

Υπολογισμοί Μοριακών Βαρών

Δίνονται:

AB H:1

AB O:16

AB Cu:63,5

AB S:32

Υπολογίστε:

MB H₂

MB H₂O

MB CuSO₄

MB CuSO₄·5H₂O (Πενταϋδρικός θειικός χαλκός)

$$\text{MB H}_2 = 2 \times 1 = 2$$

$$\text{MB H}_2\text{O} = (2 \times 1) + 16 = 18$$

$$\text{MB CuSO}_4 = 63,5 + 32 + (4 \times 16) = 159,5$$

$$\text{MB CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} (\text{Πενταϋδρικός θειικός χαλκός}) = 159,5 + (5 \times 18) = 249,5$$

Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος αναφέρεται σε μάζα ή όγκο της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη μάζα ή όγκο διαλύτη.

A) Περιεκτικότητα % βάρους κατά βάρους (% κ.β ή % w/w)

Εκφράζει τα **g διαλυμένης ουσίας** που περιέχονται σε **100 g διαλύματος**.

π.χ Υδατικό διάλυμα NaCl περιεκτικότητας 5% κ.β σημαίνει ότι:

Σε 100 g διαλύματος (νερό + NaCl) περιέχονται 5 g NaCl.

Δηλαδή αν έχω ένα διάλυμα 50 g έχω 2,5 g NaCl, αν έχω ένα διάλυμα 200 g έχω 10 g NaCl

B) Περιεκτικότητα % βάρους κατά όγκο (% κ.ο ή % w/v)

Εκφράζει τα **g διαλυμένης ουσίας** που περιέχονται σε **100 mL διαλύματος**.

π.χ Υδατικό διάλυμα ζάχαρης περιεκτικότητας 10% κ.ο σημαίνει ότι:

Σε 100 mL διαλύματος (νερό + ζάχαρη) περιέχονται 10 g ζάχαρης.

Γ) Περιεκτικότητα % όγκος κατά όγκο (% vol αλκοολικοί βάρμοι ή % v/v)

Εκφράζει τα **mL διαλυμένης ουσίας** που περιέχονται σε **100 mL διαλύματος**.

π.χ Υδατικό διάλυμα HCl περιεκτικότητας 15% vol σημαίνει ότι:

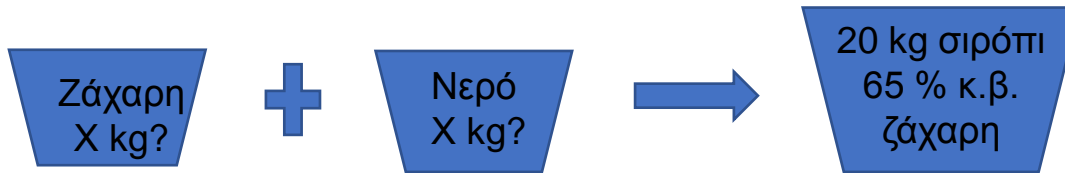
Σε 100 mL διαλύματος (νερό + HCl) περιέχονται 15 mL HCl.

Σε πολλές περιπτώσεις η συγκέντρωση αναφέρεται ως % κατά όγκο χωρίς να διευκρινίζεται αν είναι βάρους κατά όγκο ή όγκος κατά όγκο. Στις περιπτώσεις αυτές εννοείται ότι πρόκειται για βάρους κατά όγκο αν η διαλυμένη ουσία είναι στερεή ή όγκος κατά όγκο αν είναι υγρή ή αέρια.

Άσκηση 1: Ζητείται η ποσότητα ή ο όγκος της διαλυμένης ουσίας

Για τη συντήρηση μαρμελάδας απαιτείται σιρόπι περιεκτικότητας 65% κ.β σε ζάχαρη. Πόση ζάχαρη και πόσο νερό απαιτούνται για να παρασκευαστούν 20 kg σιροπιού συγκέντρωσης 65%;

Απάντηση:



Εφόσον το διάλυμα θα είναι 65% κ.β. σε ζάχαρη:

Στα 100 kg **διαλύματος** σιροπιού θα περιέχονται 65 kg ζάχαρης
στα 20 kg **διαλύματος** σιροπιού που θα παρασκευαστούν X;
θα περιέχονται $X = (65 * 20) / 100 = 13$ kg ζάχαρης.

Άρα στα 20 kg διαλύματος θα περιέχονται 13 kg ζάχαρης.

