

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1: ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ, ΟΞΕΙΔΩΣΗ-ΑΝΑΓΩΓΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Πόσοι ορισμοί έχουν χρησιμοποιηθεί ιστορικά για την έννοια της οξειδωσης και της αναγωγής;

Ιστορικά έχουν χρησιμοποιηθεί τρεις ορισμοί για την έννοια της οξειδωσης και της αναγωγής.

Ο παλαιότερος που συνέδεε την οξειδωση και την αναγωγή με τα στοιχεία οξυγόνο και υδρογόνο:

*Οξειδωση είναι η ένωση ενός στοιχείου με το οξυγόνο
ή η αφαίρεση υδρογόνου από μια χημική ένωση.*

*Αναγωγή είναι η ένωση ενός στοιχείου με το υδρογόνο
ή η αφαίρεση οξυγόνου από μια χημική ένωση.*

Ο επόμενος διαμορφώθηκε μετά την ανακάλυψη της ηλεκτρονιακής δομής των ατόμων. Ήταν ευρύτερος αφού αφορούσε όλα τα στοιχεία και συνέδεε την οξειδωση και την αναγωγή με την πρόσληψη ή την αποβολή ηλεκτρονίων από το άτομο.

Οξειδωση είναι η αποβολή ηλεκτρονίων.

Αναγωγή είναι η πρόσληψη ηλεκτρονίων.

Το πρόβλημα που είχε ο ορισμός αυτός ήταν ότι δεν μπορούσε να συμπεριλάβει τις αντιδράσεις στις οποίες συμμετείχαν ομοιοπολικές ενώσεις.

Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε μια νέα έννοια, αυτή του αριθμού οξειδωσης και δόθηκε ο σύγχρονος ορισμός που συνδέει την οξειδωση και την αναγωγή με τη μεταβολή του αριθμού οξειδωσης.

Οξειδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξειδωσης ατόμου ή ιόντος.

Αναγωγή είναι η ελάττωση του αριθμού οξειδωσης ατόμου ή ιόντος.

2. Τι είναι ο αριθμός οξειδωσης;

Αριθμός οξειδωσης (ΑΟ) ενός ιόντος σε μια ιοντική ένωση είναι το φορτίο του ιόντος. Αριθμός οξειδωσης ενός ατόμου σε μια ομοιοπολική ένωση, ονομάζεται το φαινομενικό φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο αν τα ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο.

3. Ποιον ορισμό χρησιμοποιούμε για να χαρακτηρίσουμε την οξειδωση ή την αναγωγή μιας ουσίας;

Προφανώς, χρησιμοποιούμε τον σύγχρονο ορισμό με τη μεταβολή του αριθμού οξειδωσης. Δηλαδή αν η ουσία περιέχει στοιχείο του οποίου αυξάνεται ο ΑΟ, θεωρούμε ότι οξειδώνεται, ενώ αν μειώνεται ο ΑΟ θεωρούμε ότι ανάγεται.

4. Ποιος είναι ο αριθμός οξειδωσης ενός ελεύθερου χημικού στοιχείου;

1^{ος} πρακτικός κανόνας σχολικού βιβλίου: Τα ελεύθερα στοιχεία π.χ. F_2 , O_2 έχουν ΑΟ ίσο με το μηδέν.

5. Ποιο είναι το άθροισμα των αριθμών οξειδωσης των ατόμων σε μια χημική ένωση;

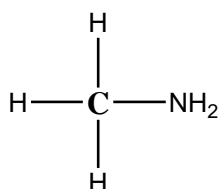
7^{ος} πρακτικός κανόνας σχολικού βιβλίου: Το άθροισμα των ΑΟ των ατόμων σε μια χημική ένωση ισούται με το μηδέν π.χ. στις ενώσεις NaCl , H_2SO_4 , CH_3OH .

6. Ποιο είναι το άθροισμα των αριθμών οξειδωσης των ατόμων σε πολυατομικό ιόν;

7^{ος} πρακτικός κανόνας σχολικού βιβλίου: Το άθροισμα των ΑΟ των ατόμων σε πολυατομικό ιόν ισούται με το φορτίο του ιόντος. Για παράδειγμα στα πολυατομικά ιόντα SO_4^{2-} και PO_4^{3-} , είναι -2 και -3, αντίστοιχα

7. Πώς υπολογίζεται ο αριθμός οξειδωσης ενός ατόμου σε μία ένωση;

Α' τρόπος: Απαιτεί να ξέρουμε τους δεσμούς που κάνει το στοιχείο. Βρίσκουμε ποιο άτομο «κερδίζει» το κοινό ή τα κοινά ζεύγη σε κάθε ομοιοπολικό δεσμό, με βάση τον πίνακα ηλεκτραρνητικότητας των αμετάλλων (Πίνακας 1.1 σχολικού βιβλίου). Αθροίζοντας «τα κέρδη» και «τις απώλειες» σε ηλεκτρόνια βρίσκουμε τον τελικό ΑΟ του ατόμου. Για παράδειγμα, για τον άνθρακα της μεθυλαμίνης CH_3NH_2 έχουμε:



Ο άνθρακας είναι πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο από το υδρογόνο. Σε κάθε δεσμό με το υδρογόνο κερδίζει το κοινό ζεύγος. Έχει τρεις δεσμούς με άτομα υδρογόνου, άρα κερδίζει 3 ηλεκτρόνια.

Ταυτόχρονα, ο άνθρακας είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο από το άζωτο. Στον δεσμό του με το άζωτο χάνει το κοινό ζεύγος, άρα χάνει 1 ηλεκτρόνιο. Συνολικά κερδίζει δύο

(2) ηλεκτρόνια άρα έχει ΑΟ -2.

Β' τρόπος: Απαιτεί μόνο να ξέρουμε τους κανόνες υπολογισμού του αριθμού οξειδωσης. Πρόκειται για έναν πολύ εύκολο τρόπο υπολογισμού του ΑΟ. Για παράδειγμα για το θείο του θειικού οξέος (H_2SO_4) έχουμε:

- Το H όταν ενώνεται με αμέταλλα έχει πάντα ΑΟ +1.
- Το O στις ενώσεις του έχει ΑΟ -2 (εξαιρούνται τα υπεροξείδια όπως το H_2O_2 , και το OF_2).
- Σε μία χημική ένωση, το άθροισμα των αριθμών οξειδωσης των στοιχείων που συνιστούν το μόριό της ισούται με 0.

Οπότε κατασκευάζεται η εξίσωση:

$$\begin{array}{c}
 \text{H}_2\text{SO}_4 \\
 \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\
 (+1) \cdot 2 + x \cdot 1 + (-2) \cdot 4 = 0 \Rightarrow 2 + x - 8 = 0 \Rightarrow x = 6.
 \end{array}$$

Συνεπώς, ο ΑΟ του θείου στο θειικό οξύ είναι 6.

8. Πως υπολογίζεται ο αριθμός οξειδωσης ενός ατόμου σε ένα πολυατομικό ιόν;

Από τους κανόνες υπολογισμού του αριθμού οξειδωσης. Για παράδειγμα, για το χρώμιο στο διχρωμικό ιόν ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) έχουμε:

- Το O στις ενώσεις του έχει ΑΟ -2 (εξαιρούνται τα υπεροξείδια όπως το H_2O_2 , καθώς και το F_2O).
- Σε ένα πολυατομικό ιόν, το άθροισμα των αριθμών οξειδωσης των στοιχείων που το συνιστούν ισούται με το φορτίο του ιόντος.

Οπότε κατασκευάζεται η εξίσωση:

$$\begin{array}{c} (\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \\ \swarrow \quad \searrow \\ x \cdot 2 + (-2) \cdot 7 = -2 \Rightarrow 2 \cdot x - 14 = -2 \Rightarrow 2 \cdot x = 12 \Rightarrow x = 6. \end{array}$$

Συνεπώς, ο ΑΟ του χρωμίου στο διχρωμικό ιόν είναι 6.

9. Υπάρχει χημική αντίδραση που να είναι μόνο οξειδωση ή μόνο αναγωγή;

Όχι. Κάθε χημική αντίδραση που περιλαμβάνει οξειδωση, συνοδεύεται από αναγωγή και γι' αυτό μιλάμε για οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.

10. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι αντιδράσεις με κριτήριο τη μεταβολή του ΑΟ;

Οι αντιδράσεις διακρίνονται σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγικές, στις οποίες μεταβάλλεται ο ΑΟ τουλάχιστον ενός ατόμου που συμμετέχει σε αυτές, και μεταθετικές (ή μη οξειδοαναγωγικές), στις οποίες δεν μεταβάλλονται οι αριθμοί οξειδωσης όλων των στοιχείων που συμμετέχουν σε αυτές.

11. Πότε χαρακτηρίζουμε μια χημική αντίδραση ως οξειδοαναγωγική ή μεταθετική;

Εξετάζουμε αν παρατηρείται μεταβολή του ΑΟ κάποιου στοιχείου. Στην περίπτωση που παρατηρείται μεταβολή πρόκειται για οξειδοαναγωγική αντίδραση. Αν σε κανένα στοιχείο δεν παρατηρείται μεταβολή ΑΟ, τότε η αντίδραση είναι μεταθετική.

Ημερομηνία τροποποίησης: 8/11/2018

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1: ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ, ΟΞΕΙΔΩΣΗ-ΑΝΑΓΩΓΗ

ΛΥΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1. Το λίθιο (Li) είναι ένα αλκάλιο που χρησιμοποιείται ευρέως στην κατασκευή μπαταριών για κινητά, ταμπλέτες κ.α. Να προσδιορίσεις τον αριθμό οξειδωσης του λιθίου στο στοιχείο Li και στο LiH ;

Λύση

Τα ελεύθερα στοιχεία έχουν ΑΟ μηδέν, άρα το στοιχειακό Li έχει ΑΟ = 0.

Το Li είναι αλκάλιο, συνεπώς, στο LiH, όπως συμβαίνει σε όλες τις ενώσεις του, έχει ΑΟ = +1.

ΘΕΜΑ 2. Το υδρογόνο είναι το στοιχείο που αποτελεί το 75% της γνωστής μάζας του σύμπαντος. Να προσδιορίσεις τον αριθμό οξειδωσης του υδρογόνου στα ακόλουθα σώματα: H₂, H₂S, CaH₂.

Λύση

Τα ελεύθερα στοιχεία έχουν ΑΟ μηδέν, άρα το στοιχειακό H₂ έχει ΑΟ = 0.

Στο H₂S το άτομο του H έχει σχηματίσει δεσμό με αμέταλλο. Στις ενώσεις του με αμέταλλα το H έχει πάντα ΑΟ = +1.

Στο CaH₂ το άτομο του H έχει σχηματίσει δεσμό με μέταλλο. Στις ενώσεις του με μέταλλα το H έχει πάντα ΑΟ = -1.

ΘΕΜΑ 3. Να βρείτε τον αριθμό οξειδωσης του P στο H₃PO₄, του C στο CaCO₃ και του Cl στο ClO₄⁻.

Λύση

Θα χρησιμοποιήσουμε τους ακόλουθους πρακτικούς κανόνες εύρεσης του ΑΟ.

- Το H όταν ενώνεται με αμέταλλα έχει πάντα ΑΟ = +1.
- Το O στις ενώσεις του έχει ΑΟ -2 (εξαιρούνται τα υπεροξείδια όπως το H₂O₂, καθώς και το OF₂).
- Το Ca είναι αλκαλική γαία, άρα στις ενώσεις του έχει πάντα ΑΟ = +2.
- Στις χημικές ενώσεις το άθροισμα των ΑΟ των στοιχείων που τις αποτελούν είναι ίσο με μηδέν.

• Στα πολυατομικά ιόντα το άθροισμα των ΑΟ των στοιχείων που τα αποτελούν είναι ίσο με το φορτίο τους. Άρα:

$$\text{H}_3\text{PO}_4 : (+1) \times 3 + x \times 1 + (-2) \times 4 = 0, \text{ άρα } x = +5.$$

$$\text{CaCO}_3 : (+2) \times 1 + x \times 1 + (-2) \times 3 = 0, \text{ άρα } x = +4.$$

$$\text{ClO}_4^- : x \times 1 + (-2) \times 4 = -1, \text{ άρα } x = +7.$$

ΘΕΜΑ 4. Το χλωροφόρμιο (CHCl_3) είναι μια οργανική ένωση που χρησιμοποιείται ως διαλύτης και στην παραγωγή του Teflon. Παλαιότερα χρησιμοποιήθηκε και ως αναισθητικό αλλά, λόγω της τοξικότητάς του, η χρήση του εγκαταλείφθηκε. Να προσδιορίσετε τους ΑΟ του C, του H και του Cl σε αυτή την ένωση.

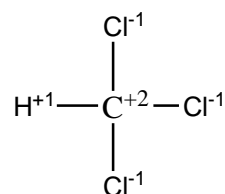
Λύση

Επειδή έχουμε δύο άγνωστους ΑΟ (του C και του Cl), δεν μπορούμε να απαντήσουμε στην ερώτηση μέσω της μαθηματικής εξίσωσης που δίνουν οι πρακτικοί κανόνες εύρεσης του ΑΟ. Συνεπώς, πρέπει να εργαστούμε μέσω των δεσμών και της ηλεκτραρνητικότητας. Επειδή ο άνθρακας κάνει 4 δεσμούς και στο χλωροφόρμιο ενώνεται με 4 στοιχεία, συνάγεται ότι θα κάνει έναν απλό δεσμό με καθένα από αυτά.

Στο δεσμό με το H ο C είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο, άρα «κερδίζει» 1 ηλεκτρόνιο.

Στο δεσμό με το Cl ο C είναι το λιγότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο, άρα «χάνει» 1 ηλεκτρόνιο. Επειδή έχει τρεις τέτοιους δεσμούς ο C «χάνει», συνολικά, 3 ηλεκτρόνια.

Συνεπώς, ο C έχει συνολικό ΑΟ = +2, το H έχει ΑΟ = +1 και κάθε άτομο Cl έχει ΑΟ = -1.



ΘΕΜΑ 5. Το ξίδι οφείλει τη γεύση του στο οξικό οξύ (CH_3COOH) που περιέχει. Να υπολογίσετε τους ΑΟ των ατόμων του άνθρακα στο μόριο του οξικού οξέος.

Λύση

Έχουμε δύο άτομα C στο μόριο, που το ένα κάνει διαφορετικούς δεσμούς από το άλλο, συνεπώς πρέπει να τα εξετάσουμε χωριστά. Με βάση τον συντακτικό τύπο του οξικού οξέος προκύπτει ότι:

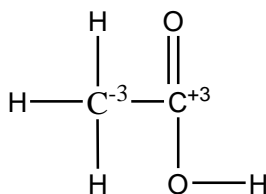
Σε κάθε απλό δεσμό που κάνει ο C με H «κερδίζει» 1 ηλεκτρόνιο, αφού είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο.

Σε κάθε απλό δεσμό που κάνει ο C με O «χάνει» 1 ηλεκτρόνιο, αφού είναι το λιγότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο.

Σε κάθε διπλό δεσμό που κάνει ο C με O «χάνει» 2 ηλεκτρόνια, αφού είναι το λιγότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο.

Σε κάθε απλό δεσμό που κάνει ο C με άλλον C δεν έχουμε μετακίνηση φορτίου, άρα δεν αλλάζει κάτι στον υπολογιζόμενο ΑΟ.

Συνεπώς έχουμε ΑΟ = -3 για τον άνθρακα της μεθυλομάδας και ΑΟ = +3 για τον άνθρακα της καρβοξυλομάδας.

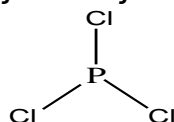


ΘΕΜΑ 6. Δίνεται ο πίνακας με τις ηλεκτραρνητικότητες κάποιων στοιχείων.

