Νέο Φροντιστήριο

Τράπεζα Θεμάτων Γ Λυκείου

Χημεία

Κεφάλαιο: 5 Οξέα - Βάσεις και Ιοντική Ισορροπία

Θέμα 2

Θέμα 2ο

2.1 Δίνεται η απλή αντίδραση: $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$, $\Delta H > 0$

Η διάρκεια της αντίδρασης είναι 10 δευτερόλεπτα.

Κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων δευτερολέπτων απορροφάται ποσό θερμότητας x kJ, ενώ κατά τη διάρκεια των επόμενων 2 δευτερολέπτων απορροφάται ποσό θερμότητας y kJ.

α) Η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη; *(μονάδα 1)*

β) Να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. *(μονάδα 1)*

γ) Να προσδιορίσετε την τάξη της αντίδρασης. *(μονάδα 1)*

δ) Να συγκρίνετε τα ποσά θερμότητας x kJ και y kJ που απορροφώνται στα 2 διαφορετικά χρονικά διαστήματα. *(μονάδες 2)* Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 4)*

Μονάδες 9

2.2 Να αναφέρετε πώς θα μεταβληθεί (αύξηση, μείωση ή καμία μεταβολή) ο βαθμός ιοντισμού α του ασθενούς οξέος HCN, και το pH, ορισμένου όγκου υδατικού διαλύματος οξέος HCN συγκέντρωσης 0,1 M, όταν στον όγκο αυτόν, με σταθερή θερμοκρασία, προστεθούν:

α) ποσότητα στερεού KCN, χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος HCN. *(μονάδες 2)*

β) ποσότητα αερίου HCl, χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος HCN. *(μονάδες 2)*

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 12)*

Μονάδες 16

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Η αντίδραση έχει $\Delta H > 0$ και συνεπώς είναι ενδόθερμη.

β) Η αντίδραση είναι απλή και τα στερεά δεν συμπεριλαμβάνονται στο νόμο ταχύτητας. Επομένως η έκφραση του νόμου ταχύτητας θα είναι $\upsilon = k$.

γ) Η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης, όπως φαίνεται από τον νόμο ταχύτητας.

δ) Η ταχύτητα της αντίδρασης σε όλη τη διάρκεια της είναι σταθερή και ισούται με την τιμή της σταθεράς ταχύτητας, επειδή είναι μηδενικής τάξης. Συνεπώς κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων δευτερολέπτων η ποσότητα του $CaCO_3$ που αντέδρασε είναι ίση με την ποσότητα του $CaCO_3$ που αντέδρασε κατά την διάρκεια των 2 επόμενων δευτερολέπτων. Άρα και το ποσό θερμότητας που εκλύεται τα πρώτα 2 δευτερόλεπτα θα είναι ίσο με το ποσό θερμότητας που εκλύεται τα επόμενα 2 δευτερόλεπτα.

Επομένως x = y.

2.2

Στο υδατικό διάλυμα HCN πριν την προσθήκη KCN(s), έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

$$HCN(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CN^-(aq) \quad (1)$$

α) Η προσθήκη στερεού KCN(s) στο υδατικό διάλυμα HCN δεν μεταβάλει τον όγκο του διαλύματος και έχει σαν αποτέλεσμα τη διάλυση και τη διάσταση του KCN σύμφωνα με την αντίδραση:

$$KCN(aq) \rightarrow K^+(aq) + CN^-(aq) \quad (2)$$

Η συγκέντρωση του $[CN^-]$ του διαλύματος HCN θα αυξηθεί. Το CN^- είναι κοινό ιόν για τις αντιδράσεις (1) και (2) και λόγω επίδρασης κοινού ιόντος η ισορροπία της αντίδρασης (1) θα μετατοπιστεί αριστερά. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια τη μείωση των mol H_3O^+ και τη μείωση της συγκέντρωσης $[H_3O^+]$. Επειδή η συγκέντρωση οξωνίων $[H_3O^+]$ μειώνεται, από τη σχέση $pH = -\log[H_3O^+]$ βγαίνει το συμπέρασμα ότι το pH του διαλύματος HCN αυξάνεται. Ο βαθμός ιοντισμού δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{\text{mol HCN που ιοντίστηκαν}}{\text{mol HCN αρχικά}}$$

Λόγω μετατόπισης της ισορροπίας (1) προς τα αριστερά αυτό θα έχει σαν συνέπεια την μείωση των mol HCN που ιοντίστηκαν και συνεπώς μείωση του βαθμού ιοντισμού α.