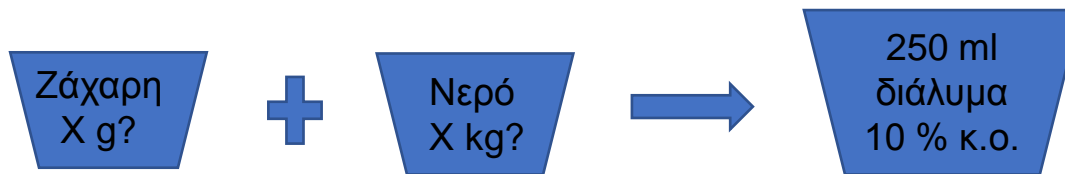
Όμως το διάλυμα είναι νερό + ζάχαρη. Άρα το νερό θα είναι $20 - 13 = 7$ kg.

Επομένως απαιτούνται 13 kg ζάχαρη και 7 Kg νερό

Άσκηση 2: Ζητείται η ποσότητα ή ο όγκος της διαλυμένης ουσίας

Πόσα g ζάχαρης πρέπει να διαλύσουμε στο H_2O για να σχηματισθούν 250 ml διαλύματος 10% κ.ο;

Απάντηση:



Σύμφωνα με τον ορισμό της περιεκτικότητας έχουμε:

Στα 100 ml διαλύματος έχουμε 10 g ζάχαρης

στα 250 ml διαλύματος X; g ζάχαρης

$X = (250 * 10) / 100 = 25$ g ζάχαρης

Άρα πρέπει να διαλύσουμε 25 g ζάχαρης σε 250 ml H_2O

Άσκηση 3: Ζητείται η ποσότητα ή ο όγκος της διαλυμένης ουσίας

Να υπολογιστεί η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται:

α) σε 300 g διαλύματος HCl 10% κ.β

β) σε 400 mL διαλύματος NaOH 6% κ.ο

Απάντηση:

α) Σε 100 g διαλύματος περιέχονται 10 g HCl

Σε 300 g διαλύματος περιέχονται x g HCl

$$100x = 300 \cdot 10 \Rightarrow x = 3000/100 \Rightarrow$$

$$x = 30 \text{ g HCl}$$

Επομένως, σε 300 g διαλύματος περιέχονται 30 g HCl

β) Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 6 g NaOH

Σε 400 mL διαλύματος περιέχονται x g NaOH

$$100x = 6 \cdot 400 \Rightarrow x = 2400/100 \Rightarrow$$

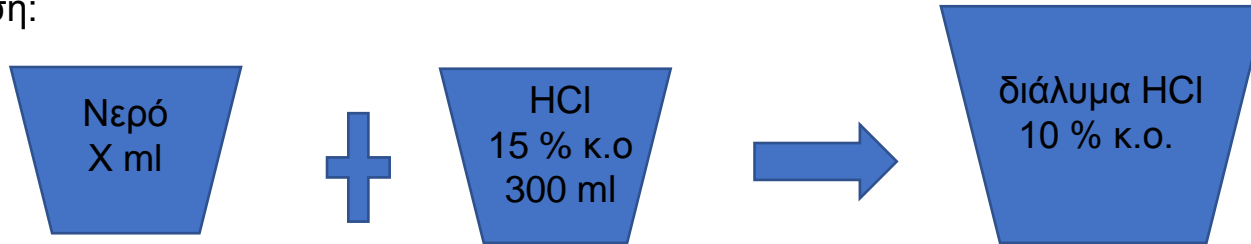
$$x = 24 \text{ g NaOH}$$

Επομένως, σε 400 mL διαλύματος περιέχονται 24 g NaOH

Άσκηση 4: Αραίωση διαλυμάτων

Πόσος όγκος νερού απαιτείται να προστεθεί σε 300 mL διαλύματος HCl 15 % κ.ο, ώστε να προκύψει διάλυμα 10 % κ.ο;

Απάντηση:



Για το αρχικό διάλυμα (15 % κ.ο) ισχύει:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 15 g HCl

Σε 300 mL διαλύματος περιέχονται x g HCl

$$X = (15 \cdot 300) / 100 = 45 \text{ g HCl}$$

Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο αρχικό και στο τελικό-αραιωμένο διάλυμα παραμένει η ίδια.

Επομένως, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο τελικό-αραιωμένο διάλυμα είναι 45 g.

