

ΑΣΚΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟ 3ο ΘΕΜΑ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
1^{ης} ΚΑΙ 2^{ης} ΔΕΣΜΗΣ (ΙΟΥΝΙΟΣ 1998)
(Ιοντισμός οξέος – Επίδραση κοινού ιόντος – Ρυθμιστικά διαλύματα)

1 mol NaOH αντιδρά πλήρως με 1 L υδατικού διαλύματος που περιέχει 1 mol του οξέος HA και 1 mol ενός άλλου οξέος HB, οπότε εξουδετερώνεται το 25% της ποσότητας του οξέος HA και το 75% της ποσότητας του οξέος HB.

i) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου του διαλύματος που προκύπτει.

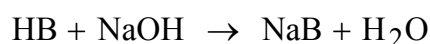
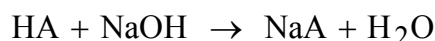
ii) Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού του οξέος HB.

Δίνονται:

- Η σταθερά ιοντισμού του οξέος HA είναι $K_{a(HA)} = 10^{-5}$.
- Οι σταθερές ιοντισμού και των δύο οξέων είναι πολύ μικρές και επομένως για την απλούστευση των υπολογισμών, πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες προσεγγίσεις.
- Στα υδατικά αυτά διαλύματα δεν παρατηρείται το φαινόμενο της υδρόλυσης.
- Θεωρείται ότι ο όγκος του διαλύματος των ασθενών οξέων δε μεταβάλλεται με την προσθήκη του NaOH.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΛΥΣΗ

i) Σε 1 L υδατικού διαλύματος διαλύουμε 1 mol στερεού NaOH, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος. Κατά την ανάμιξη πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης:



Υπολογίζουμε τις ποσότητες των σωμάτων που υπάρχουν στο υδατικό διάλυμα και την ποσότητα του στερεού NaOH σε mol:

$$n_{\text{HA}} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HB}} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 1 \text{ mol}$$

Δεδομένου ότι εξουδετερώνεται το 25% της ποσότητας του οξέος HA και το 75% της ποσότητας του οξέος HB κατασκευάζουμε πίνακα με τις ποσότητες των σωμάτων εκφρασμένες σε mol μετά από τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης:

	HA	+ NaOH	→ NaA	+ H ₂ O
Αρχικά:	1 mol	1 mol	– mol	– mol
Αντιδρούν:	0,25 mol	0,25 mol	– mol	– mol
Παράγονται:	– mol	– mol	0,25 mol	0,25 mol
Τελικά:	0,75 mol	0,75 mol	0,25 mol	0,25 mol

	HB	+ NaOH	→ NaB	+ H ₂ O
Αρχικά:	1 mol	1 mol	– mol	– mol
Αντιδρούν:	0,75 mol	0,75 mol	– mol	– mol
Παράγονται:	– mol	– mol	0,75 mol	0,75 mol
Τελικά:	0,25 mol	0,25 mol	0,75 mol	0,75 mol

Βρίσκουμε τις νέες συγκεντρώσεις όλων των σωμάτων που περιέχονται στο τελικό διάλυμα, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο όγκος του διαλύματος δε μεταβάλλεται:

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

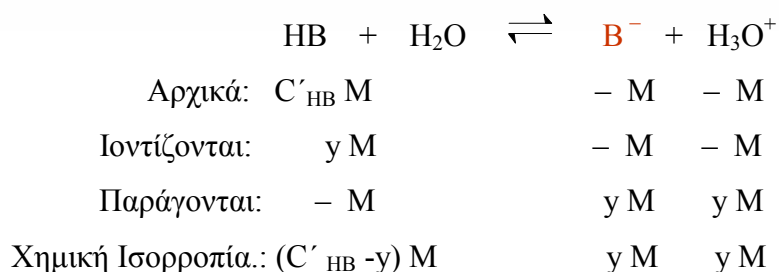
$$C'_{\text{HA}} = \frac{n_{\text{HA}}}{V} = \frac{0,75 \text{ mol}}{1\text{L}} \Leftrightarrow C'_{\text{HA}} = 0,75\text{M}$$

$$C'_{\text{NaA}} = \frac{n_{\text{NaA}}}{V} = \frac{0,25 \text{ mol}}{1\text{L}} \Leftrightarrow C'_{\text{NaA}} = 0,25\text{M}$$

$$C'_{HB} = \frac{n_{HB}}{V} = \frac{0,25 \text{ mol}}{1L} \Leftrightarrow C'_{HB} = 0,25 M$$

$$C'_{NaB} = \frac{n_{NaB}}{V} = \frac{0,75 \text{ mol}}{1L} \Leftrightarrow C'_{NaB} = 0,75 M$$

