

ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ 4

chem-north

Θέμα 4ο

Σε κλειστό δοχείο όγκου V προστίθενται 4 g H_2 και 76 g F_2 . Το μείγμα θερμαίνεται στους θ °C, οπότε μετά από κάποιον χρόνο αποκαθίσταται η ισορροπία $H_2(g) + F_2(g) \rightleftharpoons 2 HF(g)$, η οποία στους θ °C έχει $K_c = 4$.

α)

- i. Να βρείτε τη σύσταση του μείγματος σε mol στη Χημική Ισορροπία. (μονάδες 6)
- ii. Να υπολογίσετε τα mol του H_2 που πρέπει να προστεθούν στο δοχείο, ώστε η απόδοση της παραπάνω αντίδρασης να φθάσει στο 80%. (μονάδες 6)

β) Ποσότητα 3,2 mol HF διαλύονται σε νερό και προκύπτει διάλυμα με όγκο 3,2 L (διάλυμα Δ1). Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος δεδομένου ότι $K_{a,HF} = 10^{-4}$ M. (μονάδες 6)

γ) Σε 550 mL του διαλύματος Δ1 προσθέτουμε 0,5 mol στερεού NaOH και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα Δ2. Κατά την προσθήκη στερεού NaOH δεν παρατηρήθηκε μεταβολή όγκου του διαλύματος. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ2. (μονάδες 7)

Μονάδες 25

Δίνεται ότι:

- $A_r(H) = 1$ και $A_r(F) = 19$.
- Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της αντίδρασης παραγωγής του HF διατηρείται σταθερή.
- Στα υποερωτήματα (β) και (γ), τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C όπου $K_w = 10^{-14} M^2$ και επιτρέπονται οι γνωστές προσεγγίσεις.

Θέμα 4ο

Σε κενό δοχείο όγκου $V = 10 \text{ L}$ εισάγονται σε αέρια κατάσταση 4 mol H_2 και 4 mol I_2 . Το σύστημα φέρεται σε σταθερή θερμοκρασία $\theta \text{ }^\circ\text{C}$, οπότε ξεκινά η αντίδραση σχηματισμού αερίου HI.

α) Μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = 1 \text{ min}$ στο δοχείο υπάρχουν $0,6 \text{ mol HI}$. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης. (μονάδες 6)

β) Μετά από κάποιο χρόνο, χωρίς να μεταβληθεί η θερμοκρασία, αποκαθίσταται η ισορροπία: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ για την οποία ισχύει ότι $K_c = 4$. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης. (μονάδες 6)

γ) $0,3 \text{ mol}$ αερίου HI διαλύονται σε H_2O και τελικά προκύπτει διάλυμα όγκου 3 L (διάλυμα Δ1). Επίσης, στο εργαστήριο διαθέτουμε υδατικό διάλυμα CH_3COOH $0,1 \text{ M}$ (διάλυμα Δ2), το οποίο έχει $\text{pH} = 3$.

i. Να προσδιορίσετε τον όγκο του νερού που πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL του διαλύματος Δ1, ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά μία μονάδα. (μονάδες 4)

ii. Να προσδιορίσετε τον όγκο του νερού που πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL του διαλύματος Δ2, ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά μία μονάδα. (μονάδες 6)

iii. Να δώσετε μία ποιοτική εξήγηση για την παρατηρούμενη διαφορά στις ποσότητες νερού που απαιτούνται για την ίδια μεταβολή pH στα διαλύματα Δ1 και Δ2. (μονάδες 3)

Για το ερώτημα (γ) δίνεται: $K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} = 10^{-5} \text{ M}$, όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $25 \text{ }^\circ\text{C}$, όπου $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και ότι επιτρέπονται οι γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Ορισμένη ποσότητα ασβεστίου Ca(s) αντιδρά πλήρως με νερό, όπως περιγράφεται από την χημική εξίσωση: $\text{Ca(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ $\Delta H = -430 \text{ kJ/mol}$ ①

Μετά το τέλος της αντίδρασης έχουν παραχθεί και απομονωθεί 1,12 L αερίου H_2 , μετρημένα σε συνθήκες STP και έχει προκύψει υδατικό διάλυμα Ca(OH)_2 (διάλυμα Δ1), όγκου 10 L.

α) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται μέχρι το τέλος της αντίδρασης ①.
(μονάδες 5)

β) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 6)

Όλη η ποσότητα του αερίου H_2 που έχει παραχθεί από την αντίδραση ①, εισάγεται με ισομοριακή ποσότητα αερίου $\text{Cl}_2\text{(g)}$ σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 1 L, οπότε σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης αποκαθίσταται η ισορροπία :

$\text{Cl}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{HCl(g)}$ ② με $K_c = 36$.

γ) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης παραγωγής HCl , στις συνθήκες που αποκαταστάθηκε η ισορροπία. (μονάδες 7)

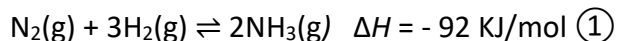
δ) Σε 5 L διαλύματος Ca(OH)_2 (διάλυμα Δ1) προστίθενται 0,05 mol HCl(g) και προκύπτει διάλυμα Δ2, όγκου 5 L. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ2. (μονάδες 7)

Για τα ερωτήματα **β)** και **δ)** ισχύει ότι θερμοκρασία είναι 25°C , όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Η αμμωνία, NH_3 , βρίσκεται στη φύση και συγχρόνως παράγεται στη χημική βιομηχανία σε ποσότητες εκατομμυρίων τόνων ετησίως, αφού αποτελεί την πρώτη ύλη για την παρασκευή πολλών χημικών προϊόντων, κυρίως των λιπασμάτων. Σήμερα η μεγαλύτερη ποσότητα αμμωνίας παγκοσμίως παράγεται με τη μέθοδο των Haber-Bosch, η οποία περιγράφεται με την παρακάτω θερμοχημική εξίσωση:



Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 5 L εισάγονται 1,5 mol αζώτου $\text{N}_2(\text{g})$ και 2,5 mol υδρογόνου $\text{H}_2(\text{g})$, τα οποία αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας σύμφωνα με τη χημική εξίσωση $\textcircled{1}$. Όταν το σύστημα καταλήξει σε χημική ισορροπία, η συγκέντρωση της αμμωνίας $\text{NH}_3(\text{g})$ είναι ίση με 0,2 M.

α) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση χημικής ισορροπίας. (μονάδες 8)

β) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης $\textcircled{1}$. (μονάδες 8)

γ) Όλη η ποσότητα της $\text{NH}_3(\text{g})$ που έχει παραχθεί στην χημική ισορροπία απομονώνεται με κατάλληλο τρόπο από το μίγμα ισορροπίας και διοχετεύεται σε 1 L υδατικού διαλύματος HCl συγκέντρωσης 1 M. Έτσι προκύπτει το διάλυμα Δ1, όγκου 1 L. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 9)

Οι διαδικασίες του ερωτήματος **γ)** πραγματοποιούνται σε θερμοκρασία 25 °C, όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχει τιμή $K_{b,\text{NH}_3} = 10^{-5} \text{ M}$. Τα δεδομένα του ερωτήματος **γ)** επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1 Σε 100 mL υδατικού διαλύματος H_2SO_4 συγκέντρωσης 5 M, διαλύονται 12,7 g Cu οπότε πραγματοποιείται αντίδραση η οποία περιγράφεται με την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση: $\text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)}$ ①

- α)** i. Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση. (μονάδες 2)
ii. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του αερίου που παράγεται.
Δίνεται: $A_r(\text{Cu}) = 63,5$. (μονάδες 4)

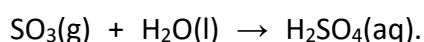
β) Όλη η ποσότητα του αερίου που παράγεται από την παραπάνω αντίδραση μεταφέρεται σε κενό δοχείο, σταθερού όγκου 15 L στους $\theta^\circ\text{C}$, στο οποίο υπάρχει ισομοριακή ποσότητα αερίου O_2 . Μετά από χρόνο 10 s αποκαθίσταται η ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη θερμοχημική εξίσωση: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ②.

Στην κατάσταση ισορροπίας στο δοχείο περιέχονται ισομοριακές ποσότητες SO_2 και SO_3 . Να υπολογίσετε:

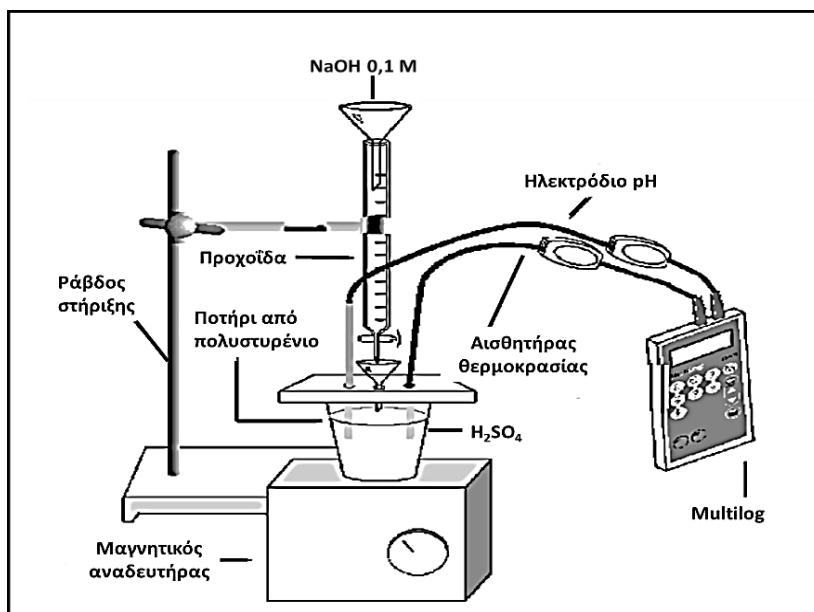
- i. τη σταθερά της χημικής ισορροπίας ②, στους $\theta^\circ\text{C}$. (μονάδες 6)
ii. τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης (σε μορφή κλάσματος), από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας. (μονάδες 4)

Μονάδες 16

4.2 Το SO_3 είναι ο ανυδρίτης του θειικού οξέος, καθώς αντιδρά όπως περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

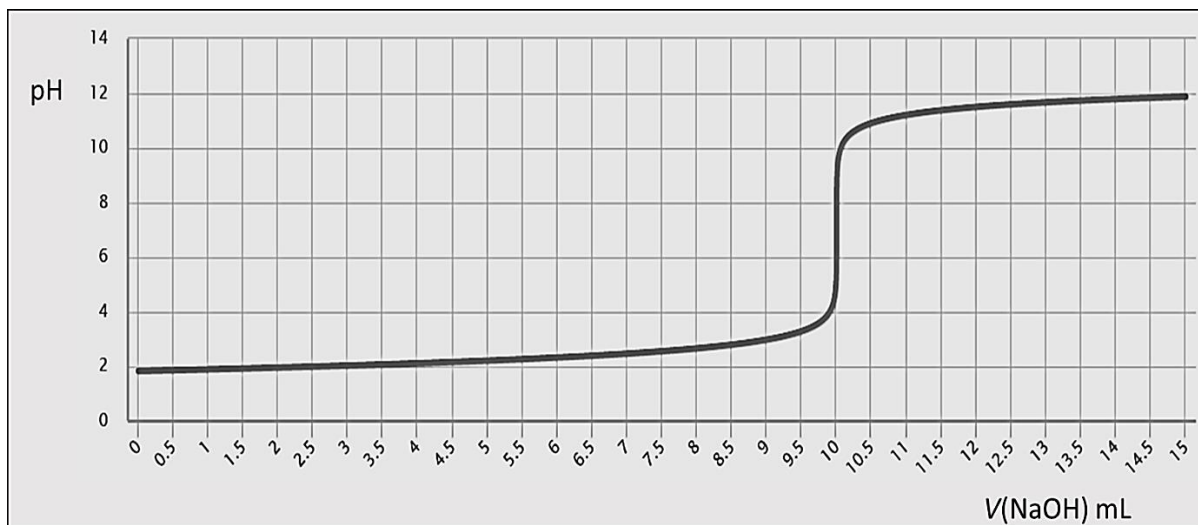


Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών πραγματοποίησε ένα πείραμα, με σκοπό τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ενός υδατικού διαλύματος H_2SO_4 , χρησιμοποιώντας ως πρότυπο υδατικό διάλυμα NaOH 0,1 M.



Μετέφεραν, με τη βοήθεια σιφωνίου πλήρωσης και πουαρ τριών βαλβίδων, 50 mL του υδατικού διαλύματος H_2SO_4 σε ποτήρι ζέσεως των 250 mL. Με τη βοήθεια της συσκευής

MultiLog και των αισθητήρων pH και θερμοκρασίας που διαθέτουν στο σχολικό τους εργαστήριο, σχεδίασαν την παρακάτω καμπύλη ογκομέτρησης.



Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του άγνωστου υδατικού διαλύματος H_2SO_4 .

Μονάδες 9

Θέμα 4^ο

4.1 Σε 2 L υδατικού διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 1 M, διαλύονται 397,5 g CuO οπότε πραγματοποιείται αντίδραση η οποία περιγράφεται από την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση: $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{CuO}(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + \text{Cu}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ①

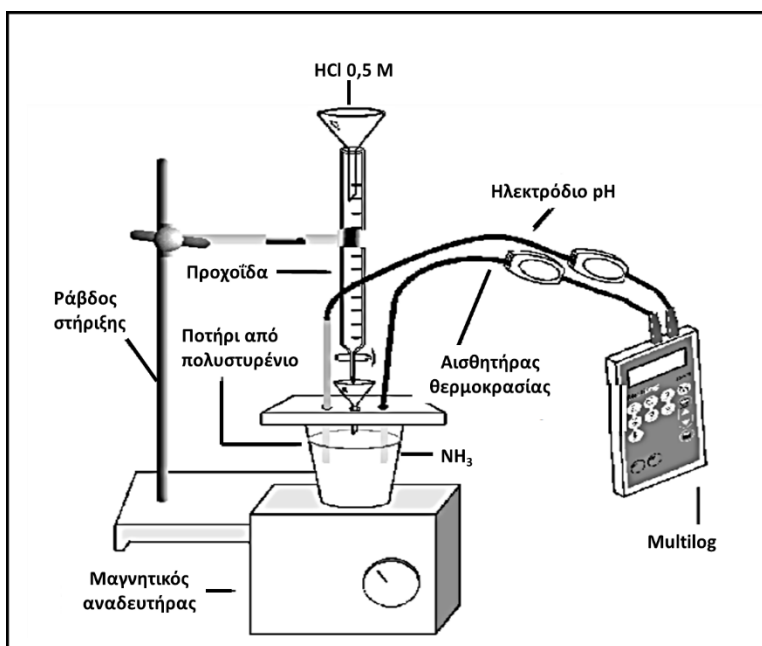
- α)** i. Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση. (μονάδες 2)
ii. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του αερίου που παράγεται.
Δίνονται: $A_r(\text{Cu}) = 63,5$ και $A_r(\text{O}) = 16$. (μονάδες 4)

β) Όλη η ποσότητα του αερίου προϊόντος της παραπάνω αντίδρασης μεταφέρεται σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 4 L στους θ °C στο οποίο υπάρχουν 2,5 mol αερίου H_2 οπότε μετά από χρόνο 125 s αποκαθίσταται η ισορροπία η οποία περιγράφεται από τη θερμοχημική εξίσωση: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92$ kJ ②. Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας έχουν ελευθερωθεί συνολικά 46 kJ θερμότητα. Να υπολογίσετε:

- i. τη σταθερά της χημικής ισορροπίας ② στους θ °C. (μονάδες 6)
ii. τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την έναρξή της μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας. (μονάδες 4)

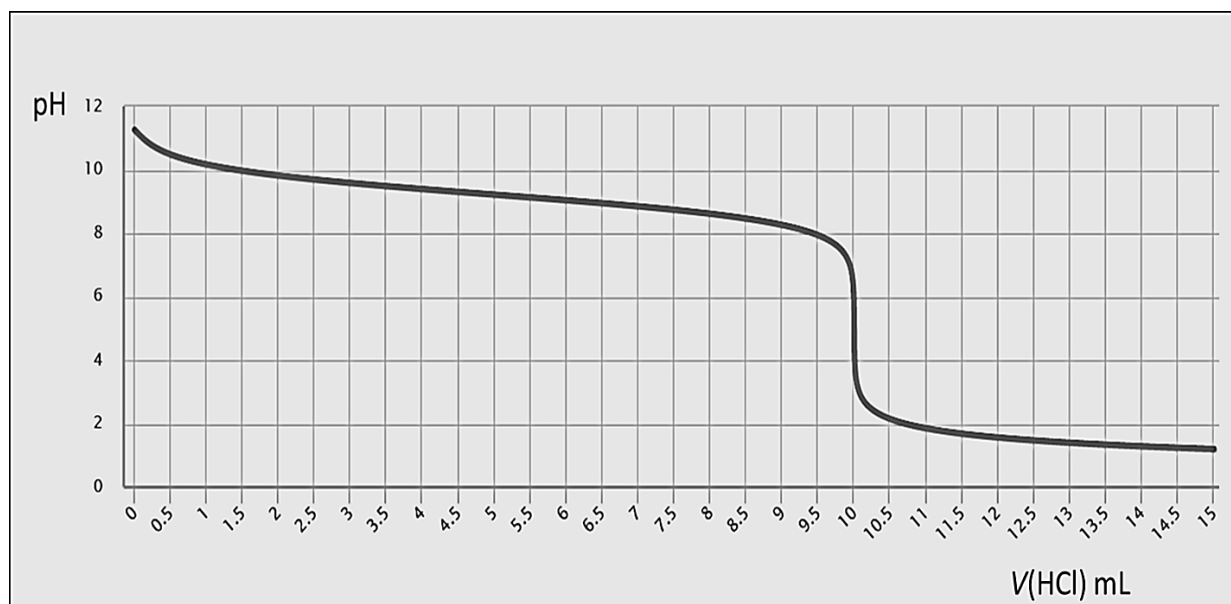
Μονάδες 16

4.2 Ένα μέρος της αέριας NH_3 από την παραπάνω ισορροπία απομονώθηκε από το δοχείο και διαλύθηκε σε νερό οπότε σχηματίστηκε υδατικό διάλυμα ($\Delta 1$). Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών πραγματοποίησε ένα πείραμα με σκοπό τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του υδατικού διαλύματος ($\Delta 1$) σε NH_3 χρησιμοποιώντας ως πρότυπο υδατικό διάλυμα HCl συγκέντρωσης 0,5 M. Με τη βοήθεια σιφωνίου πλήρωσης και πουαρ τριών βαλβίδων



μετέφεραν 25 mL από το διάλυμα ($\Delta 1$) σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL. Με τη βοήθεια της

συσκευής MultiLog και των αισθητήρων pH και θερμοκρασίας που διαθέτουν στο σχολικό τους εργαστήριο σχεδίασαν την παρακάτω καμπύλη ογκομέτρησης.



Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του υδατικού διαλύματος (Δ1) σε NH_3 .

Μονάδες 9

Θέμα 4°

Διαθέτουμε 400 mL υδατικού διαλύματος HCOOH συγκέντρωσης $c = 1\text{M}$ (διάλυμα Δ1), το οποίο έχει pH ίσο με 2.

α) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του HCOOH , καθώς και τον βαθμό ιοντισμού του HCOOH στο διάλυμα Δ1 (μονάδες 8)

β) Σε 200 mL του διαλύματος Δ1 προσθέτουμε 13,6 g HCOONa χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ2 που προέκυψε (μονάδες 8)

γ) Στα υπόλοιπα 200 mL του διαλύματος Δ1 προσθέτουμε 8 g NaOH χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ3 που προέκυψε. (μονάδες 9)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{O})=16$ και $A_r(\text{Na})=23$. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε θερμοκρασία $25\text{ }^\circ\text{C}$ όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w=10^{-14}\text{ M}^2$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Στο σχολικό εργαστήριο διαθέτουμε τα εξής διαλύματα:

Διάλυμα Δ1: NaOH 0,3 M.

Διάλυμα Δ2: NH₃ 0,1 M.

Διάλυμα Δ3: HCl 0,1 M.

α) Να υπολογίσετε το pH των διαλυμάτων Δ2 και Δ3 (μονάδες 8)

β) Αναμειγνύουμε 100 mL διαλύματος Δ1 με 100 mL διαλύματος Δ3. Να υπολογίσετε την ενέργεια που θα εκλυθεί μετά την παραπάνω ανάμειξη, αν γνωρίζετε ότι η ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση στις συνθήκες του πειράματος είναι: $\Delta H_n = -57 \text{ kJ}$. (μονάδες 6)

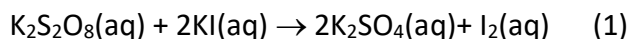
γ) Αναμειγνύουμε 200 mL διαλύματος Δ2, 100 mL διαλύματος Δ3 και 200 mL καθαρού νερού, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ5 όγκου 500 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ5. (μονάδες 11)

Οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε θερμοκρασία 25 °C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w=10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού της NH₃ έχει τιμή $K_b=10^{-5} \text{ M}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Το υπερθειικό κάλιο χρησιμοποιείται στη χημική βιομηχανία για την εκκίνηση αντιδράσεων συμπολυμερισμού και την παρασκευή συνθετικού καουτσούκ (BuNa-S) αλλά και ως λευκαντικό σε καθαριστικά προϊόντα, βαφές μαλλιών και παλαιότερα σε τρόφιμα. Ένα συνηθισμένο στα σχολικά εργαστήρια πείραμα χημικής κινητικής περιλαμβάνει την αντίδραση μεταξύ υπερθειικού καλίου και ιωδιούχου καλίου σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



α) Προκειμένου να μελετηθεί ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης (1) πραγματοποιείται μια σειρά πειραμάτων που τα αποτελέσματά τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Αριθμός πειράματος	$[\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8]$ (M)	$[\text{KI}]$ (M)	Αρχική ταχύτητα u_0 ($\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$)
1	0,01	0,01	$2\cdot 10^{-3}$
2	0,01	0,02	$4\cdot 10^{-3}$
3	0,02	0,01	$4\cdot 10^{-3}$

- Να βρείτε την τάξη της αντίδρασης ως προς κάθε ένα από τα δύο αντιδρώντα.
- Να αιτιολογήσετε αν η αντίδραση (1) είναι απλή ή πολύπλοκη.
- Να υπολογίσετε την τιμή και τις μονάδες της σταθεράς k της ταχύτητας. (μονάδες 9)

β) Σε θερμοκρασία 500 °C αέριο I_2 αντιδρά με αέριο H_2 σχηματίζοντας HI σύμφωνα με την αμφίδρομη χημική εξίσωση: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) \quad (2)$.

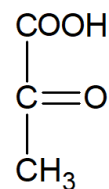
Η σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας (2) στους 500 °C είναι ίση με 49.