Για το τελικό διάλυμα (10 % κ.ο) ισχύει:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 10 g HCl

Σε V mL διαλύματος περιέχονται 45 g HCl

$$V = (100 \cdot 45) / 10 = 450 \text{ mL} \text{ θα είναι ο όγκος του τελικού διαλύματος.}$$

Επομένως, ο όγκος του νερού που προστέθηκε στο αρχικό διάλυμα (15 % w/v) είναι

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{ΤΕΛ}} - V_{\text{ΑΡΧ}} = 450 - 300 = 150 \text{ mL}$$

Εκφράσεις συγκέντρωσης διαλυμάτων

A) Γραμμομοριακή συγκέντρωση κατά όγκο (M) – Molarity

Εκφράζει τα **mol διαλυμένης ουσίας** που περιέχονται σε **1000 mL διαλύματος** ή 1 L διαλύματος.

Υδατικό διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 2M σημαίνει ότι περιέχονται 2 mol NaOH σε 1000 mL διαλύματος.

Από τον ορισμό προκύπτει ότι η γραμμομοριακή συγκέντρωση κατά όγκο (M) προκύπτει από τη σχέση:

$$C (M) = \frac{\text{mol } (n)}{\text{όγκος } (V)}$$

Η τιμή του όγκου να είναι σε λίτρα.

B) Γραμμομοριακή συγκέντρωση κατά βάρος (m) – molality

Εκφράζει τα **mol διαλυμένης ουσίας** που περιέχονται σε **1000 g διαλύτη**

Άσκηση 1: Υπολογισμός Συγκέντρωσης Διαλύματος

Υπολογίστε τη συγκέντρωση, σε M, διαλύματος HCl που περιέχει 13,5 g HCl σε όγκο 250 mL.

$M_{\text{HCl}} : 36,46$

Απάντηση

Θα πρέπει να υπολογιστεί το πηλίκο $C (M) = \frac{\text{mol } (n)}{\text{όγκος } (V)}$ (1)

Δίνεται ότι ο όγκος V είναι 250 mL. Για να μπει στην εξίσωση (1) θα πρέπει να μετατραπεί σε L
Είναι:

1 mL είναι 10^{-3} L.

250 mL χ ; $X=250 \cdot 10^{-3}= 0,250$ L

Δίνονται επίσης τα γραμμάρια του HCl. Για να υπολογίσουμε τα mol HCl θα πρέπει να μετατρέψουμε τα γραμμάρια σε mol μέσω του τύπου:

$\text{mol } (n) = \frac{\text{μαζα } (m)}{MB}$ $n = 13,5/36,46=0,37$ mol

Τώρα μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση διαιρώντας τα mol που υπολογίσαμε προς τον όγκο του διαλύματος στον οποίο περιέχονται. Από την (1) είναι:

$C = 0,37 \text{ mol} / 0,250 \text{ L} = 1,48 \text{ mol/L}$ ή 1,48 M

Αραίωση Διαλυμάτων

Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να παρασκευαστεί διάλυμα από άλλο πυκνότερο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **αραίωση** διαλύματος και γίνεται με την προσθήκη καθαρού διαλύτη σε ορισμένη ποσότητα του πυκνού διαλύματος.

$$C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}}$$

$C_{\text{αρχ}}$ και $V_{\text{αρχ}}$ είναι η συγκέντρωση και ο όγκος του πυκνού διαλύματος,

$C_{\text{τελ}}$ και $V_{\text{τελ}}$ η συγκέντρωση και ο όγκος του αραιού διαλύματος που θα παρασκευαστεί του.



Άσκηση 2: Αραίωση Διαλύματος

Πόσα mL από διάλυμα HCl 12M χρειάζονται για να παρασκευαστεί 50 mL διαλύματος HCl 4M

Απάντηση

Θα χρησιμοποιηθεί η γνωστή σχέση της αραίωσης:

$$C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}}$$

Το $C_{\text{αρχ}}$ είναι 12M,

$V_{\text{αρχ}}$ είναι η άγνωστη ποσότητα του πυκνού που χρειάζεται να αραιωθεί,

$C_{\text{τελ}}$ είναι 4M

$V_{\text{τελ}}$ είναι 50mL

Άρα

$$C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} \Rightarrow 12 \text{ M} \times V_{\text{αρχ}} = 4\text{M} \times 50 \text{ mL} \Rightarrow V_{\text{αρχ}} = 200 / 12 = 16,66\text{mL}.$$

Επομένως χρειάζονται 16,66 mL από το αρχικό διάλυμα που θα συμπληρωθούν με νερό μέχρι όγκου 50 mL

Δηλαδή στα 16,66 mL θα προστεθούν $50 - 16,66 = 33,34$ mL νερού ώστε να παρασκευαστεί 50 mL διαλύματος HCl 4M.