Τα άλατα NaA και NaB είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες και δίστανται πλήρως, ενώ τα οξέα HA και HB είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες και ιοντίζονται. Κατασκευάζουμε πίνακα με τις ποσότητες των σωμάτων εκφρασμένες σε M:



Οι ολικές συγκεντρώσεις των σωματιδίων στην κατάσταση ισορροπίας είναι:

$$[\text{HA}] = (\text{C}'_{\text{HA}} - x)\text{M} \Leftrightarrow [\text{HA}] = (0,75 - x)\text{M}$$

$$[\text{HB}] = (\text{C}'_{\text{HB}} - y)\text{M} \Leftrightarrow [\text{HB}] = (0,25 - y)\text{M}$$

$$[\text{A}^-] = (\text{C}'_{\text{NaA}} + x)\text{M} \Leftrightarrow [\text{A}^-] = (0,25 + x)\text{M}$$

$$[\text{B}^-] = (\text{C}'_{\text{NaB}} + y)\text{M} \Leftrightarrow [\text{B}^-] = (0,75 + y)\text{M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = (x + y)\text{M}$$

Η σταθερά ιοντισμού του οξέος HA στους 25°C , $K_{\text{a}}(\text{HA})$, είναι 10^{-5} , οπότε έχουμε:

$$K_{\text{a}}(\text{HA}) = 10^{-5} \Leftrightarrow \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{[(x + y)\text{M}] \cdot [(C'_{\text{NaA}} + x)\text{M}]}{(C'_{\text{HA}} - x)\text{M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{[(x + y)\text{M}] \cdot (C'_{\text{NaA}} \text{ M})}{C'_{\text{HA}} \text{ M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{[(x + y)\text{M}] \cdot (0,25 \text{ M})}{0,75 \text{ M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow (x + y) = 3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Η ποσότητα του HA που ιοντίζεται είναι πολύ μικρή, οπότε στους παραπάνω υπολογισμούς έγιναν προσεγγίσεις επειδή ισχύουν:

$$\triangleright \frac{K_{\text{a}}(\text{HA})}{(C'_{\text{HA}} \text{ M})} = \frac{10^{-5}}{0,75} \leq 10^{-2},$$

- Ο ιοντισμός του ΗΑ περιορίζεται σημαντικά λόγω επίδρασης κοινού ιόντος (A^-).

Η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου είναι πλέον γνωστή:

$$[H_3O^+] = (x + y)M \Leftrightarrow [H_3O^+] = 3 \cdot 10^{-5} M$$

Άρα, η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου του διαλύματος που προκύπτει είναι $3 \cdot 10^{-5} M$.

ii) Η σταθερά ιοντισμού του οξέος ΗΒ στους $25^0 C$, $K_{a(HB)}$, δίνεται από τον τύπο:

$$K_{a(HB)} = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]} = \frac{[(x + y)M] \cdot [(C'_{NaB} + y)M]}{(C'_{HB} - y)M} \Leftrightarrow$$

$$K_{a(HB)} = \frac{[(x + y)M] \cdot (C'_{NaB} M)}{C'_{HB} M} = \frac{(3 \cdot 10^{-5} M) \cdot (0,75 M)}{0,25 M} \Leftrightarrow$$

$$K_{a(HB)} = 9 \cdot 10^{-5}$$

Η ποσότητα του ΗΒ που ιοντίζεται είναι πολύ μικρή, οπότε στους παραπάνω υπολογισμούς έγιναν προσεγγίσεις επειδή ισχύουν:

➤ $\frac{K_{a(HB)}}{(C'_{HB} M)} = \frac{10^{-5}}{0,25} \leq 10^{-2}$,

- Ο ιοντισμός του ΗΒ περιορίζεται σημαντικά λόγω επίδρασης κοινού ιόντος (A^-).

Άρα, η σταθερά ιοντισμού του οξέος ΗΒ είναι $9 \cdot 10^{-5}$.

Λύση & Επιμέλεια: ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΑΝΔΡΟΥΛΑ