

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

B1. ${}_{17}\text{Cl}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 3^η περίοδος
17^η ομάδα

${}_{53}\text{I}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$ 5^η περίοδος
17^η ομάδα

- i. Μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα έχει το Cl, γιατί βρίσκεται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα και έχει μικρότερη ατομική ακτίνα από το I, αφού ανήκει στη τρίτη περίοδο και η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω λόγω μείωσης της ατομικής ακτίνας.
- ii. A. Το ανιόν του Cl⁻ είναι πιο ισχυρή βάση από το ανιόν του I⁻ γιατί έχει μικρότερη ατομική ακτίνα οπότε έλκει ισχυρότερα το πρωτόνιο (H⁺) και μπορεί να δεχτεί ευκολότερα πρωτόνια.
B. Ο όξινος χαρακτήρας των υδρογονούχων ενώσεων των στοιχείων που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω λόγω αύξησης της ατομικής ακτίνας. Συνεπώς το HI είναι ισχυρότερο οξύ από το HCl. Στα συζυγή ζεύγη οξέος –βάσεως όσο ισχυρότερο είναι το οξύ τόσο ασθενέστερη είναι η βάση. Συνεπώς ισχυρότερη βάση είναι το Cl⁻
- iii. Το άτομο του Cl έχει μικρότερη ατομική ακτίνα οπότε είναι ηλεκτραρνητικότερο του I, έτσι εμφανίζει ισχυρότερο –I επαγωγικό φαινόμενο με αποτέλεσμα ο δεσμός –O-H να εξασθενεί και να αποσπάται ευκολότερα το κατιόν υδρογόνου. Έτσι το HClO είναι ισχυρότερο οξύ από το HIO, οπότε pH(HClO) < pH(HIO).

B2. i. Στο διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



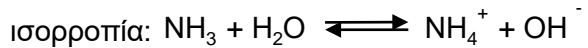
$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

$$\text{p}K_a = \text{pH} + \text{p} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

$$6,4 = 7,4 + \text{p} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

$$\text{p} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = -1 \leftrightarrow \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 0,1 \leftrightarrow \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} = 10$$

B3. i. Στο διάλυμα έχει αποκατασταθεί η παρακάτω ιοντική



A. Λόγω επίδρασης κοινού ιόντος στα ιόντα NH_4^+ , από τη προσθήκη χλωριούχου αμμωνίου, η ιοντική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά με αποτέλεσμα η συγκέντρωση της NH_3 να αυξάνεται οπότε η ισορροπία (1) θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά προκειμένου να αναιρεθεί η αύξηση της συγκέντρωσης της αμμωνίας σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

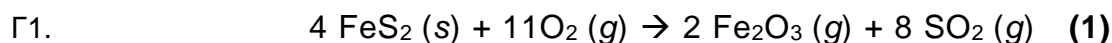
ii. Το αέριο το οποίο εκλύεται είναι η NH_3 καθώς δίνει βασικό διάλυμα και χρωματίζει ερυθρό το διάλυμα που περιέχει τη φαινολοφθαλεΐνη. Λόγω μείωσης της συγκέντρωσης της NH_3 η θέση της ισορροπίας (1) θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά ώστε να αναιρεθεί η μεταβολή σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

B4. i. Η u_2 ακολουθεί την καμπύλη β γιατί οι καταλύτες δεν επηρεάζουν τη θέση της Χημικής Ισορροπίας καθώς επιταχύνουν και τις δύο αντίθετες αντιδράσεις στον ίδιο βαθμό.