Άσκηση 3: Αραίωση Διαλύματος

Πόσα mL από διάλυμα NaOH 10M χρειάζονται για να παρασκευαστεί 50 mL διαλύματος NaOH 0,2M

Απάντηση

Θα χρησιμοποιηθεί η γνωστή σχέση της αραίωσης:

$$C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}}$$

Το $C_{\text{αρχ}}$ είναι 10M,

$V_{\text{αρχ}}$ είναι η άγνωστη ποσότητα του πυκνού που χρειάζεται να αραιωθεί,

$C_{\text{τελ}}$ είναι 0,2M

$V_{\text{τελ}}$ είναι 50mL

Άρα

$$C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} \Rightarrow 10 \text{ M} \times V_{\text{αρχ}} = 0,2\text{M} \times 50 \text{ mL} \Rightarrow V_{\text{αρχ}} = 10 / 10 = 1 \text{ mL.}$$

Επομένως χρειάζονται 1 mL από το αρχικό διάλυμα που θα συμπληρωθούν με νερό μέχρι όγκου 50 mL

Δηλαδή στο 1 mL θα προστεθούν $50 - 1 = 49$ mL νερού ώστε να παρασκευαστεί 50 mL διαλύματος NaOH 0,2M

Εργαστηριακή Άσκηση 1

Υπολογίστε τη μάζα σε gr της διαλυμένης ουσίας NaCl που πρέπει να ζυγίσετε για να παρασκευάσετε 100 ml διαλύματος NaCl 1M.

Δίνονται AB_{Na} : 22,99 και AB_{Cl} :35,45

Υπολογισμοί:

$$\text{Από τη σχέση } C \text{ (M)} = \frac{\text{mol (n)}}{\text{όγκος (V)}} \quad (1)$$

Δίνεται ότι ο όγκος V είναι 100 mL. Για να μπει στην εξίσωση (1) θα πρέπει να μετατραπεί σε L
1 mL είναι 10^{-3} L.

$$100 \text{ mL} \quad X; \quad X=100 \times 10^{-3}= 0,1 \text{ L}$$

Επίσης δίνεται και η συγκέντρωση $C=1\text{M}$

$$\text{Από την (1) είναι: } \text{mol (n)} = C \text{ (M)} * \text{όγκος (V)} \Rightarrow \text{mol (n)}= 1\text{M} \times 0,1\text{L} =0,1$$

Δίνονται επίσης τα ατομικά βάρη NaCl. Για να υπολογίσουμε τα gr NaCl θα να μετατρέψουμε τα mol σε γραμμάρια μέσω του τύπου:

$$\text{mol (n)} = \frac{\text{μάζα (m)}}{MB} \Rightarrow \text{μάζα} = \text{mol} \times MB= 0,1 \text{ mol} \times 58,44 \text{ gr/mol} = 5,844 \text{ gr NaCl}$$

Άσκηση για το εργαστήριο

Βασική άσκηση ογκομέτρησης και προσδιορισμού της συγκέντρωσης αγνώστου διαλύματος υδροχλωρικού οξέος (HCl) χρησιμοποιώντας πρότυπο διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH).

Σκεύη-Αντιδραστήρια

- Πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1M
- Διάλυμα HCl άγνωστης συγκέντρωσης
- Διάλυμα φαινολοφθαλείνης (δείκτης) 0,5% σε αιθανόλη 50%
- Προχοΐδα των 50ml
- Κωνικές φιάλες των 250 ml

Πειραματική διαδικασία

Βήμα 1: Σε κωνική φιάλη φέρονται ακριβώς 10 ml του HCl άγνωστης συγκέντρωσης, 10 ml απιονισμένου νερού για έκπλυση του σίφωνιού και 3-4 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλείνης

Βήμα 2: Γεμίζουμε την προχοΐδα με πρότυπο διάλυμα NaOH. Σημειώνουμε την αρχική ένδειξη της προχοΐδας.

Βήμα 3: Το άγνωστο δείγμα ογκομετρείται υπό συνεχή ανάδευση μέχρι το διάλυμα να πάρει μόνιμο ρόδινο χρώμα.