- Σε δοχείο όγκου 10 L εισάγονται 3,6 mol ισομοριακού μίγματος $\text{H}_2(\text{g})$ και $\text{I}_2(\text{g})$. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του HI στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας. (μονάδες 8)
- Απομακρύνονται με κατάλληλη διαδικασία 0,4 mol $\text{HI}(\text{g})$ από το δοχείο της αντίδρασης (2) τα οποία χρησιμοποιούνται για την παρασκευή 4 L υδατικού διαλύματος HI (διάλυμα Δ1). Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 8)

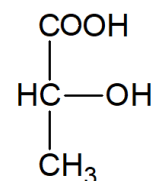
Μονάδες 25

Θέμα 4°

Η διάσπαση της γλυκόζης των τροφών στον οργανισμό μέσω μιας σειράς δέκα αντιδράσεων παράγει ως τελικό προϊόν το πυροσταφυλικό οξύ ($\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H}$). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται γλυκόλυση. Το πυροσταφυλικό οξύ χρησιμοποιείται και ως διατροφικό συμπλήρωμα. Ο συντακτικός τύπος του πυροσταφυλικού οξέος δίνεται στο διπλανό σχήμα.



α) Για τη μελέτη των ιδιοτήτων του πυροσταφυλικού οξέος σε χημικό εργαστήριο παρασκευάζεται πυροσταφυλικό οξύ μέσω της οξείδωσης ποσότητας υδατικού διαλύματος γαλακτικού οξέος ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$) με διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4) παρουσία θειικού οξέος (H_2SO_4). Ο συντακτικός τύπος του γαλακτικού οξέος δίνεται στο διπλανό σχήμα.



- i. Να γράψετε και να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση της οξείδωσης του γαλακτικού οξέος προς πυροσταφυλικό οξύ με υπερμαγγανικό κάλιο παρουσία θειικού οξέος. (μονάδες 4)
- ii. Να αιτιολογήσετε αν θα αποχρωματιστεί διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου όγκου $V_1 = 400 \text{ mL}$ και συγκέντρωσης $c_1 = 0,01 \text{ M}$ σε υπερμαγγανικό κάλιο παρουσία θειικού οξέος (διάλυμα Δ1), όταν αντιδράσει με όγκο $V_2 = 300 \text{ mL}$ διαλύματος γαλακτικού οξέος συγκέντρωσης $c_2 = 0,05 \text{ M}$ σε γαλακτικό οξύ (διάλυμα Δ2). (μονάδες 9)
- β)** Σε άλλο πείραμα, σε υδατικό διάλυμα Δ3 όγκου $V = 500 \text{ mL}$ και συγκέντρωσης $c_3 = 0,1 \text{ M}$ σε γαλακτικό οξύ προστίθενται $5,6 \text{ g}$ γαλακτικού νατρίου ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}$) και παρασκευάζεται ρυθμιστικό διάλυμα Δ4. Η προσθήκη του στερεού δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος.
- i. Να υπολογίσετε το pH του ρυθμιστικού διαλύματος Δ4 που παρασκευάστηκε. (μονάδες 7)
- ii. Να υπολογίσετε τον βαθμό ιοντισμού του γαλακτικού οξέος στο διάλυμα Δ4. (μονάδες 5)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{Na})=23$. Όλες οι διαδικασίες στο ερώτημα β έγιναν σε θερμοκρασία $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, όπου η σταθερά ιοντισμού του γαλακτικού οξέος είναι $K_{\text{aCH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}} = 10^{-4}$ M. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1 Το οξικό οξύ χρησιμοποιείται για τη σύνθεση πολλών εστέρων που χρησιμοποιούνται ως συνθετικές αρωματικές ύλες, όπως για παράδειγμα ο οξικός πεντυλεστέρας ($\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$) με χαρακτηριστικό άρωμα μπανάνας. Για τη σύνθεση του οξικού πεντυλεστέρα ($\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$) με βάση την αντίδραση 1, χρησιμοποιήθηκαν αρχικά 0,5 mol $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$ και 0,2 mol CH_3COOH .



Στη θέση Χημικής Ισορροπίας η ποσότητα του οξέος που υπάρχει προσδιορίστηκε με ογκομέτρηση και βρέθηκε ίση με 0,08 mol. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης 1.

Μονάδες 7

4.2 Ρυθμιστικά διαλύματα οξικού οξέος / οξικού νατρίου (CH_3COOH / CH_3COONa) με $\text{pH}=5$ χρησιμοποιούνται για επεξεργασία νουκλεϊκών οξέων καθώς και στη διαδικασία ηλεκτροφόρησης πρωτεϊνών.

α) Σε ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH / CH_3COONa προσθέτουμε

i) 1 mL διαλύματος HCl 0,1 M

ii) 1 mL διαλύματος NaOH 0,1 M.

Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται σε καθεμία από τις παραπάνω περιπτώσεις. (μονάδες 6)

β) Για την παρασκευή 240 mL ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH / CH_3COONa με $\text{pH}=5$, διαθέτουμε διάλυμα οξικού οξέος (CH_3COOH) συγκέντρωσης $c_1 = 0,1 \text{ M}$ (διάλυμα Δ1) και διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) συγκέντρωσης $c_2 = 0,1 \text{ M}$ (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε τους όγκους των διαλυμάτων Δ1 και Δ2 που χρειάζεται να αναμειχθούν για την παρασκευή του ρυθμιστικού διαλύματος που ζητείται.

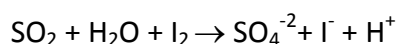
Δίνεται: $K_{\text{a},\text{CH}_3\text{COOH}} = 10^{-5} \text{ M}$

Για τους υπολογισμούς ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις. (μονάδες 12)

Μονάδες 18

Θέμα 4^ο

α) Για την προστασία των κρασιών από την οξείδωση προστίθεται, κατά τη διαδικασία παραγωγής τους, διοξείδιο του θείου (SO₂). Η κυκλοφορία του κρασιού στο εμπόριο επιτρέπεται εάν η συνολική ποσότητα SO₂ δεν είναι μεγαλύτερη από 200 mg/L, για τα λευκά ξηρά κρασιά. Ο προσδιορισμός του SO₂ στηρίζεται στην αντίδρασή του με διάλυμα ιωδίου. Η μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση είναι:



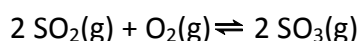
i) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παραπάνω εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 3)

ii) Να προσδιορίσετε εάν το I₂ στην παραπάνω αντίδραση δρα ως οξειδωτικό ή ως αναγωγικό. (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

iii) Για τον προσδιορισμό της ποσότητας του SO₂, 20 mL λευκού ξηρού κρασιού απαιτούν για την πλήρη αντίδραση 6 mL διαλύματος I₂ συγκέντρωσης c = 0,01 M. Να προσδιορίσετε εάν το κρασί είναι κατάλληλο για να κυκλοφορήσει στο εμπόριο. (μονάδες 9)

β) Η παρασκευή του θειικού οξέος με τη μέθοδο επαφής βασίζεται στην οξείδωση του αέριου SO₂ προς SO₃, παρουσία καταλύτη και σε υψηλή θερμοκρασία, και περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:



Σε θερμοκρασία θ, στη θέση ισορροπίας και σε δοχείο όγκου V = 1 L, υπήρχαν 0,8 mol SO₃, 1,6 mol SO₂ και 0,4 mol O₂. Να υπολογίσετε την ποσότητα του O₂ σε mol που πρέπει να προστεθεί στο δοχείο της αντίδρασης, στην ίδια θερμοκρασία, ώστε η ποσότητα του SO₃ στη νέα θέση ισορροπίας να είναι 1,2 mol. (μονάδες 10)

Δίνονται: A_r(S) = 32, A_r(O) = 16

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Ένα βιομηχανικό κράμα περιέχει Cu και αδρανείς χημικά προσμίξεις. Σε ένα αναλυτικό εργαστήριο Χημείας διαλύονται 31,75 g από το κράμα σε περίσσεια διαλύματος πυκνού νιτρικού οξέος (διάλυμα Δ1), οπότε εκλύονται 8,96 L αερίου NO₂ σε STP συνθήκες. Η μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται μεταξύ Cu και HNO₃ είναι η εξής: $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ [Αντίδραση ①]

- α) Να εξηγήσετε ποιο είναι το οξειδωτικό και ποιο το αναγωγικό σώμα στην αντίδραση ①. (μονάδες 4)
- β) Να συμπληρώστε τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης ①. (μονάδες 5)
- γ) Να υπολογίσετε την % w/w περιεκτικότητα αυτού του κράματος σε Cu. (μονάδες 8)
- δ) Όταν αραιωθεί το Δ1 με νερό με αναλογία όγκων $\frac{1}{9}$ προκύπτει τελικά διάλυμα Δ2 με pH=0. Να υπολογίσετε την αρχική συγκέντρωση του διαλύματος Δ1. (μονάδες 8)

Δίνεται ότι:

A_r: Cu = 63,5. Όλα τα παραπάνω υδατικά διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Το HCN είναι ένα ισχυρό δηλητήριο για τον άνθρωπο. Εργαστηριακά μπορεί να παρασκευαστεί από επίδραση HCl σε NaCN, ενώ όταν ένας άνθρωπος καταπιεί NaCN αυτό αντιδρά με το HCl του στομάχου και παράγεται το επικίνδυνο HCN. Διαθέτουμε διάλυμα Δ1 NaCN 0,1 M καθώς και διάλυμα Δ2 HCN 0,1 M στο οποίο το HCN έχει βαθμό ιοντισμού 0,01 %.

- α)** Να γράψετε την αντίδραση μεταξύ HCl και NaCN (αντίδραση ①). (μονάδες 4)
- β)** Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του HCN, $K_{a,HCN}$. (μονάδες 5)
- γ)** Να υπολογίσετε την τιμή pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 6)
- δ)** Εξηγήστε γιατί η τιμή της πρότυπης ενθαλπίας εξουδετέρωσης, ΔH°_n για την εξουδετέρωση του HCN από ισχυρή βάση είναι μικρότερη κατά απόλυτη τιμή, από την αντίστοιχη τιμή της πρότυπης ενθαλπίας εξουδετέρωσης, ΔH°_n για την εξουδετέρωση του HCl από ισχυρή βάση. (μονάδες 3)
- ε)** Έχει υπολογιστεί ότι το NaCN μπορεί να αποβεί θανατηφόρο για τον άνθρωπο, αν προσληφθεί σε ποσότητα μεγαλύτερη των 2 mg NaCN / kg ανθρώπου. Να γράψετε αν η ποσότητα του NaCN η οποία περιέχεται σε 50 mL υδατικού διαλύματος Δ3 NaCN με $pOH=3$ είναι θανατηφόρα για άνθρωπο με μάζα 100 kg (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 6)

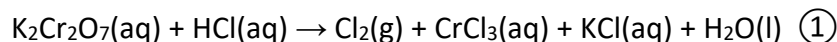
Δίνονται τα A_r : Na=23, C=12, N=14.

Όλα τα διαλύματα των ερωτημάτων α, β, γ, ε είναι υδατικά και βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C, όπου ισχύει $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

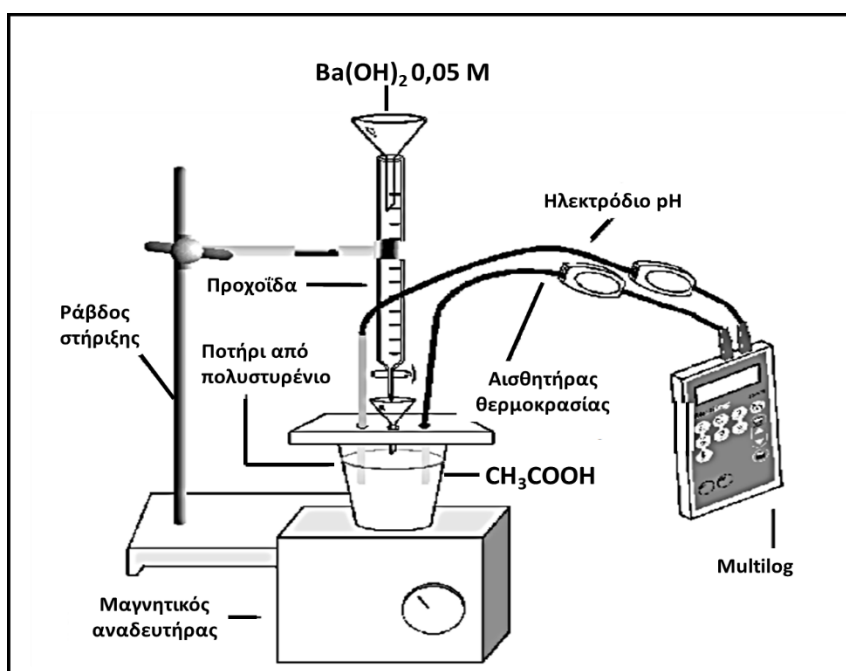
4.1 Σε 100 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ συγκέντρωσης 0,1 M, προσθέτουμε 80 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης 3 M, οπότε πραγματοποιείται αντίδραση η οποία περιγράφεται με την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:



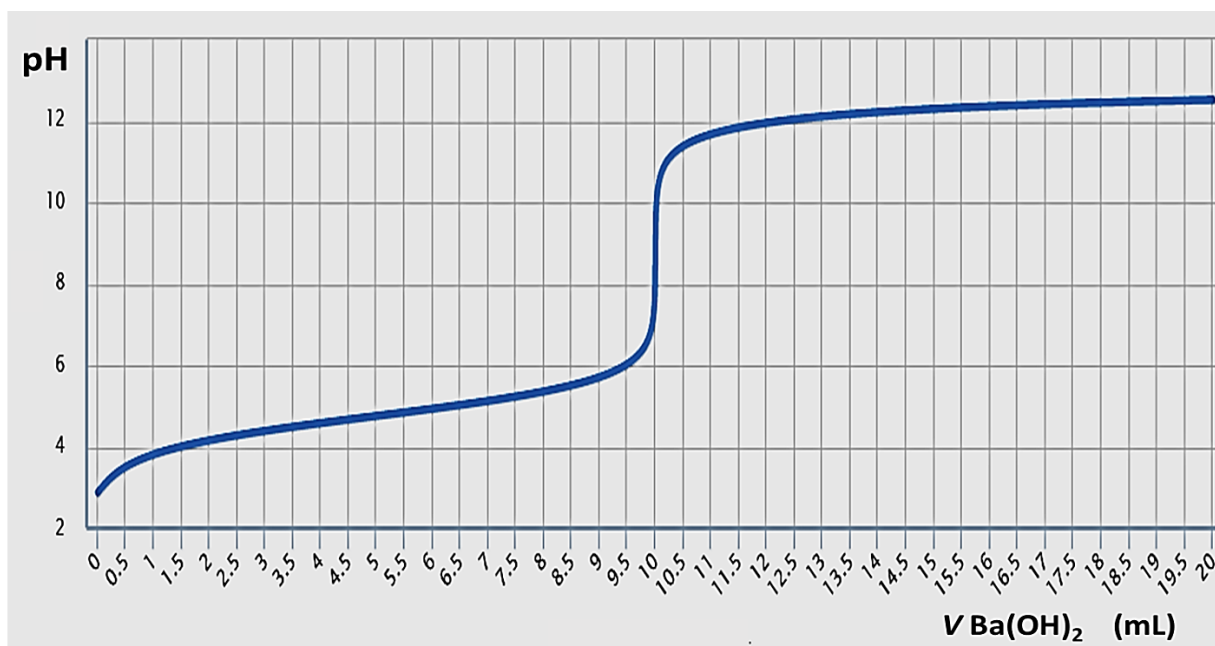
- α) i. Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση. (μονάδες 2)
- ii. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του αερίου που παράγεται. (μονάδες 3)
- β) Όλη η ποσότητα του αερίου που παράγεται κατά την παραπάνω αντίδραση μεταφέρεται σε δοχείο σταθερού όγκου 5 L στους $\theta^\circ C$, στο οποίο υπάρχει ισομοριακή ποσότητα αερίου H_2 . Μετά από χρόνο 20 s αποκαθίσταται η ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη θερμοχημική εξίσωση: $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$, $\Delta H = -184 \text{ kJ/mol}$ (2).
- Στην κατάσταση ισορροπίας στο δοχείο περιέχονται 0,02 mol αερίου HCl. Να υπολογίσετε:
- i. τη σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης (2), στους $\theta^\circ C$. (μονάδες 5)
- ii. τον ρυθμό παραγωγής του HCl, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την χρονική στιγμή που αποκαθίσταται η ισορροπία. (μονάδες 3)
- iii. τη θερμότητα που ελευθερώθηκε από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας. (μονάδες 3)

Μονάδες 16

4.2 Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών πραγματοποίησε ένα πείραμα, με σκοπό τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ενός διαλύματος CH_3COOH , χρησιμοποιώντας πρότυπο διάλυμα $Ba(OH)_2$ 0,05 M. Μετέφεραν, με τη βοήθεια σιφωνίου πλήρωσης και πουαρτριών βαλβίδων, 10 mL του



διαλύματος CH_3COOH σε ποτήρι από πολυστυρένιο (φελιζόλ). Με τη βοήθεια της συσκευής MultiLog και των αισθητήρων pH και θερμοκρασίας που διαθέτουν στο σχολικό τους εργαστήριο, προέκυψε η παρακάτω καμπύλη ογκομέτρησης.

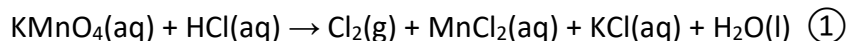


Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος CH_3COOH .

Μονάδες 9

Θέμα 4^ο

Σε 200 mL υδατικού διαλύματος HCl συγκέντρωσης 1 M, εισάγονται 3,16 g στερεού KMnO_4 , οπότε πραγματοποιείται αντίδραση, η οποία περιγράφεται με την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:



α) i. Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση. (μονάδες 2)

ii. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του αερίου που παράγεται. (μονάδες 4)

β) Όλη η ποσότητα του αερίου της παραπάνω αντίδρασης μαζί με 1 mol αερίου HCl και 0,05 mol αερίου H_2 , μεταφέρονται σε κενό δοχείο, σταθερού όγκου V L στους θ °C, οπότε αποκαθίσταται χημική ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$ (2). Η σταθερά της χημικής ισορροπίας (2) είναι ίση με 64 στους θ °C. Να διερευνήσετε αν το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία και να προσδιοριστούν οι ποσότητες των αερίων (σε mol) μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας (2). (μονάδες 9)

γ) Μια ποσότητα του αερίου HCl του μίγματος της παραπάνω ισορροπίας (2) ίση με 0,02 mol απομονώνεται με κατάλληλο τρόπο και διοχετεύεται σε 100 mL υδατικού διαλύματος (Δ1) το οποίο περιέχει CH_3COOH 0,1 M και CH_3COONa 0,2 M. Στη συνέχεια προστίθεται νερό οπότε προκύπτουν 600 mL υδατικού διαλύματος (Δ2).

Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος (Δ2). (μονάδες 10)

Δίνονται:

- Οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{K}) = 39$, $A_r(\text{Mn}) = 55$, $A_r(\text{O}) = 16$.
- Η σταθερά ιοντισμού του CH_3COOH στους 25 °C είναι ίση με $2 \cdot 10^{-5}$ M.
- Τα διαλύματα (Δ1) και (Δ2) βρίσκονται στους 25 °C και τα δεδομένα του ερωτήματος γ) επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Σε υδατικό διάλυμα $\text{NH}_3(\text{aq})$ διοχετεύουμε αέριο $\text{Cl}_2(\text{g})$ σε κατάλληλες συνθήκες, οπότε πραγματοποιείται μεταξύ τους η αντίδραση, η οποία περιγράφεται από την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση ①:



α) Να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση ①. (μονάδες 3)

β) Να υπολογίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης ① αν στις συνθήκες που πραγματοποιείται η αντίδραση δίνεται ότι:

$$\Delta H_f \text{NH}_3(\text{aq}) = -80 \text{ kJ/mol} \quad \text{και} \quad \Delta H_f \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) = -310 \text{ kJ/mol.} \quad (\text{μονάδες } 7)$$

γ) Σε 1,1 L υδατικού διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 2 M διοχετεύουμε 0,6 mol αερίου Cl_2 , οπότε προκύπτει υδατικό διάλυμα Δ1. Να υπολογίσετε:

i. το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται μέχρι την ολοκλήρωση της αντίδρασης. (μονάδες 7)

ii. το pH του διαλύματος Δ1 στους 25 °C. (μονάδες 8)

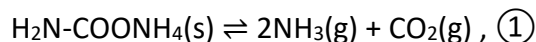
Δίνονται:

- Η σταθερά ιοντισμού του νερού στους 25 °C, $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$.
- $K_b(\text{NH}_3) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ στους 25 °C.
- Τα δεδομένα του ερωτήματος **γ)** επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 10 L στους θ °C εισάγονται 15,6 g $\text{H}_2\text{N-COONH}_4$ και μετά από χρονικό διάστημα 20 s αποκαθίσταται ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση ①:



α) Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης ① αν γνωρίζετε ότι:

$$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{N-COONH}_4(\text{s}) = -639 \text{ kJ/mol}, \Delta H_f^\circ \text{NH}_3(\text{g}) = -46 \text{ kJ/mol} \text{ και } \Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -393 \text{ kJ/mol}.$$

(μονάδες 4)

β) Αν από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας έχουν απορροφηθεί συνολικά 15,4 kJ θερμότητα, να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας ① στους θ °C. (μονάδες 6)

γ) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης ①. (μονάδες 3)

δ) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα σχηματισμού της NH_3 από την αρχή της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας ①. (μονάδες 3)

ε) Από το αέριο μίγμα της παραπάνω ισορροπίας ① απομονώνονται 0,1 mol αέριας NH_3 και διοχετεύονται σε νερό με αποτέλεσμα να διαλυθούν πλήρως και να σχηματιστεί το υδατικό διάλυμα Δ1. Να υπολογίσετε πόσα mol αερίου HCl πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα Δ1 (χωρίς αλλαγή του όγκου του), ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα Δ2 το οποίο να έχει $\text{pH} = 9$. (μονάδες 9)

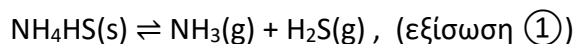
Δίνονται:

- $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{N})=14$ και $A_r(\text{O})=16$
- Η σταθερά ιοντισμού του νερού στους 25 °C, $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$.
- $K_b \text{NH}_3 = 10^{-5} \text{ M}$ στους 25 °C.
- Τα διαλύματα Δ1 και Δ2 έχουν θερμοκρασία 25 °C.
- Τα δεδομένα του ερωτήματος ε) επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

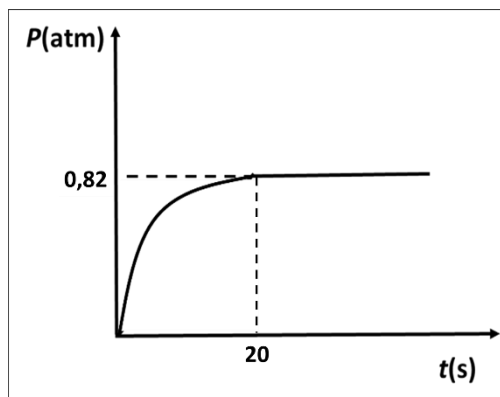
Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 10 L στους 227 °C, εισάγεται μια ποσότητα $\text{NH}_4\text{HS(s)}$ και αποκαθίσταται ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση ①:



Στο διπλανό διάγραμμα παρουσιάζεται η ολική πίεση στο εσωτερικό του δοχείου ως συνάρτηση του χρόνου.