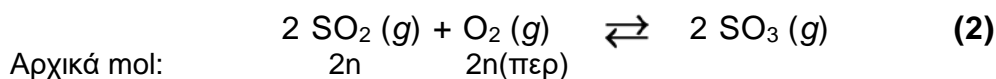
ii. Η θέση της Χημικής Ισορροπίας δεν επηρεάζεται από την αλλαγή του όγκου γιατί κατά την πραγματοποίηση της αντίδρασης δεν παρατηρείται μεταβολή του αριθμού των mol των αερίων. Συνεπώς και η u_2 θα ακολουθήσει την ίδια καμπύλη με την u_1 δηλαδή την δ.

iii. Παρατηρούμε ότι με την μεταβολή του όγκου η ταχύτητα μειώθηκε. Άρα ο όγκος του δοχείου αυξήθηκε με αποτέλεσμα την μείωση της συγκέντρωσης των ουσιών στο δοχείο άρα και την μείωση της ταχύτητας.

ΘΕΜΑ Γ



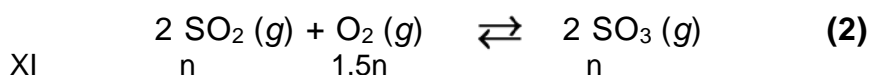
Έστω mol: $n \quad 11n/2 \quad n/2 \quad 2n$



Αντίδραση: $\frac{-2x \quad -x \quad +2x}{\quad}$

Χημ. Ισορροπία: $2n-2x \quad 2n-x \quad 2x$

Η απόδοση της αντίδρασης υπολογίζεται από το κλάσμα $2x/2n = 50\%$, οπότε $x=0,5n$.



Από τη σταθερά $K_c=4$, υπολογίζουμε $n=8\text{mol}$

Συνεπώς στη χημική ισορροπία έχουμε ότι οι είναι:

$n(\text{SO}_2) = 8 \text{ mol}$

$n(\text{SO}_3) = 8 \text{ mol}$ και

$n(\text{O}_2) = 12 \text{ mol}$

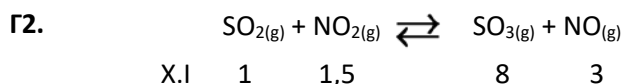
Έχουμε $n = 8 \text{ mol FeS}_2$ στον γαιάνθρακα.

$M_r(\text{FeS}_2) = 120$ οπότε $m = n M_r(\text{H}_2\text{S}) = 8\text{mol} \cdot 120\text{g/mol} = 960 \text{ g}$ ή $0,96 \text{ Kg}$

Σε 20 Kg γαιάνθρακα υπάρχουν $0,96 \text{ Kg}$

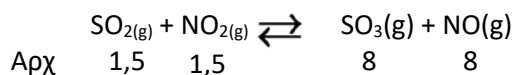
FeS_2 Σε $100 \text{ Kg} \quad v$

Από την παραπάνω αναλογία βρίσκουμε $v = 4,8 \text{ Kg}$. Άρα η περιεκτικότητα είναι $4,8 \% \text{ w/w}$.



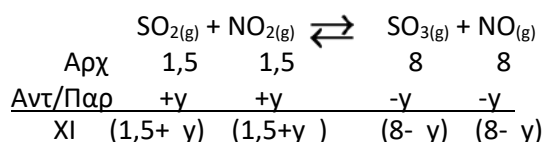
Από την έκφραση της K_c προκύπτει ότι $K_c = 16$

Μετά την προσθήκη των δοσμένων ποσοτήτων προκύπτει ότι:



Από την έκφραση της Q_c βρίσκουμε $Q_c = 64/2,25 = 28,4 > K_c$

Εφόσον $Q_c > K_c$ σημαίνει ότι η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά.



Από την έκφραση της Kc προκύπτει ότι $\gamma = 0,4 \text{ mol}$, οπότε οι ποσότητες στη χημική ισορροπία θα είναι $n(\text{SO}_2) = 1,9$
 $n(\text{NO}_2) = 1,9 \text{ mol}$
 $n(\text{SO}_3) = 7,6 \text{ mol}$
 $n(\text{NO}) = 7,6 \text{ mol}$

Η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα αριστερά και ταυτόχρονα απορροφήθηκε θερμότητα ίση με 25 KJ. Συνεπώς η προς τα δεξιά κατεύθυνση της αντίδρασης θα είναι εξώθερμη.

