

ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Α' ΕΞΑΜΗΝΟ

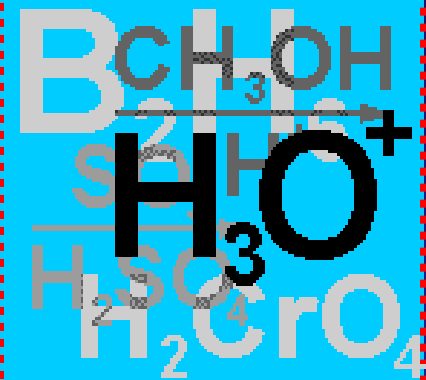
ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

ΔΕΝ ΖΟΥΜΕ ΧΩΡΙΣ ΑΥΤΑ!!

Διδάσκων : ΔΑΦΝΟΜΗΛΗ ΔΗΜΗΤΡΑ

Κεφ. 8 Λυδάκης
Κεφ 16- Ebbing



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ-ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

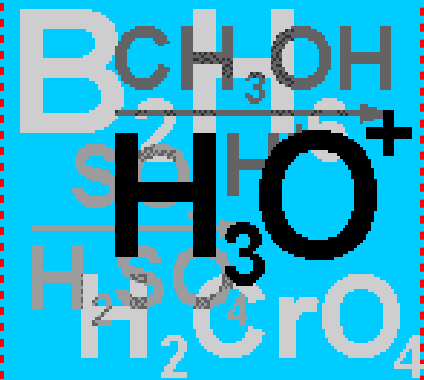
- ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

- ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ

- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΤΑ Ρ. Δ. - ΠΑΡΑΔΕΙΓΑΤΑ

- ΠΩΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ.

- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΛΑΦΩΝ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

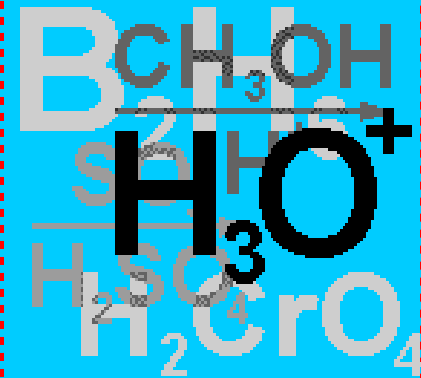


ΤΙ ΕΙΝΑΙ

ΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ – ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (1) (BUFFERS).

Όσον αφορά τη σύσταση των Ρ.Δ. υπάρχουν δύο κατηγορίες:

- A). Είναι μίγματα ασθενούς οξέος (HA) και του αντιστοίχου του άλατος (MA) που προέρχεται από την εξουδετέρωση του ασθενούς αυτού οξέος (HA) και μιας ισχυρής βάσης (MOH)
- B). Είναι μίγματα ασθενούς βάσης (MOH) και του αντιστοίχου του άλατος (MA) που προέρχεται από την εξουδετέρωση της ασθενούς αυτής βάσης (MOH) και ενός ισχυρού οξέος (HA).



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



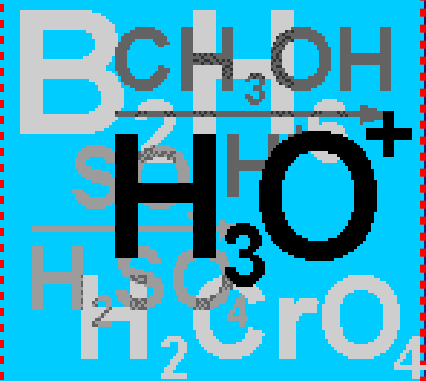
Πως φτιάχνουμε ρυθμιστικό;

A) Με ανάμιξη ασθενούς οξέος με την συζυγή του βάση

B) Με μερική εξουδετέρωση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση

Γ) Με μερική εξουδετέρωση ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ

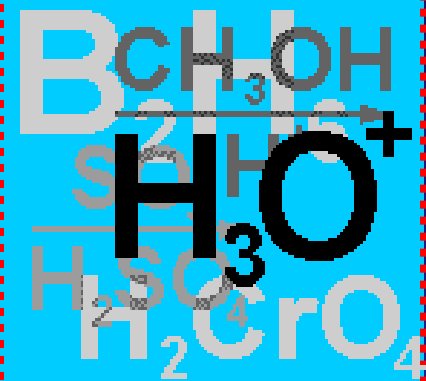
Π.χ. ρυθμιστικό διάλυμα $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ





ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



1) **Ανάμειξη NH_3 και NH_4Cl**
(μέθοδος εργαστηρίου)

2) Αντίδραση NH_4Cl (σε περίσσεια) με NaOH



3) Αντίδραση NH_3 (σε περίσσεια) με HCl .
 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

ΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ – (3)

Παραδείγματα Ρ.Δ.

Ασθενής Ηλεκτρολύτης
(Ασθ. Οξύ/ Ασθ. Βάση)

Αντίστοιχο
Άλας

Ισχυρός Ηλεκτρ.
(Ισχ. Βάση/ Ισχ. Οξύ)



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

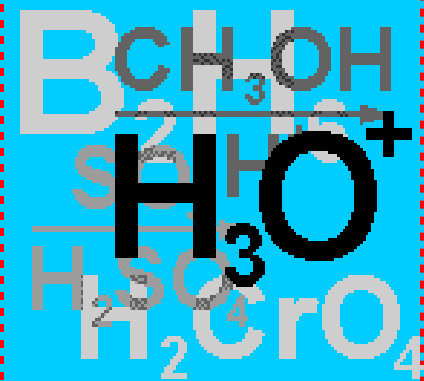


ΤΙ ΕΙΝΑΙ

ΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ – ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (2)

Όσον αφορά την ιδιαίτερη ιδιότητα των Ρ.Δ. και οι δύο κατηγορίες έχουν την ικανότητα να :

Αντιστέκονται στη μεταβολή της τιμής του pH τους (όμως σε μια συγκεκριμένη περιοχή τιμών pH) όταν προστίθενται μέσα σε αυτά μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες διαλυμάτων οξέων ή βάσεων



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

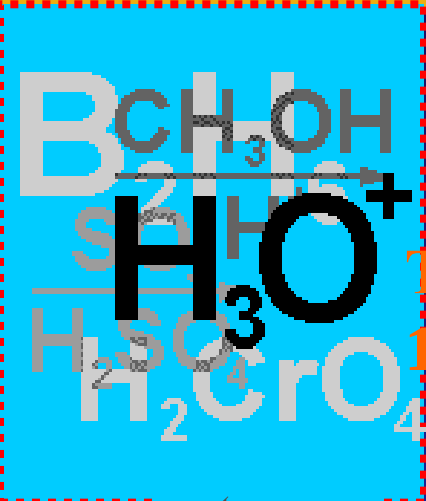
ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Τα Ρ.Δ. Χαρακτηρίζονται:

- 1) Από την τιμή pH του διαλύματός τους δηλαδή από τη ρυθμιστική τους ικανότητα (λόγος συγκεντρώσεων συζυγούς οξέος-βάσης ,πρακτικά κοντά στο 1. Μεταξύ 1:10 ή 10:1 η ρυθμιστική ικανότητα μικρή και το ρυθμιστικό...άχρηστο)...
- 2) Από τη ρυθμιστική χωρητικότητα είναι η τελική συγκέντρωση ενός ισχυρού οξέος ή μιας ισχυρής βάσης η οποία προστίθεται ώστε να μεταβληθεί η τιμή του pH κατά μία μονάδα



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



Ρυθμιστική ικανότητα

Μαθηματικά η ρυθμιστική ικανότητα ορίζεται από την σχέση :