Βήμα 4: Σημειώνουμε την τελική ένδειξη της προχοΐδας (ml).

Βήμα 5: Η ανάλυση επαναλαμβάνεται δύο ακόμη φορές.

Άσκηση για το εργαστήριο

Αποτελέσματα

1. Να καταγραφούν οι πειραματικές σας μετρήσεις

	1 ^η Ογκομέτρηση	2 ^η Ογκομέτρηση	3 ^η Ογκομέτρηση	Μ.Ο
Αρχική ένδειξη (ml)				
Τελική ένδειξη (ml)				
Διαφορά (τελική – αρχική) (ml)				

2. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του αγνώστου διαλύματος HCl.

Λύση

6.5 ml NaOH μετρήθηκαν κατά την ογκομέτρηση

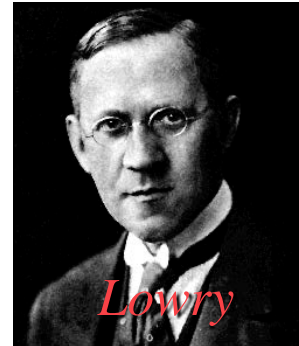
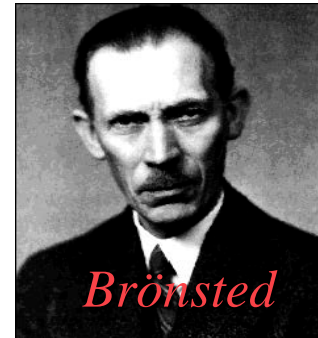
$$C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \Rightarrow C_{\text{HCl}} = 0.1\text{M} \cdot 6.5 \cdot 10^{-3} \text{ L} / 10 \cdot 10^{-3} \text{ L} \Rightarrow C_{\text{HCl}} = 0.065 \text{ M}$$

Οξέα και βάσεις

Το 1932 οι **Brönsted** και **Lowry** πρότειναν ότι:

Οξύ είναι ουσία που μπορεί να **δώσει** ένα ή περισσότερα πρωτόνια

Βάση είναι η ουσία που μπορεί να **δεχθεί** ένα ή περισσότερα πρωτόνια.



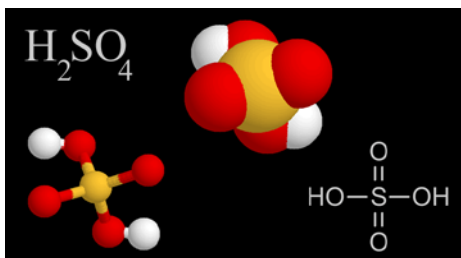
Το 1923 ο **G.N. Lewis** είχε προτείνει:

Οξύ είναι ουσία που μπορεί να **δεχθεί ζεύγος ηλεκτρονίων** (δέκτης)

Βάση είναι ουσία που μπορεί να **συνεισφέρει ζεύγος ηλεκτρονίων** (δότης).



Οξέα και Βάσεις στην καθημερινότητα μας



Θειικό Οξύ

Ένα από τα πιο σημαντικά χημικά οξέα. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία συνθετικών ινών, στα χρώματα και στις βαφές, στον καθαρισμό των προϊόντων πετρελαίου κλπ.



Υδροξείδιο του νατρίου ή καυστική σόδα ή NaOH

Ως ρυθμιστής οξύτητας στα τρόφιμα και για την ενίσχυση της βιομηχανικής αποφλοιώσης φρούτων, για την ενίσχυση του χρώματος των ελαίων και για την παρασκευή της καραμέλας.

Στην παραδοσιακή παρασκευή σαπουνιών με τη διαδικασία της σαπωνοποίησης.

Στη βιομηχανία συνθετικών χρωμάτων, πετρελαιοειδών κτλ.

Οξέα υπάρχουν στο φαγητό μας και είμαστε συνηθισμένοι στην γεύση τους (ξινή γεύση).