$$Q = |\Delta H| \cdot 0,4 \text{ ή } \Delta H = -25 \text{ KJ}$$

Γ3. i. Ο νόμος της ταχύτητας για την εν λόγω χημική αντίδραση είναι:

$$U = [\text{SO}_2]^x [\text{O}_3]^y$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές των τριών πειραμάτων στο νόμο της ταχύτητας έχουμε:

$$0,05 = k \cdot 0,25^x \cdot 0,4^y \quad (1)$$

$$0,05 = k \cdot 0,25^x \cdot 0,2^y \quad (2)$$

$$0,2 = k \cdot 0,5^x \cdot 0,3^y \quad (3)$$

Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει $\gamma = 0$

Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (3) προκύπτει $x = 2$

Συνεπώς ο νόμος της ταχύτητας είναι:

$$u = k[\text{SO}_2]^2$$

Άρα η αντίδραση είναι 2^{ης} τάξης ως προς το SO₂ και μηδενικής τάξης ως προς το O₃. Επιπλέον η συνολική αντίδραση είναι 2^{ης} τάξης συνολικά.

ii. Με αντικατάσταση των τιμών και x και γ σε ένα οποιοδήποτε πείραμα προκύπτει ότι $k = 0,8 \text{ M}^{-1} \text{ min}^{-1}$.

iii. Με δεδομένο ότι $u(\text{SO}_3) = 4 \text{ g/min}$ βρίσκουμε, κάνοντας τις απαραίτητες μετατροπές,
 $u(\text{SO}_3) = 0,1 \text{ mol/L min}$

	$\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{3(g)} \longrightarrow \text{SO}_{3(g)} + \text{O}_{2(g)}$			
Αρχ	0,5	0,3		
Αντ/Παρ	-x	-x	x	x
t=2min	0,5-x	0,3-x	x	x

$$u(\text{SO}_3) = \Delta[\text{SO}_3]/\Delta t \text{ ή } 0,1 = x/2 \text{ ή } x = 0,2 \text{ M} \text{ οπότε για } t = 2 \text{ min προκύπτει ότι } [\text{O}_3] = 0,1 \text{ M.}$$

Γ4. Το H₂SO₄ είναι ισχυρό οξύ στον 1^ο ιοντισμό:

	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
M			
Αρχ	C	-	-
Τελ	-	C	C

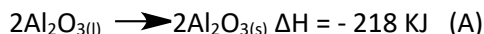
	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$		
M			
Αρχ	C	-	-
Αντ/Παρ	-x	x	x
II	C-x	x	x

Προφανώς $x < C$ άρα $[\text{H}_3\text{O}^+] = C + x$, $[\text{SO}_4^{2-}] = x$, $[\text{HSO}_4^-] = C - x$, $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0$

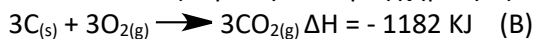
Συνεπώς $[\text{H}_2\text{SO}_4] < [\text{SO}_4^{2-}] < [\text{HSO}_4^-] < [\text{H}_3\text{O}^+]$

ΘΕΜΑ Δ

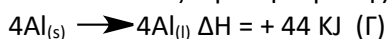
Δ1. Αντιστρέφουμε τη δεύτερη χημική εξίσωση και την πολλαπλασιάζουμε με 2 οπότε προκύπτει:



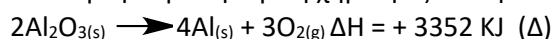
Πολλαπλασιάζουμε την τέταρτη χημική εξίσωση με 3 οπότε προκύπτει:



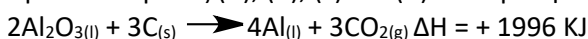
Πολλαπλασιάζουμε την πρώτη χημική εξίσωση με 4 και προκύπτει:



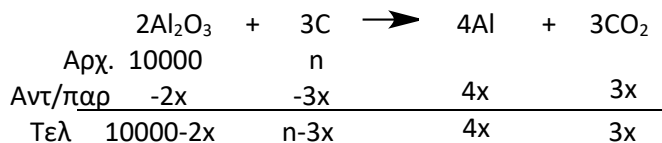
Αντιστρέφουμε την τρίτη χημική εξίσωση και την πολλαπλασιάζουμε με 2 οπότε προκύπτει:



Προσθέτουμε τις (Α), (Β), (Γ) και (Δ) κατά μέλη οπότε προκύπτει ότι:



Δ2.