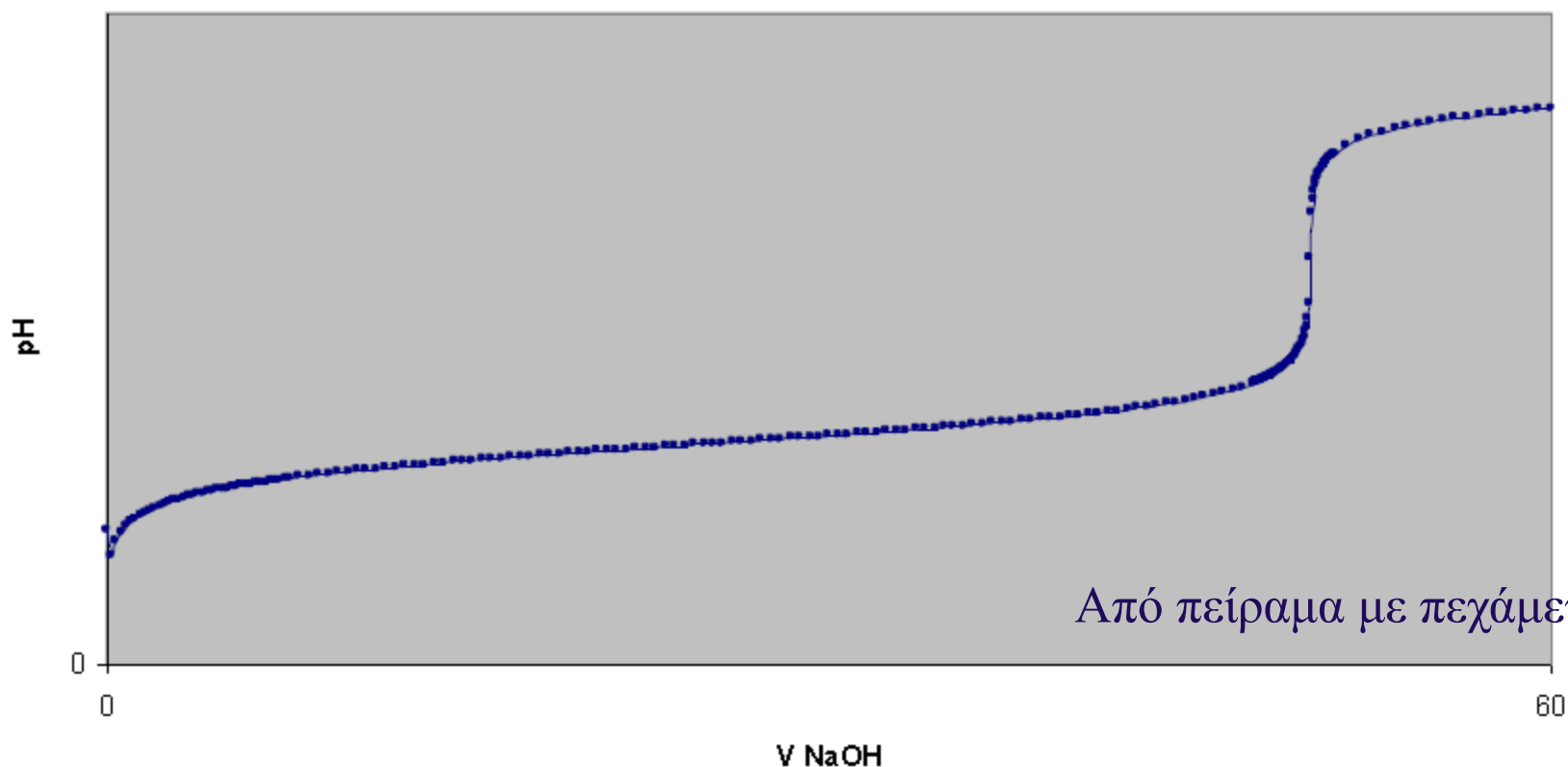
$$\beta = \frac{dC_B}{dpH} = -\frac{dC_A}{dpH}$$

Όπου C_A και C_B είναι τα moles προστιθέμενου οξέος ή βάσης ανά λίτρο διαλύματος. Τα πρόσημα «+» και «-» εξηγούνται από το γεγονός ότι η προσθήκη βάσης επιφέρει αύξηση της τιμής του pH, ενώ η προσθήκη οξέος μείωση της τιμής του pH.



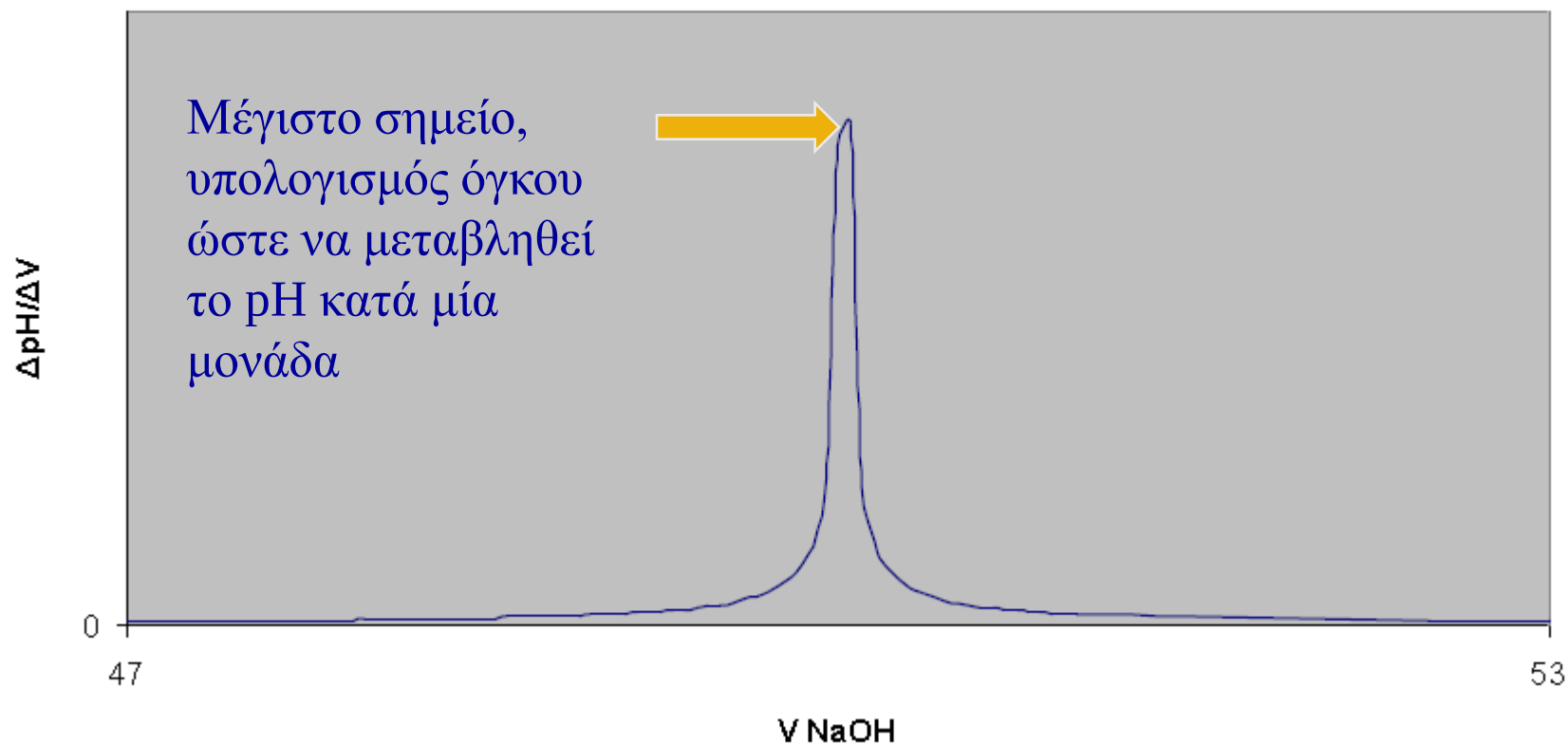
Υπολογισμοί

- ❖ Γραφική παράσταση της καμπύλης τιτλοδότησης $\text{pH} = f(V_{\text{NaOH}})$ από 0-60 ml



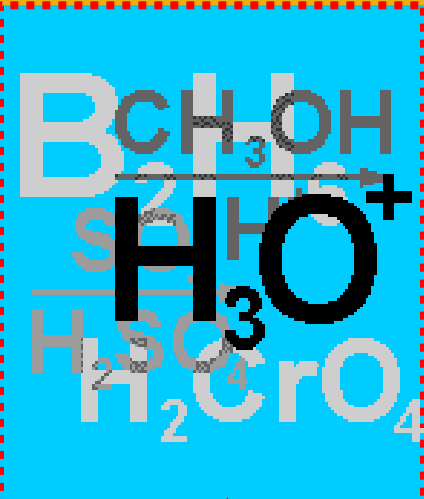
Από πείραμα με πεχάμετρο

Γραφική της παραγώγου της παραπάνω καμπύλης από 47-53 ως εξής: Στον άξονα του y έχουμε τη μεταβολή $\Delta pH = pH_{n+1} - pH_n$ ενώ στον x τον αντίστοιχο όγκο που έχουμε προσθέσει



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

... Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του ασθενούς οξέος (ή της ασθενούς βάσης) και της συζυγούς βάσης (ή του συζυγούς οξέος) του Ρ.Δ. τόσο μεγαλύτερη είναι και η ρυθμιστική του χωρητικότητα, δηλ. τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ανθεκτικότητα του Ρ.Δ. να αντιστέκεται σε εκείνους τους παράγοντες, που τείνουν να μεταβάλλουν την τιμή του pH του,



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

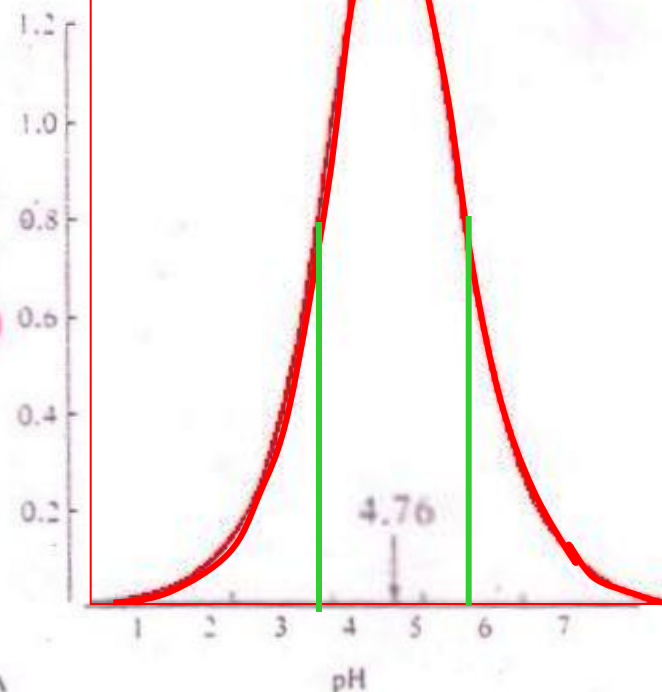


ΕΠΟΜΕΝΩΣ...