β) Η προσθήκη αερίου HCl(g) στο υδατικό διάλυμα HCN δεν μεταβάλει τον όγκο του

διαλύματος και έχει σαν αποτέλεσμα τη διάλυση και τον ιοντισμό του HCl σύμφωνα με την αντίδραση:

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq) \quad (3)$$

Λόγω της αντίδρασης (3) η συγκέντρωση των οξωνίων $[H_3O^+]$ και τα mol H_3O^+ του διαλύματος θα αυξηθούν. Το $[H_3O^+]$ είναι κοινό ιόν για τις αντιδράσεις (1) και (3) και λόγω επίδρασης κοινού ιόντος η ισορροπία της αντίδρασης (1) θα μετατοπιστεί αριστερά. Επειδή η συγκέντρωση οξωνίου $[H_3O^+]$ αυξάνεται, από τη σχέση $pH = -\log[H_3O^+]$ βγαίνει το συμπέρασμα ότι το pH του διαλύματος HCN μειώνεται. Ο βαθμός ιοντισμού δίνεται από τη σχέση:

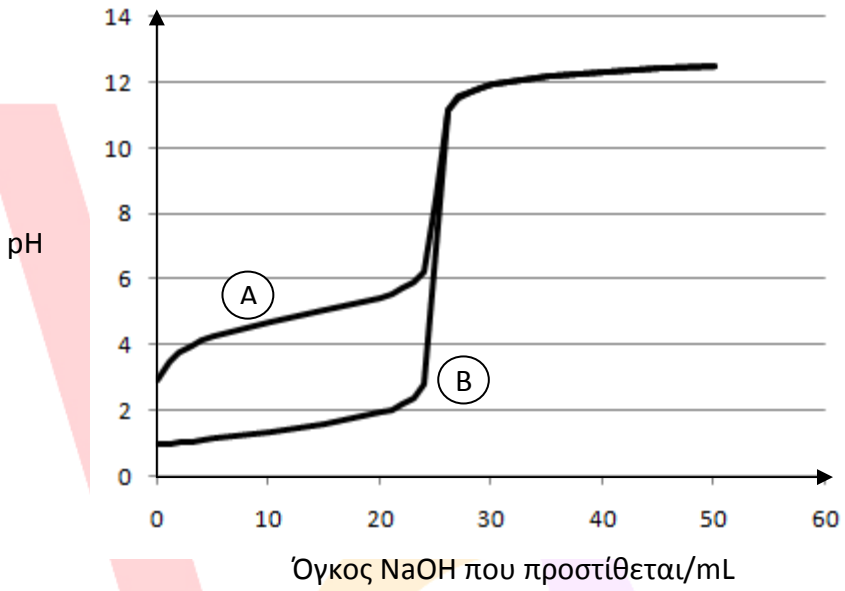
$$\alpha = \frac{\text{mol HCN που ιοντίστηκαν}}{\text{mol HCN αρχικά}}$$

Λόγω μετατόπισης της ισορροπίας (1) προς τα αριστερά αυτό θα έχει σαν συνέπεια την μείωση των mol που ιοντίστηκαν και συνεπώς μείωση του βαθμού ιοντισμού α.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο

Θέμα 2ο

2.1 Στο παρακάτω διάγραμμα παριστάνονται δύο καμπύλες ογκομέτρησης (Α και Β) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) συγκέντρωσης 0,1 M, το οποίο προστέθηκε ξεχωριστά σε διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl) συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ1) και σε διάλυμα αιθανικού οξέος (CH_3COOH) συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ2).



α) Να αντιστοιχίσετε καθεμία από τις καμπύλες ογκομέτρησης με καθένα από τα ογκομετρούμενα διαλύματα οξέος. *(μονάδες 2)*

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. *(μονάδες 4)*

γ) Να εξηγήσετε γιατί ένας δείκτης που είναι ασθενές οξύ με pK_a = 3,5 στους 25 °C, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για μία μόνον από τις δύο ογκομετρήσεις. *(μονάδες 4)*

δ) Να προσδιορίσετε το χρώμα που θα έχει διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) με pH = 13, όταν προστεθεί σε αυτό δείκτης που είναι ασθενές οξύ (ΗΔ) με $pK_{aHΔ}$ = 7 στους 25°C, γνωρίζοντας ότι το διάλυμα του δείκτη ΗΔ έχει χρώμα κίτρινο ενώ το διάλυμα των ιόντων $Δ^-$ έχει χρώμα μπλε. *(μονάδες 3)*

Όλα τα διαλύματα είναι υδατικά και σε θερμοκρασία 25 °C.

