

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

Οξειδοαναγωγή – Θερμοχημεία – Χημική κινητική Χημική ισορροπία – Ιοντική ισορροπία

Θέμα 1ο

1. Στοιχείο Σ, κύριας ομάδας του περιοδικού πίνακα, εμφανίζει σε χημικές ενώσεις μέγιστο αριθμό οξείδωσης +5.

- α. Το στοιχείο Σ εμφανίζει πραγματικό φορτίο +5.
- β. Χημική ένωση του στοιχείου Σ, με τον παραπάνω αριθμό οξείδωσης, συμπεριφέρεται ως αναγωγικό μέσο.
- γ. Το στοιχείο Σ είναι μέταλλο.
- δ. Το στοιχείο Σ εμφανίζει αρνητικό αριθμό οξείδωσης -3.

Μονάδες 5

2. Σε υψηλή θερμοκρασία σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Τελικά στο δοχείο η πίεση είναι ίση με x atm στην ίδια θερμοκρασία. Διπλασιάζεται ο όγκος του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία. Στις νέες συνθήκες το τελικό μείγμα της θεσης ισορροπίας ασκεί πίεση p , η οποία είναι ίση με:

- α. $p = \frac{x}{2}$ atm
- β. $p > \frac{x}{2}$ atm
- γ. $p < \frac{x}{2}$ atm
- δ. $p = x$ atm

Μονάδες 5

3. Σε μία εξώθερμη αντίδραση:

- α. δεν χρειάζεται ενέργεια ενεργοποίησης.
- β. μειώνεται το ενεργειακό περιεχόμενο του συστήματος.
- γ. η ενθαλπία των προϊόντων είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία των αντιδρώντων.
- δ. τα αντιδρώντα απορροφούν θερμότητα.

Μονάδες 5

4. Σε μια αντίδραση σύνθεσης οι ταχύτητες κατανάλωσης, στο ίδιο χρονικό διάστημα:

- α. είναι ίσες.
- β. είναι διαφορετικές.
- γ. έχουν σχέση που καθορίζεται από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές.
- δ. είναι σταθερές.

Μονάδες 5

5. α. Να αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ διάστασης και ιοντισμού.

β. Να διατυπώσετε την αρχή Le Chatelier.

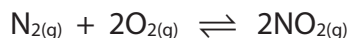
Μονάδες 5

Θέμα 2ο

1. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α. Υδατικό διάλυμα ηλεκτρολύτη με $\text{pH} = 6,4$, στους 15°C , είναι όξινο.

β. Η προσθήκη αερίου He σε δοχείο στο οποίο επικρατεί η ισορροπία



με σταθερό τον όγκο του δοχείου και τη θερμοκρασία, δεν επηρεάζει τη θέση της χημικής ισορροπίας.

γ. Το pH διαλύματος ασθενούς οξέος HA c M είναι μικρότερο από το pH διαλύματος ασθενούς οξέος HB $c\text{M}$, στην ίδια θερμοκρασία. Επομένως το οξύ HA είναι ισχυρότερο από το οξύ HB .

δ. Η επίδραση περίσσειας όξινου διαλύματος KMnO_4 στην 1,2-αιθανοδιόλη προκαλεί έκλυση αερίου.

Μονάδες 4

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Μονάδες 8

2. Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής:

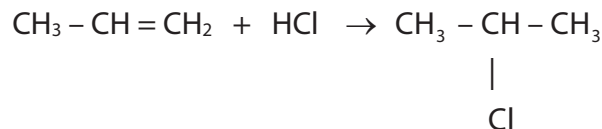
α. $\text{NH}_3 + \text{CuO}$

β. $\text{SnCl}_2 +$ όξινο διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

γ. Δευτεροταγής αλκοόλη του τύπου $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$

Μονάδες 6

3. Έστω η αντίδραση προσθήκης:



α. Να εξετάσετε αν είναι αντίδραση οξειδοαναγωγής και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

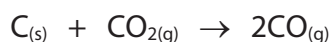
Μονάδες 2

β. Να προσδιορίσετε ποιο στοιχείο οξειδώνεται, ποιο στοιχείο ανάγεται καθώς και τη μεταβολή στους αριθμούς οξείδωσης.

Μονάδες 5

Θέμα 3ο

Σε δοχείο όγκου 1 L περιέχεται περίσσεια στερεού άνθρακα. Σε κατάλληλες συνθήκες εισάγεται στο δοχείο ποσότητα αερίου CO_2 , με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται η αντίδραση:



Στο διάστημα $[0 \text{ s}, 4 \text{ s}]$ η ταχύτητα της αντίδρασης βρέθηκε ίση με $0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$, ενώ τη χρονική στιγμή $t_1 = 4 \text{ s}$ έχουμε περιεκτικότητα 33,33% v/v σε CO_2 για το αέριο μείγμα.

