

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 26 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

ΘΕΜΑ Α

- A1.** α **A2.** α **A3.** δ **A4.** δ
A5. 1. Λάθος 2. Λάθος 3. Λάθος 4. Σωστό 5. Λάθος

ΘΕΜΑ Β

- B1.** i) $_{17}\text{Cl} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 $_{53}\text{I} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$
 ii) Και τα δύο στοιχεία (αλογόνα) βρίσκονται στην ίδια ομάδα. Το Cl έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα από το I αφού βρίσκεται ψηλότερα στον Περιοδικό Πίνακα. Η βάση I^- είναι ασθενέστερη της Cl^- .
 Το I έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το Cl, άρα η πρόσληψη πρωτονίου είναι δυσκολότερη ή εναλλακτικά το HI είναι ισχυρότερο οξύ από το HCl (ευκολότερη απόσπαση πρωτονίου λόγω μεγαλύτερης ακτίνας του I) οπότε η συζυγής βάση I^- είναι ισχυρότερη.
 iii) Ισχυρότερο οξύ το HOCl από το HOI επειδή το Cl είναι ισχυρότερος (-I) υποκαταστάτης από το ιώδιο. Άρα το pH του HOCl θα είναι μικρότερο από το αντίστοιχο του HOI.
- B2.** Ισχύει η σχέση: $\text{pH} - \text{pK}_a = \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\beta}} \Leftrightarrow \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\beta}} = 7,4 - 6,4 \Leftrightarrow \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\beta}} = 1 \Leftrightarrow \frac{C_\beta}{C_{\alpha\beta}} = 10$
- B3.** i) $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
 $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
 Η παραγόμενη αμμωνία μετατοπίζει την ισορροπία (1) προς τα δεξιά.
 ii) Με θέρμανση του διαλύματος εκλύεται αέρια αμμωνία (χρώμα φαινολοφθαλεΐνης ερυθρό) άρα η ισορροπία (1) μετατοπίζεται αριστερά.
- B4.** i) Η προσθήκη καταλύτη δεν επηρεάζει τη θέση ισορροπίας και επιταχύνει και τις δύο αντιδράσεις με τον ίδιο ρυθμό άρα και η u_2 θα ακολουθήσει την ίδια καμπύλη (β).
 ii) Όταν μεταβληθεί ο όγκος τότε η u_1 ακολουθεί την (δ) όμως η ισορροπία δεν μεταβάλλεται (από τους συντελεστές φαίνεται ότι δεν έχουμε μεταβολή των mol). Το σύστημα λοιπόν εξακολουθεί να είναι σε Χ.Ι. οπότε πάλι το (δ) δείχνει τη u_2 .
 iii) Η καμπύλη (δ) δείχνει μικρότερη ταχύτητα άρα ο όγκος πρέπει να έχει αυξηθεί ώστε να μειωθούν οι συγκεντρώσεις (μείωση ενεργών συγκεντρώσεων ανά μονάδα χρόνου).

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Για την ισορροπία έχουμε: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$

αρχικά	x	x	
αντ/παρ.	y	$\frac{y}{2}$	y
σε Ισορ.	x-y	$x - \frac{y}{2}$	y

Γνωρίζουμε ότι η απόδοση είναι:

$$\alpha = 50\% \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\text{mol προϊόντος πρακτικά}}{\text{mol προϊόντος θεωρητικά}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{y}{x} \Rightarrow y = \frac{1}{2}x \quad (2)$$

Για τη σταθερά ισορροπίας έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} \Rightarrow 4 = \frac{\left(\frac{y}{48}\right)^2}{\left(\frac{x-y}{48}\right)^2 \cdot \left(\frac{x-\frac{y}{2}}{48}\right)} \Rightarrow 4 = \frac{48y^2}{(x-y)^2 \left(x - \frac{y}{2}\right)} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} 4 = \frac{48 \frac{x^2}{4}}{\frac{x^2}{4} \cdot \frac{3x}{4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{48}{3x} \Rightarrow x = 16 \text{ mol και } y = \frac{x}{2} = 8 \text{ mol}$$

Άρα, στη Χημική Ισορροπία έχουμε: $n_{\text{SO}_2} = 8 \text{ mol}$, $n_{\text{O}_2} = 12 \text{ mol}$ και $n_{\text{SO}_3} = 8 \text{ mol}$.

