 10^{-7} M$ .      ΣΤ.  $[H_3O^+] > 10^{-7} M$ .

**8-37.** Το pH διαλύματος NaOH  $10^{-5} M$  έχει μία από τις επόμενες τιμές:

A. pH = 6. B. pH = 8. Γ. pH = 7,02. Δ. pH = 14.

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

Δίνεται η θερμοκρασία του διαλύματος  $25^\circ C$

**8-38. α.** Πώς ορίζεται υπολογίσετε την τιμή του το pH και το pOH ενός υδατικού διαλύματος;

**β.** Να pH και του pOH υδατικού διαλύματος στους  $25^\circ C$  στις παρακάτω περιπτώσεις:

i.  $[H_3O^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}$ ,

ii.  $[OH^-] = \sqrt{10^{-7}} \text{ mol/L}$ ,

iii.  $[H_3O^+] = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ,

iv.  $[H_3O^+] = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ .

γ. Να υπολογίσετε την τιμή της  $[H_3O^+]$  και της  $[OH^-]$  υδατικού διαλύματος στους  $25^\circ C$  στις παρακάτω περιπτώσεις: i. pH = 10    ii. pH = 4,5    iii. pH = 5,1    iv. pH = 11,78.

Δίνεται  $\log 2 = 0,3$  και  $\log 3 = 0,48$ .

**8-39.** Σε υδατικό διάλυμα, στους  $60^\circ C$ , ισχύει σχέση  $[H_3O^+] = 10 \cdot [OH^-]$ . Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος, αν στους  $60^\circ C$  είναι  $K_w = 10^{-13}$ .

**8-40.** Να αποδειχθεί ότι το pH ουδέτερου διαλύματος δίνεται από τη σχέση:  $pH = 0,5 pK_w$

**8-41.** Να γίνει η γραφική παράσταση της μεταβολής της  $[OH^-]$  συναρτήσει της  $[H_3O^+]$  ενός υδατικού διαλύματος στους  $25^\circ C$ .

**8-42.** Σε κάποιο υδατικό διάλυμα στους  $25^\circ C$ , έχουμε  $[H_3O^+] = 100 \cdot [OH^-]$ . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος.

**8-43.** Ποιο είναι το πιθανό pH διαλύματος ασθενούς οξέος HA  $10^{-2} M$ ;

A. 1    B. 2    Γ. 4    Δ. 8.

**8-44.** Ποιες από τις επόμενες διαπιστώσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες για ένα διάλυμα ασθενούς οξέος HA  $0,1 M$ ;

α. Το pH του διαλύματος είναι ίσο με 1, β.  $[H_3O^+] \gg [A^-]$ , γ.  $[H_3O^+] = [A^-]$ , δ. Το pH του διαλύματος είναι μικρότερο από 1, ε. Το pH του διαλύματος είναι μεγαλύτερο από 1.

**8-45.** Ένα διάλυμα μονοπρωτικής βάσης συγκέντρωσης  $1 \text{ mol/L}$  με σταθερά ιοντισμού ίση  $10^{-6}$ , θα έχει pH ίσο με: A. 3    B. 6    Γ. 11    Δ. 13