**ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ**

1. Ποιο το pH διαλύματος HCOONH4 0,1 Μ σε θερμοκρασία 25ο C, αν δίνονται Ka HCOOH = 10-4, Kb NH3 = 10-5, Kw=10-14 και αν γνωρίζουμε ότι πρακτικά οι συγκεντρώσεις NH3 και HCOOH που προέρχονται από τον ιοντισμό των ιόντων είναι ίσες.

Λύση

HCOONH4→ HCOO- + NH4+

Τελικά - 0,1 Μ 0,1 Μ

Έστω [HCOOH]=[NH3] = x

HCOO- + H2O → HCOOΗ + ΟΗ- Kb = 10-10

Kb =$\frac{[HCOOH][OH^{-}]}{[HCOO^{-}]}\rightarrow \frac{x∙[OH^{-}]}{0,1}=10^{-10}\rightarrow x∙[OH^{-}$]= 10-11 (1)

NH4++ H2O → NH3 + H3O+ Ka=10-9

Ka =$\frac{[NH\_{3}][H\_{3}O^{+}]}{[NH\_{4}^{+}]}\rightarrow \frac{x∙[H\_{3}O^{+}]}{0,1}=10^{-9}\rightarrow x∙[H\_{3}O^{+}]$= 10-10 (2)

Πολλαπλασιάζω κατά μέλη τις (1) και (2) και αφού [Η3Ο+]·[ΟΗ-]=10-14

$ x∙[OH^{-}$]$∙ x∙[H\_{3}O^{+}]$= 10-11·10-10 →x =10-3,5 και από την (1) [Η3Ο+]=10-6,5 οπότε pH=6,5

1. Σε 1 L διαλύματος περιέχει ΝH4CNσε συγκέντρωση 0,1 Μ, προστίθεται 0,1 mol αέριου HCl χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; Δίνεται Ka ΗCN=5·10-10, και Kb ΝΗ3 =2·10-5 και Kw=10-14. (Απ.: 5)

Λύση

NH4CΝ + HCl → HCΝ + NH4Cl

Αρχικά 0,1 mol 0,1 mol

Τελικά - - 0,1 mol 0,1 mol

Συγκεντρώσεις [HCΝ] = 0,1 Μ, [NH4Cl]= 0,1 Μ

 NH4Cl → NH4++ Cl-  [NH4+] = 0,1 Μ

 NH4+ + H2O → NH3+ H3O+ Ka ΝΗ4+= 5·10-10

Χ.Ι. 0,1 x x+y

 Ka ΝΗ4+=$\frac{x∙\left(x+y\right)}{0,1}$ → x·(x+y) = 5·10-11 (1)

HCΝ + H2O → CΝ- + H3O+

Χ.Ι. 0,1 y x+y

 Ka ΗCN =$\frac{y∙\left(x+y\right)}{0,1}$ → y·(x+y) = 5·10-11 (2)

 Από την λύση του συστήματος των (1) και (2): x +y = 10-11 → pH=5

1. Σε 100 mL διαλύματος περιέχει ΗCOOΝH4 σε συγκέντρωση 0,1 Μ, προστίθεται 0,01 mol αέριου HCl χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος; Δίνεται Ka ΗCOOΗ=10-4 και Kb ΝΗ3 =10-5; (Απ.: 2,5)
2. Ποσότητα άλατος με χημικό τύπο ΒΗΑ έχει προέλθει από την αντίδραση του ασθενούς οξέος ΗΑ και της ασθενούς βάσης Β διαλύεται σε νερό δίδοντας διάλυμα συγκέντρωσης C. 100 mL του διαλύματος του άλατος εξουδετερώνονται πλήρως με την απαραίτητη ποσότητα HCl δίδοντας διάλυμα με pH=2,5. Άλλα 100 mL του αρχικού διαλύματος του άλατος εξουδετερώνονται πλήρως με 0,01 mol NaOH δίδοντας διάλυμα με pH=11. Να προσδιορίσετε την Ka του HA και την Kb του B, αν γνωρίζεται ότι έχουν τιμές ≥10-6 και ότι Kw=10-14.
3. Σε 500 mL διαλύματος ΗCOOΝH4 συγκέντρωσης C, προστίθενται 500 mL διαλύματος ΗCl 0,1 Μ, οπότε το διάλυμα αποκτά pH=4. Ποια η συγκέντρωση C του αρχικού διαλύματος ΗCOOΝH4; Ποια η συγκέντρωση [ΝH4+]στο τελικό διάλυμα; Δίνεται Ka ΗCOOΗ=10-4 και Kb ΝΗ3 =10-5; (Απ.: 0,2 Μ, 10-6 Μ)
4. Αναμειγνύουμε διάλυμα οξέος RCOOH (Ka<10-5) όγκου 4V και pH=3 με διάλυμα HCl όγκου V και pH=3 και παίρνουμε διάλυμα όγκου 5V. Ποιο το pH του νέου διαλύματος; (Απ.:3).