α. Να υπολογίσετε την αρχική ποσότητα του CO_2 .

Μονάδες 12

β. Να εξετάσετε, αν τη χρονική στιγμή $t_2 = 8 \text{ s}$, μπορεί να έχει ολοκληρωθεί η αντίδραση και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

γ. Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης η ποσότητα του σχηματιζόμενου αερίου CO διαβιβάζεται σε 4 L διαλύματος KMnO_4 1 M, οξεισμένου με H_2SO_4 . Να εξετάσετε αν θα αποχρωματιστεί το διάλυμα του KMnO_4 0,1 M.

Μονάδες 8

Θέμα 4ο

α. 6 g αλκοόλης (A) του τύπου $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ οξειδώνονται πλήρως από 800 mL διαλύματος KMnO_4 0,1 M, οξεισμένου με H_2SO_4 .

i. Να προσδιορίσετε τον συντακτικό τύπο της αλκοόλης (A).

Μονάδες 4

ii. Να υπολογίσετε τα mol του οργανικού προϊόντος (B) της οξείδωσης.

Μονάδες 1

β. Επιπλέον 6 g αλκοόλης (A) υφίστανται κατεργασία με 9,6 g κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος (Γ), με αποτέλεσμα να αποκαθίσταται ισορροπία μεταξύ της αλκοόλης (A), του οξέος (Γ), του εστέρα (Δ) και του νερού που προκύπτουν. Στο μείγμα της ισορροπίας περιέχονται 0,08 mol εστέρα (Δ), ενώ η σταθερά της χημικής ισορροπίας είναι ίση με 4.

i. Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους του οξέος (Γ) και του εστέρα (Δ).

Μονάδες 4

ii. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης εστεροποίησης.

Μονάδες 4

γ. 1 mol οξέος (B) διαλύεται σε νερό, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό διαλύματος (Δ1), στο οποίο ισχύει $[\text{H}_3\text{O}^+]:[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^8$, ενώ ο όγκος του διαλύματος είναι 500 mL. 0,9 mol οξέος (Γ) διαλύονται στο νερό, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό διαλύματος (Δ2) όγκου 500 mL. Οι ποσότητες των διαλυμάτων Δ1 και Δ2 αναμειγνύονται με αποτέλεσμα τον σχηματισμό διαλύματος (Δ3). Να προσδιορίσετε το pH του διαλύματος Δ3.

Μονάδες 12

Δίνονται:

- οι σχετικές ατομικές μάζες του άνθρακα ($A_r = 12$), του υδρογόνου ($A_r = 1$) και του οξυγόνου ($A_r = 16$).
- για το οξύ (Γ) η σταθερά ιοντισμού $K_a = 10^{-5}$.
- η θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι 25°C , στην οποία $K_w = 10^{-14}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ

Θέμα 1ο

1. δ
2. δ ($p = cRT$, όπου $C = K_c =$ σταθερή)
3. β
4. γ
5. Βλ. θεωρία

Θέμα 2ο

1. α. Σ.

Στους 15°C η $K_w < 10^{-14}$, οπότε στο ουδέτερο διάλυμα $pH = pOH = 0,5pK_w > 7$. Επομένως διάλυμα με τιμή pH μικρότερη από του ουδέτερου είναι όξινο.

β. Σ

Η εισαγωγή του He, λόγω αύξησης του συνολικού αριθμού των αέριων mol, προκαλεί αύξηση της πίεσης. Όμως εξακολουθεί να ικανοποιείται ο νόμος της χημικής ισορροπίας, εφόσον οι συγκεντρώσεις του $N_{2(g)}$, του $O_{2(g)}$ και του $NO_{2(g)}$ δε μεταβάλλονται.

γ. Σ

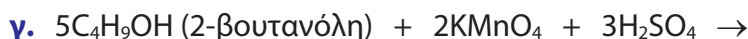
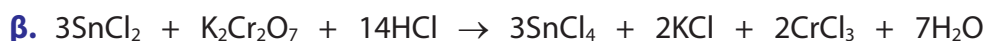
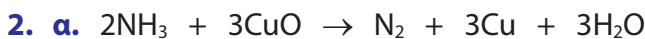
Σε διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ΗΔ ισχύει:

$$[H_3O^+] = x = \sqrt{K_a \cdot c}$$

Επομένως όσο πιο μικρή είναι η τιμή pH, τόσο πιο μεγάλη είναι η συγκέντρωση των $[H_3O^+]$ και επομένως πιο μεγάλη είναι η τιμή της σταθερές ιοντισμού K_a –σε δεδομένη συγκέντρωση c και θερμοκρασία–, άρα και πιο ισχυρό το οξύ.