Για την καύση είναι: $4\text{FeS}_2(\text{s}) + 11\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{g}) + 8\text{SO}_2(\text{g})$

4 mol	8 mol
8 mol	16 mol

Επομένως: $m_{\text{FeS}_2} = n \cdot M_r = 960 \text{ g}$

Άρα σε 20.000g κοιτάσματος περιέχονται 960g FeS_2 και σε 100g κοιτάσματος θα

$$\text{περιέχονται: } \omega = 960 \frac{100}{20.000} = 48\text{g } \text{FeS}_2$$

Τελικά η περιεκτικότητα του κοιτάσματος γαιάνθρακα είναι 48% w/w.

Γ2. i) Για την ισορροπία έχουμε: $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$

σε Ισορ.	1 mol	1,5 mol	8 mol	3 mol
----------	-------	---------	-------	-------

$$\text{Για τη σταθερά ισορροπίας έχουμε: } K_c = \frac{[\text{NO}] \cdot [\text{SO}_3]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{\frac{3}{V} \cdot \frac{8}{V}}{\frac{1}{V} \cdot \frac{1,5}{V}} = \frac{24}{1,5} = 16$$

ii) Όταν στο μείγμα της ισορροπίας προσθέσουμε 0,5 mol SO_2 και 5 mol NO , απορροφώνται 10 kJ.

$$\text{Υπολογίζουμε: } Q_c = \frac{[\text{NO}] \cdot [\text{SO}_3]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{\frac{8}{V} \cdot \frac{8}{V}}{\frac{1,5}{V} \cdot \frac{1,5}{V}} = \frac{64}{2,25} = 28.44$$

Αρα $Q_C > K_C$ επομένως η Χημική Ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά.

Η Χ.Ι. θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά:

	$\text{SO}_2(\text{g})$	$+$	$\text{NO}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{SO}_3(\text{g})$	$+$	$\text{NO}(\text{g})$
Χ.Ι.1	1 mol		1,5 mol		8 mol		3 mol
μετά την προσθήκη	1,5 mol		1,5 mol		8 mol		8 mol
αντ./παρ.	x		x		-x		-x
Χ.Ι.2	1,5+x		1,5+x		8-x		8-x

Για την K_C θα είναι:

$$K_C = 16 \Leftrightarrow \frac{[\text{NO}] \cdot [\text{SO}_3]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{\frac{8-x}{V} \cdot \frac{8-x}{V}}{\frac{1,5+x}{V} \cdot \frac{1,5+x}{V}} = 16 \Leftrightarrow \frac{(8-x)^2}{(1,5+x)^2} = 16 \Leftrightarrow \frac{8-x}{1,5+x} = 4 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 8-x = 6+4x \Leftrightarrow -5x = -2 \Leftrightarrow x = 0,4 \text{ mol}$$

Αρα στη Χ.Ι.2 έχουμε: $n_{\text{SO}_2} = n_{\text{NO}_2} = 1,9 \text{ mol}$ και $n_{\text{SO}_3} = n_{\text{NO}} = 7,6 \text{ mol}$

- iii) Η μετατόπιση της Χ.Ι. προς τα αριστερά, έχει ως αποτέλεσμα την απορρόφηση θερμότητας, επομένως η αντίδραση $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ είναι εξώθερμη.

Κατά την αντίδραση 0,4 mol NO απορροφήθηκαν 10 kJ

οπότε κατά την αντίδραση 1 mol NO απορροφήθηκαν $\nu=25 \text{ kJ}$

Επομένως, για την αντίδραση ισχύει: $\Delta H = -25 \text{ kJ}$.