H 2,1						
Li 1	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8						

Με βάση τον πίνακα, να εξηγήσετε ποιος είναι αριθμός οξειδωσης των ατόμων F, Cl και P στις ακόλουθες ενώσεις:

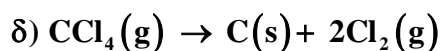
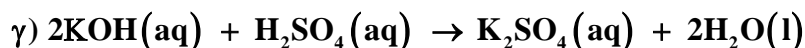
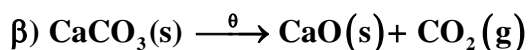
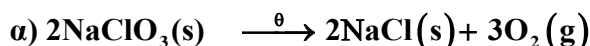
α) F–Cl β)



Λύση

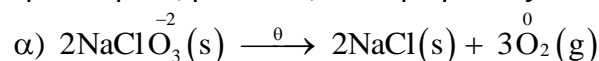
Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι η σειρά ηλεκτραρνητικότητας είναι $F > Cl > P$. Άρα στην πρώτη ένωση το F έχει ΑΟ = -1 και το Cl έχει ΑΟ = +1 (το φθόριο έλκει ισχυρότερα το ζεύγος ηλεκτρονίων). Αντίστοιχα στη δεύτερη ένωση το Cl έχει ΑΟ = -1 και ο P έχει ΑΟ = +3.

ΘΕΜΑ 7. Να εξηγήσετε αν οι ακόλουθες αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγικές ή μεταθετικές, αναφέροντας και τους σχετικούς αριθμούς οξειδωσης.

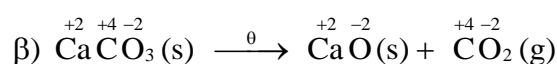


Λύση

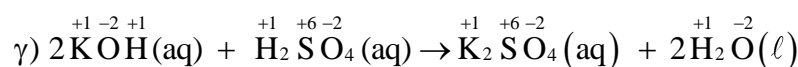
Βρίσκουμε τη μεταβολή των αριθμών οξειδωσης.



Στο O ο ΑΟ αυξάνεται από -2 σε 0 (ή στο Cl ο ΑΟ μειώνεται από +5 σε -1). Συνεπώς η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική.

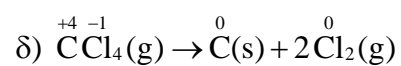


Αφού δεν μεταβάλλεται κανένας ΑΟ η αντίδραση είναι μεταθετική.



Αφού δεν μεταβάλλεται κανένας ΑΟ η αντίδραση είναι μεταθετική.

Εναλλακτική απάντηση: Πρόκειται για εξουδετέρωση, άρα είναι μεταθετική.



Στον C ο ΑΟ μειώνεται από +4 σε 0 (στο Cl αυξάνεται από -1 σε 0), άρα η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική.

Ημερομηνία τροποποίησης: 6/11/2018

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος
Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

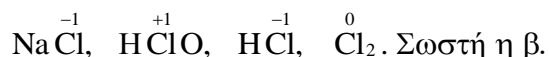
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1: ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ, ΟΞΕΙΔΩΣΗ-ΑΝΑΓΩΓΗ

ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ

ΘΕΜΑ 1. Σε ποιά από τις παρακάτω ενώσεις ο αριθμός οξείδωσης του ατόμου του Cl έχει τιμή +1;

- α. NaCl, β. HClO, γ. HCl, δ. Cl₂.

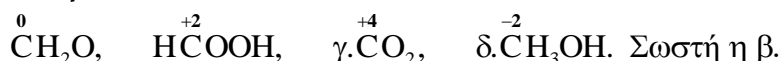
Λύση



ΘΕΜΑ 2. Σε ποια από τις παρακάτω ενώσεις ο αριθμός οξείδωσης του C έχει τιμή +2;

- α. CH₂O, β. HCOOH, γ. CO₂, δ. CH₃OH.

Λύση

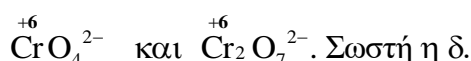


ΘΕΜΑ 3. Τα χρωμικά ιόντα (CrO₄²⁻) παρουσία οξέος μετατρέπονται σε διχρωμικά (Cr₂O₇²⁻). Ο αριθμός οξείδωσης του Cr μεταβάλλεται κατά:

- α. 3, β. 1, γ. 2, δ. 0.

