

Ενδεικτική επίλυση

α) Στο διάλυμα Δ1 συμβαίνει πλήρης ιοντισμός του HCl.

c(M)	HCl	+	H ₂ O	→	H ₃ O ⁺	+	Cl ⁻
αρχικά	0,1						
ιοντίζονται	0,1						
παράγονται					0,1		0,1
τελικά					0,1		0,1

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.$$

Επομένως το pH του διαλύματος Δ1 είναι ίσο με 1.

β) Υπολογίζεται η ποσότητα, σε mol, του Cl₂ που παράγεται.

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{2,24 \text{ L}}{22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0,1 \text{ mol}$$

Έστω V₁ ο όγκος του διαλύματος Δ1, με συγκέντρωση σε HCl c₁ = 0,1 M, που αντέδρασε με περίσσεια MnO₂.

Η ποσότητα του HCl, σε mol, που περιέχεται στον όγκο V₁ του διαλύματος Δ1 είναι:

$$n_1 = c_1 \cdot V_1 = 0,1 \text{ M} \cdot V_1 \text{ L} \quad (1)$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης: MnO₂(s) + 4HCl(aq) → Cl₂(g) + MnCl₂(aq) + 2H₂O(l)

$$\text{προκύπτει ότι: } \frac{n_{\text{HCl}}}{n_{\text{Cl}_2}} = \frac{4}{1} \Rightarrow \frac{n_1}{0,1 \text{ mol}} = \frac{4}{1} \Rightarrow n_1 = 0,4 \text{ mol}.$$

$$\text{Από (1): } c_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{0,4 \text{ mol}}{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 4 \text{ L}.$$

Επομένως ο όγκος του διαλύματος Δ1 που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή χλωρίου είναι 4 L.

γ) Έστω x mol PCl₃(g) περιέχονται στο δοχείο όγκου V = 2 L, στο οποίο εισάγονται 0,1 mol Cl₂(g).

mol	PCl ₃ (g)	+	Cl ₂ (g)	⇌	PCl ₅ (g)
αρχικά	x		0,1		
αντιδρούν	ω		ω		
παράγονται					ω
χημική ισορροπία	(x - ω)		(0,1 - ω)		ω

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας: $[Cl_2(g)] = [PCl_5(g)] \Rightarrow$

$$\frac{(0,1-\omega) \text{ mol}}{2 \text{ L}} = \frac{\omega \text{ mol}}{2 \text{ L}} \Rightarrow \omega = 0,05 \quad (2)$$

Από την σταθερά της χημικής ισορροπίας K_c και την σχέση (2) προκύπτει:

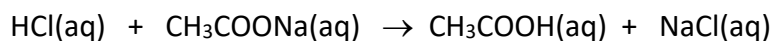
$$K_c = \frac{[PCl_5]}{[PCl_3][Cl_2]} = \frac{\left(\frac{\omega}{V}\right) M}{\left(\frac{x-\omega}{V}\right) M \cdot \left(\frac{0,1-\omega}{V}\right) M} \Rightarrow 20 \text{ M}^{-1} = \frac{\left(\frac{0,05}{2}\right) M}{\left(\frac{x-0,05}{2}\right) M \cdot \left(\frac{0,05}{2}\right) M} \Rightarrow$$

$$20 = \frac{2}{x-0,05} \Rightarrow x = 0,15$$

Άρα η ποσότητα του $PCl_3(g)$, η οποία εισήχθη αρχικά στο δοχείο είναι 0,15 mol.

δ) Έστω γ mol HCl περιέχονται σε όγκο V' L του διαλύματος Δ1.

Το HCl αντιδρά με το CH_3COOH σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

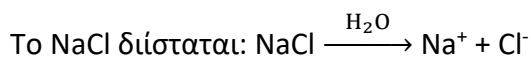


Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα πρέπει στο τελικό διάλυμα να περιέχεται το ασθενές οξύ CH_3COOH και η συζυγής του βάση CH_3COO^- , που προέρχεται από τη διάσπαση του άλατος CH_3COONa , το οποίο πρέπει να είναι σε περίσσεια. Επομένως θα αντιδράσει πλήρως η ποσότητα του HCl.

mol	$HCl(aq) + CH_3COONa(aq) \rightarrow CH_3COOH(aq) + NaCl(aq)$		
αρχικά	γ	0,1	
αντιδρούν	γ	γ	
παράγονται			γ γ
τελικά(διάλυμα Δ2)	---	$0,1 - \gamma$	γ γ

Οι συγκεντρώσεις των διαλυμένων ουσιών που βρίσκονται στο τελικό διάλυμα Δ2 είναι:

$$c_{CH_3COONa} = \frac{(0,1-\gamma) \text{ mol}}{V' L}, \quad c_{CH_3COOH} = \frac{\gamma \text{ mol}}{V' L}, \quad c_{NaCl} = \frac{\gamma \text{ mol}}{V' L}$$



Τα ιόντα Na^+ και Cl^- δεν αντιδρούν με το νερό, οπότε δεν επηρεάζουν το pH του διαλύματος.

Επειδή το pH του ρυθμιστικού διαλύματος είναι ίσο με 5, άρα η $[H_3O^+] = 10^{-5} \text{ M}$.

Σύμφωνα με την εξίσωση των Henderson και Hasselbalch:

$$[H_3O^+] = K_a(CH_3COOH) \cdot \frac{[\text{οξύς}]}{[\text{βάσης}]} \Rightarrow 10^{-5} = K_a(CH_3COOH) \cdot \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow$$

$$10^{-5} = 10^{-5} \cdot \frac{\frac{y}{V'} \text{ M}}{\frac{0,1-y}{V'} \text{ M}} \Rightarrow y = 0,05.$$

$$\text{Για το διάλυμα } \Delta 1 : c_1 = \frac{n_{\text{HCl}}}{V'} \Rightarrow c_1 = \frac{y}{V'} \Rightarrow V' = \frac{0,05 \text{ mol}}{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 0,5 \text{ L}$$

Επομένως ο όγκος του διαλύματος $\Delta 1$, στον οποίο θα προστεθούν 0,1 mol CH_3COONa , για να παρασκευαστεί ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 5$, πρέπει να είναι 0,5 L = 500 mL.