



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Ιοντική Ισορροπία



ΑΣΚΗΣΗ με διάλυση δραστικού μετάλλου στο νερό

Σε 1L H₂O διαλύονται 0,39g K οπότε προκύπτει διάλυμα (Δ₁) όγκου 1L.

- Να βρεθεί ο όγκος (L) του αερίου (σε STP συνθήκες) που παράγεται και το pH του Δ₁.
- Στο Δ₁ προστίθεται ορισμένος όγκος διαλύματος HCN 0,01M, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ₂ με τιμή pH που διαφέρει κατά 1,5 μονάδα από την αντίστοιχη τιμή pH του Δ₁. Ποιος ο όγκος του διαλύματος HCN που προσθέσαμε;
- Στο διάλυμα Δ₂ προσθέτουμε 0,224L (STP) HCl_(g) χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Να βρείτε το pH του διαλύματος (Δ₃) που προκύπτει.

Δίνονται: A_{rK}=39, για το HCN: K_{aHCN}=5·10⁻¹⁰, για το H₂O: K_w=10⁻¹⁴ και log5=0,7.

Για τη λύση του προβλήματος να θεωρήσετε ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

ΛΥΣΗ**A.**

$$n_K = \frac{m}{M_r} = \frac{0,39}{39} = 0,01 \text{ mol}$$

(mol)	K +	H ₂ O →	KOH +	½ H ₂
Τελικά	–		0,01	0,005

$$\text{Άρα } V_{H_2} = n_{H_2} \cdot 22,4 = 0,005 \cdot 22,4 = 0,112 \text{ L}$$

Το διάλυμα (Δ₁) που σχηματίζεται περιέχει διαλυμένη ουσία KOH 0,01 mol.

$$\text{Επομένως για το } \Delta_1 \text{ έχουμε: } c_{1\delta/\tau\omega\varsigma} = \frac{n}{V_1} = \frac{0,01}{1} = 0,01 \text{ M}$$

Από τη διάσταση της βάσης:

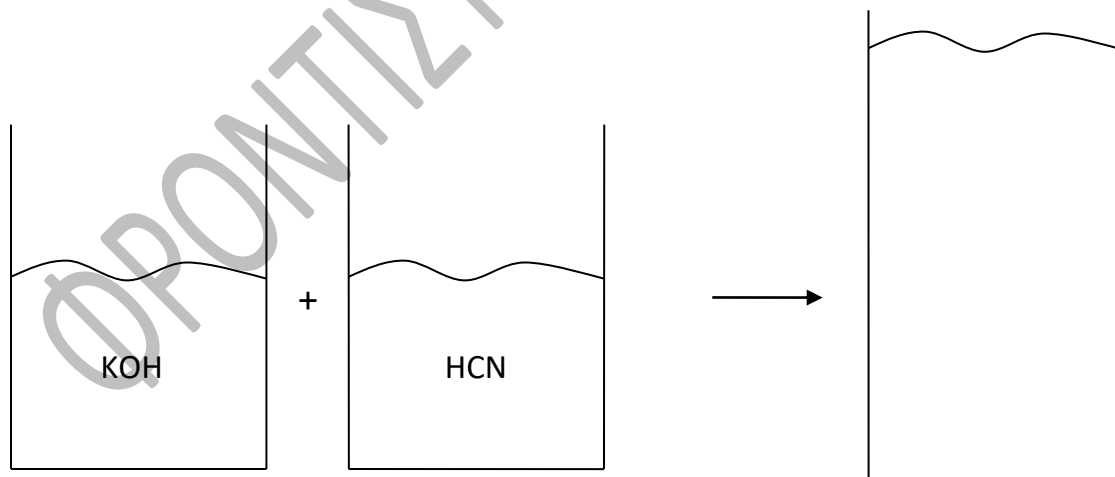
(M)	KOH →	K ⁺ +	OH ⁻
Τελικά	–	0,01	0,01

$$\text{Οπότε } pOH = -\log[OH^-] = 2, \quad pH = pK_w - pOH = 12$$

B.

Έστω ότι προσθέτουμε V L διαλύματος HCN. Το HCN είναι οξύ, άρα το pH θα μειωθεί. Οπότε: $pH_2 = pH_1 - 1,5 = 10,5$ και $pOH = 3,5$.

$$pOH = 3,5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3,5} \text{ M}$$



$$c_1 = 0,01 \text{ M}$$

$$V_1 = 1 \text{ L}$$

$$n_1 = c_1 \cdot V_1 = 0,01 \text{ mol}$$

$$c = 0,01 \text{ M}$$

$$V$$

$$n = c \cdot V = 0,01 \cdot V \text{ mol}$$

$$V_2 = V_1 + V$$

Οι ηλεκτρολύτες αντιδρούν μεταξύ τους.

