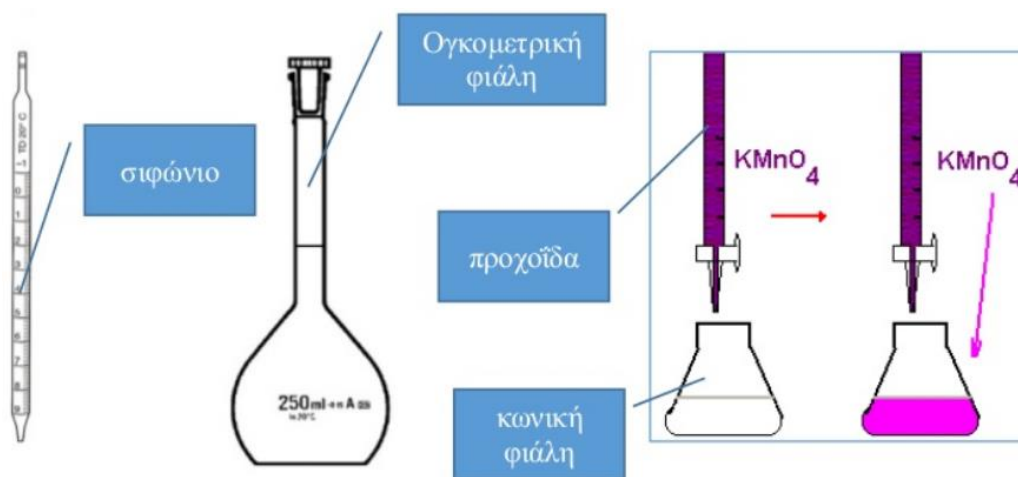


Ογκομέτρηση διαλύματος HCOONa με πρότυπο διάλυμα KMnO_4

Διαθέτουμε 30 mL υδατικού διαλύματος HCOONa (διάλυμα Y1).

Με τη βοήθεια σιφωνίου παίρνουμε 10 mL από το διάλυμα Y1 και τα εισάγουμε σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL με μικρή ποσότητα H_2SO_4 και συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή της φιάλης με νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα Y2.

Από το διάλυμα Y2 εισάγουμε 50 mL σε κωνική φιάλη και ογκομετρούμε με πρότυπο διάλυμα KMnO_4 0,04 M. Ρυθμίσαμε τη στρόφιγγα της προχοΐδας να στάζει σιγά-σιγά το πρότυπο διάλυμα στην κωνική φιάλη και παρατηρήσαμε ότι μετά από κατανάλωση 20 mL σταμάτησε ο αποχρωματισμός του και η κωνική φιάλη απέκτησε μια μωβ χροιά.

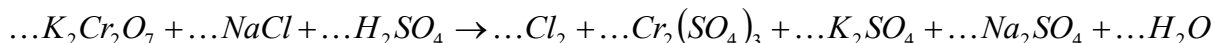


Δ1) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του HCOONa στο διάλυμα Y1.

Δ2) Στο υπόλοιπο του διαλύματος Y1 διαβιβάζουμε αέριο HCl (χωρίς να παρατηρηθεί μεταβολή του όγκου του διαλύματος) οπότε προέκυψε ρυθμιστικό διάλυμα Y3 με $\text{pH} = 4$.

Να υπολογίσετε τον όγκο σε συνθήκες STP του αερίου HCl που διαβιβάστηκε.

Δ3) α) Να ισοσταθμίσετε την ακόλουθη χημική εξίσωση:



β) Ποιο το οξειδωτικό και ποιο το αναγωγικό σώμα της παραπάνω οξειδοαναγωγικής αντίδρασης;

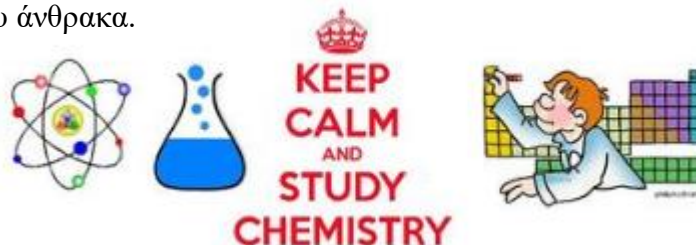
Δ4) 10 mL του διαλύματος Y3 εισάγονται σε 24 mL διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\frac{1}{6}$ M

οξινισμένου με H_2SO_4 . Να εξετάσετε αν το χρώμα του όξινου διαλύματος του διχρωμικού καλίου γίνει από πορτοκαλί πράσινο.

Δίνεται για το μυρμηκικό οξύ $K_a = 10^{-4}$.



ΠΡΟΣΟΧΗ: Η ανάμειξη πυκνού μυρμηκικού οξέος με πυκνόθειικό οξύ θα οδηγήσει σε εξώθερμη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων του άοσμου αλλά τοξικότατου μονοξειδίου του άνθρακα.