Λύση

Συγκέντρωση του RCOOH από το pH και το Kα: C1= $\frac{10^{-6}}{K\_{a}}$

Συγκέντρωση HCl από το pH: C2= 10-3 Μ

Νέες συγκεντρώσεις από την αραίωσή τους μετά την ανάμειξη: RCOOH: C’1= $\frac{4∙10^{-6}}{5∙K\_{a}}$ M και: C’2= $\frac{10^{-3}}{5}$Μ

HCl +Η2Ο → Cl- + Η3Ο+ άρα [Η3Ο+] = $\frac{10^{-3}}{5}$Μ

RCOOH + Η2Ο → RCOO- + Η3Ο+  οπότε τελικά με τις προσεγγίσεις [RCOOH] = $\frac{4∙10^{-6}}{5∙K\_{a}}$ M, [RCOO-] = χ, [Η3Ο+] = $\frac{10^{-3}}{5}+$χ

Κα =$\frac{\left[RCOO^{-}\right]∙[H\_{3}O^{+}]}{[RCOOH]}$ → Κα = $\frac{x∙(\frac{10^{-3}}{5}+x)}{\frac{4∙10^{-6}}{5∙K\_{a}}} $→ χ = $\frac{4∙10^{-3}}{5∙K\_{a}}$ M

Άρα [Η3Ο+] = $\frac{10^{-3}}{5}$ Μ + $\frac{4∙10^{-3}}{5∙K\_{a}}$ Μ= 10-3 Μ οπότε pH=3

1. Αναμειγνύουμε διάλυμα CH3COOH (Ka1=10-5) όγκου V και pH=3 με διάλυμα HCOOH (Ka2=10-4) όγκου V και pH=3 και παίρνουμε διάλυμα όγκου 2V. Ποιο το pH του νέου διαλύματος; (Απ.:3).
2. Κοινό διάλυμα CH3COOH (Ka1=10-5) και HCOOH (Ka2=10-4) εμφανίζει pH=3. Για την πλήρη εξουδετέρωσή του απαιτούνται 110 mL διαλύματος ΚΟΗ 0,5 Μ. Ποιες οι συγκεντρώσεις των δύο οξέων στο αρχικό διάλυμα;
3. Ποια η συγκέντρωση των οξωνίων σε διάλυμα οξαλικού οξέος HΟΟC-CΟΟΗ 0,1 Μ; Δίνεται για το οξαλικό οξύ Ka1=8/3·10-2 και Ka2= 5·10-5. Ποια η συγκέντρωση των ιόντων -ΟΟC-CΟΟ-;(Απ.: 4·10-2, 5·10-5)

Υπόδειξη

Δουλεύουμε τον πρώτο ιοντισμό του οξέος χωρίς προσεγγίσεις τον δεύτερο με προσεγγίσεις.

1. Ποια η συγκέντρωση C διαλύματος τρυγικού οξέος Η2Α, αν αυτό εμφανίζει pH=3; Δίνονται Κa1=10-3 και Κa2=10-4. Να μη γίνουν οι συνήθεις προσεγγίσεις. (Απ.:0,00175 Μ).
2. Ποια η συγκέντρωση C διαλύματος θειικού οξέος Η2SO4, αν αυτό εμφανίζει pH=1; Δίνονται Κa2=1,25·10-2.
3. Σε διάλυμα H2SO4 0,1Μ όγκου 1 L προσθέτουμε 0,15 mol NaOH χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ποιο το pH στο τελικό διάλυμα; Δίνεται Ka2 =1,5·10-2. Να μη γίνουν οι συνήθεις προσεγγίσεις (Aπ.: 2)