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Τι είναι η ρυθμιστική
χωρητικότητα των Ρ. Δ.;;;
ΑΛΛΑ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ pH
(λόγω της Ρυθμιστικής Ικανότητας)

Buffer capacity of the 1 M
CH₃COOH/1 M CH₃COONa buffer
system. The maximum of the peak
occurs at pH = 4.76, which is also
equal to pK_a.



Ρυθμιστική χωρητικότητα

$$\beta = \frac{d[B]}{dpH} = \frac{\Delta(\text{mol/l})}{\frac{\Delta pH}{\Delta A}}$$

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

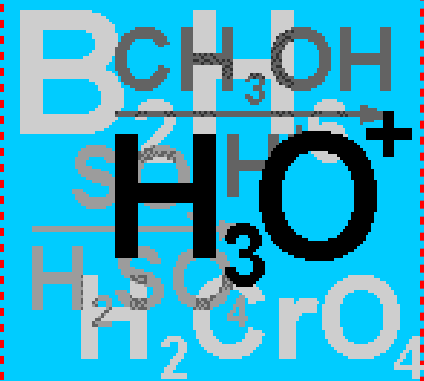
ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΕΠΙΟΜΕΝΩΣ...

Το pH των Ρ. Δ. Μεταβάλλεται με :

1. Αραίωση του διαλύματος (όχι όμως άπειρη)
2. Προσθήκη μικρών αλλά υπολογίσιμων ποσοτήτων διαλυμάτων ισχυρών οξέων ή βάσεων



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ-ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

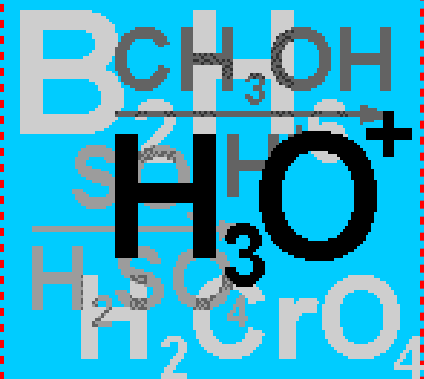
- ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

- ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ

- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΤΑ Ρ. Δ. - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- ΠΩΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ.

- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΛΑΦΩΝ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ-[HA]

Έστω π.χ. ένα Ρ.Δ. Που βρίσκεται σε κατάσταση Χ. Ι.

(1) Ασθενές οξύ



(2) Αντίστοιχο του άλας



Στην κατάσταση Χ. Ι. της (1)

Θα εφαρμόσουμε τον Ν. δράσεως των μαζών δηλαδή:

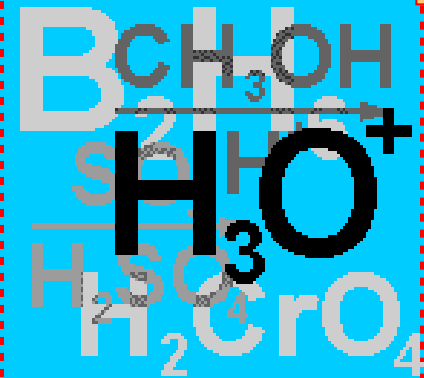
$$K_a = \frac{[\text{H}^+].[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{Αλλά } [\text{A}^-]_{\text{ολ.}} = [\text{A}^-]_{\text{οξ}} + [\text{A}^-]_{\text{αλ.}}$$

Και επειδή η επίδραση του ΚΟΙΝΟΥ ΙΟΝΤΟΣ, περιορίζει σημαντικά τη διάσταση του HA (1)

$$\left. \begin{aligned} [\text{A}^-]_{\text{ολ.}} &= [\text{A}^-]_{\text{οξ}} + [\text{A}^-]_{\text{αλ.}} \\ [\text{A}^-]_{\text{οξ}} &= \sim 0 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow [\text{A}^-]_{\text{ολ.}} = [\text{A}^-]_{\text{αλ.}} = [\text{MA}]$$

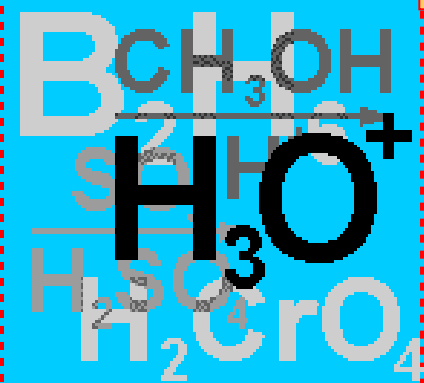


ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ-[HA]



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



$$K_a = \frac{[\text{H}^+].[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

=>

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]. [\text{A}^-]_{\text{ολ.}}}{[\text{HA}]}$$

$$[\text{A}^-]_{\text{ολ.}} = [\text{MA}] =$$

= αρχική συγκέντρωση άλατος

$$\Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+]. [\text{MA}]}{[\text{HA}]}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+]. [\text{ΑΛΛΑΣ}]}{[\text{ΑΣΘ. ΟΞΥ}]} \Rightarrow$$

$$-\log K_a = -\log \left[\frac{[\text{H}^+]. [\text{ΑΛΛΑΣ}]}{[\text{ΑΣΘ. ΟΞΥ}]} \right]$$

$$\Rightarrow \text{p}K_a = -\log [\text{H}^+] +$$

$$-\log \left[\frac{[\text{ΑΛΛΑΣ}]}{[\text{ΑΣΘ. ΟΞΥ}]} \right]$$

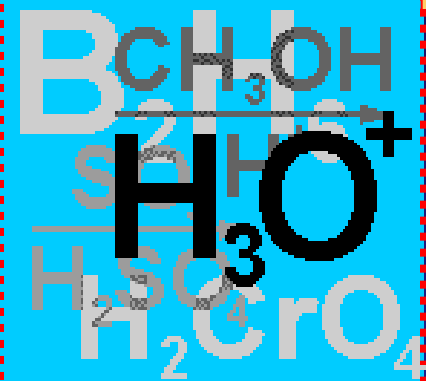
ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ-[HA]

$$\Rightarrow pK_a = -\log [H^+] - \log \left[\frac{[ΑΛΑΣ].}{[ΑΣΘ. ΟΞΥ]} \right]$$

$$\Rightarrow pK_a = pH - \log \left[\frac{[ΑΛΑΣ].}{[ΑΣΘ. ΟΞΥ]} \right] \Rightarrow$$

$$pH = pK_a + \log \left[\frac{[ΑΛΑΣ].}{[ΑΣΘ. ΟΞΥ]} \right] = pK_a + \log \left[\frac{[συζ.ΒΑΣΗ]}{[ΟΞΥ]} \right]$$

ΕΞΙΣΩΣΗ
HENDERSON-HASSELBALCH



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH – ΕΦΑΡΜ. ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ- [MOH]

Εάν π.χ. ένα Ρ.Δ. Που βρίσκεται σε κατάσταση Χ. Ι.