δ. Σ

Η 1,2-αιθανοδιόλη (HO – CH₂ – CH₂ – OH) είναι διπρωτοταγής αλκοόλη και με πλήρη οξειδωση δίνει το αντίστοιχο οξύ (HOOC – COOH), το οποίο οξειδώνεται σε αέριο CO₂.



3. α. Είναι αντίδραση οξειδοαναγωγής εφόσον μεταβάλλεται ο αριθμός οξειδωσης ενός τουλάχιστον στοιχείου του άνθρακα.

β. Μεταβάλλεται ο αριθμός οξειδωσης για τα άτομα άνθρακα του διπλού δεσμού. Προσδιορίζουμε τον αριθμό οξειδωσης κάθε ατόμου άνθρακα, σύμφωνα με το φαινομενικό φορτίο, και βρίσκουμε μεταβολές:

- Για το ακραίο άτομο άνθρακα από –2 σε –3 (μείωση κατά 1).
- Για το μεσαίο άτομο άνθρακα από –1 σε 0 (αύξηση κατά 1)

Θέμα 3ο

Μας ενδιαφέρει το διάστημα [0 s, 4 s].

		C _(s)	+	CO ₂	→	2CO
0 min	M			c		-
Δc	M			-ω		+2ω
5 min	M			c - ω		2ω

Ισχύουν:

$$v_{\text{αντίδρασης}} = -\frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad 0,5 = -\frac{-\omega}{4-0} \quad \text{ή} \quad 0,5 = \frac{\omega}{4} \quad \text{ή} \quad \omega = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

33,33% v/v CO₂, άρα προκύπτει:

$$\frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{ολ.}}} = \frac{33,33}{100} = \frac{1}{3}, \quad \text{άρα} \quad \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{ολ.}}} = \frac{1}{3} \quad \text{ή} \quad \frac{c-\omega}{c+\omega} = \frac{1}{3} \quad \text{ή} \quad \frac{c-2}{c+2} = \frac{1}{3} \quad \text{ή}$$
$$3c - 6 = c + 2 \quad \text{ή} \quad 2c = 8 \quad \text{ή} \quad c = 4 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

α. Αρχικά εισάγονται 4 mol CO₂.

β. Προσδιορίζουμε την ταχύτητα στο διάστημα [4 s, 8 s], θεωρώντας ότι τη στιγμή t₂ = 8 s έχει ολοκληρωθεί η αντίδραση. Με την ολοκλήρωση της αντίδρασης έχουν παραχθεί 2 · 4 = 8 mol CO. Ισχύει:

$$v_{\text{αντίδρασης}} = -\frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v_{\text{αντίδρασης}} = -\frac{c_8 - c_4}{8 - 4} \quad \text{ή} \quad v_{\text{αντίδρασης}} = -\frac{0 - 2}{8 - 4} \quad \text{ή} \quad v_{\text{αντίδρασης}} = -\frac{2}{4} \quad \text{ή}$$
$$v_{\text{αντίδρασης}} = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

Αδύνατο, εφόσον με την πάροδο του χρόνου η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται. Επομένως τη στιγμή t₂ = 8 s δεν έχει ολοκληρωθεί η αντίδραση.

γ. Παρήχθησαν 8 mol CO.

Πραγματοποιείται η αντίδραση:



CO: n = 8 mol

KMnO₄: n = c · V ή n = 1 · 4 ή n = 4 mol

Έλεγχος περίσσειας:

τα 5 mol CO αντιδρούν με 2 mol KMnO₄

8 mol CO » φ = 3,2 mol < 4 mol

Επομένως περίσσεια KMnO₄ και κατά συνέπεια το διάλυμα δεν αποχρωματίζεται.

Θέμα 4ο

α. Στον μοριακό τύπο C₃H₇OH αντιστοιχούν δύο ισομερή: η 1-προπανόλη και η 2-προπανόλη με διαφορετική συμπεριφορά:

Γράφουμε τα στοιχειομετρικά δεδομένα των δύο δυνατών αντιδράσεων.



τα 5 mol με 4 mol



τα 5 mol με 2 mol

||
O

Γράφουμε τα αντίστοιχα πειραματικά δεδομένα από την εκφώνηση.

Αντιδρούν πλήρως μεταξύ τους:

$$\text{Αλκοόλη: } n_1 = \frac{6}{60} \text{ ή } n_1 = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{KMnO}_4: n_2 = c \cdot V \text{ ή } n_2 = 0,1 \cdot \frac{800}{1000} \text{ ή } n_2 = 0,08 \text{ mol.}$$

Ελέγχουμε ποια από τις δυνατές αντιδράσεις ικανοποιεί τα πειραματικά δεδομένα.

