



ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΙΛΙΣΜΟΥ

26-06-2020

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Γιάννης Αδάμ

Γιώργος Βαρελάς

Ανδρέας Δαζέας

Τάσος Κάλλης

Λεωνίδα Κωστόπουλος

Νάνσυ Τόλκου

ΘΕΜΑ Α

A1: α	A2: α	A3: δ		A4: δ	
A5:	1. Λ	2. Λ	3. Λ	4. Σ	5. Λ

ΘΕΜΑ Β

B1.

(i).

Κάνουμε την κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες και υποστιβάδες των ατόμων: $_{17}\text{Cl}$ και $_{53}\text{I}$.

$_{17}\text{Cl}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ Κ(2) Λ(8) Μ(7)

$_{53}\text{I}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$ Κ(2) Λ(8) Μ(18) Ν(18) Ο(7)

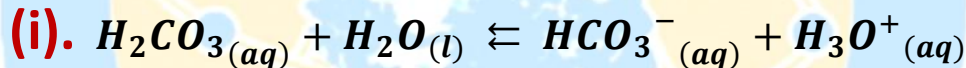
Παρατηρούμε ότι και τα δύο στοιχεία έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα επτά (7) ηλεκτρόνια, οπότε ανήκουν στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα των στοιχείων (17^η). Επειδή το Ιώδιο (I) έχει περισσότερες στιβάδες (πέντε: 5 αντί τρεις: 3) τότε είναι πιο κάτω στον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, άρα είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το χλώριο (Cl). Επομένως μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει το χλώριο: Cl

(ii). Το HI είναι πιο ισχυρό οξύ από το HCl, διότι το I βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το Cl και πιο κάτω στον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, με μικρότερη ατομική ακτίνα. Άρα οι συζυγείς τους βάσεις έχουν αντίστροφη ισχύ: Το I⁻ είναι ασθενέστερη βάση από το Cl⁻.

(iii).

Επειδή το χλώριο είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το ιώδιο, τότε μετατοπίζει το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων μεταξύ του ατόμου του οξυγόνου και του ατόμου του υδρογόνου περισσότερο από ότι το μετατοπίζει το ιώδιο στα αντίστοιχα οξέα: HClO, HIO. Έτσι απομακρύνεται ευκολότερα κατιόν υδρογόνου από το HClO, άρα το HClO είναι ισχυρότερο οξύ από το HIO.

B2.

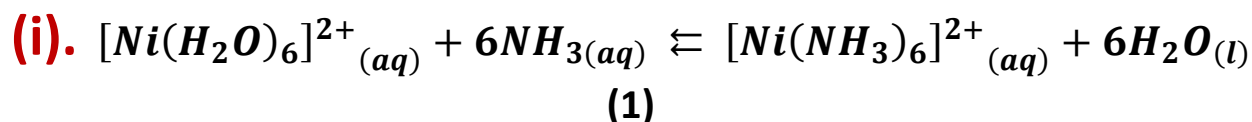


(ii).

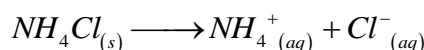
$$pH = 6,4 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-6,4} \text{ M}, pK_a = 7,4 \Rightarrow K_a = 10^{-7,4}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]} \Rightarrow \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a} \Rightarrow \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]} = \frac{10^{-6,4}}{10^{-7,4}} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$$

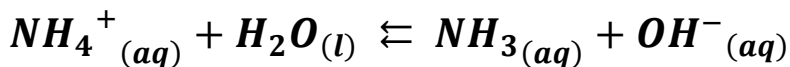
B3.