- Γ3. i) Παρατηρώντας τις μετρήσεις καταλαβαίνουμε ότι η ταχύτητα της αντίδρασης δεν εξαρτάται από τη συγκέντρωση του $[\text{O}_3]$:

$$\begin{cases} 0,05 = k \cdot 0,25^a \cdot 0,4^b \\ 0,2 = k \cdot 0,5^a \cdot 0,2^b \end{cases} \Rightarrow 1 = 2^b \Rightarrow b = 0$$

Για τον υπολογισμό της τάξης αντίδρασης έχουμε:

$$\begin{cases} 0,05 = k \cdot 0,25^a \\ 0,2 = k \cdot 0,5^a \end{cases} \Rightarrow 0,25 = \frac{1}{2^a} \Rightarrow 2^a = 4 \Rightarrow a = 2$$

- ii) Για την ταχύτητα της αντίδρασης ισχύει:

$$\nu = k \cdot [\text{SO}_2]^2 \Rightarrow k = \frac{\nu}{[\text{SO}_2]^2} = \frac{0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{0,25^2 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}} = 0,8 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

Έχουμε: $n_{\text{O}_3} = [\text{O}_3] \cdot V = 0,15 \text{ mol}$ και $n_{\text{SO}_2} = [\text{SO}_2] \cdot V = 0,25 \text{ mol}$

Για την αντίδραση είναι: $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

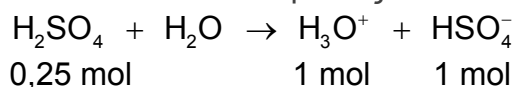
αρχικά	0,25 mol	0,15 mol		
αντ./παρ.	x	x	x	x
τελικά	0,25-x	0,15-x	x	x

Είναι γνωστό ότι: $\nu_{\text{SO}_3} = 4 \frac{\text{g}}{\text{min}} = \frac{4 \text{ mol}}{80 \text{ min}} = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$, οπότε

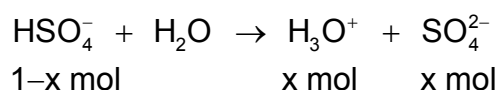
$$u_{\text{SO}_3} = \frac{\Delta[\text{SO}_3]}{\Delta t} \Rightarrow 0,05 = \frac{\frac{x}{2} - 0}{2 - 0} \Rightarrow x = 0,05 \text{ mol}$$

Άρα, στο τέλος των 2 λεπτών η συγκέντρωση θα είναι: $[\text{O}_3] = \frac{0,15 - x}{0,5} = 0,2 \text{ M}$

Γ4. Πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:



και

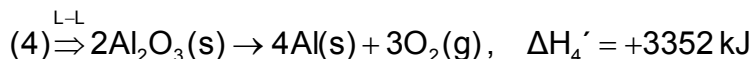
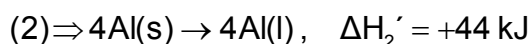
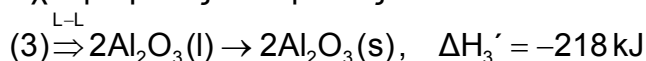


Επομένως: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 + x$, $[\text{HSO}_4^-] = 1 - x$, $[\text{SO}_4^{2-}] = x$ και $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0$

Οπότε: $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} < n_{\text{SO}_4^{2-}} < n_{\text{HSO}_4^-} < n_{\text{H}_3\text{O}^+}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Έχουμε για τις αντιδράσεις:



Με πρόσθεση κατά μέλη προκύπτει: $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{l}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow 4\text{Al}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$

οπότε σύμφωνα με το νόμο Hess θα έχουμε: $\Delta H_1 = -218 + 44 + 3352 - 1182 = +1996$

Η παραγωγή του καθαρού αλουμινίου απορροφά ενέργεια.

Δ2. $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{l}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow 4\text{Al}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$

Είναι: $n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{1020 \cdot 10^3}{102} = 10^4 \text{ mol}$

Όμως τα $n_{\text{Al}} = 2 \cdot 10^4 \text{ mol}$ από τα οποία το 2% καταναλώνεται στην αντίδραση (6):

$$n'_{\text{Al}} = \frac{2}{100} n_{\text{Al}} = 4 \cdot 10^2 = 400 \text{ mol}$$

Επομένως από την (6) έχουμε: 2 mol Al δίνουν 3 mol CO
400 mol Al δίνουν 600 mol CO

Από την αντίδραση (7) θα προκύψει ότι: $n_{\text{C}} = \frac{600}{12} = 50 \text{ mol}$ δίνουν 100 mol άρα

$$n_{\text{CO}_{\text{ολ}}} = 700 \text{ mol} \text{ δηλαδή: } V = 700 \cdot 22,4 = 15.680 \text{ L ή } V = 15,68 \text{ m}^3.$$

Δ3. i) Είναι: $n_{\text{CO}} = \frac{4480}{22,4} = 200$

Από την ογκομέτρηση προκύπτει: $n_{\text{NaOH}} = n_{\text{CH}_3\text{COOH}}$, οπότε: $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,015 \text{ mol}$

Άρα: $m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,015 \cdot 60 = 0,9 \text{ g}$

Το 1g δείγματος περιέχει 0,9g CH_3COOH , επομένως το ποσοστό του CH_3COOH είναι 90%.

- ii) **[α' περίπτωση λύσης]**, λαμβάνοντας υπόψη την αρχή διατήρησης της μάζας]: Όπως αναφέρεται στο ερώτημα (i) το ποσοστό του CH_3COOH στα προϊόντα της αντίδρασης βρέθηκε τελικά 90%, άρα κάποιος θα μπορούσε να γράψει:

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{90}{100} m_{\text{προϊόντων}} \quad \text{Όμως: } m_{\text{προϊόντων}} = m_{\text{αντιδρώντων}} \quad \text{και}$$

$$m_{\text{προϊόντων}} = m_{\text{CO}} + m_{\text{H}_2} = 200 M_{\text{rCO}} + 200 M_{\text{rH}_2} = 5600 + 400 = 6000 \text{ g}$$

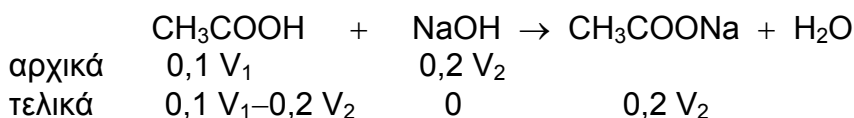
$$\text{Άρα: } m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{90}{100} \cdot 6000 = 5400 \text{ g} = 5,4 \text{ kg}$$

[β' περίπτωση λύσης: αν ο μαθητής θεωρήσει ότι η αρχική ποσότητα CO μετατρέπεται πλήρως σε CH_3COOH , ακολουθώντας τη στοιχειομετρία της αντίδρασης και αφού το 90% είναι το ποσοστό του CH_3COOH στα προϊόντα της αντίδρασης και όχι το 90% της θεωρητικά παραγόμενης ποσότητας]

Από τα 200 mol CO παράγονται 100 CH_3COOH δηλαδή 6000 g = 6 kg.

Σχόλιο: Οι περιπτώσεις λύσεων προκύπτουν εξαιτίας της διατύπωσης στην οποία αναφέρονται παραπροϊόντα στην αντίδραση που δίνεται, τα οποία δε λαμβάνονται υπόψη στη στοιχειομετρία της.

- Δ4.** Έστω $V_1 \text{ L } \text{CH}_3\text{COOH}$ συγκέντρωσης 0,1 M και $V_2 \text{ L } \text{NaOH}$ συγκέντρωσης 0,2 M. Προκύπτει έτσι ρυθμιστικό διάλυμα:



Πρόκειται για ρυθμιστικό με CH_3COOH : οξύ και CH_3COO^- : βάση

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} = 10^{-5} \frac{0,1V_1 - 0,2V_2}{0,2V_2} \quad \text{άρα } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{C_{\text{οξ}}}{C_{\text{βασ}}} = 10^{-5} \frac{0,1V_1 - 0,2V_2}{0,2V_2}$$

Όμως, για τον δείκτη θα ισχύει:

$$K_{\alpha_{\text{HΔ}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\Delta^-]}{[\text{HΔ}]} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_{\alpha_{\text{HΔ}}} \frac{[\text{HΔ}]}{[\Delta^-]} = 10^{-7} \cdot 100 = 10^{-5} \Leftrightarrow \text{pH} = 5$$

Άρα, το pH του ρυθμιστικού θα είναι 5 και για την αναλογία όγκων θα έχουμε:

$$10^{-5} = 10^{-5} \frac{0,1V_1 - 0,2V_2}{0,2V_2} \Leftrightarrow 0,1V_1 - 0,2V_2 = 0,2V_2 \Leftrightarrow 0,1V_1 = 0,4V_2 \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = 4$$