Το ξύδι περιέχει 6% οξικό οξύ, τα πορτοκάλια και τα λεμόνια έχουν κιτρικό οξύ, το κρασί τρυγικό οξύ, η ασπιρίνη το σαλικυλικό οξύ



Δυναμικό υδρογόνου (pH) υδατικών διαλυμάτων

Το 1909 ο Δανός βιοχημικός S.P.L Sørensen θεμελίωσε την έννοια του δυναμικού υδρογόνου (**p**otential of **H**ydrogen ή **p**ouvoir **H**ydrogene) ως μέτρο για την αποτίμηση της οξύτητας ή αλκαλικότητας των υδατικών διαλυμάτων. Έτσι, όρισε ότι το δυναμικό υδρογόνου ενός διαλύματος (pH) ισούται με τον αρνητικό δεκαδικό λογάριθμο της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου στο διάλυμα, όπως φαίνεται από την παρακάτω μαθηματική σχέση ορισμού του pH.

$$pH = -\log[H^+]$$

Εναλλακτικά το H^+ συμβολίζεται και ως H_3O^+

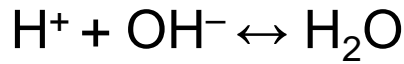
$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

Στο χημικώς καθαρό νερό που αποτελεί ένα χημικώς ουδέτερο μέσο η συγκέντρωση υδρογονοϊόντων είναι 1.00×10^{-7} M στους 25°C . Συνεπώς, σύμφωνα με τον ανωτέρω ορισμό, όταν η τιμή του pH είναι ίση με 7 το υδάτινο περιβάλλον εμφανίζει ουδέτερη συμπεριφορά.

$$pH = -\log[1.00 \times 10^{-7}] = -(-7) = 7 \quad \text{Ουδέτερο διάλυμα}$$

Ο αυτοϊοντισμός του νερού γράφεται με την ακόλουθη εξίσωση:



$$K_w = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow K_{[\text{H}_2\text{O}]} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

$K_{[\text{H}_2\text{O}]} = K_w =$ γινόμενο ιόντων νερού ή σταθερά διάστασης νερού

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

$$\log(K_w) = \log([\text{H}^+][\text{OH}^-])$$

$$\log(K_w) = \log[\text{H}^+] + \log[\text{OH}^-]$$

Σε καθαρό νερό στους 25° C έχει προσδιοριστεί πειραματικά ότι ισχύει:

$$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

Επομένως

$$\log(10^{-14}) = \log[\text{H}^+] + \log[\text{OH}^-]$$

$$-14 = -\text{pH} - \text{pOH}$$

$$14 = \text{pH} + \text{pOH}$$

$$\text{pH} = \text{pOH} = 7$$

$\text{pH} > 7,0 \Rightarrow [\text{H}^+] < [\text{OH}^-] \Rightarrow$ διάλυμα βασικό

$\text{pH} = 7,0 \Rightarrow [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \Rightarrow$ διάλυμα ουδέτερο

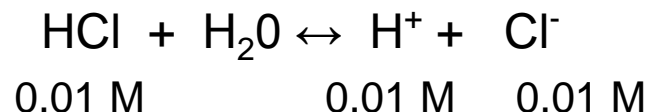
$\text{pH} < 7,0 \Rightarrow [\text{H}^+] > [\text{OH}^-] \Rightarrow$ διάλυμα όξινο

Άσκηση 1

Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις των H^+ και OH^- σε διάλυμα α) HCl $0,01M$ και β) $NaOH$ $0,1M$ για $25^\circ C$.

Λύση

α) Η διάσταση του HCl στο H_2O παριστάνεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση



Όπως προκύπτει, η συγκέντρωση $[H^+]$ ισούται με $0,01M$.

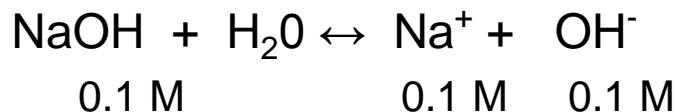
Ο υπολογισμός της $[OH^-]$ θα γίνει με χρήση της εξίσωσης:

$$K_w = [H^+] [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14}.$$

Γνωρίζω ότι $[H^+] = 0,01M = 1,0 \times 10^{-2}$, άρα προκύπτει ότι

$$\begin{aligned} [H^+] [OH^-] &= 1,0 \times 10^{-14} \Rightarrow 1,0 \times 10^{-2} [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14} / 1,0 \times 10^{-2} \Rightarrow \\ [OH^-] &= 1,0 \times 10^{-12} M \end{aligned}$$

β) Η διάσταση του $NaOH$ στο H_2O παριστάνεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση



Όπως προκύπτει, η συγκέντρωση $[OH^-]$ ισούται με $0,1M$.

