

### Μεταβολές του pH μετά από εξουδετέρωση.

Διαθέτουμε ορισμένο όγκο διαλύματος ασθενούς οξέος με  $\text{pH}=3$ . Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε  $x$  mol ισχυρού οξέος (π.χ.  $\text{HCl}$ ), με αποτέλεσμα να προκύψει διάλυμα ( $\Delta$ ) με  $\text{pH}=1$ .

i) Αν στο διάλυμα ( $\Delta$ ) προσθέσουμε μια ακόμη μικρή ποσότητα  $\text{HCl}$ , τότε το pH μπορεί να πάρει την τιμή:

- α) 0,8,            β) 1,            γ) 1,5

ii) Αν στο διάλυμα ( $\Delta$ ) προσθέσουμε μια μικρή ποσότητα  $\text{NaOH}$ , τότε το pH μπορεί να πάρει την τιμή:

- α) 0,8,            β) 1,            γ) 1,5

iii) Στο ( $\Delta$ ) προσθέτουμε  $y$  mol  $\text{NaOH}$  και το νέο διάλυμα αποκτά  $\text{pH}=2$ . Για την τιμή του  $y$  ισχύει:

- α)  $y < x$ ,            β)  $y = x$ ,            γ)  $y > x$

iv) Στο διάλυμα ( $\Delta$ ) προσθέτουμε  $\omega$  mol  $\text{NaOH}$  και το νέο διάλυμα αποκτά  $\text{pH}=3$ . Για την τιμή του  $\omega$  ισχύει:

- α)  $\omega < x$ ,            β)  $\omega = x$ ,            γ)  $\omega > x$

v) Αν στο διάλυμα ( $\Delta$ ) προσθέσουμε  $\text{NaOH}$ , μέχρι πλήρους εξουδετέρωσης και των δύο οξέων, τότε θα προκύψει διάλυμα με:

- α)  $\text{pH} < 7$ ,            β)  $\text{pH} = 7$ ,            γ)  $\text{pH} > 7$ .

Να θεωρήσετε τη θερμοκρασία σταθερή στους  $25^\circ\text{C}$ , οπότε  $k_w=10^{-14}$  και ότι με την προσθήκη στο αρχικό διάλυμα του οξέος ή της βάσεως δεν μετεβλήθη σημαντικά ο όγκος του διαλύματος. Οι απαντήσεις να δοθούν με βάση την παραδοχή, ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις που αναφέρονται στο βιβλίο σας.

#### Απάντηση:

i) Αν στο διάλυμα ( $\Delta$ ) προσθέσουμε ένα ισχυρό οξύ ( $\text{HCl}$ ), το διάλυμα θα γίνει περισσότερο όξινο, αφού θα έχουμε περισσότερα οξόνια, με αποτέλεσμα το pH να μικρύνει, άρα σωστή είναι η α) επιλογή.

ii) Αντίθετα σε ένα διάλυμα οξέων, προσθέτοντας μια βάση, θα έχουμε μερική εξουδετέρωση:



Οπότε θα μειωθεί η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  και το pH θα αυξηθεί. Σωστή η επιλογή γ).

iii) Το  $\text{NaOH}$  που προσθέτουμε εξουδετερώνει το μίγμα των οξέων. Στην πραγματικότητα μέσα στο διάλυμα έχουμε:

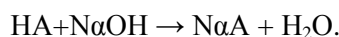
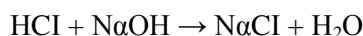
	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$			$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$		
Αρχικά	$C_1$			$C$		
Αντιδρούν	$C_1$			$x$		
Παράγονται		$C_1$	$C_1$		$x$	$x$
Τελικά	0	$C_1$	$C_1$	$C-x$	$x$	$x$

Που σημαίνει ότι τελικά  $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_1 + x \approx C_1$ , δηλαδή στην πράξη τα οξόνια του διαλύματος προέρχονται σε συντριπτικό ποσοστό από το ισχυρό οξύ, αλλά τότε η εξουδετέρωση ουσιαστικά θα είναι αντίδραση

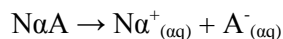
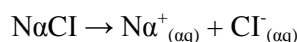
μεταξύ του ισχυρού οξέος και της βάσεως που προσθέτουμε.

Αλλά τότε, με την προσθήκη της βάσης θα μειωθούν τα οξόνια του διαλύματος και το pH θα αυξηθεί. Σωστή λοιπόν θα είναι η επιλογή α) αφού  $\text{pH}=2$ , μικρότερο από την τιμή που θα είχαμε στην περίπτωση που στο διάλυμα υπήρχε μόνο το ασθενές οξύ ( $\text{pH}=3$ ). Να το πούμε με άλλα λόγια, προσθέσαμε κάποια ποσότητα  $\text{NaOH}$ , μικρότερη όμως από την ποσότητα του ισχυρού οξέος που είχαμε αρχικά προσθέσει, με αποτέλεσμα στο διάλυμα να συνεχίσει να υπάρχει κάποια ποσότητα ισχυρού οξέος, το οποίο καθορίζει και την τιμή του pH του διαλύματος.

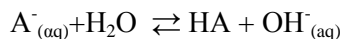
- iv) Με βάση την προηγούμενη ανάλυση, όταν το διάλυμα αποκτήσει ξανά  $\text{pH}=3$ , σημαίνει ότι έχει προκληθεί πλήρης εξουδετέρωση του ισχυρού οξέος, οπότε στο διάλυμα υπάρχει μόνο το ασθενές οξύ  $\text{HA}$  και το αλάτι  $\text{NaCl}$ , το οποίο όμως, έχει προκύψει από την εξουδετέρωση ισχυρού οξέος από ισχυρή βάση, συνεπώς τα ιόντα του δεν αντιδρούν με το νερό και δεν επηρεάζουν το pH του διαλύματος. Συνεπώς η σωστή επιλογή είναι η β) τα mol του ισχυρού οξέος είναι όσα και τα mol της ισχυρής βάσης.
- v) Τη στιγμή που έχουμε πλήρη εξουδετέρωση και των δύο οξέων, στο διάλυμα υπάρχουν μόνο τα δυο άλατα (και προφανώς νερό!!!):



Τα άλατα δίστανται:



Τα ιόντα  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  και  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  δεν αντιδρούν με το νερό, ενώ:



Συνεπώς το διάλυμα είναι βασικό και το  $\text{pH} > 7$ . Σωστή η γ) επιλογή.

[dmargaris@sch.gr](mailto:dmargaris@sch.gr)