Η αλκοόλη και το KMnO_4 αντιδρούν πλήρως μεταξύ τους με αναλογία mol:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{0,1}{0,08} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

i. Άρα γίνεται η δεύτερη αντίδραση (II) και, επομένως, η αλκοόλη (A) είναι πρωτοταγής, δηλαδή είναι η 1-προπανόλη.

ii. Προκύπτουν 0,1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ (B).

β. 6 g ή 0,1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ και x mol $\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{COOH}$.

	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	+	$\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{COOH}$	\rightleftharpoons	$\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	+	H_2O
Αρχ. mol	0,1		x		-		-
Δn mol	-ω		-ω		+ω		+ω
Θ.Χ.Ι. mol	0,1 - ω		x - ω		ω		ω

Ισχύουν:

$$\omega = 0,08 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}][\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{COOH}]} \text{ ή } 4 = \frac{\frac{0,08}{V} \cdot \frac{0,08}{V}}{\frac{0,1 - 0,08}{V} \cdot \frac{x - 0,08}{V}} \text{ ή}$$

$$4 = \frac{\frac{0,08}{V} \cdot \frac{0,08}{V}}{\frac{0,02}{V} \cdot \frac{x - 0,08}{V}} \text{ ή } 4 = \frac{4 \cdot 0,08}{x - 0,08} \text{ ή } x = 0,16 \text{ mol}$$

$$0,16 = \frac{9,6}{14v + 46} \text{ ή } 14v + 46 = 60 \text{ ή } 14v = 14 \text{ ή } v = 1$$

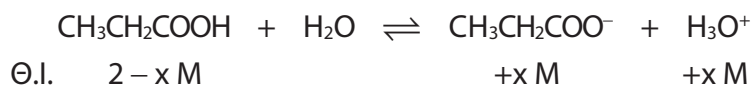
i. Γ: CH₃COOH και Δ: CH₃COOCH₂CH₂CH₃

ii. Υπάρχει περίσσεια οξέος άρα ισχύει:

$$\alpha = \alpha_{1\text{-προπανόλης}} = \frac{\omega}{0,1} = \frac{0,08}{0,1} = 0,8 \text{ ή } 80\%$$

γ. Διάλυμα Δ1

$$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}] = 2 \text{ M}$$



Δίνεται από την εκφώνηση:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 2 \cdot 10^8 \quad \text{ή} \quad [\text{OH}^-] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{2 \cdot 10^8}$$

Ισχύει σε κάθε υδατικό διάλυμα: $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$

Επομένως:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{2 \cdot 10^8} = 10^{-14} \quad \text{ή} \quad [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 2 \cdot 10^{-6} \quad \text{ή} \quad x^2 = 2 \cdot 10^{-6}$$

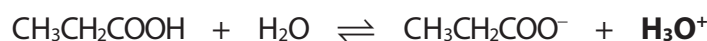
Για την ισορροπία ιοντισμού του CH₃CH₂COOH ισχύει:

$$K_a = \frac{x^2}{c} \quad \text{ή} \quad K_a = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2} \quad \text{ή} \quad K_a = 10^{-6}$$

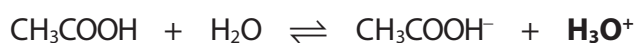
Διάλυμα Δ3

Από την ανάμειξη βρίσκουμε τις συγκεντρώσεις:

$$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}] = 1 \text{ M} \text{ και } [\text{CH}_3\text{C}$$



Αντιδρούν/παράγονται: $-x \text{ M}$ $+x \text{ M}$ $+x \text{ M}$



Αντιδρούν/παράγονται: $-y \text{ M}$ $+y \text{ M}$ $+y \text{ M}$

Στη θέση ισορροπίας έχουμε τις συγκεντρώσεις σε mol/L

$$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}] = 1 - x$$

$$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-] = x$$

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

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,9 - y$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}^-] = y$$

Για την ισορροπία ιοντισμού του CH₃CH₂COOH ισχύει:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]} \quad \text{ή} \quad 10^{-6} = \frac{x(x+y)}{1-x} \quad \text{ή} \quad 10^{-6} = \frac{x(x+y)}{1} \quad \text{ή} \quad 10^{-6} = x(x+y) \quad (1)$$

Επίσης για την ισορροπία ιοντισμού του CH₃COOH ισχύει:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \text{ή} \quad 10^{-5} = \frac{y(x+y)}{0,9-y} \quad \text{ή} \quad 10^{-5} = \frac{y(x+y)}{0,9} \quad \text{ή} \quad 9 \cdot 10^{-6} = y(x+y) \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) με προσθήκη κατά μέλη κατά μέλη προκύπτει:

$$10 \cdot 10^{-6} = (x + y)^2 \quad \text{ή} \quad x + y = 10^{-2,5} \quad \text{ή} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,5} \text{ M και } \text{pH} = 2,5$$