α) Να υπολογίσετε τις ποσότητες (σε mol) των αερίων μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας. (μονάδες 7)

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας ① στους 227 °C. (μονάδες 4)

γ) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα σχηματισμού του H_2S από την αρχή της αντίδρασης, μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας. (μονάδες 4)

δ) Από το αέριο μίγμα της παραπάνω ισορροπίας ①, απομονώνεται μια ποσότητα αέριας NH_3 και διοχετεύεται σε 100 mL υδατικού διαλύματος Δ1 το οποίο περιέχει HCl με συγκέντρωση 0,1 M και NH_4Cl με συγκέντρωση 0,7 M με αποτέλεσμα να σχηματιστεί το υδατικό διάλυμα Δ2 με $\text{pH} = 9$. Να υπολογίσετε πόσα mol αέριας NH_3 απομονώθηκαν από το αέριο μίγμα της χημικής ισορροπίας ①. (μονάδες 10)

Δίνονται:

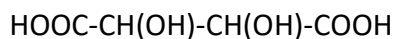
- Η παγκόσμια σταθερά αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
- Η σταθερά ιοντισμού του νερού στους 25 °C, $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$.
- Η σταθερά ιοντισμού της NH_3 στους 25 °C, $K_{b \text{NH}_3} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.
- Το διάλυμα Δ2 έχει θερμοκρασία 25 °C.
- Τα δεδομένα του ερωτήματος **δ)** επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1

Μέτρο της περιεκτικότητας του κρασιού σε οξέα, αποτελεί η ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα. Στη μέτρηση της οξύτητας δεχόμαστε ότι το τρυγικό οξύ



αντιπροσωπεύει κατά προσέγγιση το σύνολο των οξέων στο κρασί και συμπεριφέρεται ως ένα ασθενές διπρωτικό οξύ H_2A .

Σε ένα χημικό εργαστήριο εισάγονται 10 mL ενός κρασιού σε κωνική φιάλη, αραιώνονται με 20 mL νερού και ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M σε θερμοκρασία 25 °C.

Να εξηγήσετε ποιος από τους δύο παρακάτω δείκτες είναι καταλληλότερος για την ογκομέτρηση: Το πράσινο της βρωμοκρεσόλης ($\text{pK}_a = 4,7$) ή η φαινολοφθαλεΐνη ($\text{pK}_a = 9,3$).

Μονάδες -9

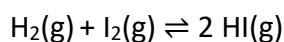
4.2

Το ξίδι είναι υγρό διάλυμα που προέρχεται από τη ζύμωση της αιθανόλης του κρασιού με τη βοήθεια κάποιων βακτηρίων. Κύριο συστατικό του είναι το αιθανικό οξύ ($\text{CH}_3\text{-COOH}$).

480 g αιθανικού οξέος αντιδρούν με περίσσεια νατρίου.

α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση (μονάδες 3) και να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του παραγόμενου αερίου. (μονάδες 5)

β) Όλη η ποσότητα του αερίου που παράγεται από την προηγούμενη αντίδραση εισάγεται σε δοχείο σταθερού όγκου V, το οποίο περιέχει περίσσεια I_2 σε κατάλληλες συνθήκες, και αποκαθίσταται η ισορροπία:



Αν η K_c της σύνθεσης του HI της παραπάνω ισορροπίας σε αυτές τις συνθήκες είναι 4 και η απόδοση της αντίδρασης είναι 80 %, να υπολογίσετε την αρχική ποσότητα του I_2 που εισήχθη στο δοχείο. (μονάδες 8)

Δίνεται: Η σχετική μοριακή μάζα του αιθανικού οξέος : $M_r = 60$.

Μονάδες 16

Θέμα 4^ο

Η ολική οξύτητα του γάλακτος εκφράζεται σε g (οξέος) / 100 mL γάλα. Στη μέτρηση της οξύτητας δεχόμαστε ότι το γαλακτικό οξύ ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$) αντιπροσωπεύει κατά προσέγγιση το σύνολο των οξέων στο γάλα και συμπεριφέρεται ως ένα τυπικό μονοπρωτικό οξύ. Η φυσιολογική οξύτητα του πρόβειου γάλακτος κυμαίνεται από 0,18 – 0,24 g (οξέος) / 100 mL γάλα. Οξύτητα μεγαλύτερη αυτής της τιμής οφείλεται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών στο γάλα, οι οποίοι παράγουν γαλακτικό οξύ και συνεπώς αυξάνουν την οξύτητα. Αυτό συμβαίνει συνήθως στις περιπτώσεις που το γάλα δεν ψύχεται, δηλαδή δεν διατηρείται συνεχώς στο ψυγείο ή έχει περάσει η ημερομηνία λήξης.

α) Σε ένα σχολικό εργαστήριο εισάγονται 50 mL πρόβειο γάλα σε κωνική φιάλη και ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M. Η αρχική ένδειξη της προχοΐδας ήταν 20 mL και στο τελικό σημείο ήταν 45 mL. Να υπολογίσετε την ογκομετρούμενη οξύτητα του γάλακτος. (μονάδες 9)

β) Να εξηγήσετε αν το συγκεκριμένο γάλα υπάρχει περίπτωση να είναι ληγμένο ή γενικότερα ακατάλληλο για κατανάλωση. (μονάδες 3)

γ) Στο ίδιο σχολικό εργαστήριο εισάγονται 50 mL του ίδιου γάλακτος σε κωνική φιάλη και αναμειγνύονται με 50 mL διαλύματος KMnO_4 0,1 M οξιτισμένου με H_2SO_4 . Να γράψετε την αντίδραση που θα πραγματοποιηθεί και να συμπληρώσετε σωστά τους συντελεστές (μονάδες 4). Να εξηγήσετε αν το διάλυμα του KMnO_4 θα αποχρωματιστεί. (μονάδες 9)

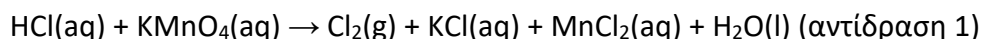
Δίνεται η σχετική μοριακή μάζα του γαλακτικού οξέος: $M_r = 90$.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Το σπίρτο του αλάτος είναι ένα πυκνό διάλυμα που προκύπτει από τη διάλυση αερίου HCl σε νερό. Πήρε το όνομά του από την εποχή κατά την οποία παρασκευαζόταν αποκλειστικά και μόνο από το κοινό μαγειρικό αλάτι, το οποίο αποτελεί μια φθηνή πρώτη ύλη, λόγω της αφθονίας του στη φύση.

Ποσότητα αερίου HCl διαλύεται στο νερό και αντιδρά στοιχειομετρικά με 500 mL διαλύματος KMnO₄ και το αποχρωματίζει σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:



- α)** Να συμπληρώσετε την εξίσωση με τους κατάλληλους συντελεστές. (μονάδες 5)
- β)** Η παραπάνω αντίδραση έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή 4,48 L αερίου Cl₂, μετρημένα σε STP. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του HCl που αντέδρασε και τη συγκέντρωση του διαλύματος KMnO₄. (μονάδες 5)
- γ)** Ποσότητα Br₂, ίση με την ποσότητα Cl₂ που παράχθηκε από την αντίδραση (1), διαβιβάζεται σε διαλύτη CCl₄ και στο διάλυμα Δ1 που σχηματίζεται, προστίθενται χωρίς μεταβολή όγκου 0,4 mol αερίου C₂H₄. Να εξετάσετε αν το διάλυμα Δ1 αποχρωματίζεται. (μονάδες 5)
- δ)** Ποσότητα σε mol αερίου HCl ίση με αυτή που αντέδρασε στην αντίδραση (1) διαλύεται σε νερό και προκύπτει διάλυμα Δ2 όγκου V = 640 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ2. (μονάδες 5)
- ε)** Ποσότητα αέριας NH₃ διαλύεται σε νερό και προκύπτει διάλυμα Δ3 συγκέντρωσης 1 M. Να υπολογίσετε με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Δ2 και Δ3 ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα Δ4 με pH = 9. (μονάδες 5)

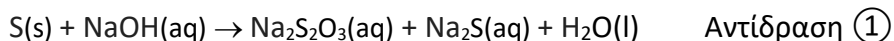
Οι διαδικασίες του ερωτήματος **δ)** και **ε)** γίνονται σε θερμοκρασία 25 °C, όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w=10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού της NH₃ έχει τιμή: $K_{b,\text{NH}_3}=10^{-5} \text{ M}$. Τα δεδομένα του ερωτήματος **ε)** επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Το θειοθειικό νάτριο ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) χρησιμοποιείται στη χαρτοποιία, στην τήξη ορυκτού αργύρου, στην παραγωγή δερμάτινων αγαθών, στη βαφή υφασμάτων και αλλού.

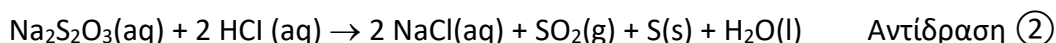
α) Το $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ παρασκευάζεται με ανάμειξη στερεού θείου (S) με υδατικό διάλυμα NaOH και θέρμανση μέχρι βρασμού. Η μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που περιγράφει την οξειδοαναγωγική αντίδραση είναι:



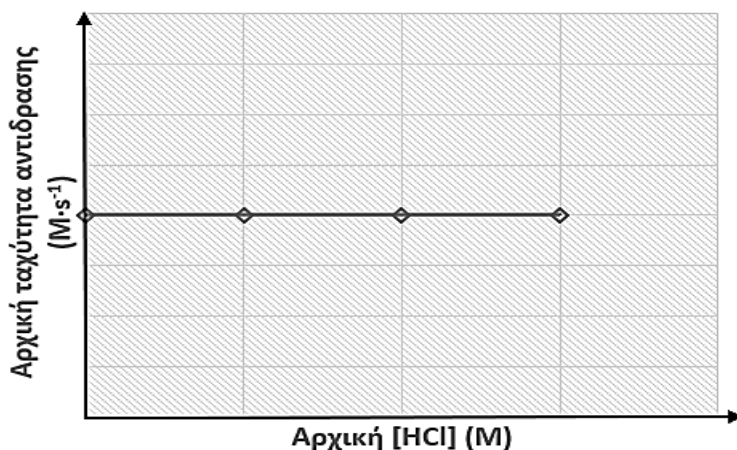
i) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης της αντίδρασης ①. (μονάδες 3)

ii) Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του στερεού S που απαιτείται για να αντιδράσει πλήρως με 60 mL διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 0,1 M. (μονάδες 7)

β) Το θειοθειικό νάτριο αντιδρά με διάλυμα HCl σύμφωνα με την αντίδραση που παριστάνεται από τη χημική εξίσωση:



i) Μία ομάδα μαθητών διερεύνησε στο εργαστήριο πώς επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης ② η μεταβολή στην αρχική συγκέντρωση του διαλύματος HCl, διατηρώντας την αρχική συγκέντρωση του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ σταθερή και μετρώντας σε κάθε πείραμα τον χρόνο που απαιτήθηκε για την εμφάνιση θολώματος εξαιτίας του σχηματισμού στερεού θείου (S). Μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων οι μαθητές σχεδίασαν το παρακάτω διάγραμμα της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης ② σε συνάρτηση με την αρχική συγκέντρωση του διαλύματος HCl.



Με βάση το παραπάνω διάγραμμα να εξηγήσετε ποια είναι η τάξη της αντίδρασης ως προς το HCl. (μονάδες 3)

ii) Μία άλλη ομάδα μαθητών διερεύνησε με παρόμοιο τρόπο πώς επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης ② η μεταβολή στην αρχική συγκέντρωση του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, διατηρώντας την αρχική συγκέντρωση του διαλύματος HCl σταθερή. Μετά από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προέκυψαν τα παρακάτω δεδομένα:

	Αρχική συγκέντρωση $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (M)	Αρχική ταχύτητα αντίδρασης ($\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$)
Πείραμα 1	0,04	0,004
Πείραμα 2	0,06	0,006
Πείραμα 3	0,08	0,008
Πείραμα 4	0,10	0,010

Χρησιμοποιώντας ορισμένα από τα πειραματικά δεδομένα να προσδιορίσετε το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης αιτιολογώντας την απάντησή σας. (μονάδες 6)

iii) Να εξηγήσετε ποια είναι η τάξη της αντίδρασης. (μονάδες 2)

iv) Να προσδιορίσετε τη σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης. (μονάδες 4)

Δίνεται: $A_r(\text{S}) = 32$

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

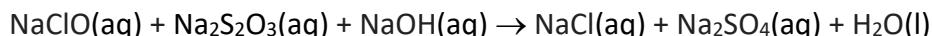
α) Όταν διαλυθεί χλώριο (Cl_2) στο νερό προκύπτει το ασθενές οξύ με μοριακό τύπο HClO , που ονομάζεται υποχλωριώδες οξύ. Υδατικό διάλυμα HClO 0,01 M έχει $\text{pH} = 5$. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού K_a του υποχλωριώδους οξέος. (μονάδες 5)

β) Ένα άλας του υποχλωριώδους οξέος (HClO) είναι το υποχλωριώδες νάτριο (NaClO). Το υδατικό διάλυμα του NaClO είναι γνωστό στο εμπόριο ως χλωρίνη. Μία μέθοδος παρασκευής της βασίζεται στη διαβίβαση αερίου χλωρίου σε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου. Η αντίδραση που συμβαίνει περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:



6,72 L αερίου Cl_2 σε *STP* συνθήκες διαβιβάζονται σε 300 mL διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 2 M και προκύπτει διάλυμα όγκου 300 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει. (μονάδες 10)

γ) Χλωρίνη χρησιμοποιείται και κατά τη λεύκανση των υφάνσιμων ινών στα εργοστάσια παραγωγής υφασμάτων. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας λεύκανσης η χλωρίνη θα πρέπει να απομακρυνθεί από τις υφάνσιμες ίνες. Για το σκοπό αυτό προστίθεται διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ σε βασικό περιβάλλον, ώστε η χλωρίνη να αντιδράσει πλήρως με αυτό. Η μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση είναι:



i) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της παραπάνω χημικής εξίσωσης. (μονάδες 3)

ii) Να υπολογίσετε τον όγκο υδατικού διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ συγκέντρωσης 0,1 M που απαιτείται για να αντιδράσει πλήρως με 0,02 mol NaClO . (μονάδες 7)

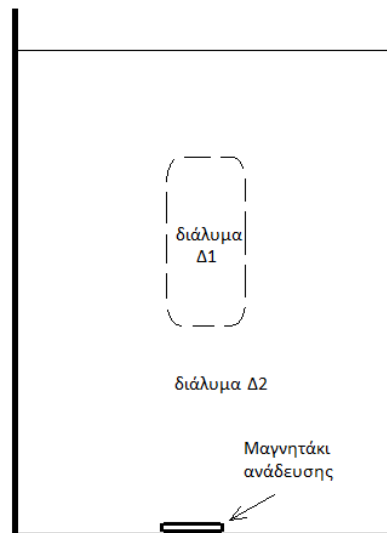
Δίνεται ότι:

Όλες οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε θερμοκρασία 25 °C, όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$. Τα δεδομένα των ερωτημάτων α και β επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Για την απομόνωση και την μελέτη των ιδιοτήτων βιομορίων όπως είναι οι πρωτεΐνες πολλές φορές εφαρμόζεται τεχνική κατά την οποία σε ελαστική ημιπερατή μεμβράνη (διακεκομμένη γραμμή) τοποθετείται κυτταρικό εκχύλισμα (διάλυμα Δ1) και έρχεται σε επαφή με υπερτονικό διάλυμα (διάλυμα Δ2) πολύ μεγαλύτερου όγκου όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



α) Στην ελαστική ημιπερατή μεμβράνη τοποθετούνται $V_1 = 50 \text{ mL}$ μοριακού διαλύματος Δ1 συγκέντρωσης $0,01 \text{ M}$. Το διάλυμα Δ2 είναι επίσης μοριακό και έχει συγκέντρωση $0,2 \text{ M}$ και όγκο $V_2 = 1500 \text{ mL}$.

Η διαδικασία λαμβάνει χώρα σε ψυκτικό θάλαμο σε θερμοκρασία 7°C .

i. Να υπολογίσετε την ωσμωτική πίεση του διαλύματος Δ1. (μονάδες 4)

ii. Να υπολογίσετε τον λόγο των τελικών όγκων $\frac{V'_1}{V'_2}$ που θα αποκτήσουν τα

διαλύματα Δ1 και Δ2 όταν θα έχουν εξισωθεί οι ωσμωτικές τους πιέσεις. (μονάδες 8)

β) Κατά την εφαρμογή της παραπάνω εργαστηριακής τεχνικής και προκειμένου να αποφευχθεί η καταστροφή της δομής των βιομορίων, το υπερτονικό διάλυμα πρέπει να είναι ρυθμιστικό διάλυμα κατάλληλου pH. Με προσθήκη 2 g NaOH σε όγκο $V_3 = 550 \text{ mL}$ διαλύματος NH_4Cl συγκέντρωσης $c_3 = 1 \text{ M}$ (διάλυμα Δ3) και εν συνεχεία συμπλήρωση με την απαραίτητη ποσότητα νερού μέχρι τελικού όγκου $V_4 = 2200 \text{ mL}$ παρασκευάζεται ρυθμιστικό διάλυμα (διάλυμα Δ4) κατάλληλου pH.

i. Να υπολογίσετε το pH του ρυθμιστικού διαλύματος Δ4 που παρασκευάστηκε με την παραπάνω διαδικασία. (μονάδες 9)

ii. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση $[\text{Cl}^-]$ στο ρυθμιστικό διάλυμα Δ4. (μονάδες 4)

Μονάδες 25

Δίνονται:

Η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{Na})=23$.

Τα διαλύματα Δ1 και Δ2 βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

Η σταθερά ιοντικής ισορροπίας της αμμωνίας είναι $K_{\text{b}(\text{NH}_3)} = 10^{-5} \text{ M}$.

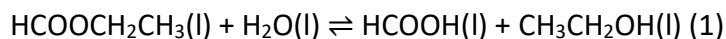
Στο ερώτημα β, η θερμοκρασία είναι ίση με 25°C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_{\text{w}} = 10^{-14} \text{ M}^2$.

Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Θέμα 4°

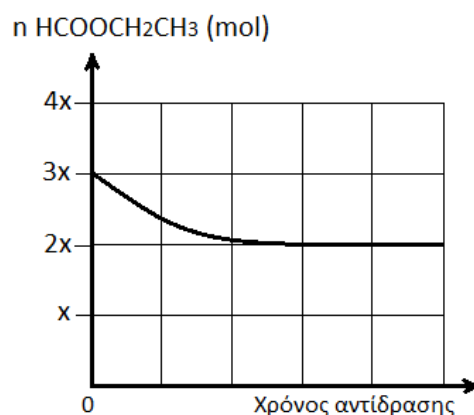
Εστέρες καρβοξυλικών οξέων όπως ο μεθανικός αιθυλεστέρας ($\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$) βρίσκουν εφαρμογή σε καθημερινής χρήσης υλικά όπως βερνίκια, κόλλες, μελάνια, διορθωτικά όπου παίζουν το ρόλο του πτητικού διαλύτη και σε αφρώδη οικοδομικά υλικά ως προωθητικό μέσο.

α) Ο μεθανικός αιθυλεστέρας υδρολύεται παρουσία οξέων σύμφωνα με την αμφίδρομη αντίδραση (1) που καταλήγει σε ομογενή ισορροπία και περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:



i. Να γράψετε την έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας K_c για την χημική εξίσωση (1). (μονάδες 3)

ii. Σε θερμοκρασία θ °C εισάγεται στο δοχείο αντίδρασης μεθανικός μεθυλεστέρας και νερό σε ισομοριακές ποσότητες και σε διάφορα χρονικά διαστήματα προσδιορίζεται η ποσότητα (mol) του εστέρα στο μίγμα της αντίδρασης. Με τα αποτελέσματα του πειράματος κατασκευάζεται το διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 1.

Να υπολογίσετε με βάση τα παραπάνω δεδομένα την τιμή της σταθεράς της χημικής ισορροπίας (K_c) της αντίδρασης (1). (μονάδες 8)

β) Παραλαμβάνονται τα προϊόντα της αντίδρασης (1) και οξειδώνονται πλήρως με διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4) συγκέντρωσης $c_1 = 0,03 \text{ M}$ οξινισμένου με θειικό οξύ (H_2SO_4) (διάλυμα Δ1).

i. Να γράψετε τις αντιδράσεις πλήρους οξείδωσης κάθε ενός εκ των προϊόντων με το οξινισμένο διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου. (μονάδες 6)

ii. Αν για την πλήρη οξείδωση των προϊόντων αποχρωματίζονται ακριβώς 40 mL διαλύματος Δ1, να υπολογίσετε την ποσότητα σε mol κάθε ενός από τα προϊόντα της αντίδρασης (1). (μονάδες 8)

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Στο σχολικό εργαστήριο διατίθεται υδατικό διάλυμα NH_3 (διάλυμα Δ1).

- α)** Μια μαθήτρια διαπιστώνει με την βοήθεια πεχαμέτρου ότι το διάλυμα Δ1 εμφανίζει pH ίσο με 11. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ1 σε NH_3 . (μονάδες 8)
- β)** Σε 500 mL του διαλύματος Δ1 η μαθήτρια προσθέτει 2 g NaOH , οπότε προκύπτει διάλυμα Δ2 όγκου 500 mL. Να υπολογίσετε την αναμενόμενη ένδειξη του πεχαμέτρου στο διάλυμα Δ2. (μονάδες 8)
- γ)** Σε 100 mL του διαλύματος Δ1 η μαθήτρια προσθέτει 100 mL υδατικού διαλύματος NH_4Cl 1 M, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ3, όγκου 200 mL. Να υπολογίσετε την αναμενόμενη ένδειξη του πεχαμέτρου στο διάλυμα Δ3. (μονάδες 9)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{O}) = 16$ και $A_r(\text{Na}) = 23$. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε θερμοκρασία 25°C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w=10^{-14}$ M^2 και η σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχει τιμή $K_b=10^{-5}$ M. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα NaOH (διάλυμα Δ1) το οποίο έχει όγκο 2 L και έχει προκύψει από την διάλυση 8 g NaOH σε νερό.

α) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 6)

β) Να υπολογίσετε την ποσότητα σε mol του αερίου HCl που απαιτείται να διαλυθεί σε 500 mL του διαλύματος Δ1 ώστε να προκύψει διάλυμα Δ2 με $\text{pH} = 1$. Η διάλυση του αερίου HCl δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος. (μονάδες 9)

γ) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ3 που θα προκύψει από την διάλυση 6 g καθαρού CH_3COOH σε 500 mL του διαλύματος Δ1. Η διάλυση του CH_3COOH θεωρούμε ότι δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος. (μονάδες 10)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{C}) = 12$, $A_r(\text{O}) = 16$ και $A_r(\text{Na}) = 23$. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε θερμοκρασία 25°C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού του CH_3COOH έχει τιμή $K_a = 10^{-5} \text{ M}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Ανήκετε σε ομάδα μαθητών - μαθητριών η οποία μελετά την ένωση HBr. Η μελέτη γίνεται με τη βοήθεια εικονικών εργαστηριακών ασκήσεων λόγω της επικινδυνότητας του HBr. Για την παραγωγή του HBr χρησιμοποιείται η αντίδραση $\text{Br}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(g)$ η οποία καταλήγει σε χημική ισορροπία, με τιμή σταθεράς χημικής ισορροπίας $K_c = 36$ στους $\theta^\circ \text{C}$.

α) Στο εικονικό εργαστήριο η ομάδα εισάγει 0,2 mol $\text{Br}_2(g)$ και 0,2 mol $\text{H}_2(g)$ σε δοχείο όγκου $V = 1 \text{ L}$. Να υπολογίσετε την ποσότητα HBr(g) σε mol, που θα υπάρχει στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας στους $\theta^\circ \text{C}$. (μονάδες 10)

β) Σε επόμενη εικονική εργαστηριακή άσκηση διαλύονται 1,12 L (μετρημένα σε STP συνθήκες) αερίου HBr σε νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ1 όγκου 500 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 5)

γ) Στην τελευταία εικονική εργαστηριακή άσκηση η ομάδα διαλύει σε νερό 0,2 mol HBr και 0,4 mol NH_3 , οπότε προκύπτουν 200 mL του διαλύματος Δ2. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ2. (μονάδες 10)

Οι διαδικασίες που περιγράφονται στα ερωτήματα β και γ γίνονται σε θερμοκρασία 25°C , όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχει τιμή $K_b = 10^{-5} \text{ M}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Η ελεύθερη οξύτητα του μελιού εκφράζεται σε mmol (οξέος) / Kg μελιού. Στη μέτρηση της οξύτητας δεχόμαστε ότι το μεθανικό οξύ (HCOOH) αντιπροσωπεύει κατά προσέγγιση το σύνολο των οξέων στο μέλι και το οποίο συμπεριφέρεται σαν ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ. Η ελεύθερη οξύτητα του μελιού διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με το είδος του μελιού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως μέθοδος διάκρισης των μελιών μεταξύ τους. Π.χ. το πευκόμελο Θάσου έχει ελεύθερη οξύτητα 12,9 mmol (οξέος) / Kg μελιού, ενώ το θυμαρίσιο μέλι Ευβοίας έχει ελεύθερη οξύτητα 28,7 mmol (οξέος) / Kg μελιού.

α) Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίζονται 10 g μελιού, διαλύονται σε θερμό απιονισμένο νερό και μεταφέρονται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη μέχρι τελικής αραιώσης των 100 mL (Διάλυμα Δ1). Στη συνέχεια 10 mL του διαλύματος Δ1 μεταφέρονται σε κωνική φιάλη, προστίθενται απεσταγμένο νερό, 2 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και στη συνέχεια ακολουθεί ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,001 M, όπου με ισχυρή ανάδευση του διαλύματος εμφανίζεται κόκκινο χρώμα. Η αρχική ένδειξη της προχοΐδας ήταν 5 mL. Η ένδειξη της προχοΐδας στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης ήταν 17 mL.

Από το αποτέλεσμα της ογκομέτρησης, να υπολογίσετε

i) τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ1 (μονάδες 9)

ii) την ελεύθερη οξύτητα του μελιού. (μονάδες 3)

β) Να εξηγήσετε αν το συγκεκριμένο μέλι θα μπορούσε να είναι πευκόμελο Θάσου ή θυμαρίσιο μέλι Ευβοίας. (μονάδες 3).

γ) Σε ένα άλλο πείραμα, ζυγίζονται 4,6 g μεθανικού οξέος, διαλύονται σε θερμό απεσταγμένο νερό και μεταφέρονται σε ογκομετρική φιάλη μέχρι τελικής αραιώσης των 100 mL (Διάλυμα Δ2). Το μεθανικό οξύ του διαλύματος Δ2 οξειδώνεται από διάλυμα KMnO_4 0,1 M οξινισμένου με H_2SO_4 . Να γράψετε την αντίδραση που πραγματοποιείται και να την ισοσταθμίσετε. (μονάδες 3) Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος KMnO_4 0,1 M οξινισμένου με H_2SO_4 , που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση του διαλύματος Δ2. (μονάδες 7).

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $\text{Ar}(\text{H})=1$, $\text{Ar}(\text{O})=16$, $\text{Ar}(\text{C})=12$

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1. Διαθέτουμε ένα υδατικό διάλυμα Δ1 συγκέντρωσης 0,1 M που δεν γνωρίζουμε αν περιέχει ουρία ($\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{NH}_2$) ή χλωριούχο νάτριο (NaCl). Μετρήσαμε την οσμωτική πίεση του διαλύματος Δ1 στους 27 °C και τη βρήκαμε ίση με 4,92 atm. Να εξηγήσετε αν το διάλυμα Δ1 περιέχει ουρία ή χλωριούχο νάτριο. (μονάδες 6)

4.2. Τα μυρμήγκια εκκρίνουν μυρμηκικό οξύ (HCOOH) είτε για να επιτεθούν είτε για να αμυνθούν. Ο πρώτος άνθρωπος που απομόνωσε μυρμηκικό οξύ ήταν ο Άγγλος φυσιολόγος John Ray, το 1671, με απόσταση μεγάλου αριθμού μυρμηγκιών! Σήμερα το μυρμηκικό οξύ παρασκευάζεται εργαστηριακά και χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο σε χημικές συνθέσεις, ως συντηρητικό σε ζωοτροφές και ως δραστικό συστατικό σε ορισμένα οικιακά προϊόντα απομάκρυνσης αλάτων.

Υδατικό διάλυμα HCOOH (διάλυμα Δ2) έχει όγκο 200 mL και στο διάλυμα αυτό ο βαθμός ιοντισμού του οξέος είναι 0,01.

α) Να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση του HCOOH στο διάλυμα Δ2 καθώς και το pH του διαλύματος. (μονάδες 6)

β) Να υπολογίσετε τον όγκο του νερού που πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL από το διάλυμα Δ2 (αραίωση), ώστε το pH του να μεταβληθεί κατά μισή μονάδα. (μονάδες 6)

γ) Στα υπόλοιπα 100 mL του διαλύματος Δ2 προστίθενται, χωρίς μεταβολή όγκου, 0,01 mol HCl και σχηματίζεται το διάλυμα Δ3. Να υπολογίσετε τον βαθμό ιοντισμού του HCOOH στο διάλυμα Δ3 καθώς και το pH του διαλύματος Δ3. (μονάδες 7)

Για το ερώτημα 4.1. δίνεται ότι $R = 0,082 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$.

Για το ερώτημα 4.2. δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C όπου $K_{a,\text{HCOOH}} = 10^{-4}$ M και $K_w = 10^{-14}$ M², καθώς επίσης ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4ο

Τα μυρμηγκία εκκρίνουν μυρμηκικό οξύ (HCOOH) είτε για να επιτεθούν είτε για να αμυνθούν. Ο πρώτος άνθρωπος που απομόνωσε μυρμηκικό οξύ ήταν ο Άγγλος φυσιολόγος John Ray, το 1671, με απόσταση μεγάλου αριθμού μυρμηγκιών! Σήμερα το μυρμηκικό οξύ παρασκευάζεται εργαστηριακά και χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο σε χημικές συνθέσεις, ως συντηρητικό σε ζωοτροφές και ως δραστικό συστατικό σε ορισμένα οικιακά προϊόντα απομάκρυνσης αλάτων.

α). Στο εργαστήριο διαθέτουμε υδατικό διάλυμα HCOOH (διάλυμα Δ1) συγκέντρωσης 1 M.

- i. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 5)
- ii. Σε 100 mL διαλύματος Δ1 προσθέτουμε 2 g NaOH , χωρίς μεταβολή όγκου, οπότε λαμβάνεται το διάλυμα Δ2. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ2. (μονάδες 6)
- iii. Αν στο διάλυμα Δ2 προστεθούν άλλα 2 g NaOH , χωρίς μεταβολή όγκου, να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ3 που θα προκύψει. (μονάδες 6);

β) Σε 200 mL διαλύματος HCOOH 1 M προσθέτουμε περίσσεια διαλύματος KMnO_4 οξινισμένου με θειικό οξύ.

- i. Να υπολογίσετε τον όγκο του εκλυόμενου αερίου σε STP συνθήκες. (μονάδες 4)
- ii. Στο εργαστήριο διαθέτουμε δύο φιάλες A και B για τις οποίες γνωρίζουμε ότι περιέχουν υδατικά διαλύματα HCOOH η μία και $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ή άλλη. Όμως, δεν γνωρίζουμε ποια περιέχει το HCOOH και ποια την $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Να προτείνετε δύο δοκιμασίες που να είναι απλές και να έχουν παρατηρήσιμο αποτέλεσμα, μέσω των οποίων θα μπορέσουμε να ταυτοποιήσουμε ποια ουσία περιέχεται στη φιάλη A και ποια στη φιάλη B. (μονάδες 4)

Για το ερώτημα (α) δίνεται ότι $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{Na})=23$, $V_{\text{mol,STP}} = 22,4 \text{ L/mol}$, όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία 25°C όπου $K_{a,\text{HCOOH}} = 10^{-4} \text{ M}$ και $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$, καθώς και ότι επιτρέπονται οι γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4ο

4.1. Όταν καίγονται 70 g αιθενίου C_2H_4 , σε πρότυπη κατάσταση, εκλύεται θερμότητα 3.500 kJ. Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία καύσης του C_2H_4 . (μονάδες 6)

4.2. Σε κλειστό, κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 4 mol NO, 2 mol N_2 και 2 mol O_2 , σε θερμοκρασία θ_1 °C. Στις συνθήκες αυτές μπορεί να λάβει χώρα η αντίδραση $2 NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$, για την οποία ισχύει $K_c = 4$.

α) Να εξηγήσετε προς ποια κατεύθυνση θα εκδηλωθεί χημική αντίδραση. (μονάδες 3)

β) Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος (σε mol) στη θέση ισορροπίας. (μονάδες 5)

γ) Το μίγμα της ισορροπίας θερμαίνεται στους θ_2 °C ($\theta_2 > \theta_1$), οπότε αποκαθίσταται μια νέα ισορροπία για την οποία βρέθηκε ότι $K'_c = 1$. Να εξηγήσετε αν η διάσπαση του NO είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη αντίδραση. (μονάδες 4)

4.3. Διαθέτουμε 500 mL διαλύματος KCN 0,1 M (διάλυμα Δ1). Να υπολογίσετε το pH διαλύματος Δ1. (μονάδες 7)

Δίνεται ότι, $A_r(H)=1$ και $A_r(C)=12$.

Επίσης, δίνεται ότι για το ερώτημα 4.3 τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C όπου $K_{a,H\text{CN}} = 10^{-10}$ M και $K_w = 10^{-14}$ M², καθώς και ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1. Σε δοχείο σταθερού όγκου 2 L στους θ °C εισάγουμε 3 mol A και 2 mol B, τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση, $2A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g) + \Delta(g)$.

α) Αν μετά από 50 s υπάρχουν στο δοχείο 2 mol A, να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης τα πρώτα πενήντα δευτερόλεπτα. (μονάδες 5)

β) Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 500 °C η αντίδραση μπορεί να θεωρηθεί απλή. Στους 550 °C έχει σταθερά ταχύτητας $k = 0,04 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Να προσδιορίσετε την αρχική της ταχύτητα στη θερμοκρασία αυτή. (μονάδες 4)

γ) Σε θερμοκρασία μικρότερη από 500 °C η αντίδραση βρέθηκε να έχει νόμο ταχύτητας $v_{\text{αρχ.}} = k' \cdot [A] \cdot [B]$. Να προτείνετε ένα μηχανισμό για την αντίδραση αυτή, όταν γίνεται σε θερμοκρασία μικρότερη από 500 °C. (μονάδες 3)

4.2. Προσθέτουμε 10 mL διαλύματος HCl 1 M σε:

- 90 mL καθαρό νερό.
- 90 ml διαλύματος CH_3COOH 1 M / CH_3COONa 1 M.

α) Να υπολογίσετε τη μεταβολή του pH μετά την προσθήκη του διαλύματος HCl στο καθαρό νερό. (μονάδες 4)

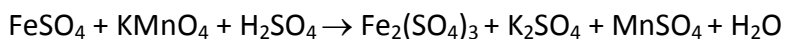
β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή του pH μετά την προσθήκη του διαλύματος HCl στο διάλυμα που περιείχε CH_3COOH 1 M / CH_3COONa 1 M. (μονάδες 9)

Για την ερώτηση 4.2 δίνεται ότι, όλα τα διαλύματα βρίσκονται στους 25 °C όπου $K_{\text{a,CH}_3\text{COOH}} = 10^{-5}$ M και $K_{\text{w}} = 10^{-14}$ M², κατά προσέγγιση $\log 0,8 = -0,1$, καθώς επίσης ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

α) Ο θειϊκός σίδηρος II (FeSO_4) αποτελεί το βασικό συστατικό λιπάσματος που χρησιμοποιείται σε κήπους για τη συντήρηση της χλόης και την προστασία από τα βρύα. Ο προσδιορισμός του FeSO_4 σε αυτά τα λιπάσματα στηρίζεται στην αντίδρασή του με διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4). Η μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση είναι:



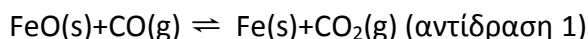
i) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παραπάνω εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 3)

ii) Να προσδιορίσετε εάν ο FeSO_4 στην παραπάνω αντίδραση δρα ως οξειδωτικό ή αναγωγικό. (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

iii) Για τον προσδιορισμό της ποσότητας του FeSO_4 σε λίπασμα για τους κήπους που κυκλοφορεί στο εμπόριο, παρασκευάζεται διάλυμα όγκου 1 L με τη διάλυση 100 g λιπάσματος σε νερό (διάλυμα Δ1). 10 mL Δ1 απαιτούν για την πλήρη αντίδραση 10 mL διαλύματος KMnO_4 συγκέντρωσης $c = 0,024 \text{ M}$. Να υπολογίσετε την % w / w περιεκτικότητα του λιπάσματος σε FeSO_4 . (μονάδες 10)

β) Μία αντίδραση που χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία του σιδήρου περιγράφεται με την παρακάτω εξίσωση χημικής ισορροπίας:



Σε θερμοκρασία 120°C η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης 1 είναι $K_c = 5$.

i) Να υπολογίσετε την ποσότητα του CO_2 σε mol που βρίσκεται σε ισορροπία με 0,25 mol CO σε δοχείο όγκου 10 L και σε θερμοκρασία 120°C . (μονάδες 4)

ii) Να υπολογίσετε την ποσότητα του CO_2 σε mol που πρέπει να απομακρυνθεί από το δοχείο της αντίδρασης, στην ίδια θερμοκρασία, ώστε η ποσότητα του CO στη νέα θέση ισορροπίας να είναι το $\frac{1}{5}$ της αρχικής θέσης ισορροπίας. (μονάδες

5)

Δίνονται: $A_r(\text{S}) = 32$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{Fe}) = 56$

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

α) Ο προσδιορισμός της οξύτητας του γάλακτος σε γαλακτοκομικά προϊόντα γίνεται συνήθως με ογκομέτρηση με διάλυμα υδροξειδίου νατρίου (NaOH). Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε γαλακτικό οξύ $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}]$ % w / v, παρόλο που το γάλα περιέχει και άλλα οξέα.

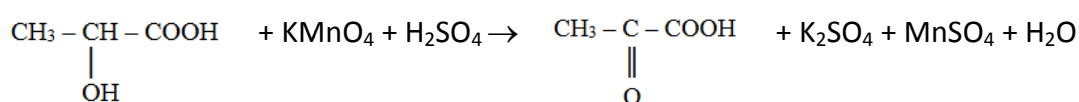
i) 50 mL γάλακτος ογκομετρήθηκαν με διάλυμα NaOH συγκέντρωσης $c = 0,1 \text{ M}$ και απαιτήθηκαν για την πλήρη εξουδετέρωση 10 mL του διαλύματος NaOH. Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα % w / v του γάλακτος σε γαλακτικό οξύ. (μονάδες 6)

ii) Ένας από τους δείκτες που αναγράφονται στον παρακάτω Πίνακα είναι κατάλληλος για την ογκομέτρηση. Να προσδιορίσετε τον κατάλληλο δείκτη για την ογκομέτρηση. (μονάδα 1)

Δείκτης	περιοχή pH αλλαγής χρώματος
Ηλιανθίνη	3 -5
Μπλε της βρωμοθυμόλης	5,5-7
Φαινολοφθαλεΐνη	8 - 10

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 4)

β) Το γαλακτικό οξύ μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό οξύ με την επίδραση διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4) παρουσία οξέος. Η αντίδραση περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

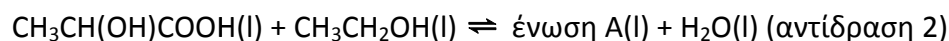


(αντίδραση 1)

i) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην εξίσωση της αντίδρασης 1 ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 3).

ii) Να υπολογίσετε την ποσότητα του πυροσταφυλικού οξέος σε g που σχηματίζεται από την αντίδραση 0,5 mol γαλακτικού οξέος. (μονάδες 4)

γ) 0,25 mol γαλακτικού οξέος αντιδρούν με 0,25 mol αιθανόλης ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση.



i) Να γράψετε τον συντακτικό τύπο της ένωσης Α. (μονάδες 2)

ii) Στη θέση της χημικής ισορροπίας η ποσότητα του οξέος που υπάρχει προσδιορίστηκε, με ογκομέτρηση, ίση με 0,13 mol. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης 2. (μονάδες 5)

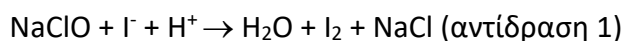
Δίνονται: $K_{a, \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $A_r(\text{C}) = 12$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{H}) = 1$

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

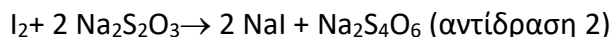
Η χλωρίνη είναι ένα υδατικό διάλυμα που χρησιμοποιείται ως καθαριστικό και απολυμαντικό επιφανειών. Το δραστικό της συστατικό είναι το υποχλωριώδες νάτριο (NaClO) το οποίο περιέχεται σε ποσοστό 3-6 % w / v.

α) Ο προσδιορισμός του NaClO σε διάλυμα χλωρίνης στηρίζεται στην αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη εξίσωση:



Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παραπάνω εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 2)

β) Για τον προσδιορισμό του NaClO σε διάλυμα χλωρίνης (διάλυμα Δ1) λαμβάνονται 5 mL του διαλύματος Δ1 και αραιώνονται σε τελικό όγκο $V = 50 \text{ mL}$ (διάλυμα Δ2). Από το διάλυμα Δ2 λαμβάνονται 10 mL και προστίθεται σε αυτά περίσσεια ιωδιούχου καλίου (KI) σε όξινο περιβάλλον οπότε λαμβάνει χώρα η αντίδραση 1. Το ιώδιο (I_2) που σχηματίζεται προσδιορίζεται με ογκομέτρηση με διάλυμα θειοθειικού νατρίου ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), με βάση την αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση:



Για την πλήρη αντίδραση του I_2 που παράχθηκε από την αντίδραση 1, καταναλώθηκαν 12 mL διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M.

Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα % w / v του αρχικού διαλύματος Δ1 σε NaClO . (μονάδες 14)

γ) Να υπολογίσετε το pH σε υδατικό διάλυμα NaClO συγκέντρωσης 0,05 M. Για τον υπολογισμό του pH ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις. (μονάδες 9)

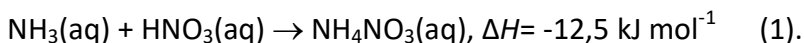
Δίνονται: $K_{\text{a, HClO}} = 5 \cdot 10^{-8}$, $K_{\text{w}} = 10^{-14}$, $A_{\text{r}}(\text{Na}) = 23$, $A_{\text{r}}(\text{O}) = 16$, $A_{\text{r}}(\text{Cl}) = 35,5$

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

Μονάδες 25

Θέμα 4°

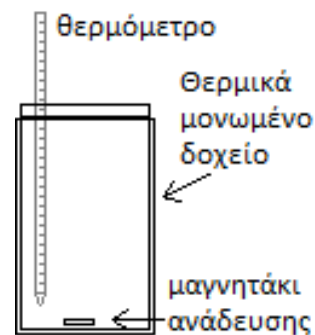
Το νιτρικό αμμώνιο (NH_4NO_3) χρησιμοποιείται στη βιομηχανία λιπασμάτων και εκρηκτικών. Είναι η χημική ένωση που εξερράγη στο λιμάνι της Βυρητού το 2020 καταστρέφοντας μεγάλο μέρος του λιμανιού και της πόλης. Διάλυμα NH_4NO_3 μπορεί να παρασκευαστεί με την εξουδετέρωση διαλύματος αμμωνίας με διάλυμα νιτρικού οξέος σύμφωνα με τη χημική αντίδραση που περιγράφεται από τη θερμοχημική εξίσωση (1):



α) Μία ομάδα μαθητών στο σχολικό εργαστήριο πραγματοποιεί εξουδετέρωση αναμειγνύοντας διάλυμα NH_3 (διάλυμα Δ1) συγκέντρωσης $c_1 = 0,125 \text{ M}$ και όγκου $V_1 = 0,4 \text{ L}$ με διάλυμα HNO_3 (διάλυμα Δ2) συγκέντρωσης $c_2 = 0,5 \text{ M}$ και όγκου $V_2 = 0,1 \text{ L}$ και παρασκευάζει διάλυμα Δ3 όγκου 500 mL.

i. Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά την αντίδραση εξουδετέρωσης. (μονάδες 7)

ii. Η εξουδετέρωση πραγματοποιείται σε θερμικά μονωμένο δοχείο που έχει προσαρμοσμένο θερμόμετρο όπως φαίνεται στο σχήμα. Να εξηγήσετε αν θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί η ένδειξη του θερμομέτρου κατά τη διάρκεια της εξουδετέρωσης. (μονάδες 5)



β) Με πεχάμετρο μετριέται το pH του διαλύματος Δ3 και προσδιορίζεται ίσο με 5,5. Σε 100 mL του διαλύματος Δ3, στους 25°C προστίθενται δύο σταγόνες δείκτη κυανό της βρωμοθυμόλης (ΗΔ) που έχει $K_{\text{a}_{\text{ΗΔ}}} = 10^{-7,5} \text{ M}$. Η όξινη μορφή του δείκτη (ΗΔ) έχει χρώμα κίτρινο ενώ η βασική (Δ^-) έχει χρώμα μπλε.

i. Να εξηγήσετε τι χρώμα θα αποκτήσει το διάλυμα. (μονάδες 5)

ii. Να υπολογίσετε τον λόγο των συγκεντρώσεων των δύο μορφών του δείκτη

$$\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]}$$

στο διάλυμα Δ3. (μονάδες 8)

Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Η σάλτσα κέτσαπ έχει βάση την ντομάτα και χαρακτηρίζεται από γλυκόξινη και πικάντικη γεύση. Βασικά συστατικά της είναι ο τοματοπολτός και το ξίδι.