Ο υπολογισμός της $[H^+]$ θα γίνει πάλι με χρήση της εξίσωσης:

$$K_w = [H^+] [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14}.$$

$$[H^+] [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = 1,0 \times 10^{-14} / 1,0 \times 10^{-1} \Rightarrow [H^+] = 1,0 \times 10^{-13} M$$

Άσκηση 2

Υπολογίστε το pH και το pOH των διαλυμάτων της άσκησης 1.

Λύση

Στα διαλύματα της άσκησης οι συγκεντρώσεις των H^+ και OH^- ήταν:

$$\alpha) [H^+] = 0,01 \text{ M και } [OH^-] = 1,0 \times 10^{-12} \text{ M.}$$

Εφαρμόζοντας τον ορισμό του pH και pOH εύκολα μπορούμε να υπολογίσουμε τα ζητούμενα:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log[0,01] = -\log[1 \times 10^{-2}] \Rightarrow pH = 2$$

$$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow pOH = -\log[1,0 \times 10^{-12}] \Rightarrow pOH = 12$$

$$\beta) [H^+] = 1,0 \times 10^{-13} \text{ M και } [OH^-] = 0,1 \text{ M.}$$

Εφαρμόζοντας τον ορισμό του pH και pOH εύκολα μπορούμε να υπολογίσουμε τα ζητούμενα:

$$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow pOH = -\log[0,1] = -\log[1 \times 10^{-1}] \Rightarrow pOH = 1$$

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log[1,0 \times 10^{-13}] \Rightarrow pH = 13$$

Παρατηρήσατε πως και στις δύο περιπτώσεις ισχύει: $14 = pH + pOH$

Άσκηση 3

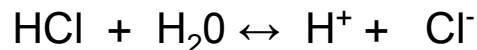
Να βρεθεί το pH διαλύματος που έχει όγκο 10 L και περιέχει 0,1 mol HCl

Λύση

Αρχικά βρίσκουμε την αρχική συγκέντρωση του HCl σε mol/Lt

Από τον τύπο $C = n/V = 0.1 \text{ mol}/10 \text{ Lt} \Rightarrow C = 0.01 \text{ M}$

Το HCl ως ισχυρό οξύ ιοντίζεται πλήρως σύμφωνα με την αντίδραση:



Από τον ορισμό του pH υπολογίζουμε

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log [0,01] = -\log[1,0 \times 10^{-2}] = 2$$

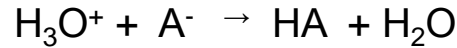
Για την καλύτερη κατανόηση του θέματος τονίζουμε ότι:

Τα H^+ προκύπτουν τόσο από τον ιοντισμό του HCl όσο και από τον ιοντισμό του H_2O .

Επειδή όμως η ποσότητα των H^+ που προέρχονται από το H_2O είναι πολύ μικρότερη αυτής του HCl, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση H_3O^+ βασιζόμενοι αποκλειστικά και μόνο στον ιοντισμό του HCl.

Εξίσωση Henderson- Hasselbach

Έστω ένα ρυθμιστικό διάλυμα που παρασκευάστηκε από το ασθενές οξύ HA και τη συζυγή του βάση A⁻. Η ισορροπία ιοντισμού του οξέος είναι:



και η σταθερά ιοντισμού του οξέος είναι

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \times \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \Rightarrow$$

$$-\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(K_a \times \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}) \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \quad (1)$$

Αν ορίσουμε $\text{p}K_a = -\log K_a$, τότε η εξίσωση (1) γίνεται:

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{βάση}]}{[\text{οξύ}]}$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{οξύ}]}{[\text{βάση}]}$$

Άσκηση 1: Υπολογισμός pH ρυθμιστικού διαλύματος

Πόσο είναι το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος που περιέχει 0,10 M οξικού οξέος CH_3COOH και 0,20 M οξικού νατρίου CH_3COONa ; Δίνεται $\text{pK}_a=4,77$

Λύση

Στο παρόν ρυθμιστικό διάλυμα το ασθενές οξύ είναι το οξικό οξύ και η συζυγής του βάση είναι το ανιόν του οξικού νατρίου. Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson-Hasselbach είναι