Το στερεό χλωριούχο αμμώνιο: NH₄Cl είναι αλάτι και δίσταται πλήρως:



Στη συνέχεια το αμμώνιο: NH_4^+ αντιδρά με το νερό και παράγει αμμωνία: NH_3



Αφού αυξάνεται η αμμωνία, τότε η αντίδραση (1) μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

(ii). Επειδή το άχρωμο διάλυμα μετατρέπεται σε ερυθρό και ο δείκτης φαινολοφθαλεΐνη χρωματίζει το διάλυμα σε ερυθρό σε $\text{pH} = 9,1$, τότε το αέριο που διοχετεύθηκε στο άχρωμο διάλυμα είναι βάση. Προφανώς αυτή είναι η αμμωνία: NH_3 . Άρα η συγκέντρωση της αμμωνίας στο διάλυμα που θερμαίνεται ελαττώνεται, οπότε η θέση της χημικής ισορροπίας (1) μετατοπίζεται προς τα αριστερά.

B4.

(i). Επειδή ο καταλύτης δεν επιδρά στη θέση της χημικής ισορροπίας, τότε δε μεταβάλλονται οι ποσότητες των ουσιών, άρα και πάλι στη νέα χημική ισορροπία οι ταχύτητες θα είναι ίσες. Συνεπώς και η μεταβολή της ταχύτητας v_2 ακολουθεί την καμπύλη (β).

(ii). Επειδή αντιδρούν δύο mol από τα αέρια υδρογόνο και ιώδιο και παράγονται δύο mol αερίου υδροϊωδίου, τότε δεν έχουμε μεταβολή mol και έτσι η μεταβολή του όγκου δεν επηρεάζει τη θέση τη χημικής ισορροπίας. Άρα και πάλι στη νέα χημική ισορροπία οι ταχύτητες θα είναι ίσες. Συνεπώς και η μεταβολή της ταχύτητας v_2 ακολουθεί την καμπύλη (δ).

(iii). Επειδή η ταχύτητα μειώνεται, με σταθερή θερμοκρασία τότε έχουν μειωθεί οι συγκεντρώσεις των τριών ουσιών. Άρα έχει αυξηθεί ο όγκος του δοχείου.

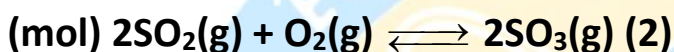
ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Έστω ω τα mol του καθαρού FeS_2



4mol	8mol
ω mol	2ω mol



Αρχ.	2 ω	2 ω	-
Α/Π	-2x	-x	+2x
Χ.Ι.	2 ω -2x	2 ω -x	2x

Από την στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι το O_2 βρίσκεται σε περίσσεια, άρα η απόδοση με βάση το SO_3 ή το SO_2 που δεν βρίσκεται σε περίσσεια και θα είναι:

$$\alpha = 50\% \text{ επομένως } \alpha = 0,5 = \frac{n_{\text{πρακτικά}}}{n_{\text{θεωρητικά}}} = \frac{2x}{2\omega}$$

Άρα $x = 0,5\omega$

Επομένως στην Χημική ισορροπία θα είναι

ω SO_2 , $1,5\omega$ O_2 και ω 2SO_3

Από την σταθερά της K_c προκύπτει:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} \Rightarrow 4 = \frac{\left(\frac{\omega}{48}\right)^2}{\left(\frac{\omega}{48}\right)^2 \cdot \frac{1,5\omega}{48}}$$

όπου προκύπτει $\omega = 8$ mol

(i). Οπότε με αντικατάσταση στην Χημική ισορροπία θα είναι:

$$n_{\text{SO}_2} = 8 \text{ mol}, \quad n_{\text{O}_2} = 12 \text{ mol}, \quad n_{\text{SO}_3} = 8 \text{ mol}$$

(ii). Η Σχετική Μοριακή μάζα του FeS_2 θα είναι $M_r = 56 + 2 \cdot 32 = 120$

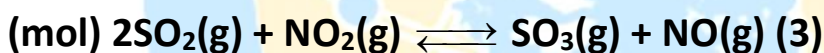
$$\text{Η μάζα του καθαρού } \text{FeS}_2 \text{ θα είναι } m = n \cdot M_r = 8 \cdot 120 \text{ g} = 960 \text{ g}$$

$$\text{Άρα Περιεκτικότητα } \% = \frac{960}{20000} \% = 4,8 \% \text{ w/w}$$

Γ2.

$$\text{(i). } K_c = \frac{[\text{SO}_3] \cdot [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{\frac{3}{V} \cdot \frac{8}{V}}{\frac{1}{V} \cdot \frac{1,5}{V}} = 16$$

(ii).