Μέτρο της περιεκτικότητας του τοματοπολτού σε οξέα, αποτελεί η πειραματική οξύτητα. Στη μέτρηση της πειραματικής οξύτητας δεχόμαστε ότι το κιτρικό οξύ αντιπροσωπεύει κατά προσέγγιση το σύνολο των οξέων στο τοματοπολτό, και εκφράζεται σε g κιτρικού οξέος / 100 g τοματοπολτό (% w/w). Το κιτρικό οξύ είναι ένα τυπικό τριπρωτικό οξύ (H_3A) με $M_r = 192$.

α) Για τον υπολογισμό της πειραματικής οξύτητας του τοματοπολτού, σε ένα χημικό εργαστήριο εισάγονται 2 g τοματοπολτού σε ογκομετρική φιάλη, προστίθεται νερό μέχρι τελικού όγκου 100mL (διάλυμα Δ1).

Ανακινείται καλά η φιάλη και ακολουθεί διήθηση (φιλτράρισμα) του περιεχομένου της για την απομάκρυνση των στερεών σωματιδίων.

Από το διήθημα απομονώνονται 30 mL, τα οποία εισάγονται σε κωνική φιάλη και αραιώνονται με νερό. Ακολουθεί ογκομέτρηση με πρότυπο υδατικό διάλυμα NaOH 0,02 M και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη.

Η αρχική ένδειξη της προχοΐδας, πριν την έναρξη της ογκομέτρησης, ήταν 16 mL και η ένδειξη στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης ήταν 46 mL.

Να υπολογίσετε την πειραματική οξύτητα του τοματοπολτού. (μονάδες 13)

β) Το ξίδι είναι όξινο υγρό που προέρχεται από τη ζύμωση της αιθανόλης (CH_3CH_2OH) του κρασιού σε αιθανικό οξύ (CH_3COOH). Εκτός από τη ζύμωση της αιθανόλης, το αιθανικό οξύ μπορεί να παρασκευαστεί εργαστηριακά με την επίδραση στην αιθανόλη, διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ οξινισμένου με θειικό οξύ.

i) Να υπολογίσετε την ποσότητα της αιθανόλης (σε mol) που απαιτείται για να παρασκευαστούν εργαστηριακά 18 g αιθανικού οξέος, από την επίδραση σε αυτήν, όξινου διαλύματος $K_2Cr_2O_7$. (μονάδες 6)

Δίνεται η σχετική μοριακή μάζα του αιθανικού οξέος $M_r = 60$

ii) Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του εστέρα που παράγεται από την επίδραση 3 mol αιθανόλης σε 3 mol αιθανικού οξέος. (μονάδες 6)

Δίνεται η σταθερά χημικής ισορροπίας εστεροποίησης $K_c = 4$.

Μονάδες 25

Θέμα 4ο

4.1 Με τον γενικό όρο συντηρητικά εννοούμε τις ενώσεις οι οποίες προστίθενται σε πολύ μικρές ποσότητες (μέχρι 0,2 % w/w) στα τρόφιμα, με στόχο τη συντήρησή τους, και οι οποίες δεν μεταβάλλουν τις οργανοληπτικές και φυσικοχημικές τους ιδιότητες.

Το βενζοϊκό οξύ, γνωστό με τον κωδικό E 210, είναι ένα φυσικό συντηρητικό με αντιμικροβιακές ιδιότητες. Βρίσκεται στα δαμάσκηνα, τα κορόμηλα, την κανέλλα, τα μήλα, κ.α., και έχει ιδιότητες ασθενούς μονοπρωτικού οξέος (HA).

Η αντιμικροβιακή του δράση έχει αποδοθεί στο μη ιοντισμένο μόριο του οξέος (HA). Όταν $\frac{[A^-]}{[HA]} < 0,10$ η αντιμικροβιακή του δράση είναι μεγάλη ενώ όταν $\frac{[A^-]}{[HA]} > 10$ η αντιμικροβιακή του δράση είναι περιορισμένη.

α) Σε χυμό μήλου ο οποίος έχει pH=3 και σε χυμό καρπουζιού που έχει pH=8 έχει προστεθεί ως συντηρητικό βενζοϊκό οξύ. Να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{[A^-]}{[HA]}$ του βενζοϊκού οξέος σε κάθε περίπτωση. Να εξηγήσετε σε ποιον από τους δύο χυμούς θα έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα η αντιμικροβιακή δράση του βενζοϊκού οξέος. (μονάδες 8)

β) Υδατικό δάλυμα βενζοϊκού οξέος, θερμοκρασίας 25 °C και περιεκτικότητας 0,122 % w/v, παρουσιάζει $[H_3O^+] = 0,8 \cdot 10^{-3}$ M. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα (M_r) του βενζοϊκού οξέος. Να θεωρήσετε ότι ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. (μονάδες 8)

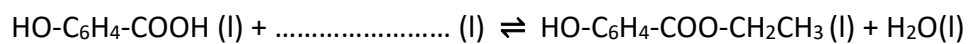
Δίνεται για το βενζοϊκό οξύ η σταθερά ιοντισμού $K_a = 6,4 \cdot 10^{-5}$ M.

Μονάδες 16

4.2 Οι παραβένες (parabens), είναι συνθετικά συντηρητικά, εστέρες του παρα-υδροξυ βενζοϊκού οξέος. Η αίθυλο παραβένη, με κωδικό E214, είναι μια από τις πιο κοινές παραβένες και χρησιμοποιείται ως αντιμικροβιακό πρόσθετο σε καλλυντικά και ως συντηρητικό σε τρόφιμα.

Για την παραγωγή αίθυλο παραβένης ($HO-C_6H_4-COO-CH_2CH_3$), αναμειγνύονται 0,3 mol παρα-υδροξυβενζοϊκού οξέος ($HO-C_6H_4-COOH$) με 0,3 mol της κατάλληλης αλκοόλης, σε θερμοκρασία θ °C, σε όξινο περιβάλλον, παρουσία καταλύτη, και αντιδρούν μεταξύ τους. Η αντίδραση είναι αμφίδρομη και καταλήγει σε χημική ισορροπία.

α) Να συμπληρώσετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση εστεροποίησης, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη αλκοόλη. (μονάδες 2)



β) Να υπολογίσετε τις ποσότητες, σε mol, όλων των σωμάτων μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας. Δίνεται η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης εστεροποίησης σε θερμοκρασία θ °C, $K_c = 4$. (μονάδες 7)

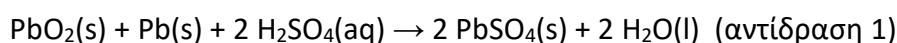
Μονάδες 9

Θέμα 4^ο

4.1

Η μπαταρία (ηλεκτρικός συσσωρευτής) είναι μια συσκευή η οποία αποθηκεύει χημική ενέργεια και τη μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ανάπτυξη των μπαταριών άρχισε με την κατασκευή της βολταϊκής στήλης από τον Αλεσάντρο Βόλτα.

Ευρεία χρήση έχουν οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές μόλυβδου - οξέος, στους οποίους ως ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται υδατικό διάλυμα θειικού οξέος και ως ηλεκτρόδια το οξειδίο του μολύβδου IV (PbO_2) και ο μόλυβδος (Pb) σε σπογγώδη μορφή. Κατά την εκφόρτιση γίνεται η αντίδραση η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



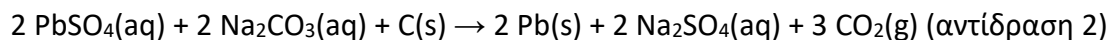
α) Να προσδιορίσετε την οξειδωτική και την αναγωγική ουσία στην αντίδραση (1) αιτιολογώντας την επιλογή σας. (μονάδες 4)

β) Κατά την εκφόρτιση μιας μπαταρίας μολύβδου - οξέος σχηματίστηκε ποσότητα θειικού μολύβδου II, μάζας 30,3 g. Να υπολογίσετε τη συνολική ποσότητα (σε mol) του μολύβδου (Pb) που αντέδρασε κατά την εκφόρτιση της μπαταρίας. (μονάδες 6)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες : $A_r(\text{Pb}) = 207$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{S}) = 32$.

Μονάδες 10

4.2 Τα τελευταία χρόνια οι εφαρμογές του μολύβδου έχουν σχετικά περιορισθεί και έχουν αντικατασταθεί από άλλα υλικά λόγω της τοξικότητάς του, καθώς ο μόλυβδος και οι ενώσεις του μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές βλάβες στην υγεία του ανθρώπου αλλά και στο περιβάλλον. Κατά την ανακύκλωση εκφορτισμένων μπαταριών, μία από τις αντιδράσεις ανάκτησης του μολύβδου περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση.

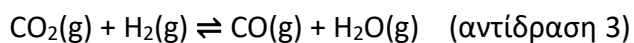


Ποσότητα του PbSO_4 που παράχθηκε από την εκφόρτιση μιας άλλης μπαταρίας μολύβδου - οξέος (αντίδραση 1) οδηγείται σε ανακύκλωση για ανάκτηση του μολύβδου (αντίδραση 2). Από την ανάκτηση παράγεται και Na_2SO_4 το οποίο απομονώνεται και διαλύεται σε νερό σχηματίζοντας υδατικό διάλυμα Δ1 όγκου $V = 4 \text{ L}$. Το pH του υδατικού διαλύματος Δ1 μετρήθηκε με πεχάμετρο και βρέθηκε ίσο με 8 στους 25°C .

α) Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε g) του PbO_2 που καταναλώθηκε κατά την εκφόρτιση της μπαταρίας (αντίδραση 1). (μονάδες 8)

Δίνεται ότι για το H_2SO_4 η σταθερά ιοντισμού για τη δεύτερη βαθμίδα ιονισμού του είναι $K_{a2} = 10^{-2} \text{ M}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες : $A_r(\text{Pb}) = 207$, $A_r(\text{O}) = 16$. Τα δεδομένα επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

β) Το CO_2 που ελευθερώθηκε κατά την ανάκτηση του μολύβδου (αντίδραση 2 από το ερώτημα α) διαβιβάζεται σε δοχείο όγκου 1 L που περιέχει 6 mol H_2 σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$ και λαμβάνει χώρα η αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση 3:



Να υπολογίσετε τις ποσότητες όλων των σωμάτων σε mol στην κατάσταση χημικής ισορροπίας (μονάδες 5) και την απόδοση της αντίδρασης. (μονάδες 2)

Για την αντίδραση (3) δίνεται η $K_c = 4$ σε $\theta^\circ\text{C}$.

Μονάδες 15

Θέμα 4^ο

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 0,1 mol $\text{H}_2(\text{g})$, 0,1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ και 1,6 mol $\text{HI}(\text{g})$ στους θ °C, και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποκαθίσταται χημική ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση ①: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, (εξίσωση ①).

α) Να υπολογίσετε τις ποσότητες (σε mol) των αερίων μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας, αν η σταθερά ισορροπίας K_c της εξίσωσης ① στους θ °C, είναι ίση με 49. (μονάδες 9)

Μια ποσότητα $\text{HI}(\text{g})$ απομονώνεται με κατάλληλο τρόπο από το μίγμα της χημικής ισορροπίας και στη συνέχεια απομακρύνεται από το δοχείο και χωρίζεται σε δύο μέρη.

Το 1^ο μέρος διαβιβάζεται σε περίσσεια υδατικού διαλύματος HIO_3 , οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση η οποία περιγράφεται από τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση ②: $\text{HIO}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (εξίσωση ②) και παράγονται 0,06 mol I_2 .

β) Να ισοσταθμίσετε την χημική εξίσωση ②. (μονάδες 2)

γ) Να υπολογίσετε την ποσότητα $\text{HI}(\text{g})$ που διαβιβάστηκε στο υδατικό διάλυμα HIO_3 . (μονάδες 4)

Το 2^ο μέρος στο οποίο περιέχονται 0,1 mol $\text{HI}(\text{g})$ διαβιβάζεται σε 1 L υδατικού διαλύματος (Δ1) το οποίο περιέχει CH_3NH_2 με συγκέντρωση 0,2 M και $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ με συγκέντρωση 0,4 M οπότε σχηματίζεται 1 L υδατικού διαλύματος (Δ2).

δ) Να υπολογίσετε το pH του υδατικού διαλύματος (Δ2). (μονάδες 10)

Δίνονται:

- Η σταθερά ιοντισμού του νερού στους 25 °C, $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$.
- Η σταθερά ιοντισμού της CH_3NH_2 στους 25 °C, $K_b \text{CH}_3\text{NH}_2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.
- Το διάλυμα (Δ2) έχει θερμοκρασία 25 °C.
- Τα δεδομένα του ερωτήματος **δ)** επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

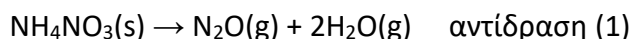
Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1

Εκρηκτικές ύλες, είναι χημικές ενώσεις οι οποίες, κάτω από ορισμένες συνθήκες, αποσυντίθενται ακαριαία, απελευθερώνοντας μεγάλα ποσά θερμότητας, με ταυτόχρονο σχηματισμό μεγάλης ποσότητας αερίων και πρόκληση έκρηξης.

Το νιτρικό αμμώνιο, NH_4NO_3 , είναι εκρηκτική ουσία, η οποία χρησιμοποιείται στην ανατίναξη βράχων και διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1):



Η μεταβολή ενθαλπίας της παραπάνω διάσπασης του NH_4NO_3 είναι ίση με $\Delta H = -37 \text{ kJ/mol}$

α) Διαπιστώθηκε πειραματικά ότι η χημική αντίδραση (1) είναι απλή. Να γράψετε το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης (1) και να υπολογίσετε την τάξη της. (μονάδες 2)

β) Να προσδιορίσετε το χημικό στοιχείο που οξειδώνεται και το στοιχείο που ανάγεται στην χημική αντίδραση (1) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 4)

γ) Για την ανατίναξη ενός βράχου διασπάται μια ποσότητα νιτρικού αμμωνίου σύμφωνα με την χημική αντίδραση (1) και ελευθερώνεται θερμότητα 3700 kJ. Να υπολογίσετε τη μάζα του νιτρικού αμμωνίου που διασπάστηκε. (μονάδες 6)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{N}) = 14$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{H}) = 1$.

Μονάδες 12

4.2

Το νιτρικό αμμώνιο είναι λευκό στερεό και διαλύεται εύκολα στο νερό. Εκτός από εκρηκτική ουσία, χρησιμοποιείται και στη γεωργία ως λίπασμα λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε άζωτο. Ποσότητα NH_4NO_3 διαλύθηκε σε νερό και προέκυψε διάλυμα Δ1, όγκου 1 L, του οποίου το pH μετρήθηκε και βρέθηκε ίσο με 6 στους 25 °C.

α) Να υπολογίσετε πόσα g στερεού NH_4NO_3 απαιτούνται για την παρασκευή του διαλύματος Δ1. (μονάδες 6).

β) Να υπολογίσετε πόσα mol NH_3 πρέπει να προσθέσουμε σε 250 mL του διαλύματος Δ1, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε να μεταβληθεί το pH του, κατά 4 μονάδες. (μονάδες 7)

Ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες : $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{N})=14$. Δίνεται στους 25 °C η $K_{b,\text{NH}_3} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$

Μονάδες 13

Θέμα 4^ο

Στο σχολικό εργαστήριο διαθέτουμε τα εξής υδατικά διαλύματα.

i) NaOH συγκέντρωσης 0,005 M (διάλυμα Δ1)

ii) CH₃COOH συγκέντρωσης x M (διάλυμα Δ2)

α) Σε 100 mL του διαλύματος Δ2 προσθέτουμε ποσότητα από το διάλυμα Δ1 τόσο ώστε να αντιδράσει ολόκληρη η ποσότητα του CH₃COOH. Διαπιστώνουμε την έκλυση 0,05 kJ θερμότητας. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ2. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση: CH₃COOH + NaOH → CH₃COONa + H₂O, ΔH = -50 kJ/mol. (μονάδες 4)

β) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντικής ισορροπίας του CH₃COOH αν το διάλυμα Δ2 εμφανίζει pH = 3,5. (μονάδες 4)

γ) Να υπολογίσετε όγκο του νερού που πρέπει να προσθέσουμε σε 200 mL διαλύματος Δ2, ώστε το pH του νέου διαλύματος (διάλυμα Δ3) να διαφέρει κατά μισή μονάδα από το pH του αρχικού διαλύματος. (μονάδες 8)

δ) Σε 100 mL διαλύματος Δ1 προστίθενται 100 mL διαλύματος Δ2 οπότε προκύπτει διάλυμα Δ4 όγκου 200 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ4. (μονάδες 9)

Όλες οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε θερμοκρασία 25^ο C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή K_w=10⁻¹⁴ M². Δίνεται ότι οι συνήθεις προσεγγίσεις γίνονται.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

α) Σε δοχείο όγκου 1 L εισάγουμε 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ και 1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ και θερμαίνουμε σε θερμοκρασία θ °C. Να υπολογίσετε πόσα mol $\text{HI}(\text{g})$ θα σχηματιστούν στη χημική ισορροπία. Δίνεται ότι στη θερμοκρασία θ °C η σταθερά χημικής ισορροπίας K_c που της χημικής εξίσωσης: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$, ισούται με 36. (μονάδες 10).

β) 0,05 mol από το $\text{HI}(\text{g})$ που παρασκευάστηκε παραπάνω απομονώνεται και διαλύεται σε 500 mL νερό δίνοντας διάλυμα Δ1 όγκου 500 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 5)

γ) Σε 200 mL του διαλύματος Δ1 προσθέτουμε 200 mL υδατικού διαλύματος Δ2 που περιέχει HCOONa σε συγκέντρωση 0,2 M, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ3 όγκου 400 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ3. (μονάδες 10).

Οι παραπάνω διαδικασίες στα ερωτήματα β) και γ) γίνονται σε θερμοκρασία 25 °C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού του HCOOH έχει τιμή $K_a = 10^{-4} \text{ M}$. Δίνεται ότι οι συνήθεις προσεγγίσεις γίνονται.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) είναι ένα καστανόχρωμο τοξικό αέριο, που ερεθίζει τα μάτια, τους πνεύμονες και το δέρμα. Είναι σημαντικός περιβαλλοντικός ρύπος και αποτελεί συστατικό του φωτοχημικού νέφους.

α) Σε δοχείο όγκου 1 L εισάγουμε 3 mol $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ και θερμαίνουμε σε θερμοκρασία θ °C. Στη θερμοκρασία αυτή λαμβάνει χώρα η αμφίδρομη αντίδραση που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία στο δοχείο υπάρχουν ίσα mol από τα δύο αέρια. Να προσδιορίσετε τη σταθερά χημικής ισορροπίας K_c στους θ °C. (μονάδες 10).

β) Ποσότητα από το NO_2 , που παράχθηκε στην παραπάνω αντίδραση, αντιδρά σε κατάλληλες συνθήκες με νερό και οξυγόνο δίνοντας νιτρικό οξύ, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $4 \text{NO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{HNO}_3(\text{g})$.

Το παραγόμενο HNO_3 διαλύεται σε νερό οπότε προκύπτει διάλυμα Δ1 όγκου 500 mL το οποίο εμφανίζει $\text{pH} = 1$. Να υπολογίσετε την ποσότητα του HNO_3 που διαλύθηκε στο νερό. (μονάδες 5)

γ) Στο διάλυμα Δ1 διαλύονται 0,1 mol αέριας NH_3 , οπότε προκύπτει διάλυμα Δ2 όγκου επίσης 500 mL. Να προσδιορίσετε το pH του διαλύματος Δ2. (μονάδες 10).

Οι διαδικασίες στο ερώτημα γ) γίνονται σε θερμοκρασία 25° C, όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχει τιμή $K_b = 10^{-5} \text{ M}$. Δίνεται ότι οι συνήθεις προσεγγίσεις γίνονται.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Σε δοχείο όγκου 0,5 L και σε θερμοκρασία 440 °C εισάγονται 0,5 mol H₂ και 0,5 mol I₂. Τα δύο αέρια αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$.

α) Η αρχική ταχύτητα της απλής αντίδρασης $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HI}(\text{g})$ ήταν $v_1 = 10 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$, ενώ η ταχύτητα της ίδιας αντίδρασης όταν αποκατασταθεί στο δοχείο η χημική ισορροπία είναι $v_2 = 0,4 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$. Να υπολογίσετε:

- i)** τη σταθερά ταχύτητας της απλής αντίδρασης $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HI}(\text{g})$ στην συγκεκριμένη θερμοκρασία του πειράματος. (μονάδες 5)
- ii)** τις ποσότητες των $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{I}_2(\text{g})$ και $\text{HI}(\text{g})$ που υπάρχουν στο δοχείο κατά την χημική ισορροπία. (μονάδες 5)
- iii)** τη σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ στους 440 °C. (μονάδες 5)

β) 0,1 mol από την ποσότητα του HI που παράχθηκε από την παραπάνω αντίδραση διαλύεται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου 1 L (διάλυμα Δ1). Να υπολογίσετε το pH που εμφανίζει το διάλυμα Δ1. (μονάδες 5)

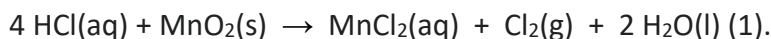
γ) Στο διάλυμα Δ1 διαβιβάζονται και διαλύονται 2,24 L αέριας NH₃ (μετρημένα σε STP συνθήκες) και σχηματίζεται διάλυμα επίσης όγκου 1 L (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε το pH που εμφανίζει το διάλυμα Δ2. (μονάδες 5)

Οι διαδικασίες στο ερώτημα α) γίνονται σε σταθερή θερμοκρασία 440 °C, ενώ στα ερωτήματα β) και γ) σε θερμοκρασία 25° C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού της NH₃ έχει τιμή $K_b = 10^{-5} \text{ M}$.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

Το χλώριο, Cl_2 , ανακαλύφθηκε το 1774 από τον Σουηδό χημικό Carl Scheele. Ο Scheele παράγαγε $\text{Cl}_2(\text{g})$ από τη χημική αντίδραση υδροχλωρικού οξέος, $\text{HCl}(\text{aq})$, με διοξείδιο του μαγγανίου, MnO_2 , η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση (1):



Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα HCl συγκέντρωσης 0,1 M και θερμοκρασίας 25 °C (διάλυμα Δ1).

α) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 3)

Σε ορισμένο όγκο διαλύματος Δ1 προστίθεται περίσσεια στερεού MnO_2 , οπότε παράγεται ποσότητα $\text{Cl}_2(\text{g})$ που έχει όγκο 2,24 L, μετρημένο σε STP συνθήκες.

β) Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος Δ1, που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του χλωρίου, $\text{Cl}_2(\text{g})$. (μονάδες 5)

γ) Η παραγόμενη ποσότητα του αερίου χλωρίου συλλέγεται και διοχετεύεται σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου 2 L, το οποίο περιέχει ορισμένη ποσότητα τριχλωριούχου φωσφόρου, $\text{PCl}_3(\text{g})$, οπότε σε θερμοκρασία θ °C αποκαθίσταται χημική ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση (2): $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$ (2)

Αν η σταθερά K_c της ισορροπίας (2) στους θ °C είναι ίση με 20 M^{-1} και οι συγκεντρώσεις $\text{Cl}_2(\text{g})$ και $\text{PCl}_5(\text{g})$ είναι ίσες στην κατάσταση χημικής ισορροπίας, να υπολογίσετε την ποσότητα, σε mol, του τριχλωριούχου φωσφόρου, $\text{PCl}_3(\text{g})$, η οποία εισήχθη αρχικά στο δοχείο. (μονάδες 9)

δ) Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος Δ1, στον οποίον πρέπει να προστεθεί 0,1 mol στερεού CH_3COONa , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα Δ2, με $\text{pH} = 5$ σε $\theta = 25$ °C. (μονάδες 8)

Δίνονται:

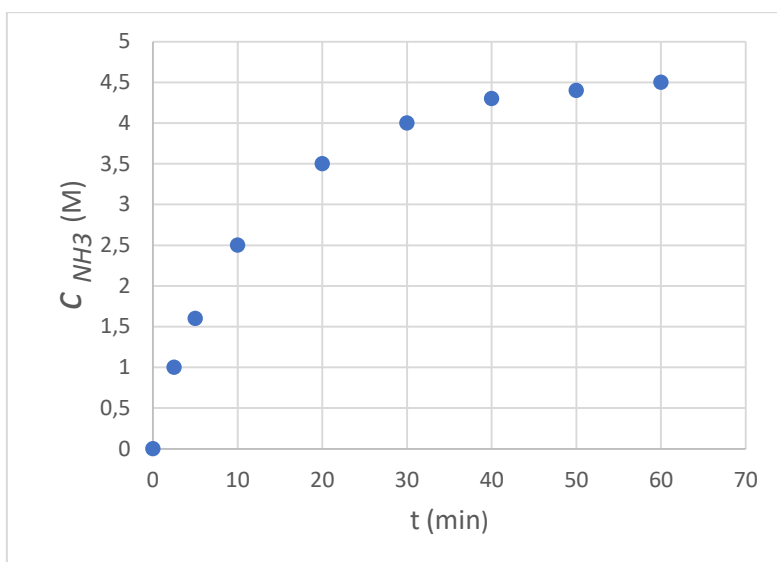
- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5} \text{ M}$, σε $\theta = 25$ °C.
- Τα δεδομένα του ερωτήματος **δ)** επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Στην αντίδραση που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:

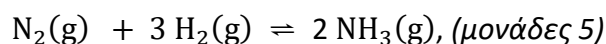
$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$, η συγκέντρωση της αμμωνίας (NH_3) μεταβάλλεται, σε σταθερή θερμοκρασία και πίεση, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα:



α) Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του διαγράμματος, να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης ($v_{αντ.}$), από την έναρξη μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας, σε M/h. (μονάδες 6)

β) Σε δοχείο όγκου 1 L υπάρχουν σε χημική ισορροπία 2 mol H_2 , 6 mol N_2 και 4 mol NH_3 .

i. Να υπολογίσετε την τιμή της K_c της αντίδρασης:



ii. Να προβλέψετε αν η ποσότητα της NH_3 θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει σταθερή, όταν διπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία (μονάδα 1) και να αιτιολογήσετε την πρόβλεψή σας (μονάδες 5)

γ) 10 mL ρυθμιστικού διαλύματος $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ που περιέχει μικρή ποσότητα κατάλληλου δείκτη A, ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα HCl 0,5 M. Μετά από προσθήκη ακριβώς 10 mL του προτύπου διαλύματος HCl παρατηρείται η αλλαγή του χρώματος του διαλύματος.

Άλλα 10 mL του ίδιου ρυθμιστικού διαλύματος ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,5 M παρουσία κατάλληλου δείκτη Β. Η αλλαγή χρώματος του διαλύματος παρατηρείται μετά από προσθήκη ακριβώς 20 mL του προτύπου διαλύματος NaOH.

Να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις των συστατικών του ρυθμιστικού διαλύματος. (μονάδες 8)

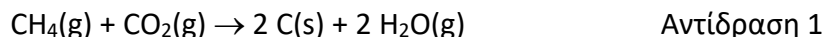
Δίνονται ότι για το ερώτημα γ) όλα τα υδατικά διαλύματα βρίσκονται στους 25 °C, όπου $K_{b,NH_3} = 2 \cdot 10^{-5}$ M, $K_w = 10^{-14}$ M² και τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

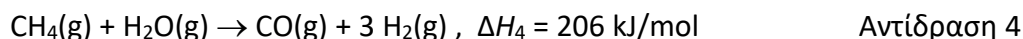
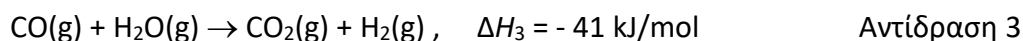
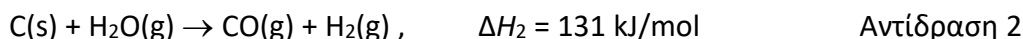
Θέμα 4°

Το βιοαέριο είναι μίγμα μεθανίου (CH_4) και διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) που παράγεται από τη σήψη της βιομάζας και χρησιμοποιείται ως καύσιμο.

α) Παρουσία καταλύτη, μέρος του CH_4 αντιδρά με το CO_2 , σύμφωνα με την αντίδραση 1 που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



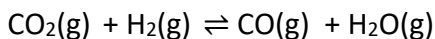
Να υπολογίσετε τη μεταβολή ενθαλπίας ΔH_1 της αντίδρασης 1 εάν δίνονται, για τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, οι μεταβολές ενθαλπίας των αντιδράσεων που περιγράφονται από τις παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις (μονάδες 6):



β) Η μάζα ενός δείγματος βιοαερίου είναι ίση με 54 g. Το CO_2 αντιδρά πλήρως, παρουσία καταλύτη, με ένα μέρος του CH_4 που περιέχεται στο δείγμα, σύμφωνα με την αντίδραση 1 και ελευθερώνονται 7,5 kJ. Να υπολογίσετε τη σύσταση (σε g) του δείγματος βιοαερίου. (μονάδες 8)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{O})=16$.

γ) Μετά το διαχωρισμό ενός άλλου δείγματος βιοαερίου στα συστατικά του, ποσότητα CO_2 διοχετεύεται σε ξεχωριστό δοχείο σταθερού όγκου $V = 5 \text{ L}$ και προστίθεται αέριο H_2 σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$. Μετά από λίγο βρίσκονται σε ισορροπία 2,5 mol CO_2 , 1,5 mol H_2 , 1,5 mol CO και 2,5 mol H_2O , σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:



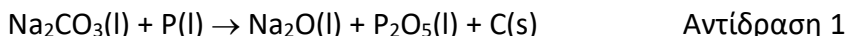
i) Να υπολογίσετε τη σταθερά χημικής ισορροπίας K_c στους $\theta^\circ\text{C}$. (μονάδες 3)

ii) Μειώνουμε τη θερμοκρασία, οπότε η συγκέντρωση του H_2 στη νέα ισορροπία θα γίνει 0,5 M. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη (μονάδες 3) και να υπολογίσετε τις ποσότητες σε mol των συστατικών στη νέα χημική ισορροπία. (μονάδες 5)

Θέμα 4^ο

Το ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3), εκτός από τη χρήση του στην καθημερινή μας ζωή, συναντάται και σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές.

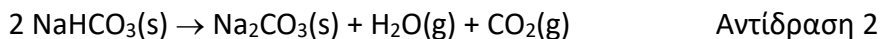
Για τον καθαρισμό ενός κράματος σιδήρου (Fe) που περιέχει φωσφόρο, (P) χρησιμοποιούνται 10,6 g Na_2CO_3 σε θερμοκρασία 1200 °C. Η ποσότητα αυτή αντιδρά πλήρως με 12,4 g λιωμένου κράματος σιδήρου – φωσφόρου (Fe – P), με σκοπό την απομάκρυνση του φωσφόρου, αφού μόνο αυτός αντιδρά με το Na_2CO_3 σε αυτή τη θερμοκρασία. Η αντίδραση που πραγματοποιείται περιγράφεται από τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:



α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της παραπάνω χημικής εξίσωσης. (μονάδες 3)

β) Να υπολογίσετε την % w/w περιεκτικότητα του κράματος σε φωσφόρο. Σε αυτές τις συνθήκες θερμοκρασίας, τυχόν επίδραση του Na_2CO_3 στον σίδηρο (Fe) θεωρείται αμελητέα. (μονάδες 10)

γ) Το Na_2CO_3 που χρησιμοποιήθηκε στην αντίδραση 1 μπορεί να παραχθεί με θέρμανση του NaHCO_3 , σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:



Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία (ΔH°) της αντίδρασης 2, λαμβάνοντας υπόψη τις ενθαλπίες σχηματισμού: (μονάδες 6)

$$\Delta H^\circ_f (\text{NaHCO}_3) = -951 \text{ kJ/mol}, \Delta H^\circ_f (\text{Na}_2\text{CO}_3) = -1131 \text{ kJ/mol}, \Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O}) = -242 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta H^\circ_f (\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$$

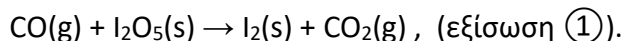
δ) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απορροφάται, σε πρότυπες συνθήκες, όταν παράγονται και τα 10,6 g Na_2CO_3 σύμφωνα με την αντίδραση 2. (μονάδες 6)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{Na})=23$, $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{P})=31$.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Σε δοχείο σταθερού όγκου 10 L στο οποίο περιέχεται 0,1 mol στερεού I_2O_5 στους $\theta_1^\circ C$, εισάγεται 1 mol αερίου CO, οπότε πραγματοποιείται αντίδραση, η οποία ολοκληρώνεται μετά από 100 s και περιγράφεται από την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση ①:



α) Να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση ①. (μονάδες 2)

β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης, από την αρχή μέχρι την ολοκλήρωσή της. (μονάδες 7)

Όλη η ποσότητα του αερίου μίγματος που περιέχεται στο δοχείο μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης, διοχετεύεται σε άλλο δοχείο σταθερού όγκου, στο οποίο περιέχεται ποσότητα $Fe_2O_3(s)$ οπότε αποκαθίσταται χημική ισορροπία στους $\theta_2^\circ C$, η οποία περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση ②: $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightleftharpoons 2Fe(s) + 3CO_2(g)$, (εξίσωση ②).

γ) Η σταθερά της χημικής ισορροπίας στους $\theta_2^\circ C$, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση ② είναι ίση με 4^3 . Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) κάθε αερίου που περιέχεται στο δοχείο, μετά από την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας. (μονάδες 9)

δ) Να εξηγήσετε αν μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας, ελευθερώνεται θερμότητα προς το περιβάλλον ή αν απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον. (μονάδες 7)

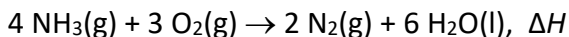
Δίνεται ότι στις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης που πραγματοποιείται η αντίδραση, οι τιμές των ΔH_f είναι: $\Delta H_{f, Fe_2O_3(s)} = - 825 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{f, CO(g)} = - 110 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{f, CO_2(g)} = - 394 \text{ kJ/mol}$.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Η αμμωνία (NH_3) είναι μια ένωση με τεράστια σημασία για την παγκόσμια οικονομία. Η παγκόσμια παραγωγή αμμωνίας ανέρχεται σε περίπου 150 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Η αμμωνία αποτελεί πρώτη ύλη για την παρασκευή γεωργικών λιπασμάτων και εκρηκτικών υλών.

α) Να υπολογίσετε την ενθαλπία καύσης της αμμωνίας $\Delta H_c(\text{NH}_3)$ που πραγματοποιείται σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση (1):



Οι ενθαλπίες σχηματισμού της αμμωνίας και του νερού μετρημένες στις ίδιες συνθήκες με τη ζητούμενη ενθαλπία καύσης είναι αντίστοιχα:

$$\Delta H_f(\text{NH}_3) = -45 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ και } \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -285 \text{ kJ mol}^{-1}. \text{ (μονάδες 7)}$$

β) Σε υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου (HCl) συγκέντρωσης 0,01 M και όγκου 2 L (διάλυμα Δ1) διαλύεται περίσσεια αέριας αμμωνίας και παρασκευάζεται διάλυμα Δ2 με $\text{pH} = 10$ του οποίου ο όγκος παραμένει ίσος με 2 L.

i. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 7)

ii. Να υπολογίσετε την ποσότητα σε mol της αέριας αμμωνίας που διαλύθηκε στο διάλυμα Δ1 ώστε να προκύψει το διάλυμα Δ2. (μονάδες 7)

γ) Αν γνωρίζετε ότι η σταθερά ιοντισμού της αιθυλαμίνης ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$) στους 25 °C είναι $K_{b_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, να διατάξετε τους υποκαταστάτες H^- και CH_3CH_2^- ως προς την ένταση του +I επαγωγικού φαινομένου που ασκούν. (μονάδες 4)

Μονάδες 25

Οι διαδικασίες του υποερωτήματος **β)** έγιναν σε θερμοκρασία 25 °C, όπου η σταθερά ιοντισμού της αμμωνίας είναι $K_{b_{\text{NH}_3}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ και η σταθερά ιοντισμού του νερού είναι $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Θέμα 4°

Η τρομεθαμίνη (τρεις-υδροξυμεθυλ-αμινομεθάνιο) έχει Μ.Τ.: $C_4H_{11}NO_3$ και σχετική μοριακή μάζα $M_r = 121$. Χρησιμοποιείται προκειμένου να επαναφέρει το pH του αίματος σε φυσιολογικές τιμές όταν είναι πιο όξινο απ' ότι πρέπει καθώς και για την παρασκευή ρυθμιστικών διαλυμάτων για εργαστηριακές αναλύσεις. Για λόγους ευκολίας μπορούμε να την θεωρήσουμε ως μια ασθενή μονόξινη βάση της μορφής RNH_2 .

α) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που παρασκευάζεται με διάλυση 2,42 g της βάσης RNH_2 σε νερό μέχρι τελικού όγκου $V = 2\text{ L}$ (διάλυμα Δ1). (μονάδες 8)

β) Προκειμένου να παρασκευαστεί ρυθμιστικό διάλυμα με $pH = 8$ για μια εργαστηριακή ανάλυση, σε 400 mL του διαλύματος Δ1 προστίθεται διάλυμα HCl συγκέντρωσης 0,005 M (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος Δ2 που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του παραπάνω ρυθμιστικού διαλύματος. (μονάδες 10)

γ) Αν η ενθαλπία της εξουδετέρωσης της βάσης RNH_2 από HCl είναι $\Delta H_n = -20\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε κατά την αντίδραση αυτή (μονάδες 7)

Μονάδες 25

Όλες οι διαδικασίες έγιναν σε θερμοκρασία $25\text{ }^\circ\text{C}$, όπου η σταθερά ιοντισμού της βάσης RNH_2 είναι $K_{b_{RNH_2}} = 10^{-6}\text{ M}$ και η σταθερά ιοντισμού του νερού είναι $K_w = 10^{-14}\text{ M}^2$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Θέμα 4°

Διαλύματα υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) βρίσκουν οικιακές χρήσεις ως απολυμαντικά και λευκαντικά, αλλά χρησιμοποιούνται και για τον έλεγχο της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών σε πισίνες και σε δίκτυα πόσιμου νερού.

α) Να υπολογίσετε τον όγκο υδατικού διαλύματος NaClO με $\text{pH} = 11$ (διάλυμα Δ1) που μπορεί να παρασκευαστεί με τη διάλυση 7,45 g NaClO σε νερό. (μονάδες 8)

β) Διάλυμα νιτρικού οξέος (HNO_3) συγκέντρωσης $c_2 = 10^{-2} \text{ M}$ (διάλυμα Δ2) προστίθεται σε 44 mL του διαλύματος Δ1 προκειμένου να παρασκευαστεί ρυθμιστικό διάλυμα ($\text{HClO} / \text{NaClO}$) που θα έχει $\text{pH} = 9$ (διάλυμα Δ3). Να υπολογίσετε τον όγκο V_2 του διαλύματος Δ2 που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του ρυθμιστικού διαλύματος Δ3. (μονάδες 9)

γ) Η περιεκτικότητα ενός λευκαντικού προϊόντος σε NaClO μπορεί να υπολογιστεί με βάση την ποσότητα του ιωδίου (I_2) που παράγεται από την αντίδραση που περιγράφεται με την ακόλουθη χημική εξίσωση που παρατίθεται χωρίς αριθμητικούς συντελεστές



i. Να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση. (μονάδες 2)

ii. Να υπολογίσετε τα συνολικά mol του παραγόμενου ιωδίου όταν αντιδράσει πλήρως, σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση το σύνολο του NaClO που περιέχεται σε 10 g λευκαντικής σκόνης περιεκτικότητας 14,9 % w/w σε NaClO . (μονάδες 6)

Μονάδες 25

Δίνεται $\text{Ar}(\text{O}) = 16$, $\text{Ar}(\text{Na}) = 23$ και $\text{Ar}(\text{Cl}) = 35,5$. Οι διαδικασίες των ερωτημάτων **α)** και **β)** έγιναν σε θερμοκρασία 25°C , όπου η σταθερά ιοντισμού του υποχλωριώδους οξέος είναι $K_{\text{aHClO}} = 10^{-8} \text{ M}$ και η σταθερά ιοντισμού του νερού είναι $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

Θέμα 4°

Σε ένα σχολικό πείραμα επίδειξης προστίθενται σταδιακά πολύ μικρά κομμάτια στερεού Na συνολικής μάζας ίσης με 0,92 g σε μία ποσότητα νερού. Το Na(s) αντιδρά με το νερό και παράγει NaOH. Έτσι παρασκευάζεται διάλυμα Δ1 που έχει $\text{pH}=13$.

α) Να βρεθεί ο όγκος του διαλύματος Δ1. (μονάδες 6)

β) Λαμβάνονται 200 mL από το διάλυμα Δ1 στα οποία προστίθενται 200 mL διαλύματος $\text{Ba}(\text{OH})_2$ συγκέντρωσης $c_2 = 0,1 \text{ M}$ (διάλυμα Δ2) και παρασκευάζεται διάλυμα Δ3.

Για το pH του διαλύματος Δ3 θα ισχύει:

- i. Θα είναι μεγαλύτερο από το pH του διαλύματος Δ1. ($\text{pH}_{\Delta 3} > \text{pH}_{\Delta 1}$)
- ii. Θα είναι μικρότερο από το pH του διαλύματος Δ1. ($\text{pH}_{\Delta 3} < \text{pH}_{\Delta 1}$)
- iii. Θα είναι ίσο με το pH του διαλύματος Δ1. ($\text{pH}_{\Delta 3} = \text{pH}_{\Delta 1}$)

Να επιλέξετε μεταξύ των τριών παραπάνω επιλογών, την απάντηση που θεωρείτε σωστή. (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 6)

γ) Στο διάλυμα Δ3 διαβιβάζεται αέριο υδροχλώριο μέχρις ότου επιτευχθεί πλήρης εξουδετέρωση.

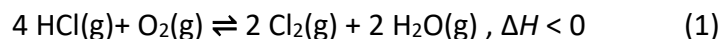
- i. Να υπολογίσετε τον όγκο του αέριου υδροχλωρίου, μετρημένου σε STP συνθήκες, που θα καταναλωθεί μέχρι να επιτευχθεί πλήρης εξουδετέρωση. (μονάδες 5)
- ii. Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που θα εκλυθεί κατά την εξουδετέρωση σε πρότυπες συνθήκες, του διαλύματος Δ3 με το υδροχλώριο. (μονάδες 6)

Μονάδες 25

Δίνεται ότι $A_r(\text{Na}) = 23$. Οι διαδικασίες των ερωτημάτων α και β έγιναν σε θερμοκρασία 25°C , όπου η σταθερά ιοντισμού του νερού είναι $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$. Για την αντίδραση εξουδετέρωσης ισχύει: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, $\Delta H^\circ = -57,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Θέμα 4°

Σε κλειστό δοχείο όγκου $V = 1 \text{ L}$ εισάγεται μείγμα 10 mol HCl και 6 mol O_2 τα οποία αντιδρούν σε θερμοκρασία $\theta \text{ }^\circ\text{C}$ και τελικά αποκαθίσταται χημική ισορροπία, που περιγράφεται από την εξίσωση (1).



α) Να υπολογίσετε την τιμή της ενθαλπίας (ΔH) της αντίδρασης (1). (μονάδες 4)

β)

i. Να γράψετε τη σχέση της K_c για την παραπάνω ισορροπία. (μονάδες 3)

ii. Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας στο δοχείο περιέχονται 4 mol Cl_2 . Να υπολογιστεί η τιμή της K_c της αντίδρασης. (μονάδες 3)

iii. Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης. (μονάδες 3)

iv. Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε ή απορροφήθηκε από την έναρξη της αντίδρασης ως την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας. (μονάδες 3)

γ) Μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου και η ποσότητα του Cl_2 μειώνεται κατά $2/3 \text{ mol}$.

i. Να αιτιολογήσετε αν αυξήθηκε ή μειώθηκε ο όγκος του δοχείου. (μονάδες 3)

ii. Να υπολογίσετε τον νέο όγκο του δοχείου. (μονάδες 6)

Μονάδες 25

Δίνεται ότι σε θερμοκρασία $\theta \text{ }^\circ\text{C}$ η ενθαλπία σχηματισμού του υδροχλωρίου είναι $\Delta H_f(\text{HCl(g)}) = -92,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ και η ενθαλπία σχηματισμού του νερού είναι $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O(g)}) = -242 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Θέμα 4^ο

4.1 Δίνονται τα ακόλουθα διαλύματα:

Διάλυμα Α: Υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) συγκέντρωσης 0,1 Μ.