Λύση

Mol H2SO4: 0,1 mol

H2SO4 + NaOH → NaHSO4 + H2O

Αρχικά 0,1 mol 1,5 mol

Τελικά - 0,05 mol 0,1 mol

 NaHSO4+ NaOH→ Na2SO4+ H2O

Αρχικά 0,1 mol 0,05 mol

Τελικά 0,05 mol - 0,05 mol

Συγκεντρώσεις [NaHSO4] = 0,05 Μ [Na2SO4] = 0,05 Μ

Οπότε από τη ηλεκτρολυτική τους διάσταση: [ΗSO4-] = 0,05 Μ [SO42-] = 0,05 Μ

ΗSO4-+ H2O → SO42- + H3O+

Αρχικά 0,05 0,05

Χ.Ι. 0,05-x 0,05 +x x

 $Κ\_{a2}= \frac{\left(0,05+χ\right)∙χ}{0.05-χ}\rightarrow χ=10^{-2}\rightarrow pH=2$

1. Σε διάλυμα H2SO4 0,1Μ όγκου 1 L προσθέτουμε 0,1 mol NaOH χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Ποια η συγκέντρωση των [H3O+] στο τελικό διάλυμα. Δίνεται Ka2 =9/7·10-2. Να μη γίνουν οι συνήθεις προσεγγίσεις (Aπ.: 0,03 Μ)
2. Σε διάλυμα H2SO4 0,1Μ όγκου 1 L προσθέτουμε x mol NaOH χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. To pΗ του διαλύματος είναι ίσο με 2. Πόσα mol NaOH προστέθηκαν; Δίνεται Ka2 =10-2. Να μη γίνουν οι συνήθεις προσεγγίσεις (Aπ.: 0,14 mol)

**KAI KAΠOIA AKOMA…**

1. Διάλυμα περιέχει CH3COOH(Ka1=10-5) συγκέντρωσης 1 Μ, CH3COONa συγκέντρωσης 1 Μ και οξύ ΗΑ (Ka2=10-7) συγκέντρωσης 0,1 Μ. Ποιος ο βαθμός ιοντισμού του ΗΑ στο διάλυμα; (Απ.:0,01)
2. Διάλυμα περιέχει CH3COOH (Ka1=10-5) συγκέντρωσης 1 Μ, CH3COONa συγκέντρωσης 1 Μ και ΝΗ3 (Kb2=10-5) συγκέντρωσης 0,1 Μ. Ποιος ο βαθμός ιοντισμού της ΝΗ3 στο διάλυμα; (Απ.: 1)
3. Ρυθμιστικό διάλυμα οξέος ΗΑ (pKa= 5,3) με τo άλας νατρίου (NaA) έχει pH=5. Σε 100 mL του διαλύματος προσθέτουμε 0,010 mol HCl χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος οπότε το pH μεταβάλλεται κατά 0,18. Ποιες οι συγκεντρώσεις του ΗΑ και του NaΑ στο αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα; Δίνεται log2 = 0,3 και log3=0,48 (Απ.: 0,4 Μ και 0,8 Μ)
4. Σε διάλυμα όγκου 2 L CH3COOH 1 Μ προστίθεται χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος 0,5 mol ισχυρής βάσης Me(OH)x , οπότε το pH του διαλύματος μεταβάλλεται κατά 2,5 μονάδες. Πόσα υδροξύλια περιέχονται στο μόριο της ισχυρής βάσης; Δίνεται Κα CH3COOH = 10-5 (Απ.:2)
5. Σε διάλυμα όγκου 10 L ασθενούς βάσης Β (Κb =10-9)συγκέντρωσης 1 Μ προστίθεται αέριο HCl, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος οπότε το pH γίνεται ίσο με 2. Ποια ποσότητα HCl προστέθηκε; (Απ.: 10,09 mol)
6. Διαθέτουμε 0,11 mol KCN, διάλυμα HCl 0,1 Μ και νερό. Χρησιμοποιώντας ολόκληρη την ποσότητα του ΚCN που διαθέτουμε περιγράψτε πώς θα παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα όγκου 1 L με pΗ =10,3. Δίνεται ότι για το HCN pKa = 9,3. (Απ.: 100 mL ΗCl)
7. Υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ΗΒ όγκου 60 mL ογκομετρείται με το διάλυμα NaOH 0,1 M. Βρίσκουμε πειραματικά ότι όταν προσθέσουμε 20 mL διαλύματος NaOH στο διάλυμα του HB, προκύπτει διάλυμα με pΗ=4, ενώ όταν προσθέσουμε 50 mL διαλύματος NaOH στο διάλυμα του HB, προκύπτει διάλυμα με pΗ=5. Να βρεθούν: α) η σταθερά ιοντισμού Κa του οξέος ΗΒ και β) το pΗ στο ισοδύναμο σημείο της πιο πάνω ογκομέτρησης.

Σπύρος Πάγκαλος, Μάιος 2016