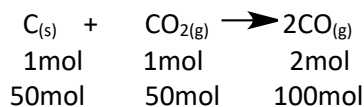
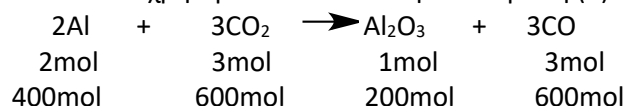
Αν αντιδρούσε πλήρως το Al_2O_3 :

$$10000 - 2x = 0 \quad \text{ή} \quad x = 5000 \text{ mol}$$

Το Al που παράγεται ποσοτικά είναι 4x ή 20.000 mol Al (θεωρητικά αναμενόμενη ποσότητα)

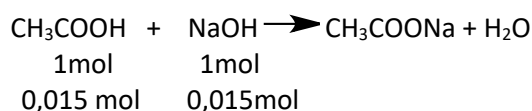
Όμως παράγεται το 98 % της θεωρητικά αναμενόμενης ποσότητας δηλαδή παράγονται πρακτικά 19.600 mol Al.

Οπότε τα υπόλοιπα 400 mol Al χρησιμοποιούνται στην αντίδραση (6)



Προφανώς $n(\text{CO}) = 600 + 100 = 700 \text{ mol}$ ή 15680 L μετρημένα σε STP συνθήκες.

Δ3. i. Πραγματοποιείται αντίδραση εξουδετέρωσης :

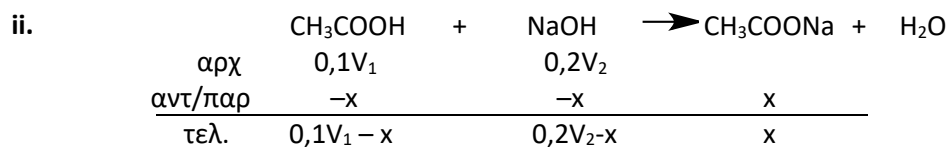


$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,015 \cdot 60 = 0,9 \text{ g CH}_3\text{COOH}$$

Άρα στο 1 g δείγματος περιέχονται 0,9 g CH_3COOH , οπότε το ποσοστό του CH_3COOH στα προϊόντα της αντίδρασης είναι 90 %.

ii. Από την αρχή διατήρησης της μάζας η μάζα των αντιδρώντων είναι 6000 g άρα η μάζα του CH_3COOH και των παραπροϊόντων είναι επίσης 6.000 g οπότε η μάζα του CH_3COOH είναι $0,9 \cdot 6000 = 5400 \text{ g}$.

Δ4. i. Από την έκφραση της $K_a(\text{H}\Delta)$ προκύπτει $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$ οπότε το pH του ρυθμιστικού διαλύματος είναι ίσο με 5.



Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα πρέπει να αντιδράσει πλήρως το καυστικό νάτριο. Δηλαδή $0,2 V_2 - x = 0$ ή $x = 0,2V_2 \text{ mol}$

Τελικό διάλυμα :

$$\text{CH}_3\text{COOH}: C(\text{οξέος}) = (0,1V_1 - 0,2 V_2)/(V_1+V_2)$$

$$\text{CH}_3\text{COONa}: C(\text{άλατος}) = (0,2V_2)/(V_1+V_2)$$

Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson / Hasselbalch έχουμε ότι :

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log(C_{\text{αλ}}/C_{\text{οξ}}) \text{ ή } 5 = 5 + \log(C_{\text{αλ}} / C_{\text{οξ}}) \text{ ή } C_{\text{αλ}} = C_{\text{οξ}}$$

Με αντικατάσταση των τιμών προκύπτει ότι $V_1/V_2 = 4/1$