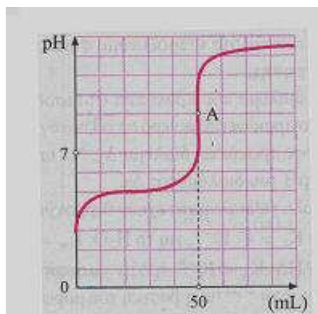


## ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ

Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει την καμπύλη ογκομέτρησης 50 mL υδατικού διαλύματος  $\Delta_1$  μιας ουσίας (X) με πρότυπο υδατικό διάλυμα HCl 0,2M ή NaOH 0,2M παρουσία του δείκτη ΗΔ ( $pK_{aH\Delta}=9$ , όξινη μορφή ΗΔ: κόκκινο χρώμα, βασική μορφή  $\Delta^-$ : κίτρινο χρώμα).



Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης (σημείο A) βρέθηκε ότι οι δύο συζυγείς μορφές του δείκτη έχουν ίσες συγκεντρώσεις:  $[H\Delta]=[A^-]$ .

α) Η ογκομέτρηση αυτή είναι οξυμετρία ή αλκαλιμετρία;

β) Το ογκομετρούμενο διάλυμα περιέχει: i) KOH ii) HF iii)  $NH_3$  iv)  $HNO_3$

γ) Όταν προσθέσουμε 20 mL από το πρότυπο διάλυμα, ισχύει τότε ο τύπος Henderson-Hasselbalch στο ογκομετρούμενο διάλυμα;

δ) Ποιο είναι το pH και το χρώμα του ογκομετρούμενου διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο;

ε) Ο δείκτης βρομοκρεσόλη (3,8-5,5) είναι κατάλληλος για την παραπάνω ογκομέτρηση;

στ) Να βρεθεί η  $[H_3O^+]$  στο αρχικό διάλυμα  $\Delta_1$ .

ζ) Ποιο ποσοστό της αρχικής ποσότητας της ογκομετρούμενης ουσίας (X) έχει εξουδετερωθεί όταν στο ογκομετρούμενο διάλυμα ισχύει:  $[H\Delta]=2500[A^-]$ ;

η) Ποια σχέση συνδέει τις συγκεντρώσεις  $[H\Delta]$  και  $[A^-]$  αν προσθέσουμε 10 mL από το πρότυπο διάλυμα;

θ) Ποιος είναι ο όγκος του ογκομετρούμενου διαλύματος όταν αυτό έχει  $pH=5$ ;

ι) Αν η ογκομέτρηση σταματούσε όταν έχουμε προσθέσει 49 mL πρότυπου διαλύματος ποιο είναι το % σφάλμα της ογκομέτρησης;

Για το  $H_2O$ :  $K_w=10^{-14}$ . Ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

### Συνοπτική λύση

α) Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι pH αυξάνεται. Άρα στην προχοΐδα το πρότυπο διάλυμα είναι βάση (NaOH). Άρα έχουμε **αλκαλιμετρία**.

β) Η ογκομετρούμενη ουσία θα είναι οξύ. Άρα είναι το (ii) **HF** διότι στο ισοδύναμο σημείο λόγω του NaF έχουμε  $pH_{i\sigma} > 7$ . Αν ήταν το  $HNO_3$  θα είχαμε λόγω του  $NaNO_3$   $pH_{i\sigma} = 7$ .

γ) Για το Ι.Σ. απαιτούνται 50 mL διαλύματος NaOH. Άρα αν προσθέσουμε 20 mL διαλύματος NaOH στο ογκομετρούμενο διάλυμα θα περιέχονται HF-NaF που είναι ρυθμιστικό διάλυμα και άρα θα **ισχύει** ο τύπος Henderson-Hasselbalch.

δ) Στο Ι.Σ. ισχύει:  $[H\Delta]=[A^-]$ . Άρα από τον τύπο της  $K_{aH\Delta}$  έχουμε:  $10^{-9} = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[H\Delta]}$  (1)  $\Rightarrow$

$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-9} M \Rightarrow pH = 9$  Άρα όταν  $8 \leq pH \leq 10 \Rightarrow$  χρώμα **πορτοκαλί**.

---

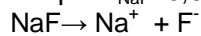
ε) Δεν είναι κατάλληλος γιατί το  $pH_{\Sigma} > 7$ .

---

στ)  $HF + NaOH \rightarrow NaF + H_2O$  Έστω  $c$  η συγκέντρωση του διαλύματος HF.