Λύση:

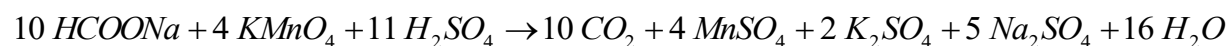
$$\Delta 1) n_{HCOONa} = C_1 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,01 C_1 \text{ mol } HCOONa$$

$$C_2 = \frac{0,01 C_1}{0,25} = 0,04 C_1 \text{ τα mol του μυρμηκικού νατρίου που περιέχονται στα } 50 \text{ mL}$$

του Y2 είναι:

$$n'_{HCOONa} = C_2 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,04 C_1 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} C_1 \text{ mol } HCOONa .$$

Η αντίδραση οξείδωσης του μυρμηκικού νατρίου από το όξινο διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου είναι:



Τα mol του υπερμαγγανικού καλίου που περιέχονται στα 20 mL του πρότυπου διαλύματος που καταναλώθηκαν με συγκέντρωση 0,04 M είναι:

$$n_{KMnO_4} = 0,04 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol } KMnO_4$$

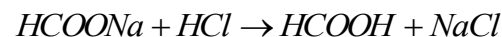
Άρα από την αναλογία συντελεστών της αντίδρασης οξείδωσης έχουμε:

$$\frac{10}{2 \cdot 10^{-3} C_1} = \frac{4}{8 \cdot 10^{-4}} \Leftrightarrow C_1 = \frac{10 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ M}$$

Δ2) Από το Y1 έμειναν 20 mL άρα τα περιεχόμενα mol του μυρμηκικού νατρίου είναι:

$$n''_{HCOONa} = 1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol } HCOONa$$

και η αντίδρασή του με το υδροχλώριο:



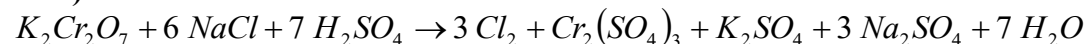
Έστω n τα mol του υδροχλωρίου που προφανώς καταναλώθηκε πλήρως και μείνανε τελικά $2 \cdot 10^{-2} - n$ mol $HCOONa$ και n mol $HCOOH$ στο ρυθμιστικό διάλυμα Y3.

Η $K_{HCOOH} = 10^{-4}$ οπότε από την εξίσωση Henderson–Hasselbalch:

$$pH = pKa + \log \frac{C_b}{C_a} \Rightarrow 4 = 4 + \log \frac{2 \cdot 10^{-2} - n}{n} \Leftrightarrow 2 \cdot 10^{-2} - n = n \Leftrightarrow n = 10^{-2} \text{ mol } HCl$$

Άρα ο όγκος του αερίου υδροχλωρίου σε πρότυπες συνθήκες που καταναλώθηκε είναι: $V = 10^{-2} \cdot 22,4 = 0,224 \text{ L} = 224 \text{ mL}$

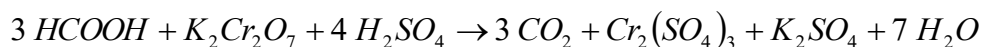
Δ3.α)



β) Οξειδωτικό το διχρωμικό κάλιο και αναγωγικό το χλωριούχο νάτριο.

Δ4) Για να μην γράφουμε δυο φορές την οξειδοαναγωγική αντίδραση, μια με το μυρμηκικό οξύ και μια με το μυρμηκικό νάτριο, που άλλωστε αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο με το διχρωμικό κάλιο και καταναλώνουν την ίδια ποσότητα, θα γράψουμε την αντίδραση μόνο με το μυρμηκικό οξύ και θα θεωρήσουμε ότι όλα τα μόρια του αναγωγικού οφείλονται σε αυτό.

Οπότε τα mol του αναγωγικού όπως είχαμε βρει στο ερώτημα (Δ2) ήταν $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ τα οποία αντιστοιχούσαν σε 20 mL διαλύματος Y3, άρα στα 10 mL έχουμε τα μισά δηλαδή $10^{-2} \text{ mol HCOOH}$ και η αντίδραση οξειδώσεώς του είναι:



Θα απαιτηθούν $x \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ για την οξείδωση των $10^{-2} \text{ mol HCOOH}$ τα οποία τα βρίσκουμε από την αναλογία των συντελεστών της οξειδοαναγωγικής αντίδρασης.

$$\frac{3}{10^{-2}} = \frac{1}{x} \Leftrightarrow x = \frac{10^{-2}}{3} = 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

Από τον όγκο και τη συγκέντρωση του διαλύματος του διχρωμικού καλίου τα διαθέσιμα mol είναι $n = \frac{1}{6} \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Αφού τα διαθέσιμα mol του διχρωμικού καλίου είναι περισσότερα από αυτά που καταναλώθηκαν, άρα δεν θα αλλάξει το χρώμα από πορτοκαλί σε πράσινο.