

Ισχυρό ή ασθενές το οξύ;

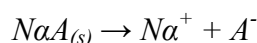
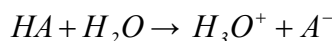
Έστω διάλυμα Y με όγκο 200ml ενός οξέος HA με $\text{pH}=x$. Το διάλυμα αυτό χρειάζεται 100ml διαλύματος NaOH 2M για πλήρη εξουδετέρωση. Αν στο διάλυμα Y ρίξουμε 0,002mol άλατος του νατρίου NaA (χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος), το pH αλλάζει και παίρνει τιμή ίση με 4.

- i) Μπορείτε να εξηγήσετε χωρίς να καταφύγετε σε υπολογισμούς, αν το οξύ HA είναι ισχυρό ή ασθενές;
- ii) Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος Y;
- iii) Ποια η τιμή του x;
- iv) Προσθέτουμε στο διάλυμα Y, λ mol στερεού NaOH, όπου $\lambda > 0,2$, χωρίς μεταβολή του όγκου, με αποτέλεσμα στο νέο διάλυμα Y' που παίρνουμε, η συγκέντρωση των αδιάστατων μορίων του οξέος να παίρνει την τιμή $[\text{HA}] = 10^{-7}\text{M}$.
 - a) Να βρεθεί το pH του διαλύματος Y'.
 - β) Να υπολογιστεί η τιμή του λ , των mol του NaOH που προσθέσαμε.

Δίνεται $k_w = 10^{-14}$.

Απάντηση:

- i) Έστω ότι το οξύ HA είναι ισχυρό. Τότε με την προσθήκη του άλατος, στο δοχείο θα είχαμε:



Αλλά τότε η προσθήκη του άλατος δεν θα επέφερε καμιά αλλαγή στη συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου, αφού δεν έχουμε κάποια ισορροπία η οποία να μετατοπίζεται, οπότε το pH θα παρέμενε σταθερό. Εδώ όμως το pH άλλαξε, άρα το οξύ HA είναι ασθενές.

- ii) Η αντίδραση εξουδετέρωσης, με την προσθήκη του διαλύματος NaOH είναι:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\text{HA} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaA} + \text{H}_2\text{O}$ | | | |
| mol | n | n | n |

Αλλά για το NaOH έχουμε ότι:

$$n_\beta = c_\beta V_\beta = 2 \cdot 0,1 \text{ mol} = 0,2 \text{ mol},$$

οπότε για το διάλυμα Y:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,2}{0,2} \text{ M} = 1 \text{ M}$$

- iii) Από τη στιγμή που το οξύ HA είναι ασθενές, με την προσθήκη του άλατος NaA, με συγκέντρωση:

$$c_l = \frac{n_l}{V} = \frac{0,002}{0,2} \text{ M} = 0,01 \text{ M}$$

θα έχουμε Ε.Κ.Ι. και δουλεύοντας με συγκεντρώσεις έχουμε:

| | |
|---|--|
| $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ | $NaA_{(s)} \rightarrow Na^+ + A^-$ |
| αρχ: c | αρχ: c ₁ |
| τελ: c-y y y+c ₁ | τελ: y+c ₁ |

Αλλά το pH του διαλύματος είναι pH=4, οπότε $y=10^{-4}$ M και παίρνοντας την σταθερά ιοντισμού του οξέος HA έχουμε:

$$k_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]} = \frac{y(y+c_1)}{c-y} = \frac{10^{-4} \cdot (10^{-4} + 0,01)}{1-10^{-4}} \approx \frac{10^{-4} \cdot 0,01}{1} = 10^{-6}$$

Αλλά τότε επανερχόμενοι στο αρχικό διάλυμα του οξέος έχουμε:

| |
|--|
| $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ |
| αρχ: c |
| τελ: c-z z z |

και λαμβάνοντας ξανά στη σταθερά ιοντισμού του οξέος:

$$k_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]} = \frac{z^2}{c-z} \approx \frac{z^2}{c} \rightarrow$$

$$z = \sqrt{c \cdot k_a} = \sqrt{1 \cdot 10^{-6}} M = 10^{-3} M = [H_3O^+] \text{ συνεπώς:}$$

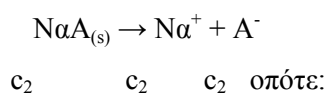
$$pH = x = -\log(10^{-3}) = 3.$$

iv) Ο αριθμός των mol του HA στο διάλυμα Y ήταν 0,2, ενώ ο αριθμός των mol NaOH λ>0,2. Αυτό σημαίνει ότι όλη η ποσότητα του οξέος εξουδετερώθηκε με βάση την χημική εξίσωση:

| mol | HA + NaOH → NaA + H ₂ O | | | |
|----------|------------------------------------|-------|-----|-----|
| Αρχικά | 0,2 | λ | | |
| Αντ-παρ. | -0,2 | -0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Τελικά | 0 | λ-0,2 | 0,2 | |

α) Αλλά τότε οι νέες συγκεντρώσεις στο Y' είναι $c_{NaA}=c_2 = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,2 L} = 1M$ και $c_{NaOH}=c_3 = \frac{\lambda - 0,2}{0,2} M$,

ενώ το αλάτι NaA δίσταται:



| | |
|---|---|
| $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$ | $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ |
| αρχ: c ₂ | αρχ: c ₃ |
| τελ: c ₂ -ρ ρ ρ+c ₃ | τελ: c ₃ ρ+c ₃ |

Αλλά για την αντίδραση της βάσης A⁻ έχουμε:

$$k_b = \frac{k_w}{k_a} = \frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]} \rightarrow \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = \frac{10^{-7} \cdot [OH^-]}{1 - 10^{-6}} \rightarrow$$

$$[OH^-] = 10^{-1} M \rightarrow pOH=1 \text{ ή } pH=13.$$

β) Παραπάνω υπολογίσαμε ότι $[OH^-] = 10^{-1} M \rightarrow \rho + c_3 = 0,1 \rightarrow$

$$10^{-7} + \frac{\lambda - 0,2}{0,2} = 0,1 \rightarrow \lambda = 0,2 + 0,02 - 2 \cdot 10^{-7} \text{ ή } \lambda = 0,22 mol$$

dmargaris@gmail.com