Χ.Ι. ₁	1	1,5	8	3
Μεταβ	+0,5			+5
t ₁	1,5	1,5	8	8
				XI ←
A/Π	+ψ	+ψ	-ψ	-ψ
Χ.Ι.	1,5+ψ	1,5+ψ	8-ψ	8-ψ

Την χρονική στιγμή t₁ υπολογίζεται το πηλίκιο της παραπάνω αντίδρασης

$$Q_c = \frac{[\text{SO}_3] \cdot [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{8 \cdot 8}{1,5 \cdot 1,5} = \frac{64}{2,25} > 16 \text{ άρα η Χ.Ι. μετατοπίζεται αριστερά}$$

$$\text{Άρα } K_c = \frac{[\text{SO}_3] \cdot [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{(8-\psi)^2}{(1,5+\psi)^2} = 16 \Rightarrow \psi = 0,4 \text{ mol}$$

Επομένως η σύσταση του νέου μείγματος ισορροπίας θα είναι:

1,9 mol SO₂, 7,6 mol SO₃, 1,9 mol NO₂, 7,6 mol NO

(ii).

Από την στοιχειομετρία της αντίδρασης

Όταν αντιδρούν 0,4 mol SO₃ απορροφώνται 10 KJ

Όταν αντιδρά 1 mol SO₃ απορροφώνται q KJ

Άρα q=25 KJ και ΔH = - 25 KJ

Γ3.

(i). SO₂(g) + O₃(g) → SO₃(g) + O₂(g) (4)

Έστω ο νόμος της ταχύτητας $u = k[SO_2]^x \cdot [O_3]^\psi$

1^ο Πείραμα: 0,05 = k[0,25]^x·[0,4]^ψ

2^ο Πείραμα: 0,20 = k[0,25]^x·[0,2]^ψ

3^ο Πείραμα: 0,20 = k[0,50]^x·[0,3]^ψ

$$\frac{1\text{ο Πείραμα}}{2\text{ο Πείραμα}} \Rightarrow \frac{0,05}{0,20} = \frac{k \cdot 0,25^x \cdot 0,4^\psi}{k \cdot 0,25^x \cdot 0,2^\psi} \Rightarrow \psi=0 \text{ επομένως είναι } 0^{\text{η}} \text{ τάξης ως προς το } O_3$$

$$\frac{1\text{ο Πείραμα}}{3\text{ο Πείραμα}} \Rightarrow \frac{0,05}{0,20} = \frac{k \cdot 0,25^x}{k \cdot 0,5^x} \Rightarrow x=2 \text{ επομένως είναι } 2^{\text{η}} \text{ τάξης ως προς το } SO_2$$

Άρα

$u = k[SO_2]^2$ και η συνολική τάξη της αντίδρασης είναι 2^η

(ii).

Με αντικατάσταση (έστω) στο 1^ο Πείραμα: 0,05 = k[0,25]²

Επομένως $k = 0,8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(iii).

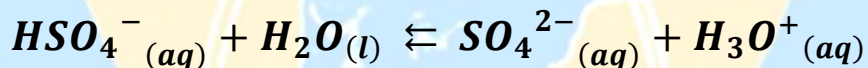
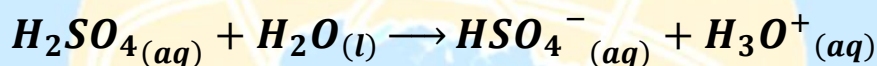
$$u_{SO_3} = \frac{\frac{4}{80} \text{ mol}}{0,5 \text{ L} \cdot \text{min}} = \frac{0,05 \text{ M}}{0,5 \text{ min}} = 0,1 \text{ M}$$

$$u_{SO_3} = u_{O_3} = - \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t}$$

$$0,1 = - \frac{[O_3]_{\text{τελ}} - 0,3}{2}$$

$$[O_3]_{\text{τελ}} = 0,1 \text{ M}$$

Γ4.