1^η περίπτωση: Έστω ότι η αντίδραση είναι πλήρης.

(mol)	KOH +	HCN →	KCN +	H ₂ O
Αρχικά	0,01	0,01		
Αντ/Παρ.	0,01	0,01	0,01	
Τελικά	–	–	0,01	

Άρα χρησιμοποιήσαμε: $V = \frac{n_{HCN}}{c} = \frac{0,01}{0,01} = 1L$

Οπότε $V_2 = V_1 + V = 2L$

Στο Δ₂ έχουμε μόνο KCN με: $c = \frac{n_{KCN}}{V_2} = \frac{0,01}{2} = 0,005M$, το οποίο δίσταται:

(M)	KCN →	K ⁺ +	CN ⁻
Τελικά	–	0,005	0,005

Όμως το K⁺ δεν αντιδρά με το νερό διότι προέρχεται από την ισχυρή βάση KOH.

Το CN⁻ αντιδρά με το νερό διότι είναι συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HCN.

Άρα το KCN είναι βασικό άλας.

(M)	CN ⁻ +	H ₂ O €	OH ⁻ +	HCN
Αρχικά	0,005	/		
Ιον/ Παρ.	x	/	x	x
Ιοντική Ισορροπία (I.I)	0,005-x	/	x	x

$$K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_b_{CN^-} = \frac{K_w}{K_a_{HCN}} = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-10}} \Rightarrow K_b_{CN^-} = 2 \cdot 10^{-5}$$

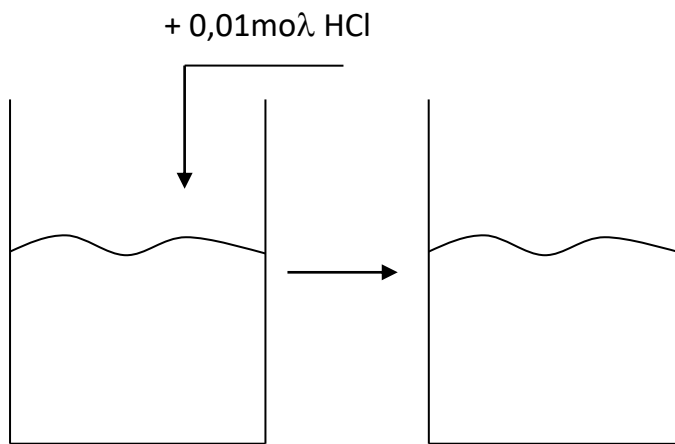
$$K_b = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]} = \frac{x^2}{5 \cdot 10^{-3} - x} \approx \frac{x^2}{5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x = 10^{-3,5} M = [OH^-]$$

Άρα pOH=3,5 ή pH=10,5 οπότε η αρχική υπόθεση ήταν σωστή. Στο δοχείο προσθέσαμε 1L διαλύματος HCN.

- Αν είχαμε περίσσεια του HCN το pH<10,5
- Αν είχαμε περίσσεια του KOH το pH>10,5

C.

$$n_{HCl} = \frac{V}{22,4} = \frac{0,224}{22,4} = 0,01mol$$



$$c_2 = 0,005M$$

$$V_2 = 2L$$

$$n_2 = 0,01\text{ mol}$$

$$V_3 = 2L$$

Οι ηλεκτρολύτες αντιδρούν μεταξύ τους:

(mol)	KCN +	HCl →	KCl +	HCN
Αρχικά	0,01	0,01		
Αντ/Παρ.	0,01	0,01	0,01	0,01
Τελικά	–		0,01	0,01

Στο Δ₃ έχουμε KCl και HCN με ίδιες συγκεντρώσεις:

$$c_{\text{HCN}} = c_{\text{KCl}} = \frac{n_{\text{KCl}}}{V_3} = \frac{0,01}{2} = 0,005M$$

Το KCl δίσταται:

(M)	KCl →	K ⁺ +	Cl ⁻
Τελικά	–	0,005	0,005

Όμως το K⁺ δεν αντιδρά με το νερό διότι προέρχεται από την ισχυρή βάση KOH.

Το Cl⁻ δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι συζυγής βάση του ισχυρού οξέος HCl.

Άρα το KCl είναι ουδέτερο άλας και δεν επηρεάζει το pH.

(M)	HCN +	H ₂ O €	H ₃ O ⁺ +	CN ⁻
Αρχικά	0,005	/		
Ιον/ Παρ.	y		y	y
Ιοντική Ισορροπία (I.I)	0,005-y		y	y

$$K_a = \frac{[\text{CN}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} = \frac{y^2}{5 \cdot 10^{-3} - y} \approx \frac{y^2}{5 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-10} \Rightarrow y = 5 \cdot 10^{-6,5} M = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH}_3 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(5 \cdot 10^{-6,5}) = -\log 5 + 6,5 = 5,8$$