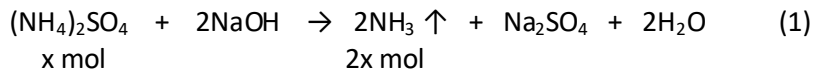


α) Διάλυμα Δ₁:



Το αέριο Α είναι η NH₃.

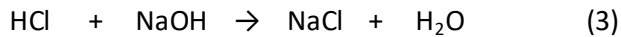
β) Διάλυμα Δ₂:

(i) Αντίδραση NH₃ με HCl:

$$n_{\text{αρχικά (HCl)}} = 1,2 \cdot 0,05 = 0,06 \text{ mol}$$

mol	NH ₃	+	HCl	→	NH ₄ Cl	(2)
αρχικά	2x		0,06			
αντιδρούν/παράγονται	-2x		-2x		+2x	
τελικά	0		0,06-2x		2x	

(ii) Αντίδραση ογκομέτρησης περίσσειας HCl με πρότυπο διάλυμα NaOH:



$$\text{Ισοδύναμο σημείο: } n_{\text{περίσσειας (HCl)}} = n_{\text{NaOH}} \rightarrow 0,06 - 2x = 1 \cdot 0,05 \rightarrow x = 0,005 \text{ mol}$$

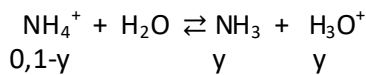
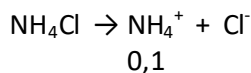
Από την αντίδραση (1) προκύπτει x=0,005mol (NH₄)₂SO₄ και άρα 0,01mol N ή 0,01·14 = 0,14 g N

$$\%w/w \text{ τροφίμου σε N} = \frac{0,14g}{1,4g} \times 100 = 10\%$$

γ) Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης το διάλυμα Δ₂ περιέχει 0,01 mol NH₄Cl (αντίδραση 2) και 0,05 mol NaCl (αντίδραση 3) και έχει όγκο 50+50=100ml.

Τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ από τη διάσπαση του NaCl, προέρχονται από την ισχυρή βάση NaOH και το ισχυρό οξύ HCl αντίστοιχα, επομένως δεν αντιδρούν με το νερό και δεν επηρεάζουν το pH του διαλύματος.

$$c(NH_4Cl) = \frac{0,01}{0,1} = 0,1M$$



$$K_a \cdot K_b = 10^{-14} \rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \rightarrow K_a = 10^{-9}$$

$$10^{-9} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0,1} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \rightarrow \text{pH} = 5$$

Επειδή η τιμή $\text{pH}=5$ βρίσκεται εντός της περιοχής 4 έως 6, ο δείκτης ερυθρό του μεθυλίου είναι κατάλληλος για την ογκομέτρηση.

δ) Ο δείκτης κυανού της βρωμοφαινόλης αλλάζει χρώμα σε τιμές pH μικρότερες από την τιμή pH που αντιστοιχεί στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης, γεγονός που οδηγεί σε πρόωρο σταμάτημα της ογκομέτρησης και άρα σε αρνητικό σφάλμα όγκου. Το μέγιστο αρνητικό σφάλμα προκύπτει όταν ο δείκτης αλλάξει χρώμα σε τιμή $\text{pH}=2$.

Έστω V ο όγκος του πρότυπου διαλύματος NaOH που έχει προστεθεί στο ογκομετρούμενο διάλυμα όταν το pH σε αυτό είναι 2.

$$n_{\text{NaOH}} = 1 \cdot V \text{ mol}$$

Από την αντίδραση (3) προκύπτει $n_{\text{περίσσειας (HCl)}} = 0,05 \text{ mol}$.

mol	$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
αρχικά	0,05 V
αντιδρούν/παράγονται	$-V$ $-V$
τελικά	$0,05 - V$ 0

$$V_{\text{συνολικός}} = 0,05 + V$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,05 - V}{0,05 + V} \text{ M}$$

$$\text{pH}=2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$$

Στο διάλυμα συνυπάρχουν το ισχυρό οξύ HCl και το ασθενές οξύ NH_4^+ . Λόγω της μεγάλης $[\text{H}_3\text{O}^+]$ από το HCl , ο ιοντισμός του ασθενούς οξέος NH_4^+ περιορίζεται σημαντικά (επίδραση κοινού ιόντος), οπότε η συνεισφορά του σε H_3O^+ είναι αμελητέα. Συνεπώς, το pH του διαλύματος καθορίζεται αποκλειστικά από το ισχυρό οξύ.

Molarity	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
αρχικά	10^{-2}
τελικά	0 10^{-2}

$$c(\text{HCl}) = 10^{-2} \text{ M}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,05 - V}{0,05 + V} \text{ M} \rightarrow 10^{-2} = \frac{0,05 - V}{0,05 + V} \rightarrow 5 \cdot 10^{-4} + 10^{-2}V = 5 \cdot 10^{-2} - V \rightarrow V + 10^{-2}V = 5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-4}$$

$$1,01V = 0,0495 \rightarrow V = \frac{0,0495}{1,01} \rightarrow V = 0,0490099 \dots \text{ L} \rightarrow V = 49 \text{ mL}$$

Μέγιστο σφάλμα στον όγκο του πρότυπου διαλύματος NaOH: $49\text{mL}-50\text{mL}=-1\text{mL}$

Επειδή χρησιμοποιήθηκε μικρότερος όγκος προτύπου διαλύματος NaOH, θα υπολογιστεί μικρότερη ποσότητα περίσσειας HCl. Αυτό θα οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι αντέδρασε μεγαλύτερη ποσότητα NH_3 με το HCl, με τελικό αποτέλεσμα τον υπολογισμό μεγαλύτερης περιεκτικότητας του αζώτου στο δείγμα (θετικό σφάλμα).