(1) Ασθενής βάση



(2) Αντίστοιχο της άλας



Στην κατάσταση Χ. Ι. της (1)

Θα εφαρμόσουμε τον Ν. δράσεως των μαζών δηλαδή:

$$K_b = \frac{[\text{M}^+].[\text{OH}^-]}{[\text{MOH}]}$$

Αλλά $[\text{M}^+]_{\text{ολ.}} = [\text{M}^+]_{\text{βασ.}} + [\text{M}^+]_{\text{αλ.}}$

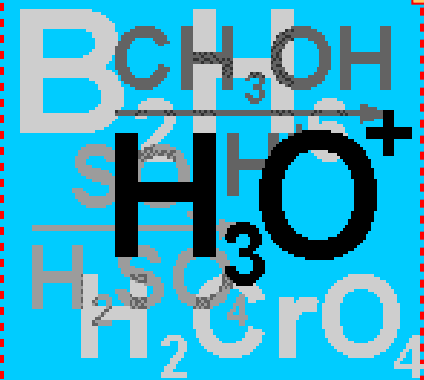
Και επειδή η επίδραση του ΚΟΙΝΟΥ
ΙΟΝΤΟΣ, περιορίζει σημαντικά τη διάσταση της MOH (1)

$$[\text{M}^+]_{\text{ολ.}} = [\text{M}^+]_{\text{βασ.}} + [\text{M}^+]_{\text{αλ.}}$$

$$[\text{M}^+]_{\text{βασ.}} = \sim 0$$



$$\Rightarrow [\text{M}^+]_{\text{ολ.}} = [\text{M}^+]_{\text{αλ.}}$$



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH

–ΕΦΑΡΜ. ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ- [MOH]

$$K_b = \frac{[OH^-] \cdot [M^+]}{[MOH]}$$

=>

$$K_b = \frac{[OH^-] \cdot [M^+]_{ολ.}}{[MOH]}$$

$$[M^+]_{ολ.} = [MA] =$$

= αρχική συγκέντρωση άλατος

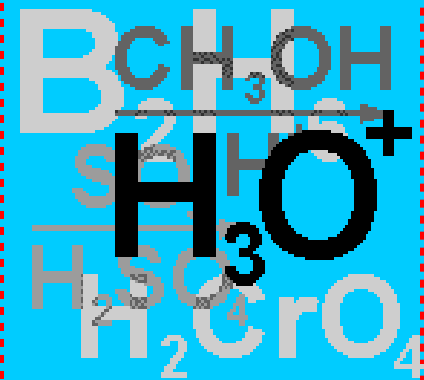
$$\Rightarrow K_b = \frac{[OH^-] \cdot [MA]}{[MOH]}$$

$$\Rightarrow K_b = \frac{[OH^-] \cdot [ΑΛΑΣ]}{[ΑΣΘ. ΒΑΣΗ]} \Rightarrow$$

$$-\log K_b = -\log \left[\frac{[OH^-] \cdot [ΑΛΑΣ]}{[ΑΣΘ. ΒΑΣΗ]} \right]$$

$$\Rightarrow pK_b = -\log [OH^-] + \left[-\log \frac{[ΑΛΑΣ]}{[ΑΣΘ. ΒΑΣΗ]} \right]$$

ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ →



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH –ΕΦΑΡΜ. ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ- [MOH]

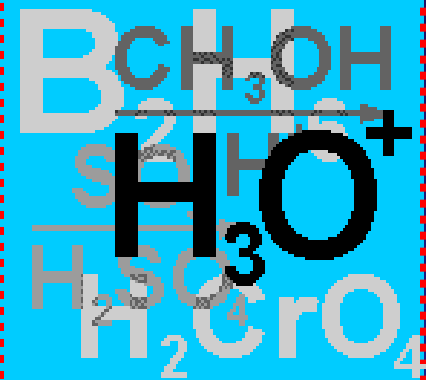
$$pK_b = -\log [\text{OH}^-] + \left[-\log \left[\frac{[\text{ΑΛΑΣ}]}{[\text{ΑΣΘ. ΒΑΣΗ}]} \right] \right] \Rightarrow$$

$$p\text{OH} = pK_b + \log \left[\frac{[\text{ΑΛΑΣ}]}{[\text{ΑΣΘ. ΒΑΣΗ}]} \right] = pK_b + \log \left[\frac{[\text{συζ.ΟΞΥ}]}{[\text{ΒΑΣΗ}]} \right]$$

ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH

για τα Ρ.Δ. με κύριο συστατικό ασθενή [HA]

$$pH = pK_a + \log \left[\frac{[\text{ΑΛΑΣ}]}{[\text{ΑΣΘ. ΟΞΥ}]} \right] = pK_a + \log \left[\frac{[\text{συζΒΑΣΗ}]}{[\text{ΟΞΥ}]} \right]$$



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ



ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBALCH – ΕΦΑΡΜ. ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ- [HA] & [MOH]

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[\text{συζΒΑΣΗ}]}{[\text{ΟΞΥ}]} \right]$$

Όταν

$$[\text{συζΒΑΣΗ}] = [\text{ΟΞΥ}]$$

ΤΟΤΕ ::::::::::→

$$\text{pH} = ::::::::::$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a$$

Τότε το κάθε Ρ.Δ. έχει τη **μέγιστη** δυνατή
ρυθμιστική του **ικανότητα**,
δηλ. εμφανίζει τη **μέγιστη αντίσταση** σε
μεταβολές αυτού του $\text{pH} = \text{pK}_a$

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ

pK_a VALUES OF ACIDS AND BASES USEFUL IN PREPARING BUFFERS

Free Acid or Base

MW

pK_a at 25°C

Pyrophosphoric	177.98	0.85 (pK _{a1})
Oxalic	95.07	1.19 (pK _{a1})
Glycerophosphoric	172.08	1.47 (pK _{a1})
Ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA)	292.24	1.70 (pK _{a1})
Histidine	155.16	1.82 (pK _{a1})
Pyrophosphoric	177.98	1.96 (pK _{a2})
Maleic	116.07	2.00 (pK _{a1})
Benzenhexacarboxylic (mellitic)	342.17	2.08 (pK _{a1})
Phosphoric	98.0	2.12 (pK _{a1})
Brucine tetrahydrate	466.53	2.30 (pK _{a1})
Benzenepentacarboxylic	296.18	2.34 (pK _{a1})
Glycine	75.07	2.34 (pK _{a1})
Benzene-1,2,4,5-tetracarboxylic (pyromellitic)	254.15	2.43 (pK _{a1})
Benzenhexacarboxylic (mellitic)	342.17	2.46 (pK _{a2})
EDTA	292.24	2.6 (pK _{a2})
Malonic	146.02	2.85 (pK _{a1})
Phthalic	116.13	2.90
Benzenepentacarboxylic	298.16	2.95 (pK _{a2})
Salicylic	138.12	2.98
Benzene-1,2,3-tricarboxylic (hemimellitic)	246.18	2.98 (pK _{a1})
1,4-Piperazinebis-(ethanesulfonic acid) "PIPES"	302.37	3.0 (pK _{a2})
Tartaric	150.09	3.02 (pK _{a1})
Fumaric	116.07	3.03 (pK _{a1})

Free Acid or Base

MW

pK_a at 25°C

Glycylglycine	132.12	3.06
Citric acid	192.12	3.06 (pK _{a1})
Cyclopentanetetra-1,2,3,4-carboxylic	246.17	3.07 (pK _{a1})
o-Phthalic	166.13	3.10 (pK _{a1})
Benzene-1,2,4,5-tetracarboxylic (pyromellitic)	254.15	3.13 (pK _{a2})
Benzene-1,3,5-tricarboxylic (trimesic)	210.14	3.16 (pK _{a1})
Benzenhexacarboxylic (mellitic)	342.17	3.24 (pK _{a1})
Dimethylmalonic	132.12	3.29 (pK _{a1})
Mandelic	152.15	3.36
Butane-1,2,3,4-tetracarboxylic	234.12	3.36 (pK _{a1})
Malic	134.09	3.40 (pK _{a1})
1,1-Cyclohexanediactic	200.18	3.52 (pK _{a1})
2-Methylpropane-1,2,3-tricarboxylic (β-methyltricarballic)	190.15	3.53 (pK _{a1})
Hippuric	179.18	3.64
Propane-1,2,3-tricarboxylic (tricarballic)	176.12	3.67 (pK _{a1})
Formic	46.0 ^c	3.75
3,3-Dimethylglutaric	160.1	3.79 (pK _{a1})
1,1-Cyclopentanediacetic (3,3 tetra-methyleneglutaric acid)	186.21	3.82 (pK _{a1})
Itaconic	130.1	3.84 (pK _{a1})
Lactic	90.08	3.86
Benzenepentacarboxylic	298.16	3.94 (pK _{a1})
Benzene-1,3,5-tricarboxylic (trimesic)	210.14	3.98 (pK _{a2})
Barbituric	128.09	3.98
Ascorbic	176.12	4.1 (pK _{a1})
2,2-Dimethylsuccinic	146.14	4.11 (pK _{a1})
Succinic	118.09	4.19 (pK _{a1})
Benzoic	122.12	4.20
Oxalic	95.07	4.21 (pK _{a2})
Benzene-1,2,3-tricarboxylic (hemimellitic)	246.18	4.25 (pK _{a2})
3,6-Endomethylene-1,2,3,6-tetrahydrophthalic acid "EMTA" (endo-5-norbornene-2,3-dicarboxylic acid "ENDCA")	183.62	4.3 (pK _{a1})
2,2-Dimethylglutaric	160.17	4.31 (pK _{a1})
Butane-1,2,3,4-tetracarboxylic	234.12	4.38 (pK _{a1})
Benzenhexacarboxylic (mellitic)	342.17	4.44 (pK _{a1})
Benzene-1,2,4,5-tetracarboxylic (pyromellitic)	254.15	4.44 (pK _{a2})
Fumaric	116.07	4.47 (pK _{a2})
Cyclopentanetetra-1,2,3,4-carboxylic	246.17	4.48 (pK _{a1})
Tartaric	150.09	4.54 (pK _{a1})
Citric	210.14	4.74 (pK _{a1})
Acetic	60.05	4.76
n-Butyric	88.1	4.82
Propane-1,2,3-tricarboxylic (tricarballic)	176.12	4.84 (pK _{a1})
Benzene-1,3,5-tricarboxylic (trimesic)	210.14	4.85 (pK _{a1})
Propionic	74.08	4.87
2-Methylpropane-1,2,3-tricarboxylic (β-methyltricarballic)	190.15	5.02 (pK _{a2})
Malic	134.09	5.05 (pK _{a1})
Benzenepentacarboxylic	298.16	5.07 (pK _{a1})
Pyridine	79.1	5.23