Ο ιοντισμός του θεικού οξέος στο πρώτο στάδιο γίνεται πλήρως αλλά στο δεύτερο στάδιο μερικώς.

Προφανώς δεν απομένει ποσότητα θεικού οξέος: H_2SO_4 (πρακτικά είναι αμελητέα γιατί είναι απειροελάχιστη). Η ποσότητα του οξωνίου: H_3O^+ είναι η μεγαλύτερη όλων.

Όμως η ποσότητες του όξινου θεικού ιόντος: HSO_4^- και του θεικού ιόντος: SO_4^{2-} δεν μπορούν να συγκριθούν. Αν δινόταν η σταθερά ιοντισμού του δεύτερου σταδίου (περίπου 10^{-2}), τότε θα διαπιστωνόταν ότι η ποσότητα των όξινων θεικών ιόντων: HSO_4^- είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα των θεικών ιόντων: SO_4^{2-} .

Άρα:

μόρια $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0 < \text{ιόντα } \text{SO}_4^{2-} < \text{ιόντα } \text{HSO}_4^- < \text{ιόντα } \text{H}_3\text{O}^+$.

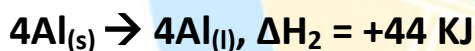
Απλώς δεν μπορούν να συμπεράνουν οι μαθητές τη σχέση: $\text{ιόντα } \text{SO}_4^{2-} < \text{ιόντα } \text{HSO}_4^-$ μόνο με την υπόδειξη που δίνεται στο τέλος της εκφώνησης: «το θειικό οξύ είναι ασθενές στο δεύτερο στάδιο ιοντισμού του». Δεν είναι ισχυρό, άρα δεν ιοντίζεται 100%, όμως δεν ξέρουμε σε ποιο ποσοστό ιοντίζεται. Θα μπορούσε να ιοντίζεται πάρα πολύ και να παραχθούν πολύ περισσότερα θειικά ιόντα και να υπάρχουν τελικά περισσότερα από τα όξινα ιόντα.

ΘΕΜΑ Δ

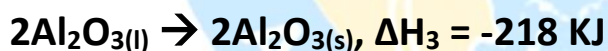
Δ1.

Σύμφωνα με τους θερμοχημικούς νόμους των Lavoisier-Laplace και Hess, για τον υπολογισμό της ενθαλπίας της αντίδρασης (1), οι αντιδράσεις τροποποιούνται ως εξής:

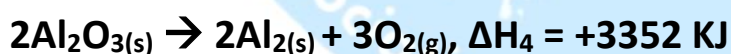
(2) \rightarrow πολλαπλασιάζεται x4



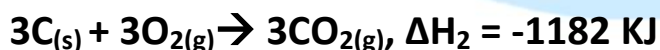
(3) \rightarrow πολλαπλασιάζεται x2 και αντιστρέφεται



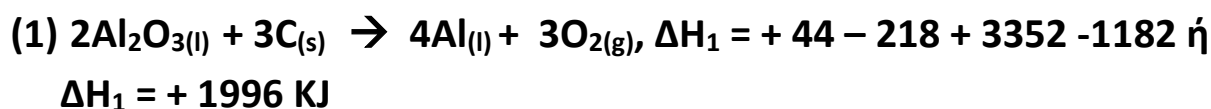
(4) \rightarrow πολλαπλασιάζεται x2 και αντιστρέφεται



(5) \rightarrow πολλαπλασιάζεται x3



(+)



Επειδή η ενθαλπία της αντίδρασης (1) είναι θετική ($\Delta H_1 = +1996 \text{ KJ}$), η παραγωγή του καθαρού αλουμινίου απορροφά ενέργεια

$$\Delta 2. n_{Al_2O_3} \frac{1020 \cdot 10^3}{102} \text{ mol} = 10^4 \text{ mol}$$

