

Ενδεικτική επίλυση

α) Η σχετική μοριακή μάζα του NaClO είναι: $M_r(\text{NaClO}) = A_r(\text{Na}) + A_r(\text{O}) + A_r(\text{Cl}) = 23 + 35,5 + 16 = 74,5$. Άρα η μοριακή μάζα του NaClO είναι:

$$M = 74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Τα mol του NaClO στο διάλυμα Δ1 είναι:

$$n_1 = \frac{m}{M} \Rightarrow n_1 = \frac{7,45 \text{ g}}{74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \Rightarrow n_1 = 0,1 \text{ mol}$$

Η συγκέντρωση c_1 του NaClO στο διάλυμα Δ1 θα είναι:

$$c_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow c_1 = \frac{0,1 \text{ mol}}{V L} \quad (1)$$

Με τη διάλυση του NaClO στο νερό πραγματοποιείται διάσπαση, η οποία περιγράφεται με τη χημική εξίσωση $\text{NaClO}(s) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq})$ και οι συγκεντρώσεις των διαφόρων συστατικών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

c (M)	$\text{NaClO}(s) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq})$		
αρχικά	c_1		
αντιδρούν	c_1		
παράγονται		c_1	c_1
τελικά	0	c_1	c_1

Τα ιόντα $\text{Na}^+(\text{aq})$ δεν αντιδρούν με το νερό καθώς προέρχονται από την ισχυρή βάση NaOH, τα ιόντα $\text{ClO}^-(\text{aq})$ αντιδρούν με το νερό. Οι συγκεντρώσεις των διαφόρων συστατικών σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

c (M)	$\text{ClO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{HClO}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$			
αρχικά	c_1			
αντιδρούν	x			
παράγονται			x	x
τελικά	$c_1 - x \approx c_1$		x	x

Το pH του διαλύματος Δ1 είναι ίσο με 11 επομένως ισχύει $\text{pOH} = 3$ και $[\text{OH}^-] = x = 10^{-3} \text{ M}$.

Για τη σταθερά ιοντικής ισορροπίας του παραπάνω ιοντισμού ισχύει:

$$K_{\text{aHClO}} \cdot K_{\text{bClO}^-} = K_{\text{w}} \Rightarrow K_{\text{bClO}^-} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{aHClO}}} \Rightarrow K_{\text{bClO}^-} = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{10^{-8} \text{ M}} \Rightarrow K_{\text{bClO}^-} = 10^{-6} \text{ M}$$

$$K_{\text{bClO}^-} = \frac{[\text{HClO}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{ClO}^-]} \Rightarrow 10^{-6} \text{ M} = \frac{10^{-3} \text{ M} \cdot 10^{-3} \text{ M}}{c_1} \Rightarrow c_1 = 1 \text{ M}$$

Επομένως η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1 σε NaClO είναι $c_1 = 1 \text{ M}$.

Άρα, σύμφωνα με την εξίσωση (1) για τον όγκο του διαλύματος Δ1 θα ισχύει:

$$c_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{n_1}{c_1} \Rightarrow V_1 = \frac{0,1 \text{ mol}}{1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} \Rightarrow V_1 = 0,1 \text{ L}$$

Επομένως ο όγκος διαλύματος Δ1 που μπορεί να παρασκευαστεί είναι ίσος με 0,1 L ή 100 mL.

β) Με την προσθήκη διαλύματος Δ2 πραγματοποιείται η αντίδραση που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση $\text{NaClO}(\text{aq}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{HClO}(\text{aq})$. Προκειμένου το διάλυμα Δ3 να είναι ρυθμιστικό πρέπει σε αυτό να συνυπάρχουν ποσότητες του ασθενούς οξέος HClO και της συζυγούς βάσης NaClO. Επομένως στην αντίδραση πρέπει να εξαντλείται το HNO_3 και να περισσεύει NaClO. Έστω ότι στο διάλυμα Δ1 προστέθηκαν $\omega \text{ mol HNO}_3$, ενώ περιέχονται 0,044 mol NaClO ($n = 1 \text{ M} \cdot 44 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0,044 \text{ mol}$).

Έστω $V_{\text{τελ}}$ ο όγκος του διαλύματος Δ3. Ισχύει $V_{\text{τελ}} = 0,044 + V_2 \text{ L}$.

Οι μεταβολές των ποσοτήτων των διαφόρων συστατικών δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

mol	$\text{NaClO}(\text{aq}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{HClO}(\text{aq})$ (2)			
αρχικά	0,044	ω		
αντιδρούν	ω	ω		
παράγονται			ω	ω
τελικά	$0,044 - \omega$	0	ω	ω

Το διάλυμα Δ3 θα είναι ρυθμιστικό και θα έχει $\text{pH} = 9$. Επομένως θα ισχύει η εξίσωση Henderson-Hasselbalch.

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{c_{\text{ClO}^-}}{c_{\text{HClO}}} \Rightarrow 9 = -\log(10^{-8}) + \log \frac{\frac{0,044 - \omega \text{ mol}}{V_{\text{τελ}} \text{ L}}}{\frac{\omega \text{ mol}}{V_{\text{τελ}} \text{ L}}} \Rightarrow$$

$$9 = 8 + \log \frac{(0,044 - \omega) \text{ mol}}{\omega \text{ mol}} \Rightarrow 1 = \log \frac{0,044 - \omega \text{ mol}}{\omega \text{ mol}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,044 - \omega = 10\omega \Rightarrow \omega = 0,004 \text{ mol}$$

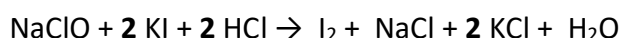
Στο διάλυμα Δ1 θα πρέπει να προστεθούν 0,004 mol HNO₃, τα οποία περιέχονται σε όγκο V₂ του διαλύματος Δ2 συγκέντρωσης c₂ = 10⁻² M. Επομένως, ο όγκος V₂ του διαλύματος Δ2 που πρέπει να προστεθεί υπολογίζεται από τη σχέση:

$$c_2 = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{0,004 \text{ mol}}{0,01 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} \Rightarrow V_2 = 0,4 \text{ L}$$

Άρα θα πρέπει να προστεθούν 0,4 L διαλύματος Δ2.

γ)

i. Η ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση έχει ως εξής:



ii. Σε 100 g λευκαντικής σκόνης περιέχονται 14,9 g NaClO

στα 10 g λευκαντικής σκόνης περιέχονται x g NaClO

$$x = \frac{14,9 \cdot 10}{100} \Rightarrow x = 1,49$$

Άρα 1,49 g NaClO περιέχονται σε 10 g λευκαντικής σκόνης.

Η μοριακή μάζα του NaClO είναι:

$$M = 74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Τα mol του NaClO που αντιδρούν είναι:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{1,49 \text{ g}}{74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \Rightarrow n = 0,02 \text{ mol}$$

Κατά την αντίδραση παράγεται I₂.

Οι ποσότητες των διαφόρων συστατικών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

mol	NaClO + 2 KI + 2 HCl → I₂ + NaCl + 2 KCl + H₂O			
αρχικά	0,02			
αντιδρούν	0,02			
παράγονται			0,02	
τελικά	0		0,02	

Επομένως από την αντίδραση παράγονται συνολικά 0,02 mol ιωδίου.