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ

Free Acid or Base	MW	pK _a at 25°C
o-Phthalic	116.13	5.27 (pK _a)
Citric	192.12	5.40 (pK _a)
Butane-1,2,3,4-tetracarboxylic	234.12	5.45 (pK _a)
Benzenehexacarboxylic (mellitic)	342.17	5.50 (pK _a)
2,2-Dimethylglutaric	160.17	5.51 (pK _a)
Itaconic	130.1	5.55 (pK _a)
Cyclopentanetetra-1,2,3,4-carboxylic	246.17	5.57 (pK _a)
Succinic	118.09	5.57 (pK _a)
Benzene-1,2,4,5-tetracarboxylic (pyromellitic)	254.15	5.61 (pK _a)
Benzene-1,2,3-tricarboxylic (hemimellitic)	246.18	5.87 (pK _a)
Dimethylmalonic	132.12	5.98 (pK _a)
Histidine	156.16	6.00 (pK _a)
Hydroxylamine	34.0	6.03
Carbonic (H ₂ CO ₃ + CO ₂)	62(CO ₂)	6.10 (pK _a)
Malonic	104.06	6.10 (pK _a)
2-(N-Morpholino)-ethane sulfonic acid "MES"	195.2	6.15 (pK _a)
Glycerophosphoric	172.08	6.19 (pK _a)
Propane-1,2,3-tricarboxylic (tricarballic)	176.12	6.20 (pK _a)
Benzenepentacarboxylic	298.16	6.25 (pK _a)
Maleic	116.07	6.26 (pK _a)
2,2-Dimethylsuccinic	146.14	6.29 (pK _a)
EDTA	292.24	6.30 (pK _a)
3,3-Dimethylglutaric	160.17	6.31 (pK _a)
Bis(2-hydroxyethyl)imino-tris(hydroxymethyl)-methane "BIS-TRIS"	209.24	6.46
Benzenehexacarboxylic (mellitic)	342.17	6.59 (pK _a)
N-(2-Acetamido)imino-diacetic acid "ADA"	190.17	6.6 (pK _a)
Butane-1,2,3,4-tetracarboxylic	234.12	6.63 (pK _a)
Pyrophosphoric	177.98	6.68 (pK _a)
1,1-Cyclopentanediadicetic (3,3 tetramethylene-glutaric acid)	186.21	6.70 (pK _a)
1,4-Piperazinebis-(ethanesulfonic acid) "PIPES"	302.37	6.8 (pK _a)
N-(2-Acetamido)-2-aminoethanesulfonic acid "ACES"	182.20	6.9 (pK _a)
1,1-Cyclohexanediadicetic	200.18	6.94 (pK _a)
3,6-Endomethylene-1,2,3,6-tetrahydrophthalic acid "EMTA" ("ENDCA")	183.62	7.0 (pK _a)
Imidazole	68.08	7.0
2-(Aminoethyl)trimethylammonium chloride "CHOLAMINE"	156.69	7.1
N,N-Bis(2-hydroxyethyl)-2-aminoethanesulfonic acid "BES"	213.25	7.15 (pK _a)
2-Methylpropane-1,2,3-tricarboxylic (β-methyltricarballic)	190.15	7.20 (pK _a)
2-(N-Morpholino)propane-sulfonic acid "MOPS"	209.27	7.2 (pK _a)
Phosphoric	98.0	7.21 (pK _a)
N-Tris(hydroxymethyl)methyl-2-aminoethane sulfonic acid "TES"	229.28	7.5 (pK _a)
N-2-Hydroxyethylpiperazine-N'-2-ethanesulfonic acid "HEPES"	238.31	7.55 (pK _a)
2-Hydroxyethylimino-tris(hydroxymethyl)methane "MONO-TRIS"	18	7.83

pK_a VALUES OF ACIDS AND BASES USEFUL IN PREPARING BUFFERS

Free Acid or Base	MW	pK _a at 25°C
Brucine tetrahydrate	466.53	7.95 (pK _a)
4-(2-Hydroxyethyl)-1-piperazinepropane sulfonic acid "EPPS"	252.23	8.0
Tris(hydroxymethyl)aminomethane "TRIS"	121.14	8.1
N-Tris(hydroxymethyl)methylglycine "TRICINE"	180.18	8.15
Glycinamide	74.04	8.2
N,N-Bis(2-hydroxyethyl)glycine "BICINE"	163.18	8.35
N-Tris(hydroxymethyl)methyl-2-aminopropane sulfonic acid "TAPS"	243.3	8.4 (pK _a)
N-Glycyl-glycine	132.12	8.4
Histidine	155.16	9.17 (pK _a)
Boric	43.82	9.24
Pyrophosphoric	177.98	9.39 (pK _a)
Ethanolamine	61.08	9.44
Glycine	75.07	9.6 (pK _a)
Trimethylamine	59.11	9.74
Cyclopentanetetra-1,2,3,4-carboxylic	246.17	10.06 (pK _a)
Carbonic (H ₂ CO ₃ + CO ₂)	62(CO ₂)	10.25 (pK _a)
3-Cyclohexylamino-1-propanesulfonic acid "CAPS"	221.32	10.40 (pK _a)
EDTA	292.24	10.6 (pK _a)
Methylamine	31.06	10.64
Dimethylamine	45.09	10.72
Ethylamine	45.09	10.75
Triethylamine	101.19	10.76
Diethylamine	73.14	10.98
Ascorbic	176.12	11.79 (pK _a)
Phosphoric	98.0	12.32 (pK _a)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ

pH Values of Various Materials^a

Material	pH Value
Body fluids and tissues	
Blood serum	7.35–7.45
Cerebrospinal fluid	7.35–7.45
Aqueous humor of eye	7.4
Saliva	6.35–6.85
Pure gastric juice	About 0.9
Pancreatic juice	7.5–8.0
Intestinal juice	7.0–8.0
Hepatic duct bile	7.4–8.5
Gallbladder bile	5.4–6.9
Urine	4.8–7.5
Feces	7.0–7.5
Tears	7.4
Milk	6.6–6.9
Skin (intracellular, various layers)	6.2–7.5
Liver (intracellular)	
Kupffer cells	6.4–6.5
Peripheral cells	7.1–7.4
Central cells	6.7–6.9
Miscellaneous	
Distilled water, exposed to air from which it absorbs some CO ₂	About 5.5
Sea water	8.0
Vinegar	3.0
Orange juice	2.6–4.4
Grapefruit juice	3.2
Tomatoes (ripe)	4.3
Egg white (fresh)	8.0

^aFrom E. S. West, W. R. Todd, H. S. Mason, and J. T. Van Bruggen, *Textbook of Biochemistry*, 4th ed., Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1966. Used by permission.

Some Common Buffer Solutions

Buffer	pH Range ^a
KH phthalate/phthalic acid	2.1–4.1
CH ₃ COONa/CH ₃ COOH	3.8–5.8
KNa phthalate/KH phthalate	4.4–6.4
Na ₂ HPO ₄ /KH ₂ PO ₄	6.2–8.2
Tris/HCl ^b	7.1–9.1
Na borate/boric acid	8.1–10.1
Na ₂ CO ₃ /NaHCO ₃	9.3–11.3
Na ₃ PO ₄ /Na ₂ HPO ₄	11.3–13.3

^aDefined as pH = pK_a ± 1.

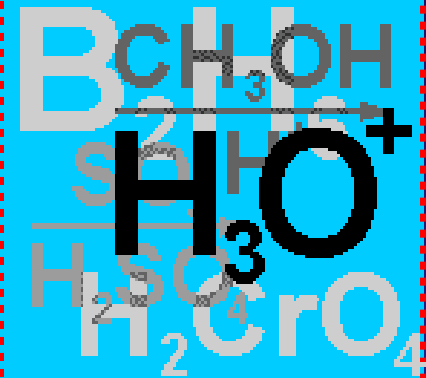
^bTris is an abbreviation for tris(hydroxymethyl)aminomethane.