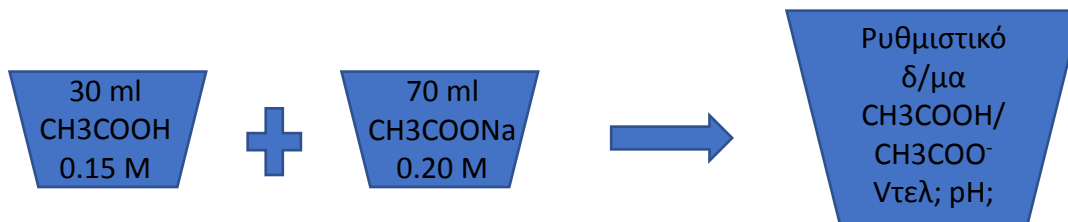
$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{βάση}]}{[\text{οξύ}]} \Rightarrow \text{pH} = 4,77 + \log \frac{[0,20]}{[0,10]} = 4,77 + 0,301 = 5,071$$

Άσκηση 2: Υπολογισμός pH ρυθμιστικού διαλύματος

Πόσο είναι το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος που παρασκευάζεται με προσθήκη 30 ml οξικού οξέος CH_3COOH 0,15 M και 70 ml οξικού νατρίου CH_3COONa 0,20 M; Δίνεται $\text{pK}_a=4,77$

Λύση

Πριν χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση Henderson-Hasselbach για τον υπολογισμό του pH θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε τις τελικές συγκεντρώσεις των δύο συστατικών στο τελικό διάλυμα.



Για την ανάμιξη διαλυμάτων ισχύει: $n_{\text{αρχ}} = n_{\text{τελ}}$

Για το CH_3COOH : $C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} \Rightarrow C_{\text{τελ}} = (0,15 \text{ M} \cdot 0,03 \text{ L}) / 0,100 \text{ L} = 0,045 \text{ M}$

Για το CH_3COONa : $C_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} \Rightarrow C_{\text{τελ}} = (0,20 \text{ M} \cdot 0,07 \text{ L}) / 0,100 \text{ L} = 0,14 \text{ M}$

Στο παρόν ρυθμιστικό διάλυμα το ασθενές οξύ είναι το οξικό οξύ και η συζυγής του βάση είναι το ανιόν του οξικού νατρίου. Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson-Hasselbach είναι

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{βάση}]}{[\text{οξύ}]} \Rightarrow \text{pH} = 4,77 + \log \frac{[0,14]}{[0,045]} = 4,77 + 0,49 = 5,26$$

Άσκηση 3: Υπολογισμός pH ρυθμιστικού διαλύματος

Για να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}=9$ έστω ότι πρέπει να αναμείξουμε 36 ml διαλύματος NH_3 0,2M με 64 ml διαλύματος NH_4Cl 0,2 M.

α) Επαληθεύστε με μαθηματικούς υπολογισμούς τον ισχυρισμό.

β) Θα διατηρηθεί το pH του παραπάνω διαλύματος σταθερό στην τιμή 9 αν 100 ml από αυτό αραιωθούν μέχρι τελικού όγκου 1000 ml;

Δίνεται $\text{pK}_b=4,76$

Λύση

α) Στο παρόν ρυθμιστικό διάλυμα το ασθενές οξύ είναι το κατιόν αμμωνίου NH_4^+ και η συζυγής του βάση η αμμωνία NH_3 .

$$[\text{NH}_4^+] = (0,2 \text{ M} \cdot 0,064 \text{ L}) / 0,100 \text{ L} = 0,128 \text{ M} \quad \text{και} \quad [\text{NH}_3] = (0,2 \text{ M} \cdot 0,036 \text{ L}) / 0,100 \text{ L} = 0,072 \text{ M}$$

Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson-Hasselbach είναι

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{[\text{οξύ}]}{[\text{βάση}]} \Rightarrow \text{pOH} = 4,76 + \log \frac{[0,128]}{[0,072]} = 4,76 + 0,249 = 5,01$$

$$\text{pOH} + \text{pH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 5,01 = 8,99$$

β) Σε τελικό όγκο διαλύματος

$$[\text{NH}_4^+] = (0,128 \text{ M} \cdot 0,100 \text{ L}) / 1 \text{ L} = 0,0128 \text{ M} \quad \text{και} \quad [\text{NH}_3] = (0,072 \text{ M} \cdot 0,100 \text{ L}) / 1 \text{ L} = 0,0072 \text{ M}$$

Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson-Hasselbach είναι

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{[\text{οξύ}]}{[\text{βάση}]} \Rightarrow \text{pOH} = 4,76 + \log \frac{[0,0128]}{[0,0072]} = 4,76 + 0,249 = 5,01$$

$$\text{pOH} + \text{pH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 5,01 = 8,99$$

Άρα το pH του διαλύματος θα παραμείνει σταθερό