Στο Ι.Σ για την παραπάνω αντίδραση ισχύει:  $n_{\alpha} = n_{\beta} \Rightarrow 0,05 \cdot c = 0,05 \cdot 0,2 \Rightarrow c = 0,2M$

Άρα:  $n_{NaF} = 0,01 \text{ mol} \Rightarrow c_{NaF} = 0,01/0,1 = 0,1M$

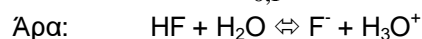


0,1M 0,1M



ΙΣ:  $\approx 0,1$                        $x$                        $x$                        $pH_{\Sigma} = 9 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-9} M \Rightarrow x = 10^{-5} M$

Για το  $A^-$ :  $K_b = \frac{10^{-5} \cdot 10^{-5}}{0,1} = 10^{-9} \Rightarrow K_{a_{HF}} = 10^{-5}$



ΙΣ:  $\approx 0,2$                        $y$                        $y$                       Για το HF:  $10^{-5} = \frac{y \cdot y}{0,2} \Rightarrow y = [H_3O^+] = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} M$

---

ζ) Όταν  $[HA] = 2500[\Delta^-]$  από την (1)  $\Rightarrow 10^{-9} = \frac{[\Delta^-] \cdot [H_3O^+]}{2500[\Delta^-]} \Rightarrow [H_3O^+] = 2,5 \cdot 10^{-6} M$



ΑΡΧ: 0,01     $n$                       -

Α-Π: - $n$     - $n$                       + $n$

ΤΕΛ: 0,01- $n$     -                       $n$                       Άρα: HF:  $C_1 = \frac{0,01-n}{V_{\text{τελ}}} M$                       NaF:  $C_2 = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} M$

Είναι ρυθμιστικό διάλυμα: ...  $10^{-5} = \frac{c_2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{c_1} \Rightarrow C_1 = 0,25 C_2 \Rightarrow \frac{0,01-n}{V_{\text{τελ}}} = 0,25 \frac{n}{V_{\text{τελ}}} \Rightarrow n = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Άρα εξουδετερώθηκε από το HF το  $\frac{8 \cdot 10^{-3}}{0,01} \cdot 100 \%$  δηλ. το **80%**.

---



ΑΡΧ: 0,01    0,002                      -

Α-Π: -0,002    -0,002                      +0,002

ΤΕΛ: 0,008                      -                      0,002                       $V_{\text{τελ}} = 50 + 10 = 60 \text{ mL}$

Άρα: HF:  $C_1 = \frac{4}{30} M$                       NaF:  $C_2 = \frac{1}{30} M$

Είναι ρυθμιστικό διάλυμα: ...  $10^{-5} = \frac{\frac{1}{30} \cdot [H_3O^+]}{\frac{4}{30}} \Rightarrow [H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-5} M$

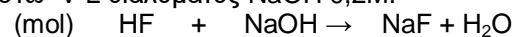
Από την (1)  $\Rightarrow 10^{-9} = \frac{[\Delta^-] \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{[HA]} \Rightarrow [HA] = 4 \cdot 10^4 [\Delta^-]$

---

---

θ) Όταν  $pH=5 < pK_{H_2}$  περισεύει HF.

Έστω  $V$  L διαλύματος NaOH 0,2M.



ΑΡΧ: 0,01      0,2V      -

Α-Π: -0,2V      -0,2V      +0,2V

ΤΕΛ: 0,01-0,2V      -      0,2V       $V_{TEΛ}=0,05+V$  L

Άρα: HF:  $C_1 = \frac{0,01 - 0,2V}{0,05 + V}$  M      NaF:  $C_2 = \frac{0,2V}{0,05 + V}$  M

Είναι ρυθμιστικό διάλυμα:  $\dots \cdot 10^{-5} = \frac{C_2 \cdot 10^{-5}}{C_1} \Rightarrow C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{0,01 - 0,2V}{0,05 + V} = \frac{0,2V}{0,05 + V} \Rightarrow V = 0,025L$

Άρα:  $V_{TEΛ} = 0,05 + V = 0,05 + 0,025 = 0,075L$  Άρα  $V_{TEΛ} = 75$  mL

Σημ:  $pH=5 = pK_a \Rightarrow$  μέσον της ογκομέτρησης  $\Rightarrow$  έχουμε προσθέσει το μισό από το πρότυπο διάλυμα (50:2=25mL). Άρα  $V_{TEΛ} = 50 + 25 = 75$  mL

---

ι) Όταν προσθέτω 49 mL NaOH 0,2M είμαστε πριν το Ι.Σ. (τελικό σημείο)

% σφάλμα:  $\frac{49 - 50 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} \cdot 100\% = -2\%$  (αρνητικό σφάλμα)

---

ΚΑΛΑ ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ  
ΚΑΙ



Χαρκοπλιάς Κώστας  
Χημικός  
24-12-13  
Καρδίτσα