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

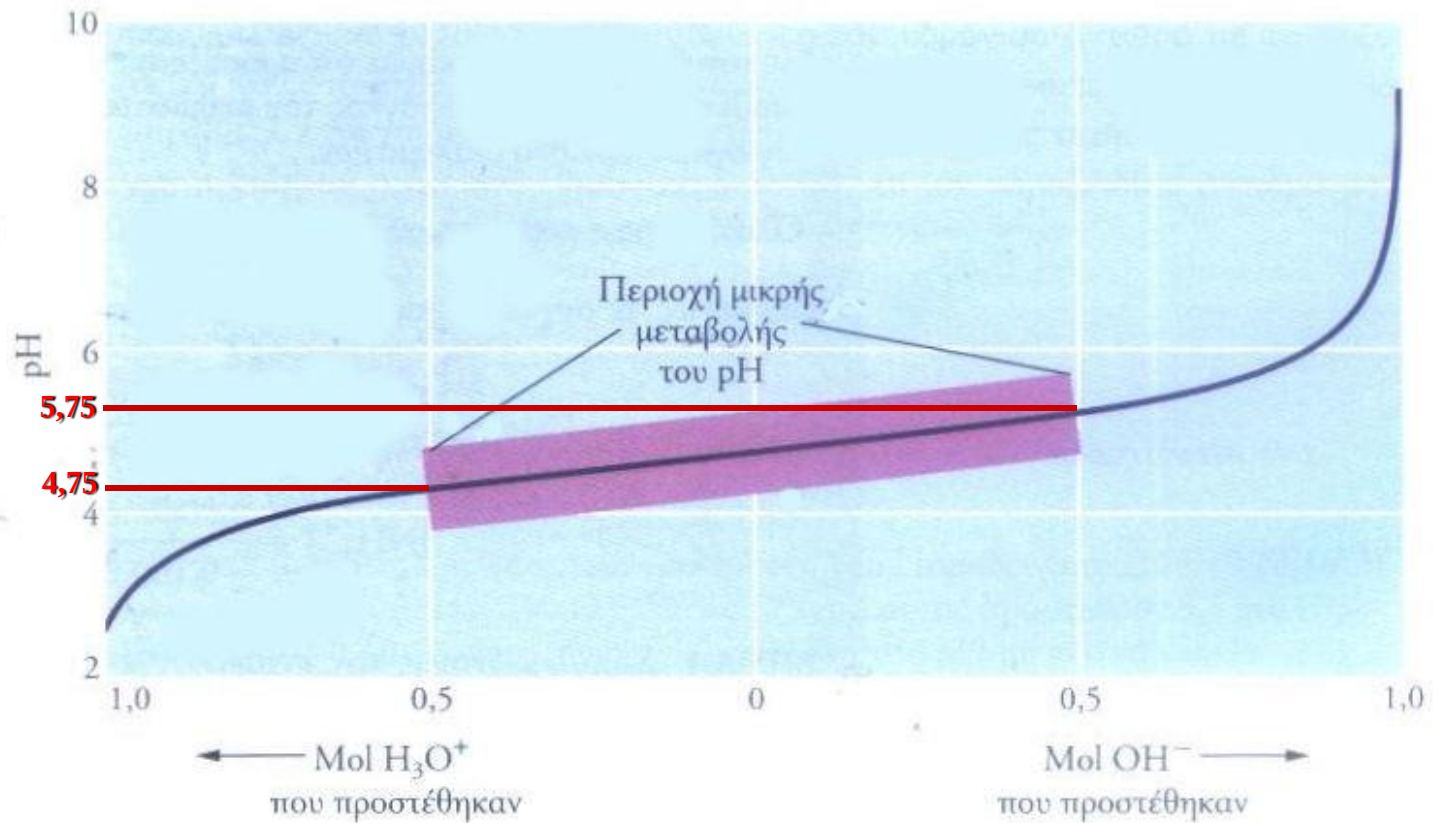


ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

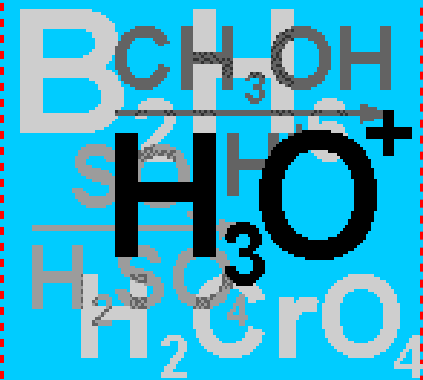
ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

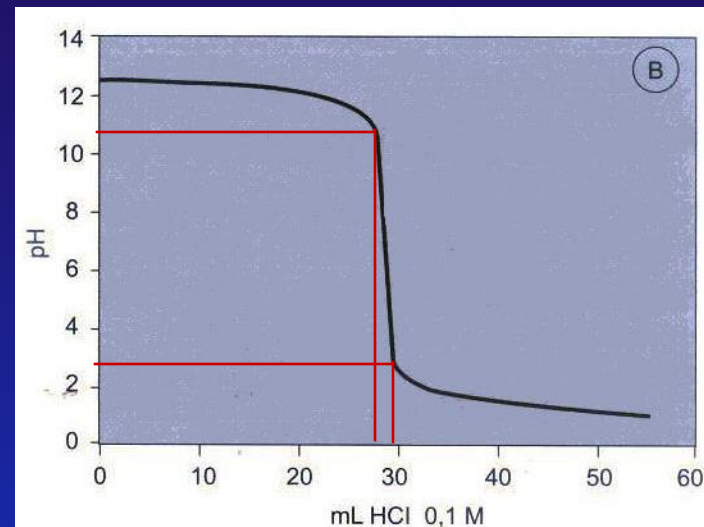
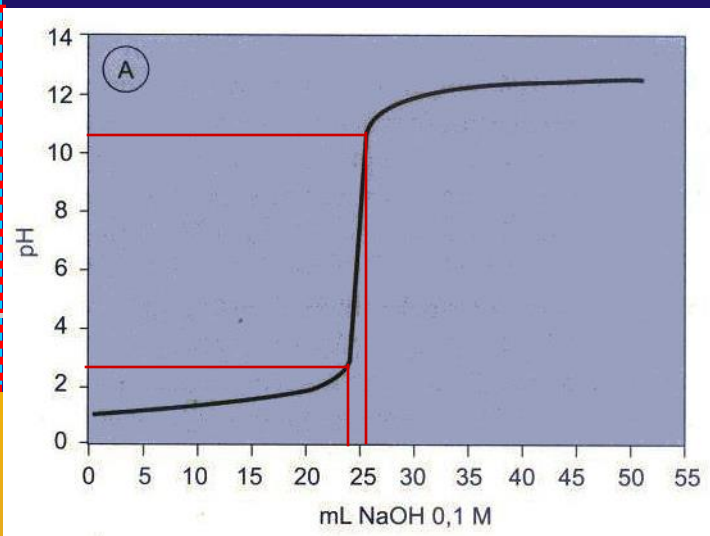


ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (ΣΥΓΚΡΙΝΕ...)



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



Αντιστοιχεί σε όγκο περίπου 1ml, δηλαδή, σε moles 0,1mmol, που όμως προκαλούν μεταβολή ~ 8 μονάδων pH

Σχήμα 10.1 Α. Καμπύλη τιτλοδότησης 25 mL διαλύματος HCl 0,1 M με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,10 M. Β. Καμπύλη τιτλοδότησης 25 mL διαλύματος NaOH 0,1 M με πρότυπο διάλυμα HCl 0,10 M

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ pH ΣΕ ΕΝΑ ΜΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

Έστω π.χ.