Μονάδες 13

2.2 Μία χημική βιομηχανία χρησιμοποιεί για την παρασκευή του προϊόντος Y την αντίδραση που περιγράφεται με την εξίσωση:

$$X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Z(g),\ \Delta H>0.$$

α) Να προσδιορίσετε για καθεμία από τις παρακάτω μεταβολές εάν η απόδοση της

αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί: *(μονάδες 4)*

i) Αύξηση της θερμοκρασίας.

ii) Προσθήκη κατάλληλου καταλύτη.

iii) Αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία.

iv) Απομάκρυνση, με κατάλληλη μέθοδο, του Z από το δοχείο αντίδρασης.

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.*(μονάδες 8)*

Μονάδες 12

νέο φροντιστήριο

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Α-Δ2, Β-Δ1

β) Η ογκομέτρηση διαλύματος υδροχλωρικού οξέος (HCl) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) είναι ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση στην οποία το ισοδύναμο σημείο είναι σε τιμή pH = 7.

Η ογκομέτρηση διαλύματος αιθανικού οξέος (CH_3COOH) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) είναι ογκομέτρηση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση στην οποία το ισοδύναμο σημείο είναι σε τιμή pH > 7.

Εναλλακτικά: πριν προστεθεί NaOH, τη στιγμή που στο διάλυμα υπάρχει μόνον οξύ, για την ίδια συγκέντρωση οξέος και στην ίδια θερμοκρασία, το pH στην καμπύλη Β είναι μικρότερο από το αντίστοιχο της καμπύλης Α. Επομένως η καμπύλη Β που ξεκινάει από μικρότερο pH αντιστοιχεί στην ογκομέτρηση του ισχυρότερου οξέος, δηλαδή του HCl και η καμπύλη Α σε εκείνη του CH_3COOH.

γ) Η περιοχή αλλαγής χρώματος ενός δείκτη που είναι ασθενές οξύ, είναι οι τιμές pH στην περιοχή pK_a- 1 – pK_a + 1, δηλαδή στη συγκεκριμένη περίπτωση οι τιμές pH 2,5 – 4,5. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι μόνο στην καμπύλη Β το κατακόρυφο τμήμα της βρίσκεται στην περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη. Επομένως ο δείκτης είναι κατάλληλος μόνο για τη μελέτη της ογκομέτρησης που παριστάνεται με την καμπύλη Β.

δ)

$$H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$$

κίτρινο μπλε

Το pH του διαλύματος NaOH είναι μεγαλύτερο από $pK_{aH\Delta}$ + 1, επομένως επικρατεί το χρώμα των ιόντων Δ^-. Άρα το χρώμα του διαλύματος NaOH θα είναι μπλε.

νέο φροντιστήριο

2.2

α)

i) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης **θα αυξηθεί**.

ii) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης **δεν θα αυξηθεί**.

iii) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης **δεν θα αυξηθεί**.

iv) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης **θα αυξηθεί**.

β)

i) Η αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, ευνοεί την ενδόθερμη

αντίδραση και η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά, όπως φαίνεται από την τιμή της ΔΗ. Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί.

ii) Η προσθήκη καταλύτη επιταχύνει και τις δύο αντίθετες αντιδράσεις με τον ίδιο ρυθμό. Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης δεν θα αυξηθεί.

iii) Η αύξηση της πίεσης, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, επηρεάζει αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέριες ουσίες και κατά την αντίδραση παρατηρείται μεταβολή του αριθμού των mol των αερίων. Η αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που έχουμε λιγότερα mol αερίων, δηλαδή στη συγκεκριμένη αντίδραση προς τα αριστερά. Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης δεν θα αυξηθεί.

iv) Η απομάκρυνση του Z από το δοχείο αντίδρασης, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση σχηματισμού του Z, δηλαδή προς τα δεξιά. Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο