



ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

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)

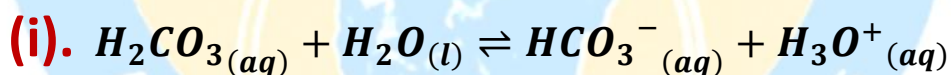
Παρατηρούμε ότι και τα δύο στοιχεία έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα επτά (7) ηλεκτρόνια, οπότε ανήκουν στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα των στοιχείων (17^η). Επειδή το Ι είναι στοιχείο της 5ης περιόδου και το Cl στοιχείο της 3ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα και η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω σε μία ομάδα, το Cl είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το Ι.

(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 μεγαλύτερη ατομική ακτίνα. Άρα οι συζυγείς τους βάσεις έχουν αντίστροφη ισχύ: Το I⁻ είναι ασθενέστερη βάση από το Cl⁻.

(iii).

Το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο, δηλαδή το χλώριο, έλκει εντονότερα το ζεύγος ηλεκτρονίων του δεσμού O-H απ' ό,τι το έλκει το ιώδιο. Το χλώριο, δηλαδή, προκαλεί εντονότερο -I επαγωγικό φαινόμενο σε σύγκριση με το ιώδιο. Έτσι ο δεσμός O-H γίνεται ασθενέστερος στην περίπτωση του HClO και η απόσπαση του πρωτονίου γίνεται ευκολότερα. Γι' αυτό και το HClO είναι ισχυρότερο οξύ από το HIO. Συνεπώς, μικρότερο pH στην ίδια θερμοκρασία θα έχει το διάλυμα του HClO.

B2.



(ii).

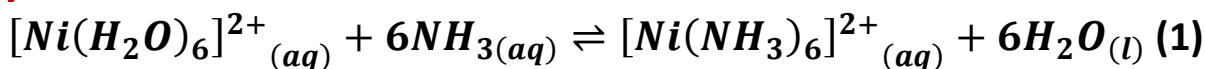
$$pH = 7,4 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-7,4} M, pK_a = 6,4 \Rightarrow K_a = 10^{-6,4}$$

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

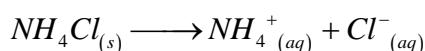
$$\Rightarrow \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]} = \frac{1}{10}$$

B3.

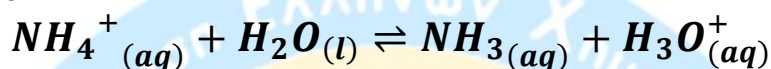
(i).



Το στερεό χλωριούχο αμμώνιο: NH_4Cl είναι άλας 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 $pH = 9,1$, 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 u_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.



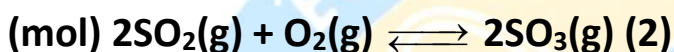
ΘΕΜΑ Γ

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 SO_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 $M_r = 56 + 2 \cdot 32 = 120$

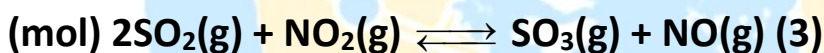
$$\text{Η μάζα του καθαρού } \text{FeS}_2 \text{ θα είναι } m = n \cdot M_r = 8 \cdot 120 \text{ g} = 960 \text{ g}$$

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

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 ←
Α/Π	+ψ	+ψ	-ψ	-ψ
Χ.Ι.	1,5+ψ	1,5+ψ	8-ψ	8-ψ

Την χρονική στιγμή t_1 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).

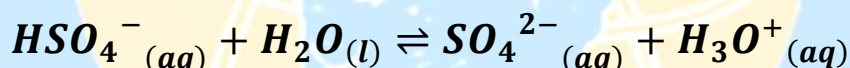
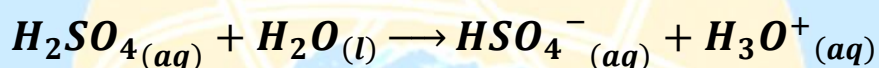
$$u_{SO_3} = \frac{\frac{4}{80} \text{ mol}}{0,5 \text{ L} \cdot \text{min}} = \frac{0,05 \text{ M}}{0,5 \text{ min}} = 0,1 \text{ M}$$

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

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

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

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 οξωνίων: H_3O^+ είναι η μεγαλύτερη όλων.

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

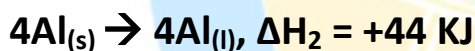
Απλώς δεν μπορούν να συμπεράνουν οι μαθητές τη σχέση: $\text{ιόντα } \text{SO}_4^{2-} < \text{ιόντα } \text{HSO}_4^-$ μόνο με την υπόδειξη που δίνεται στο τέλος της εκφώνησης: «το θειικό οξύ είναι ασθενές στο δεύτερο στάδιο ιοντισμού του». Δεν είναι ισχυρό, άρα δεν ιοντίζεται 100%, όμως δεν ξέρουμε σε 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

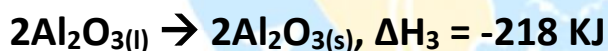
Δ1.

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

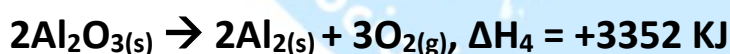
(2) \rightarrow πολλαπλασιάζεται x4



(3) \rightarrow πολλαπλασιάζεται x2 και αντιστρέφεται



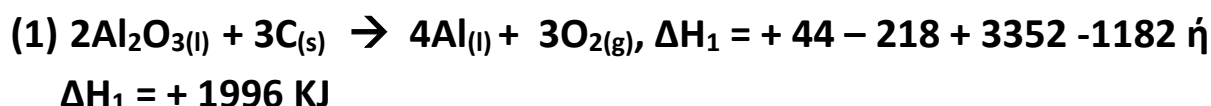
(4) \rightarrow πολλαπλασιάζεται x2 και αντιστρέφεται



(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

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

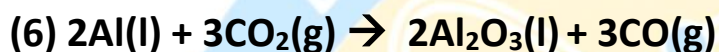


2mol	4mol
10 ⁴ mol	n

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

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

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



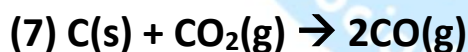
2mol	3mol
400mol	n ₁

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

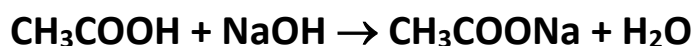
$$\text{Συνολικά θα υπάρχουν } n_{CO} = 100 + 600 = 700 \text{ mol}$$

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

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 CH₃COOH 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: $m_{\text{οξέος}} = 0,015 \cdot 60 \text{ g} = 0,9 \text{ g}$

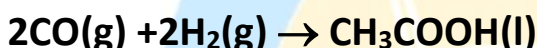
Άρα: η % περιεκτικότητα είναι:

1 g δείγματος περιέχει 0,9 g οξέος

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

Άρα 90% w/w

Σύμφωνα με την αντίδραση:



2mol

1mol

200mol

; $x = 100 \text{ mol}$ θεωρητικά

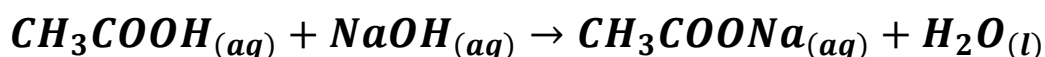
Επειδή όμως η περιεκτικότητα του CH₃COOH στα προϊόντα είναι 90% θα έχουμε 90 mol οξέος.

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

Δ4.

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

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



$$0,1 \cdot V_1 \qquad 0,2 \cdot V_2$$

$$0,2 \cdot V_2 \qquad 0,2 \cdot V_2 \qquad 0,2 \cdot V_2$$

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

Επομένως:

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

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