{A} Ένα **μη Ρ. Δ.** $V=1\text{Lt}$ $[\text{HCl}] = 1,8 \times 10^{-5}\text{M}$ δηλ.
 $\text{pH}=4,74$

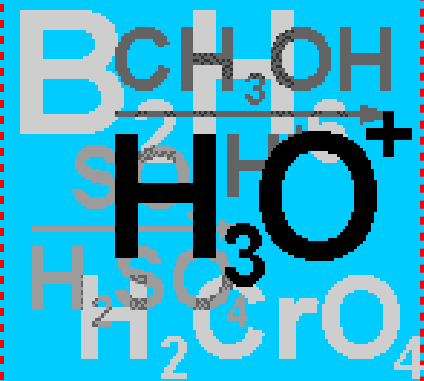
&

{B} ένα **Ρ. Δ.** $V=1\text{Lt}$ $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$
Που βρίσκεται σε κατάσταση X. I. ($\text{pK}_a=4,74$)

$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,1\text{M}$ $\text{pH} = ; ; ; ;$

$$\text{pH} = \text{pK}_a$$

ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml $[\text{HCl}] = 10\text{M}$



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ pH ΣΕ ΕΝΑ ΜΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

{A} Στο **μη Ρ. Δ.** $V=1\text{L}$ $[\text{HCl}] = 1,8 \times 10^{-5}\text{M}$ δηλ.



$$\text{pH}=4,74$$

ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml $[\text{HCl}] = 10\text{M}$

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ pH ΣΕ ΕΝΑ μη ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml [HCl]= 10M

Δηλαδή πάλι στο προστιθέμενο 1 ml HCl $\rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
Άρα $[\text{H}^+] = 10 \text{ M (10moles/L)}$ ή 10mmoles/ml (10^{-2}moles/ml)

Επομένως $[\text{HCl}]_{\text{ολ}} = [\text{H}^+]_{\text{ολ}} = 1,8 \times 10^{-5}\text{moles} + 10^{-2}\text{moles} \Rightarrow$
0,000018

+0,01 = 0,010018 $\Rightarrow$

$[\text{H}^+] = 0,01\text{M} \Rightarrow \text{pH} = -\log(0,01) = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{pH} = 2$

$\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{τελ}} - \text{pH}_{\text{αρχ}} = 2 - 4,74 = -2,74 \Rightarrow (-) \text{ ΠΤΩΣΗ}$

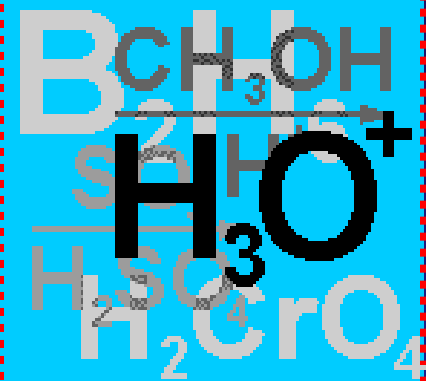
ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙ
ΑΝΤΙΔΡ



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ pH ΣΕ ΕΝΑ μΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ



{B} Στο Ρ.Δ. $V=1\text{L}$ $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$

$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,1\text{M}$

($\text{pK}_a=4,74$)

$\text{pH} = 4,74$



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

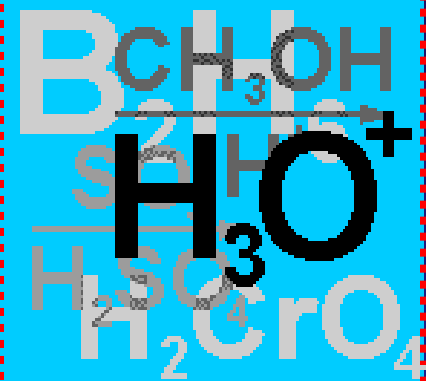
ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml $[\text{HCl}] = 10\text{M}$



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ pH ΣΕ ΕΝΑ μη ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml $[\text{HCl}] = 10\text{M}$



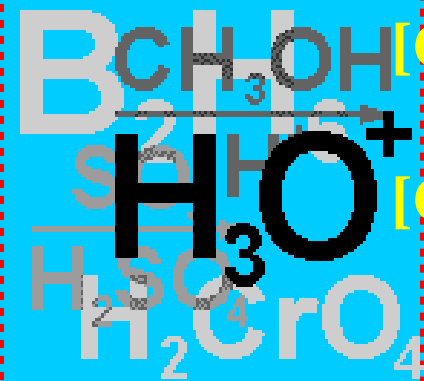
Αρχή Le Chatellier



Μετά την αποκατάσταση της νέας Χ.Ι.

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ pH ΣΕ ΕΝΑ μΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

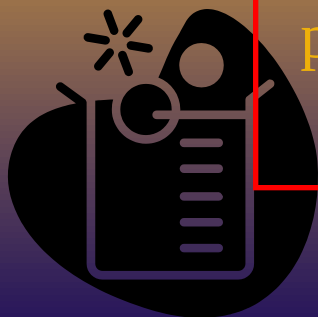
$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{ολ}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{αρχ.}} + [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{παρ./νέο}} \\ 0,1 \text{ moles} + 10^{-2} \text{ moles} \Rightarrow$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{ολ}} = 0,11 \text{ moles/L} = 0,11 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{ολ}} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{αρχ.}} - [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{καταν.}} \\ 0,1 \text{ moles} - 10^{-2} \text{ moles} \Rightarrow$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{ολ}} = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ moles/l (M)}$$

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[\text{συζΒΑΣΗ}]}{[\text{ΟΞΥ}]} \right]$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \right]$$

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -

ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ pH ΣΕ ΕΝΑ ΜΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \right]$$

$$\text{pH} = 4,74 + \log \left[\frac{0,09}{0,11} \right]$$

$$\text{pH} = 4,74 - 0,09 = 4,65$$

$\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{τελ}} - \text{pH}_{\text{αρχ}} = 4,65 - 4,74 = -0,09 \Rightarrow (-)$ ΠΤΩΣΗ
ΣΥΓΚΡΙΝΕ

$\Delta \text{pH} = -2,74 \Rightarrow (-)$ ΠΤΩΣΗ pH μΗ Ρ.Δ.

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. - ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ pH ΣΕ ΕΝΑ ΜΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ NaOH 10M

Έστω π.χ.

{A} Ένα **μη Ρ. Δ.** $V=1\text{Lt}$ $[\text{HCl}] = 1,8 \times 10^{-5}\text{M}$ δηλ.
 $\text{pH}=4,74$

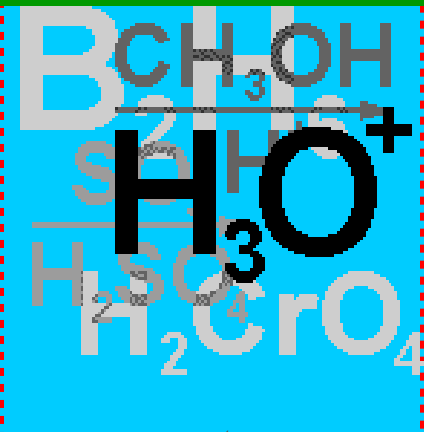
&

{B} ένα **Ρ. Δ.** $V=1\text{Lt}$ $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$
Που βρίσκεται σε κατάσταση X. I. ($\text{pK}_a=4,74$)

$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,1\text{M}$ $\text{pH} = ; ; ; ;$

$$\text{pH} = \text{pK}_a$$

ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml $[\text{NaOH}] = 10\text{M}$



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. - ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ pH ΣΕ ΕΝΑ ΜΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ NaOH 10M

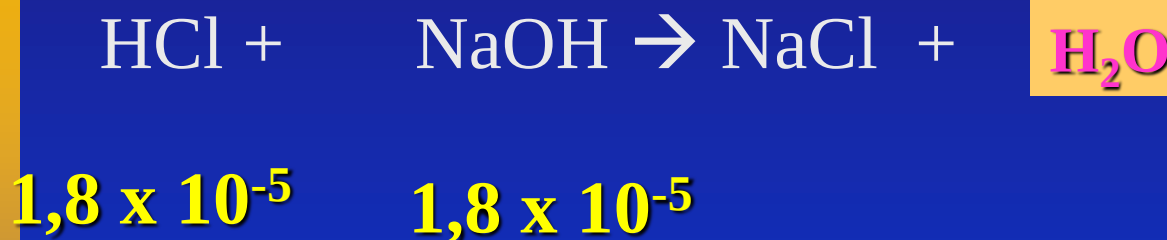
{A} Στο **μη Ρ. Δ.** $V=1\text{L}$ $[\text{HCl}] = 1,8 \times 10^{-5}\text{M}$ δηλ.



pH=4,74

**ΓΙΝΕΤΑΙ
ΠΡΟΣΘΗΚΗ**
1 ml $[\text{NaOH}] = 10\text{M}$
 $10 \times 10^{-3} = 10^{-2}$
(moles/ml)

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ



ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Αντιδρούν $1,8 \times 10^{-5}$ moles NaOH και περισεύουν...



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. - ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ pH ΣΕ ΕΝΑ μΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ NaOH 10M

$$0,01 - 0,000018 = 0,009982 \Rightarrow \\ = 9,98 \times 10^{-3} \text{M} \approx 10^{-2} \text{M}$$



$$[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ (moles/ml)}$$

και επειδή $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$

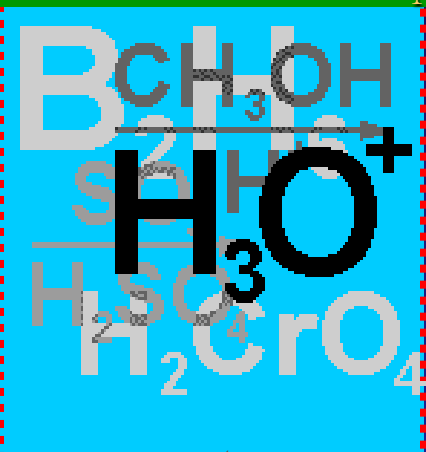
$$[\text{OH}^-]_{\text{τελ}} = 10^{-2} \text{M} \Rightarrow \text{pOH} = -\log(0,01) = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow \text{pH} = \\ 14 - \text{pOH} = 12$$

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{τελ}} - \text{pH}_{\text{αρχ}} = 12 - 4,74 = 7,26 \Rightarrow (+) \text{ ΑΥΞΗΣΗ pH μΗ Ρ. Δ.}$$

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -
ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ pH ΣΕ ΕΝΑ μΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ
ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ NaOH 10M



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



{B} Στο Ρ.Δ. $V=1\text{L}$ $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$
 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,1\text{M}$

Που βρίσκεται σε κατάσταση X. I. ($\text{pK}_a=4,74$)

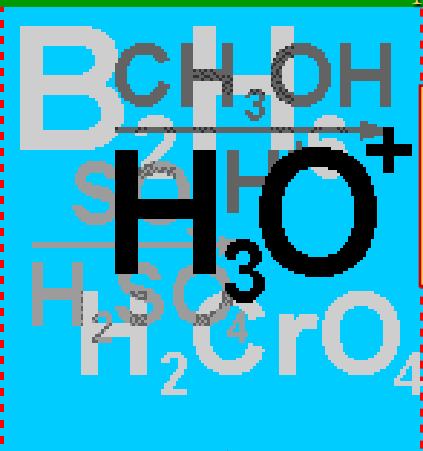


$$\text{pH} = 4,74$$

ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml $[\text{NaOH}] =$
10M

$$10 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ (moles/ml)}$$

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. -
ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ pH ΣΕ ΕΝΑ μΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ
ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ NaOH 10M



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

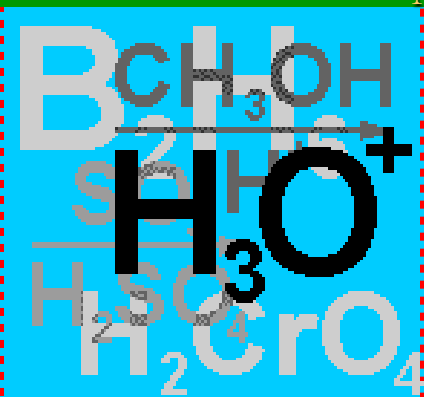
ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ml [NaOH]= 10M
 10^{-2} (moles/ml)



Αρχή
Le Chatellier



ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. - ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ pH ΣΕ ΕΝΑ μΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ NaOH 10M



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{ολ}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{αρχ.}} - [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{καταν.}}$$

$$0,1 \text{ moles} - 10^{-2} \text{ moles} \Rightarrow$$

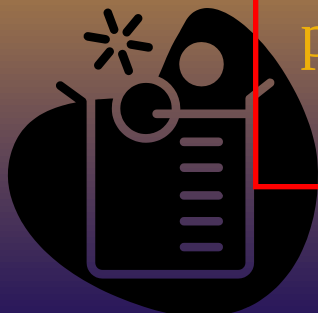
$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{ολ}} = 0,09 \text{ moles/L} = 0,09 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{ολ}} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{αρχ.}} + [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{παράχθ.}}$$

$$0,1 \text{ moles} + 10^{-2} \text{ moles} \Rightarrow$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{ολ}} = 0,1 + 0,01 = 0,11 \text{ moles/l (M)}$$

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[\text{ΒΑΣΗ}]}{[\text{ΟΞΥ}]} \right]$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \right]$$

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ Ρ.Δ. - ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ pH ΣΕ ΕΝΑ μη ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΒΑΣΗΣ NaOH 10M

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \right]$$

$$\text{pH} = 4,74 + \log \left[\frac{0,11}{0,09} \right]$$

$$\text{pH} = 4,74 + 0,09 = 4,83$$

$\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{τελ}} - \text{pH}_{\text{αρχ}} = 4,83 - 4,74 = 0,09 \implies (+) \text{ ΑΥΞΗΣΗ pH Ρ. Δ.}$
ΣΥΓΚΡΙΝΕ

$\Delta \text{pH} = 7,26 \implies (+) \text{ ΑΥΞΗΣΗ pH μη Ρ. Δ.}$

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Χρησιμότητα ρυθμιστικών

Τα ρυθμιστικά διαλύματα βρίσκουν πολλές εφαρμογές, όπως :

1. Στην αναλυτική χημεία για τη βαθμονόμηση πεχαμέτρων, την ποσοτική ανάλυση κλπ.

2. Στη βιομηχανία. Πολλές χημικές και βιοχημικές διεργασίες πρέπει να γίνονται σε καθορισμένη τιμή pH (βιολογικοί καθαρισμοί, επεξεργασία δερμάτων, παραγωγή χρωμάτων, λιπασμάτων κλπ.). Αυτό διασφαλίζεται με τη χρησιμοποίηση ρυθμιστικών διαλυμάτων.

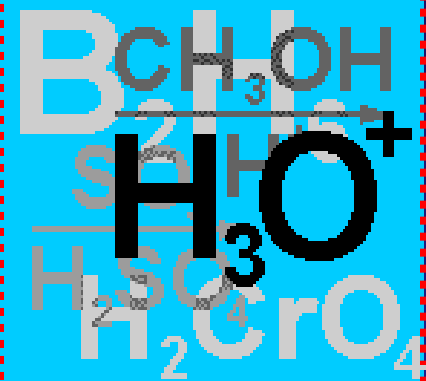
3. Στην ιατρική, βιολογία, φαρμακευτική. Τα περισσότερα υγρά των ζώων και φυτών είναι ρυθμιστικά διαλύματα, τα οποία ρυθμίζουν τις βιοχημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα. Για παράδειγμα το αίμα είναι ρυθμιστικό διάλυμα, γι' αυτό και οι ενδοφλέβιες ενέσεις περιέχουν ρυθμιστικό διάλυμα.



ΟΞΥΤΗΤΑ ΕΛΑΦΩΝ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΑ ;;;

- ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ
- ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
- ΤΑΧΥΤΗΤΑ & ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ & ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ
- ΑΦΟΜΟΙΩΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ
- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
- ΑΝΟΡΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ
- ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ
- ΔΙΑΛΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΥΣΔΙΑΛΥΤΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ
- ΘΡΟΜΒΩΣΗ & ΑΛΛΕΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

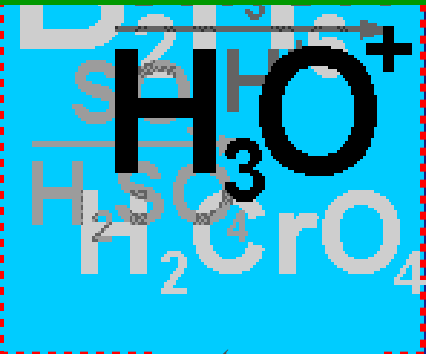


ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΛΑΦΩΝ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



Το έδαφος εμφανίζει μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα. Αντιστέκεται στις ανθρώπινες επεμβάσεις που στοχεύουν στη βελτίωσή του, π.χ. Λιπάσματα, Γεωργικά Φάρμακα, Μηχανικές βελτιώσεις, κλπ.

Τιμές pH εδάφους καθορίζονται από βιολογικές, χημικές & φυσικοχημικές διεργασίες στο έδαφος, οπότε δημιουργούνται οξέα/βάσεις, π.χ. $\text{CO}_2 \uparrow$, δημιουργία HNO_3 κατά τη νιτροποίηση προσδίδουν όξινες ιδιότητες στο εδαφικό διάλυμα.

Λιπάσματα NH_4Cl & $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ οξινίζουν
Ενώ NaNO_3 & $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ αλκαλιώνουν,
εξουδετερώνοντας την εδαφική οξύτητα.

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΛΑΦΩΝ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Όλα τα εδάφη δεν είναι ίδια. Έχουν διαφορετική ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ --> προκύπτει από

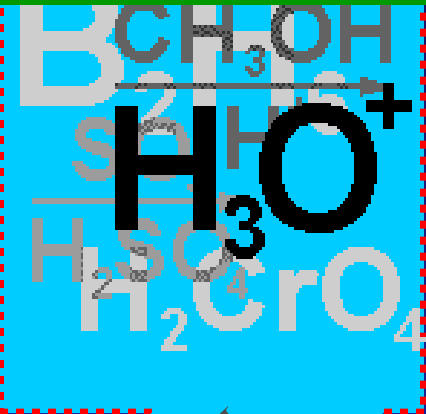
Εδαφικού διαλύματος + Στερεής φάσης

ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΤΕΡΕΗΣ ΦΑΣΗΣ ΕΛΑΦΟΥΣ



ΧΗΜΙΚΗ
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



Ο σημαντικότερος ρόλος που διαδραματίζει και ιδιαίτερα σε αυτό συμβάλλουν τα εδαφικά κολλοειδή (ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ)

Γι' αυτό και η χρήση ευδιάλυτων ανόργανων λιπασμάτων είναι επιτρεπτή.

Αλλιώς θα είχε αρνητικές συνέπειες για την ανάπτυξη των φυτών.