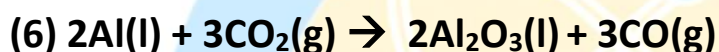


2mol	4mol
10 ⁴ mol	n

Επομένως $n = 2 \cdot 10^4 \text{ mol}$

Το 2% του παραγόμενου Al καταναλώνεται στις αντιδράσεις (6) και (7)

$$\text{Άρα } n_{Al_{\text{αντιδρούν}}} = \frac{2}{100} \cdot 2 \cdot 10^4 = 400 \text{ mol}$$



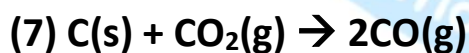
2mol	3mol
400mol	n ₁

Επομένως $n_1 = 600 \text{ mol CO(g)}$

$$m_C = 0,6 \text{ kg} = 600 \text{ g}$$

$$n_C = \frac{m}{M_r} = \frac{600}{12} \text{ mol}$$

$$n_C = 50 \text{ mol}$$



1mol	2mol
50mol	n ₂

Επομένως $n_2 = 100 \text{ mol CO(g)}$

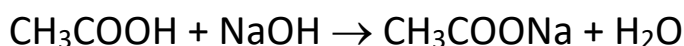
$$\text{Συνολικά θα υπάρχουν } n_{CO} = 100 + 600 = 700 \text{ mol}$$

$$V = n \cdot V_m = 700 \cdot 22,4 = 15680 \text{ L}$$

Δ3.

Τα mol του CO είναι $n = V/V_m \Rightarrow n = (4.480/22,4) \text{ mol} = 200 \text{ mol}$.

Από την ογκομέτρηση του δείγματος που περιέχει CH_3COOH με NaOH , στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης ισχύει σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης: $n_{\text{οξέος}} = n_{\text{βάσης}}$



Είναι: $n_{\text{βάσης}} = 1 \cdot 0,015 \text{ mol}$, τότε είναι: $n_{\text{οξέος}} = 0,015 \text{ mol}$.

Αλλά $n = m/M_r$, τότε: $m_{\text{οξέος}} = 0,015 \cdot 60 \text{ g} = 0,9 \text{ g}$

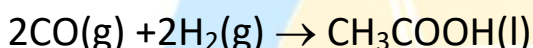
Άρα: η % περιεκτικότητα είναι:

1 g δείγματος περιέχει 0,9 g οξέος

100 g δείγματος περιέχει ; $x = 90 \text{ g}$

Άρα 90% w/w

Σύμφωνα με την αντίδραση:



2 mol

1 mol

200 mol

; $x = 100 \text{ mol}$ θεωρητικά

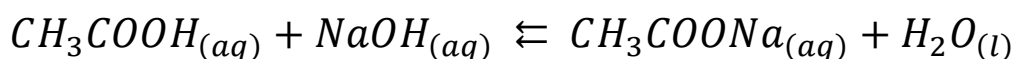
Επειδή όμως η περιεκτικότητα του CH_3COOH στα προϊόντα είναι 90% θα έχουμε 90 mol οξέος.

Άρα η μάζα του είναι: $m = 90 \cdot 60 \text{ g} = 5.400 \text{ g} = 5,4 \text{ Kg}$

Δ4.

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

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1 \cdot V_1, n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot V_2$$



$$0,1 \cdot V_1$$

$$0,2 \cdot V_2$$

$$0,2 \cdot V_2$$

$$0,2 \cdot V_2$$

$$0,2 \cdot V_2$$

$$0,1 \cdot V_1 - 0,2 \cdot V_2 \quad 0$$

$$0,2 \cdot V_2$$

Επομένως:

$$[H_3O^+] = K_a \frac{c_{οξέος}}{c_{βάσης}} \Rightarrow 10^{-5} = 10^{-5} \frac{0,1 \cdot V_1 - 0,2 \cdot V_2}{\frac{V_{τελικός}}{0,2V_2}} \Rightarrow 0,1 \cdot V_1 - 0,2 \cdot V_2 = 0,2 \cdot V_2 \Rightarrow$$

$$0,1 \cdot V_1 = 0,4 \cdot V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{1}$$