Διάλυμα Β: Υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) συγκέντρωσης 0,5 Μ.

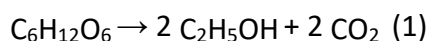
Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε τα διαλύματα Α και Β για να προκύψει διάλυμα Γ ωσμωτικής πίεσης ίσης με 9,84 atm;

Όλα τα διαλύματα είναι μοριακά και βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία $T=300\text{ K}$.

Δίνεται: $R=0,082 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$

Μονάδες 5

4.2 Παρασκευάζεται αιθανόλη μέσω της αλκοολικής ζύμωσης (αντίδραση 1) που καταλύεται από ένζυμο.



α) Πώς ονομάζεται το ένζυμο που είναι απαραίτητο για να λάβει χώρα η αντίδραση (1); (μονάδα 1)

β) Πόσα γραμμάρια γλυκόζης απαιτούνται για να παρασκευάσουμε 460 g αιθανόλης με βάση την αντίδραση (1); (μονάδες 3)

Μονάδες 4

4.3 Ισομοριακό μείγμα αιθανόλης και μεθανόλης που ζυγίζει 15,6 g οξειδώνεται πλήρως με οξινομένο με H_2SO_4 υδατικό διάλυμα $KMnO_4$.

α) Υπολογίστε τα mol κάθε ουσίας σε αυτό το μείγμα. (μονάδες 3)

β) Γράψτε τις ισοσταθμισμένες χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα. (μονάδες 6)

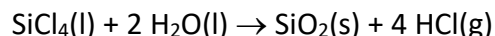
γ) Υπολογίστε τον μέγιστο όγκο οξινομένου με H_2SO_4 υδατικού διαλύματος $KMnO_4$ 0,8 Μ, που αποχρωματίζει αυτό το μείγμα κατά την πλήρη οξείδωσή του. (μονάδες 7)

Δίνονται: A_r : H=1, C=12, O=16.

Μονάδες 16

Θέμα 4°

Το SiCl_4 όταν αντιδρά με το νερό παράγεται αέριο HCl σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Αντίδραση 1

Η αντίδραση αυτή χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν σε πολεμικές επιχειρήσεις καθώς το νέφος του αερίου HCl εμπόδιζε την πραγματοποίηση μιας επίθεσης.

α) Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία (ΔH°) της αντίδρασης 1, λαμβάνοντας υπόψη τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού: (μονάδες 6).

$$\Delta H^\circ_f \text{SiCl}_4(\text{l}) = -687 \text{ kJ/mol}, \Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286 \text{ kJ/mol}, \Delta H^\circ_f \text{SiO}_2(\text{s}) = -911 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta H^\circ_f \text{HCl}(\text{g}) = -92 \text{ kJ/mol}.$$

β) Ποσότητα SiCl_4 αντιδρά πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα νερού και παράγονται 4,48 L αερίου HCl σε συνθήκες *STP*. Να υπολογίσετε:

i) Τη μάζα του SiCl_4 (σε g) που αντέδρασε. (μονάδες 4)

ii) Τη θερμότητα που εκλύεται από την αντίδραση σε πρότυπες συνθήκες. (μονάδες 3)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{Si})=28$, $A_r(\text{Cl})=35,5$

γ) Όλη η ποσότητα του αερίου HCl που παράγεται διοχετεύεται σε δοχείο που περιέχει 200 mL υδατικού διαλύματος NH_3 2 M, χωρίς μεταβολή του όγκου. Να υπολογίσετε το pH του υδατικού διαλύματος που προκύπτει (διάλυμα Δ1). (μονάδες 6)

δ) Στο υδατικό διάλυμα Δ1 προστίθενται 0,1 mol στερεού NaOH , χωρίς μεταβολή του όγκου και προκύπτει υδατικό διάλυμα Δ2. Να υπολογίσετε πόσες φορές θα αυξηθεί η συγκέντρωση των ανιόντων υδροξειδίου $[\text{OH}^-]$. (μονάδες 6)

Για τα ερωτήματα **γ)** και **δ)** δίνονται: $K_{b,\text{NH}_3} = 10^{-5} \text{ M}$, $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$. Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25 °C και τα δεδομένα επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4ο

Ασθενείς μονοπρωτικές βάσεις (π.χ. NH_3 και CH_3NH_2), ονομάζονται οι βάσεις που ιοντίζονται σε ένα βήμα. Στη γενική τους μορφή, συνήθως συμβολίζονται με B ο ιοντισμός τους περιγράφεται με την εξίσωση: $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB}^+ + \text{OH}^-$.

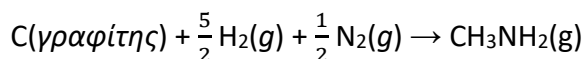
4.1

α. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση σχηματισμού της αμμωνίας σε ορισμένες συνθήκες.

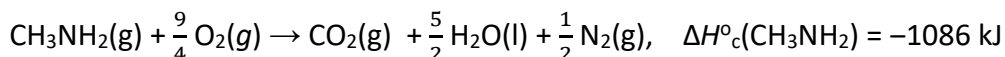
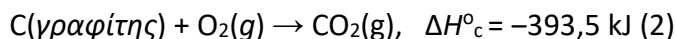
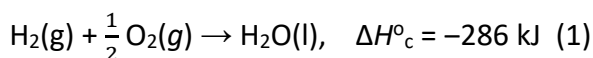


Στις ίδιες συνθήκες, σε δοχείο αναμειγνύονται 5 mol N_2 και 5 mol H_2 , προς σχηματισμό αμμωνίας. Να υπολογίσετε την ποσότητα θερμότητας που θα εκλυθεί όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση, την οποία να θεωρήσετε μονόδρομη. (μονάδες 5)

β. Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού της μεθυλαμίνης



Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



(μονάδες 7)

4.2.

α. Σε υδατικό διάλυμα μονοπρωτικής βάσης B συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ1) ισχύει ότι $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-10} \cdot [\text{OH}^-]$ (1).

i. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ1. (μονάδες 6)

ii. Να εξηγήσετε αν η βάση B είναι ισχυρή ή ασθενής. (μονάδες 3)

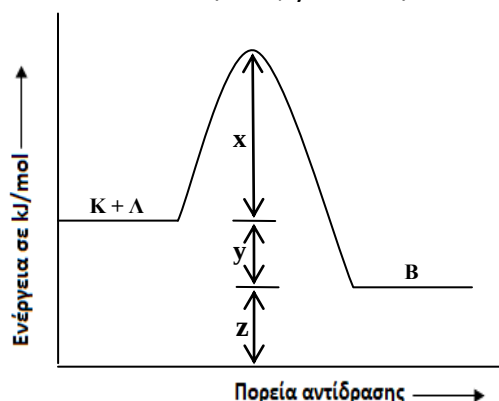
β. Έστω ότι η βάση B είναι η αιθυλαμίνη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$). Να γράψετε την αντίδραση παραγωγής αιθυλαμίνης από ακετονιτρίλιο ($\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{N}$) και την αντίδραση της αιθυλαμίνης με υδροχλώριο (HCl). (μονάδες 4)

Δίνεται ότι το διάλυμα Δ1 έχει θερμοκρασία 25 °C, όπου ισχύει $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$.

Μονάδες 25

Θέμα 4ο

4.1 Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα που περιγράφει τα ενεργειακά χαρακτηριστικά της αντίδρασης $K + \Lambda \rightarrow B$ και ότι $x = 70 \text{ kJ/mol}$, $y = 30 \text{ kJ/mol}$ και $z = 40 \text{ kJ/mol}$.



- α) Να προσδιορίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης και να χαρακτηρίσετε την αντίδραση ως ενδόθερμη ή εξώθερμη. (μονάδες 4)
- β) Να προσδιορίσετε την ενέργεια του ενδιάμεσου της αντίδρασης (ενεργοποιημένο σύμπλοκο) καθώς και την ενέργεια ενεργοποίησης (E_a') της αντίστροφης αντίδρασης. (μονάδες 4)
- γ) Η αρχική ταχύτητα της παραπάνω αντίδρασης διπλασιάζεται αν διπλασιάσουμε την αρχική συγκέντρωση του K και τετραπλασιάζεται αν διπλασιάσουμε την αρχική συγκέντρωση του Λ.
- i. Ποια είναι η τάξη της αντίδρασης ως προς κάθε αντιδρών;
- ii. Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι η αντίδραση αυτή είναι απλή. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την άποψή του; Να εξηγήσετε γιατί.

(μονάδες 4)

4.2 Σε υδατικό διάλυμα μονοπρωτικής βάσης B 0,1 M (διάλυμα Δ1) ισχύει ότι $[\text{OH}^-] = 10^8 [\text{H}_3\text{O}^+]$

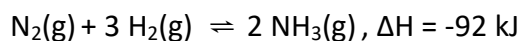
- α. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος. (μονάδες 6)
- β. Να εξηγήσετε αν η βάση B είναι ισχυρή ή ασθενής. (μονάδες 3)
- γ. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού της βάσης B. (μονάδες 4)

Δίνεται ότι το διάλυμα έχει θερμοκρασία 25°C , όπου ισχύει $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$ καθώς και ότι ισχύουν οι συνήθεις προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4ο

4.1 Η βιομηχανική παρασκευή της αμμωνίας γίνεται με τη μέθοδο Haber-Bosch. Άζωτο (N_2) και υδρογόνο (H_2) αντιδρούν σε υψηλή πίεση (150 atm) και υψηλή θερμοκρασία (400-500 °C) παρουσία καταλύτη, με βάση τη θερμοχημική εξίσωση:



Δεδομένου ότι η αγορά ζητά άμεσα τεράστιες ποσότητες αμμωνίας, κυρίως για λιπάσματα, να εξηγήσετε γιατί έχουν επιλεγεί οι παρακάτω συνθήκες για την πραγματοποίηση της αντίδρασης:

- α.** Υψηλή πίεση. (μονάδες 4)
- β.** Παρουσία καταλύτη. (μονάδες 3)
- γ.** Υψηλή θερμοκρασία. (μονάδες 3)

4.2 Υδατικό διάλυμα Δ1 περιέχει NH_3 με συγκέντρωση $c = 1 \text{ M}$. Σε 200 mL από το διάλυμα αυτό προστίθενται 400 mL υδατικού διαλύματος HCl 0,5 M. Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται με νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ2 όγκου 2 L με $pH = 5$.

- α.** Να υπολογίσετε τη σταθερά K_b της NH_3 . (μονάδες 9)
- β.** Στο διάλυμα Δ2 προστίθενται 0,16 mol στερεού KOH . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ3 που προκύπτει. (μονάδες 6)

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C, $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$, $\log 4 \approx 0,6$, η προσθήκη στερεού KOH δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος και ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Το άζωτο (N_2) σχηματίζει χιλιάδες ανόργανες και οργανικές ενώσεις, όπως την αμμωνία NH_3 , το υδροκυάνιο HCN , το νιτρικό HNO_3 , το νιτρώδες οξύ HNO_2 , την ουρία $CO(NH_2)_2$ και τα παράγωγά τους.

4.1 Υδατικό διάλυμα Δ1 βρίσκεται σε θερμοκρασία $27\text{ }^{\circ}C$ και έχει συγκέντρωση $0,1\text{ M}$ σε ουρία ($CO(NH_2)_2$).

α. Να προσδιορίσετε την ωσμωτική πίεση του διαλύματος Δ1. (μονάδες 3)

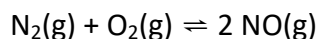
β. Ένα υδατικό διάλυμα Δ2 έχει περιεκτικότητα $0,92\%$ w/v σε μια άγνωστη μοριακή ουσία Α και είναι ισοτονικό με το διάλυμα Δ1 σε θερμοκρασία $27\text{ }^{\circ}C$.

Να προσδιορίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας Α. (μονάδες 4)

Δίνεται, $R = 0,082\text{ L}\cdot\text{atm}^{-1}\cdot\text{mol}\cdot\text{K}^{-1}$.

4.2 Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) είναι ένα άχρωμο αέριο. Επίσης, παράγεται σε διάφορα οργανικά συστήματα και λειτουργεί ως αγγειοδιασταλτικός παράγοντας, ως νευροδιαβιβαστής, ως αντιμικροβιακός παράγοντας κ.ά.

Σε κλειστό δοχείο, του οποίου ο όγκος μπορεί να μεταβληθεί, εισάγουμε 6 mol αερίου N_2 και 3 mol αερίου O_2 και θερμαίνουμε σε θερμοκρασία $\theta_1\text{ }^{\circ}C$. Όταν το σύστημα καταλήξει σε ισορροπία:



η ποσότητα του O_2 στο δοχείο βρέθηκε ίση με 1 mol .

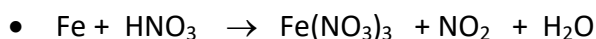
α. Να υπολογιστεί η απόδοση α_1 της αμφίδρομης αντίδρασης. (μονάδες 4)

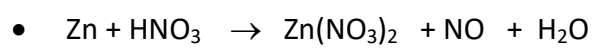
β. Να βρεθεί η τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας της αντίδρασης στους $\theta_1\text{ }^{\circ}C$. (μονάδες 3)

γ. Σε άλλο όμοιο δοχείο, στην ίδια θερμοκρασία, εισάγουμε 6 mol αερίου N_2 και 6 mol αερίου O_2 . Να υπολογιστεί η απόδοση α_2 της αντίδρασης στη χημική ισορροπία. (μονάδες 4)

δ. Να συγκρίνετε τις αποδόσεις α_1 και α_2 και να δώσετε μια ερμηνεία για την παρατηρούμενη διαφορά. (μονάδες 3)

4.3 Το NO μπορεί να οξειδωθεί σε νιτρικό οξύ (HNO_3). Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις παρακάτω οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις:





(μονάδες 4)

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

Δίνονται δύο υδατικά διαλύματα ασθενών μονοπρωτικών οξέων, τα οποία βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

Διάλυμα **Δ1** συγκέντρωσης 0,4 M του οξέος HA.

Διάλυμα **Δ2** συγκέντρωσης 1 M του οξέος HB.

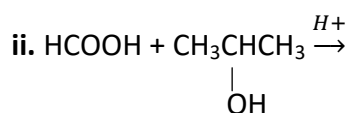
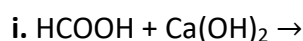
Η συγκέντρωση των οξωνίων στο διάλυμα **Δ1** βρέθηκε διπλάσια από τη συγκέντρωση των οξωνίων στο διάλυμα **Δ2**, δηλαδή $[H_3O^+]_{\Delta 1} = 2[H_3O^+]_{\Delta 2}$.

α) Να εξετάσετε ποιο από τα δύο οξέα είναι ισχυρότερο (μονάδες 3) και να προσδιορίσετε τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις δύο σταθερές ιοντισμού. (μονάδες 5)

β) Να συγκρίνετε τους βαθμούς ιοντισμού των δύο οξέων στα διαλύματα Δ1 και Δ2. (μονάδες 5)

γ) Να υπολογίσετε τον όγκο του νερού που πρέπει να προστεθεί σε 100 mL του διαλύματος HB 1 M, προκειμένου ο βαθμός ιοντισμού του διαλύματος Δ3 που προκύπτει να είναι ίδιος με τον βαθμό ιοντισμού του διαλύματος HA. (μονάδες 6)

δ) Δίνεται ότι το οξύ HA είναι το HCOOH, Να συμπληρώσετε τις ακόλουθες αντιδράσεις:



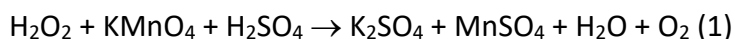
(μονάδες 9)

Δίνεται ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 25

Θέμα 4°

4.1 Το δραστικό συστατικό σε πολλά υγρά που χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση λεκέδων από υφάσματα είναι το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2). Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας ενός καθαριστικού λεκέδων σε H_2O_2 , 5 mL από το υγρό καθαρισμού μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη 100 mL και προστέθηκε απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή (διάλυμα Δ1). Σε 20 mL από το υδατικό διάλυμα Δ1 προστέθηκε σταδιακά διάλυμα 0,03 M υπερμαγγανικού καλίου (KMnO_4) οξινισμένο με θειικό οξύ (H_2SO_4). Η αντίδραση που πραγματοποιήθηκε περιγράφεται με τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση (1). Για την πλήρη αντίδραση του H_2O_2 χρησιμοποιήθηκαν 20 mL του διαλύματος του KMnO_4 .

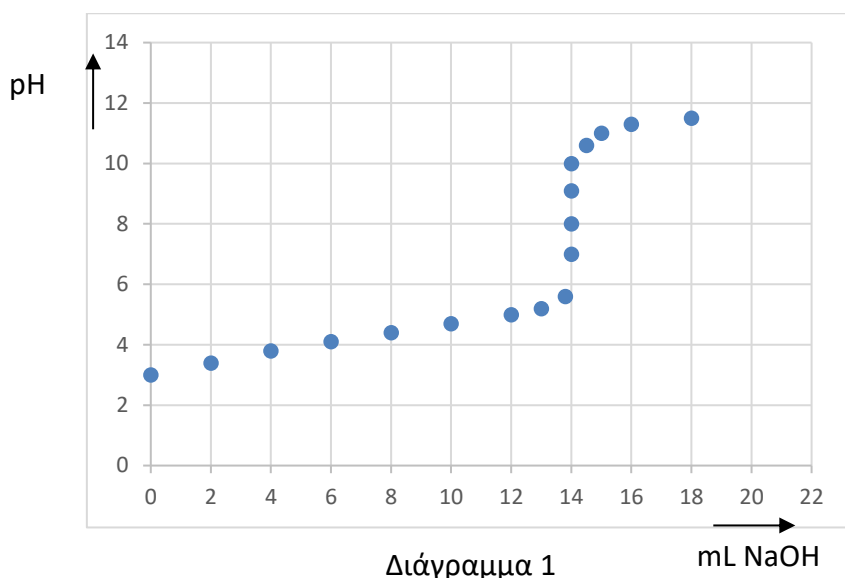


α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παραπάνω εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 3)

β) Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα % w/v του υγρού καθαρισμού σε H_2O_2 . (μονάδες 9)
Δίνονται $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{H}) = 1$.

Μονάδες 12

4.2 Σε ένα κουτί δισκίων βιταμίνης C αναγράφεται ότι η ποσότητα του ασκορβικού οξέος (HA) σε κάθε δισκίο είναι 500 mg (0,5 g). Για τον έλεγχο της ένδειξης, ένα δισκίο βιταμίνης C διαλύεται σε ογκομετρική φιάλη των 200 mL και προστίθεται νερό μέχρι τη χαραγή, οπότε λαμβάνεται το υδατικό διάλυμα Δ1. 10 mL του διαλύματος Δ1 ογκομετρούνται, στους 25 °C, με υδατικό διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 0,01 M. Η μεταβολή του pH σε συνάρτηση με τον όγκο του διαλύματος NaOH που προστίθεται απεικονίζεται στο Διάγραμμα 1. Το ασκορβικό οξύ συμπεριφέρεται ως ασθενές οξύ και θεωρούμε ότι είναι το μόνο συστατικό του δισκίου βιταμίνης C που αντιδρά με το NaOH .



Διάγραμμα 1

α) Να επιλέξετε έναν δείκτη από τον πίνακα 1 ως κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί για την ογκομέτρηση. (μονάδα 1) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 4)

Πίνακας 1

Δείκτης	$pK_{a\text{δείκτη}}$
Ηλιανθίνη	3,47
Πράσινο της βρωμοκρεσόλης	4,9
Ερυθρό της κρεσόλης	8,46

β) Με τη βοήθεια του Διαγράμματος 1 να προσδιορίσετε τη μάζα του ασκορβικού οξέος στο δισκίο της βιταμίνης C. (μονάδες 8)

Δίνεται $M_r(\text{HA}) = 176$.

Μονάδες 13

Θέμα 4^ο

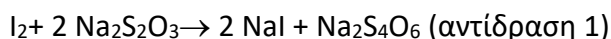
4.1 Διαθέτουμε τρεις φιάλες Α Β και Γ των οποίων οι ετικέτες έχουν καταστραφεί. Γνωρίζουμε ότι η καθεμία από αυτές περιέχει ένα από τα παρακάτω διαλύματα: υδατικό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl) συγκέντρωσης $c = 10^{-3}$ M, υδατικό διάλυμα οξικού οξέος (CH₃COOH) ίδιας συγκέντρωσης και υδατικό διάλυμα χλωριούχου αμμωνίου (NH₄Cl) ίδιας συγκέντρωσης. Σε δείγμα της φιάλης Α το pH μετρήθηκε ίσο με 4, σε δείγμα από τη φιάλη Β το pH μετρήθηκε ίσο με 3 και σε δείγμα από τη φιάλη Γ το pH μετρήθηκε ίσο με 6. Να προσδιορίσετε το περιεχόμενο της κάθε φιάλης (μονάδες 3) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 9).

Όλα τα διαλύματα είναι σε θερμοκρασία 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$, και ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

Δίνονται: $K_{a,CH_3COOH} = 10^{-5}$ M, $K_{b,NH_3} = 10^{-5}$ M

Μονάδες 12

4.2 Ορισμένα από τα αντίδοτα για δηλητηρίαση από κυανιούχες ενώσεις περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και φιαλίδια που περιέχουν 100 mL υδατικού διαλύματος θειοθειικού νατρίου (Na₂S₂O₃) (διάλυμα Δ1). Ο προσδιορισμός του Na₂S₂O₃ στο διάλυμα Δ1 στηρίζεται στην αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:



α) Να προσδιορίσετε εάν το ιώδιο (I₂) στην παραπάνω αντίδραση δρα ως οξειδωτικό ή αναγωγικό. (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

β) Για τον προσδιορισμό του Na₂S₂O₃ στο διάλυμα Δ1 λαμβάνονται 10 mL του Δ1 και αραιώνονται σε τελικό όγκο $V = 50$ mL (διάλυμα Δ2). Στο διάλυμα Δ2 προστίθεται υδατικό διάλυμα ιωδίου (I₂) οπότε λαμβάνει χώρα η αντίδραση 1.

Για την πλήρη αντίδραση του Na₂S₂O₃ καταναλώθηκαν 19 mL διαλύματος I₂ 0,01 M.

Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα % w / v του αρχικού διαλύματος Δ1 σε Na₂S₂O₃. (μονάδες 9)

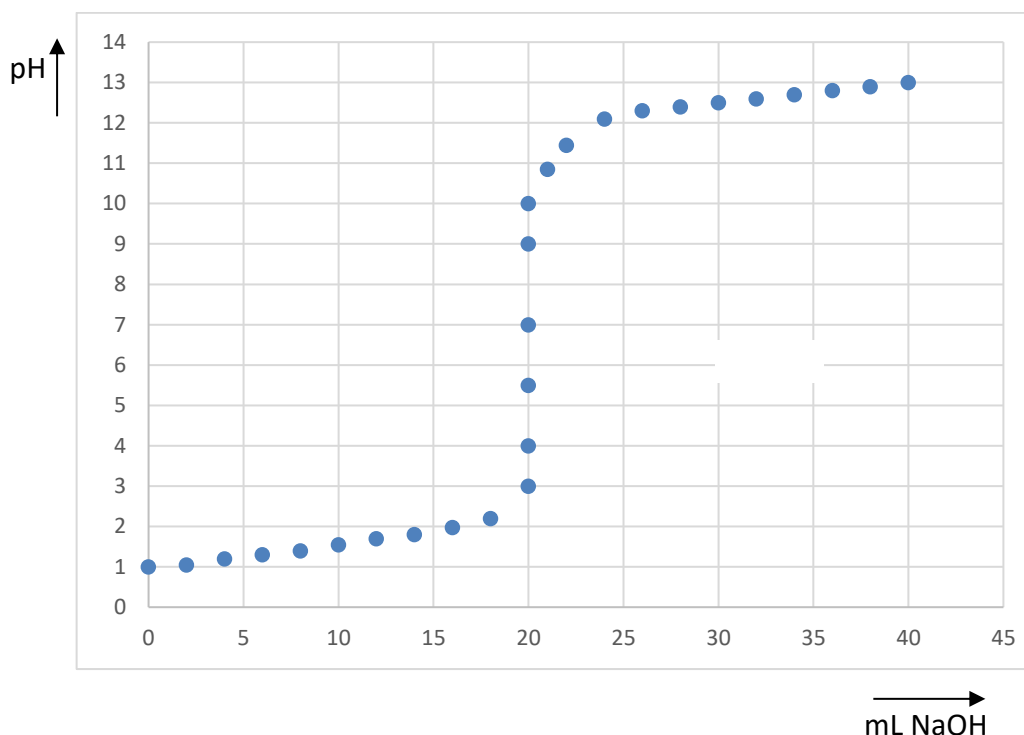
Δίνονται: $A_r(Na) = 23$, $A_r(O) = 16$, $A_r(S) = 32$

Μονάδες 13

Θέμα 4°

4.1 Το σουλφαμικό οξύ ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$), είναι μονοπρωτικό οξύ του τύπου HA και χρησιμοποιείται, σε μορφή άσπρης σκόνης, για την απομάκρυνση των αλάτων από τις καφετιέρες.

α) Αδειάζουμε το περιεχόμενο από ένα φακελάκι που στην ετικέτα του γράφει ότι περιέχει 1 g σουλφαμικού οξέος, σε ογκομετρική φιάλη όγκου 100 mL και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή (Διάλυμα Δ1). Ογκομετρούμε 20 mL από το Δ1 με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) συγκέντρωσης 0,1 M και λαμβάνουμε το παρακάτω διάγραμμα ογκομέτρησης.



Να προσδιορίσετε τα g του καθαρού σουλφαμικού οξέος που περιέχονταν στο φακελάκι γνωρίζοντας ότι οι προσμίξεις δεν αντιδρούν με το υδροξείδιο του νατρίου. (μονάδες 8)

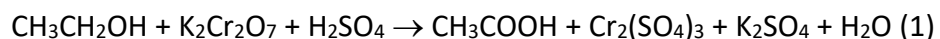
Δίνονται: $A_r(\text{N}) = 14$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{S}) = 32$

β) Χρησιμοποιώντας δεδομένα από το διάγραμμα της ογκομέτρησης, να προσδιορίσετε εάν το σουλφαμικό οξύ είναι ισχυρό ή ασθενές οξύ. (μονάδες 4)

Μονάδες 12

4.2 Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας ενός αλκοολούχου ποτού σε αιθανόλη, 20 mL του αλκοολούχου ποτού μεταφέρονται σε ογκομετρική φιάλη του 1 L και αραιώνονται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή (διάλυμα Δ1). 1 mL από το αραιωμένο διάλυμα Δ1 μεταφέρεται σε κωνική

φιάλη και προστίθενται σε αυτή 25 mL διαλύματος 0,01 M διχρωμικού καλίου ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) οξινισμένου με θειικό οξύ (H_2SO_4). Η φιάλη πωματίζεται και θερμαίνεται μέχρι να ολοκληρωθεί η αντίδραση που περιγράφεται από τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση 1.



Μετά το τέλος της αντίδρασης προσδιορίστηκε ότι $1,6 \cdot 10^{-4}$ mol διχρωμικού καλίου **δεν** αντέδρασαν.

α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παραπάνω εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 4)

β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (M) του αλκοολούχου ποτού σε αιθανόλη. (μονάδες 9)

Μονάδες 13

Θέμα 4^ο

4.1 Ένα νόμισμα αποτελείται από χαλκό (Cu), ψευδάργυρο (Zn) και νικέλιο (Ni).

α) Για τον προσδιορισμό της ποσότητας του Cu στο νόμισμα, 1 g από το υλικό από το οποίο αποτελείται το νόμισμα διαλύεται σε αραιό νιτρικό οξύ (HNO₃). Η αντίδραση που πραγματοποιήθηκε περιγράφεται με τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση 1.



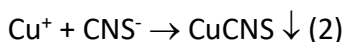
i) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παραπάνω εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 3)

ii) Να προσδιορίσετε εάν το HNO₃ στην παραπάνω αντίδραση δρα ως οξειδωτικό ή αναγωγικό. (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

iii) Με κατάλληλη διαδικασία ο Cu²⁺ μετατράπηκε σε Cu⁺ και με προσθήκη ιόντων CNS⁻ σχηματίστηκε ίζημα θειοκυανιούχου χαλκού (I) (CuCNS) του οποίου η μάζα βρέθηκε 1,215 g, σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφει η χημική εξίσωση

2. Να υπολογίσετε το ποσοστό % του Cu στο υλικό του νομίσματος. (μονάδες 6)



Δίνονται: A_r(S) = 32, A_r(C) = 12, A_r(N) = 14, A_r(Cu) = 63,5

Μονάδες 12

4.2

α) Κατά την παρασκευή μαρμελάδας μήλου, η μαρμελάδα θα πήξει μόνο εάν το pH είναι μεταξύ 2,7 και 3,3. Το pH στη μαρμελάδα μήλου καθορίζεται από τον ιοντισμό οργανικού οξέος (ACOOH) που έχει K_a = 3,2·10⁻⁴ M.

Να εξετάσετε εάν μαρμελάδα στην οποία η συγκέντρωση του συγκεκριμένου ασθενούς οξέος είναι 0,05 M θα πήξει ή όχι. (μονάδες 7)

Να θεωρηθεί ότι η μαρμελάδα είναι υδατικό διάλυμα στους 25 °C και ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

Δίνεται ότι log4 = 0,6

β) Ο βουτανικός μεθυλεστέρας (CH₃CH₂CH₂COOCH₃) έχει χαρακτηριστικό άρωμα μήλου. Για τη σύνθεση του βουτανικού μεθυλεστέρα (CH₃CH₂CH₂COOCH₃) με βάση την αντίδραση 1, χρησιμοποιήθηκαν αρχικά 0,6 mol CH₃OH και 0,3 mol CH₃CH₂CH₂COOH.

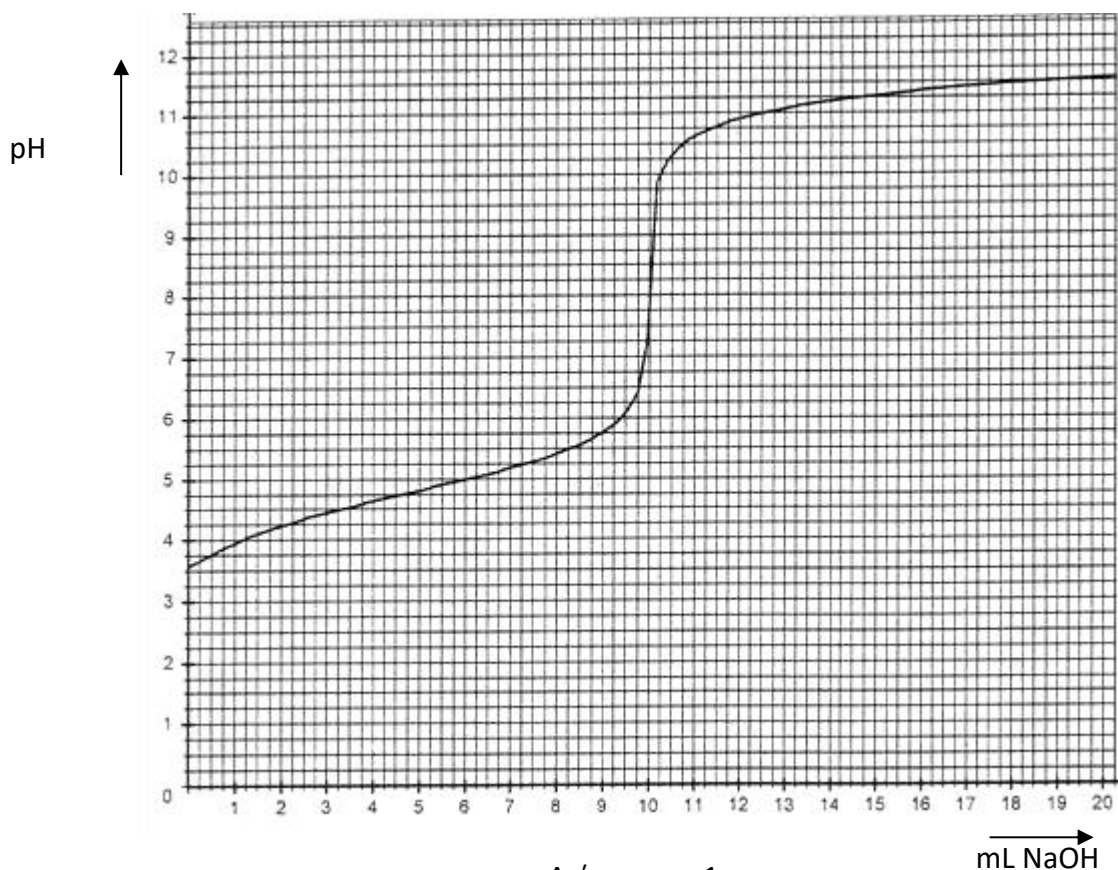


Στη θέση Χημικής Ισορροπίας η ποσότητα του οξέος που υπάρχει προσδιορίστηκε με ογκομέτρηση και βρέθηκε ίση με 0,12 mol. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης 1. (μονάδες 6)

Μονάδες 13

Θέμα 4^ο

4.1 Διαθέτουμε στο εργαστήριο μία φιάλη που περιέχει υδατικό διάλυμα καρβοξυλικού οξέος (RCOOH) άγνωστης συγκέντρωσης (διάλυμα Δ1). 50 mL από το διάλυμα Δ1 ογκομετρούνται με υδατικό διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) συγκέντρωσης 0,025 M. Το διάγραμμα της μεταβολής του pH του διαλύματος Δ1 κατά την ογκομέτρηση δίνεται από το διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 1

α) Με τη βοήθεια του διαγράμματος να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση του RCOOH στο διάλυμα Δ1 σε $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. (μονάδες 5)

β)

i) Να προσδιορίσετε από το διάγραμμα το pH του διαλύματος όταν έχει προστεθεί όγκος διαλύματος NaOH $V = \frac{V_{I\Sigma}}{2}$, όπου $V_{I\Sigma}$ ο όγκος του διαλύματος NaOH που προστέθηκε στο ισοδύναμο σημείο. (μονάδες 2)

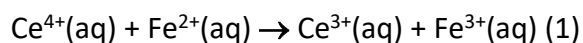
ii) Με τη βοήθειά του διαγράμματος και σε συνδυασμό με τα δεδομένα του Πίνακα 1 να προσδιορίσετε το οξύ (RCOOH). (μονάδες 2) Να αιτιολογήσετε την άποψή σας. (μονάδες 8)

Πίνακας 1

Οξύ	pKa
CHCl ₂ COOH	1,3
CH ₂ ClCOOH	2,9
HCOOH	3,8
CH ₃ COOH	4,8

Μονάδες 17

4.2 Ο αιθανικός σίδηρος (II) [(CH₃COO)₂Fe] χρησιμοποιείται στη βαφή υφασμάτων. Η συγκέντρωση του στο διάλυμα μπορεί να προσδιοριστεί με την αντίδρασή του με Ce(SO₄)₂. Με την προσθήκη κατάλληλου δείκτη, το διάλυμα στο τέλος της αντίδρασης γίνεται ιώδες. Η αντίδραση περιγράφεται με τη χημική εξίσωση 1.



α) Να προσδιοριστούν το οξειδωτικό και το αναγωγικό στην αντίδραση 1. (μονάδα 1)

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3)

γ) Ορισμένος όγκος διαλύματος (CH₃COO)₂Fe (διάλυμα Δ2) αντιδρά πλήρως με 15 mL διαλύματος Ce(SO₄)₂ συγκέντρωσης 0,1 M. Να υπολογίσετε τη μάζα (g) του Fe²⁺ στο διάλυμα Δ2. (μονάδες 4)

Δίνεται: A_r(Fe) = 56

Μονάδες 8

Θέμα 4^ο

Διαθέτουμε τα ακόλουθα διαλύματα:

Διάλυμα Α: Υδατικό διάλυμα HCl όγκου $V_A = 500 \text{ mL}$ με $\text{pH}=1$.

Διάλυμα Β: Υδατικό διάλυμα KMnO_4 συγκέντρωσης $c_B = 0,04 \text{ M}$.

Διάλυμα Γ: Υδατικό διάλυμα KMnO_4 συγκέντρωσης $c_\Gamma = 0,02 \text{ M}$.

Τα διαλύματα Β και Γ περιέχουν κατάλληλη ποσότητα H_2SO_4 .

α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του HCl στο διάλυμα Α. (μονάδες 4)

β) Συμπληρώστε τους στοιχειομετρικούς συντελεστές στην ακόλουθη χημική εξίσωση (1) ώστε να είναι ισοσταθμισμένη.



γ) Αναμειγνύουμε τα διαλύματα Β και Γ με αναλογία όγκων $\frac{V_B}{V_\Gamma} = \frac{1}{3}$ οπότε προκύπτει

διάλυμα Δ. Υπολογίστε τη νέα συγκέντρωση του KMnO_4 (c_Δ) στο διάλυμα Δ. (μονάδες 7).

δ) Να υπολογίσετε τον όγκο σε mL από το διάλυμα Δ που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση του HCl του διαλύματος Α. (μονάδες 6)

ε) Υπολογίστε τη συνολική μεταβολή του Α.Ο. των ατόμων του αναγωγικού στην αντίδραση (1). (μονάδες 4)

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1 Το υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) είναι μια ένωση με ευρύτατη βιομηχανική και καθημερινή χρήση. Μπορεί να παρασκευαστεί με βάση τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση (1): $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2$ (1)

α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παραπάνω εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 3)

β) Ποια ουσία δρα ως οξειδωτικό και ποια ως αναγωγικό στην εξίσωση (1); (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3)

Το NaOH περιέχεται σε διάφορα οικιακά καθαριστικά αποχετεύσεων. Διαλύουμε σε νερό 0,5 g από το ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΟ Α που περιέχει NaOH και αδρανείς χημικά ουσίες και έτσι παρασκευάζουμε 100 mL υδατικού διαλύματος Υ1. Το διάλυμα Υ1 κατά την ογκομέτρησή του απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 50 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,2 M. Στις συνθήκες του πειράματος ισχύει ότι $\Delta H_n = -57 \text{ kJ/mol}$.

γ) Υπολογίστε το συνολικό ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την ογκομέτρηση αυτή. (μονάδες 4)

δ) Υπολογίστε την % w/w περιεκτικότητα σε NaOH στο ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΟ Α.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{Na})=23$, $A_r(\text{O})=16$. (μονάδες 4)

ε) Υπολογίστε το pH του διαλύματος Υ1. Η θερμοκρασία είναι 25°C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w=10^{-14} \text{ M}^2$. (μονάδες 4)

Μονάδες 19

4.2 6 g ενός εστέρα Ε της μορφής $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOC}_m\text{H}_{2m+1}$ (όπου μ, ν ακέραιοι με $\nu \geq 0$ και $\mu \geq 1$) αντιδρούν πλήρως (σαπωνοποίηση) με θερμό διάλυμα NaOH που περιέχει 0,1 mol NaOH. Βρείτε τον συντακτικό τύπο του εστέρα Ε. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{O})=16$.

Μονάδες 6

Θέμα 4^ο

4.1 Αναμειγνύονται 500 mL από υδατικό διάλυμα Y1 KOH συγκέντρωσης 0,1 M με 500 mL από ρυθμιστικό διάλυμα Y2 συγκέντρωσης NH_3 0,1 M και NH_4Cl 0,1 M, οπότε προκύπτει διάλυμα Y3 όγκου 1 L.

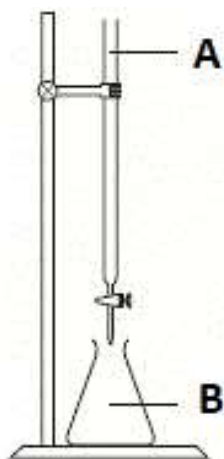
α) Υπολογίστε το pH του διαλύματος Y1. (μονάδες 4)

β) Υπολογίστε το pH του διαλύματος Y2. (μονάδες 4)

γ) Υπολογίστε το pOH του διαλύματος Y3. (μονάδες 6)

Η θερμοκρασία είναι 25 °C όπου η σταθερά αυτοϊοντισμού του νερού έχει τιμή $K_w=10^{-14} \text{ M}^2$ και η σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχει τιμή $K_b=10^{-5} \text{ M}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις συνήθεις προσεγγίσεις.

4.2 Ονομάστε τα ακόλουθα γυάλινα σκεύη **A** και **B** που χρησιμοποιούνται σε μια ογκομέτρηση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. (μονάδες 4)



4.3 Το HCl περιέχεται σε διάφορα οικιακά καθαριστικά. 2,5 mL από το ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΟ X που είναι υδατικό διάλυμα HCl, μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και προστέθηκε απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή (διάλυμα Y4). Το διάλυμα Y4 κατά την ογκομέτρησή του με τη βοήθεια των γυάλινων σκευών του προηγούμενου ερωτήματος, απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 20 mL διαλύματος KOH συγκέντρωσης 0,5 M.

α) Υπολογίστε το συνολικό ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την ογκομέτρηση αυτή. (μονάδες 3)

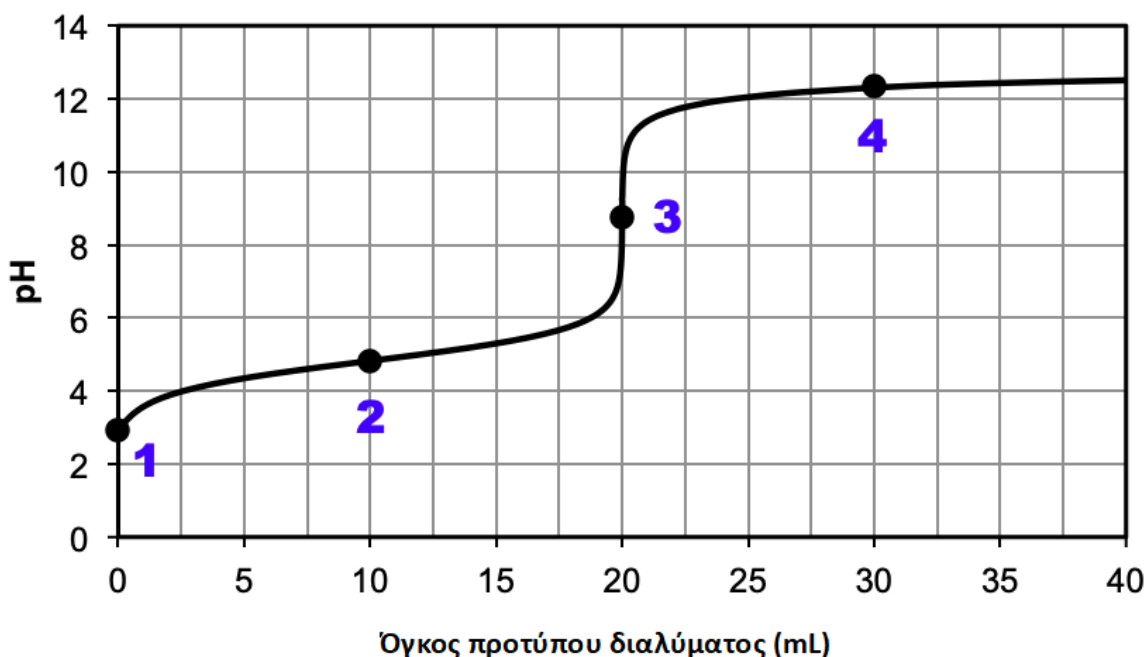
β) Υπολογίστε την % w/v περιεκτικότητα σε HCl στο ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΟ X. (μονάδες 4)

Στις συνθήκες του πειράματος ισχύει ότι $\Delta H_n = -57 \text{ kJ/mol}$. Δίνονται $\Delta_f H^\circ(\text{H})=1$, $\Delta_f H^\circ(\text{Cl})=-35,5$.

Μονάδες 25

Θέμα 4^ο

4.1 Δίνεται η ακόλουθη καμπύλη ογκομέτρησης 20 mL διαλύματος Y1 CH_3COOH με $\text{pH}=3$ σημείο (1), από πρότυπο διάλυμα Y2 NaOH με $\text{pH}=13$.

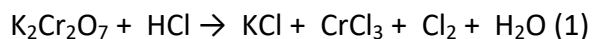


- α) Υπολογίστε τον αριθμό οξείδωσης (Α.Ο.) του κάθε ατόμου C στο CH_3COOH . (μονάδες 4)
- β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NaOH στο διάλυμα Y2. (μονάδες 3)
- γ) Να εξηγήσετε ποιο από τα σημεία 2,3,4 είναι το ισοδύναμο σημείο; (μονάδες 2)
- δ) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του CH_3COOH στο διάλυμα Y1. (μονάδες 3)
- ε) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του CH_3COOH . (μονάδες 4)
- στ) Να υπολογίσετε τον βαθμό ιοντισμού (α) του CH_3COOH στο διάλυμα Y1. (μονάδες 2)

Όλα τα παραπάνω υδατικά διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C , όπου $K_w = 10^{-14} \text{ M}^2$. Τα δεδομένα των ερωτημάτων επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 18

4.2 Το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ μπορεί να αντιδράσει με HCl . Η αντίδραση περιγράφεται με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση (1) που ακολουθεί.



α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην εξίσωση της αντίδρασης (1) ώστε να είναι ισοσταθμισμένη. (μονάδες 3)

β) Πόσα mL από διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ συγκέντρωσης 0,2 M απαιτούνται για να αντιδράσουν πλήρως με 50 mL διαλύματος HCl 0,56 M; (μονάδες 4)

Μονάδες 7