Πανελλαδικές 2017

Λύση



ΘΕΜΑ 4. Δίνεται η ένωση γλυκερόλη (1,2,3-προπανοτριόλη), η οποία αποτελεί την πρώτη ύλη για την παρασκευή του εκρηκτικού νιτρογλυκερίνη. Να υπολογίσετε τους αριθμούς οξείδωσης των ανθράκων a και b.

Διασκευή θέματος πανελλαδικών 2018

Λύση

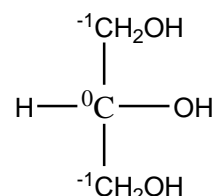
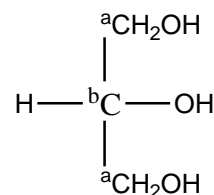
Πρέπει να αποδώσουμε τα ζεύγη ηλεκτρονίων σύμφωνα με την ηλεκτραρνητικότητα.

Ο C είναι πιο ηλεκτραρνητικός από το H.

Το O είναι πιο ηλεκτραρνητικό από τον C.

Ανάμεσα σε δύο άτομα C το κοινό ζεύγος μοιράζεται ισότιμα.

Έτσι προκύπτουν οι ακόλουθοι αριθμοί οξείδωσης : C(a)=-1, C(b)=0



ΘΕΜΑ 5. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης των υπογραμμισμένων ατόμων στις ακόλουθες ενώσεις ή ιόντα: $\underline{\text{P}}\text{O}_4^{3-}$, $\text{K}\underline{\text{C}}\text{I}\text{O}_3$, $\text{H}-\underline{\text{C}}\equiv\text{N}$

Λύση

$$\underline{\text{P}}\text{O}_4^{3-}: x \cdot 1 + (-2) \cdot 4 = -3, \text{ άρα } x = +5$$

$$\text{K}\underline{\text{C}}\text{I}\text{O}_3: (+1) \cdot 1 + x \cdot 1 + (-2) \cdot 3 = 0, x = +5$$

$\text{H}-\underline{\text{C}}\equiv\text{N}$: Έχουμε δύο στοιχεία με μη σαφή ΑΟ (ο C και το N), άρα πρέπει να δουλέψουμε με δεσμούς, κοινά ζεύγη και ηλεκτραρνητικότητα.

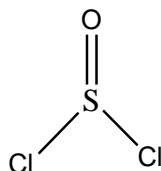
Δεδομένου ότι ο C είναι πιο ηλεκτραρνητικός από το H («κερδίζει» ένα ηλεκτρόνιο), αλλά λιγότερο ηλεκτραρνητικός από το N («χάνει» τρία ηλεκτρόνια), έχει ΑΟ = +2.

ΘΕΜΑ 6. Δίνεται ο πίνακας με τις ηλεκτραρνητικότητες κάποιων στοιχείων

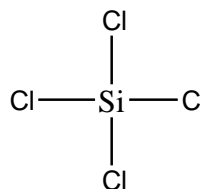
H 2,1						
Li 1	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8						

Να εξηγήσετε ποιος είναι αριθμός οξείδωσης των ατόμων S και Si στις ακόλουθες ενώσεις:

(α)

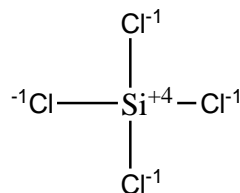
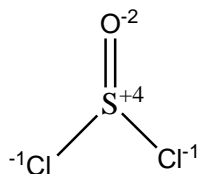


(β)

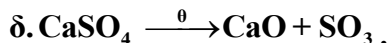
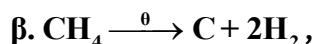


Λύση

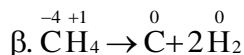
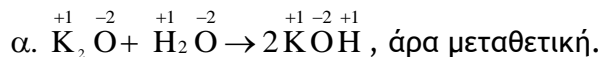
Με βάση τον πίνακα ηλεκτραρνητικότητας παρατηρούμε ότι ισχύει: $\text{O} > \text{Cl} > \text{S} > \text{Si}$. Με βάση αυτή την κατάταξη αποδίδουμε κάθε ζεύγος ηλεκτρονίων στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο. Έτσι προκύπτουν οι ΑΟ +4 για το S και +4 για το Si.



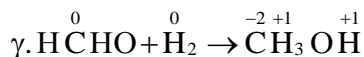
ΘΕΜΑ 7. Να διακρίνεις τις ακόλουθες αντιδράσεις σε οξειδοαναγωγικές και μεταθετικές. Σε κάθε αντίδραση οξειδοαναγωγής να αναφέρεις ποιο άτομο οξειδώνεται και ποιο ανάγεται.



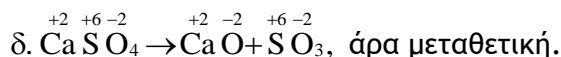
Λύση



Ο άνθρακας του μεθανίου οξειδώνεται (ο ΑΟ του από -4 αυξάνεται σε 0) και το υδρογόνο του μεθανίου ανάγεται (ο ΑΟ του από +1 μειώνεται σε 0). Η αντίδραση, προφανώς, είναι οξειδοαναγωγική.



Ο άνθρακας της αλδεϋδομάδας ανάγεται (ο ΑΟ του μειώνεται από 0 σε -2) και τα άτομα του μοριακού υδρογόνου οξειδώνονται (ο ΑΟ τους από 0 αυξάνεται σε +1). Η αντίδραση, προφανώς, είναι οξειδοαναγωγική.



Ημερομηνία τροποποίησης: 6/11/2018

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος
 Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2: ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ και ΑΝΑΓΩΓΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Πότε μια χημική ουσία χαρακτηρίζεται ως οξειδωτική; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της;

Οξειδωτικές ουσίες ή οξειδωτικά σώματα ή απλά οξειδωτικά ονομάζονται οι ουσίες (στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν οξείδωση σε άλλες ουσίες. Τα οξειδωτικά περιέχουν άτομα που έχουν αριθμό οξείδωσης τον οποίο μπορούν να ελαττώσουν, δηλαδή περιέχουν άτομα που ανάγονται.

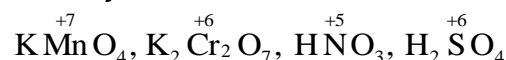
2. Πότε μια χημική ουσία χαρακτηρίζεται ως αναγωγική; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της;

Αναγωγικές ουσίες ή απλά αναγωγικά ονομάζονται οι ουσίες (στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν αναγωγή σε άλλες ουσίες. Τα αναγωγικά περιέχουν άτομα που έχουν αριθμό οξείδωσης τον οποίο μπορούν να αυξήσουν, δηλαδή περιέχουν άτομα που οξειδώνονται.

3. Κάθε ουσία συμπεριφέρεται μόνο ως οξειδωτικό ή μόνο ως αναγωγικό ;

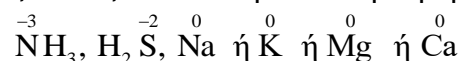
Όχι.

A. Αν το άτομο που δρα έχει τον μεγαλύτερο αριθμό οξείδωσης του, τότε η ένωση που το περιέχει συμπεριφέρεται αποκλειστικά ως οξειδωτικό, όπως οι χημικές ενώσεις



Επισημαίνεται ότι το H_2SO_4 μπορεί να δράσει και μέσω του υδρογόνου που περιέχει. Και στη περίπτωση αυτή θα δράσει ως οξειδωτικό, επειδή το υδρογόνο έχει τον μέγιστο ΑΟ (+1), π.χ. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

B. Αντίστοιχα, αν το άτομο που δρα έχει τον μικρότερο αριθμό οξείδωσης του, τότε η ένωση που το περιέχει συμπεριφέρεται αποκλειστικά ως αναγωγικό.



Επισημαίνεται ότι:

α) Τα μέταλλα στις ενώσεις τους αποκτούν πάντα θετικό ΑΟ.

β) Οι ενώσεις NH_3 και H_2S μπορούν να δράσουν και μέσω του υδρογόνου που περιέχουν.

Στη περίπτωση αυτή θα δράσουν ως οξειδωτικά και όχι ως αναγωγικά, επειδή το υδρογόνο έχει τον μέγιστο ΑΟ (+1) π.χ. $\text{Mg} + \text{H}_2\text{S} \xrightarrow{0} \text{MgS} + \text{H}_2$

Γ. Αν όμως το άτομο που δρα έχει ενδιάμεσο αριθμό οξείδωσης, τότε η ένωση που το περιέχει μπορεί να συμπεριφέρεται άλλοτε ως οξειδωτικό και άλλοτε ως αναγωγικό ανάλογα με το άλλο αντιδρών σώμα. Για παράδειγμα, στην αντίδραση $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{HI}(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$ το H_2O_2 δρα ως οξειδωτικό καθώς ο ΑΟ του οξυγόνου από -1 στο H_2O_2 μειώνεται σε -2, στο H_2O .

Αντίθετα, στην αντίδραση :

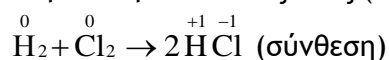
$2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ το H_2O_2 δρα ως αναγωγικό, καθώς ο ΑΟ του οξυγόνου από -1 αυξάνεται σε 0 στο μοριακό οξυγόνο (O_2).

4. Υπάρχουν ουσίες οι οποίες συμπεριφέρονται ταυτόχρονα ως οξειδωτικά και ως αναγωγικά στην ίδια αντίδραση;

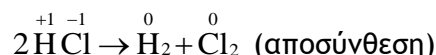
Ναι. Για παράδειγμα στην αντίδραση αποσύνθεσης $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$, το άτομο του οξυγόνου στο KClO_3 οξειδώνεται και το άτομο του χλωρίου ανάγεται. Συγκεκριμένα ο αριθμός οξειδωσίας του οξυγόνου αυξάνεται από -2 σε 0 και ο αριθμός οξειδωσίας του Cl μειώνεται από +5 σε -1. Επομένως το KClO_3 δρα και ως οξειδωτικό και ως αναγωγικό (αντίδραση αυτοοξειδοαναγωγής).

5. Οι αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης είναι πάντοτε οξειδοαναγωγικές;

Ναι, αφού στην μία πλευρά της χημικής εξίσωσης υπάρχουν στοιχεία (ΑΟ = 0) και στην άλλη οι ενώσεις τους (ΑΟ \neq 0). Για παράδειγμα,

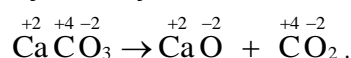


και



6. Οι αντιδράσεις διάσπασης είναι πάντοτε οξειδοαναγωγικές;

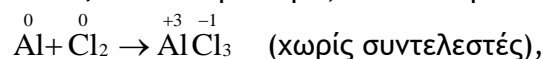
Όχι, υπάρχουν αντιδράσεις διάσπασης όπου δεν εμφανίζεται μεταβολή του αριθμού οξειδωσίας σε κανένα από τα συμμετέχοντα στοιχεία, για παράδειγμα,



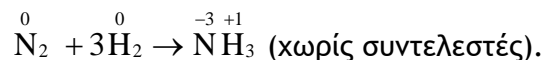
7. Με ποιους τρόπους μεθοδολογικά προσδιορίζουμε τα προϊόντα και τους συντελεστές σε μία αντίδραση μεταξύ ενός οξειδωτικού και ενός αναγωγικού;

A. Αντιδράσεις σύνθεσης:

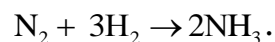
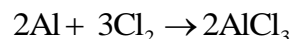
Προϊόντα: Αρκεί να γνωρίζουμε τους αριθμούς οξειδωσίας των δύο στοιχείων στην ένωση που θα προκύψει, οι οποίοι μπαίνουν ως δείκτες χιαστί. Για παράδειγμα,



και



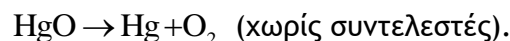
Συντελεστές: Η ισοστάθμιση των ατόμων ρυθμίζεται με βάση τους δείκτες που έχουν τα άτομα στους Μοριακούς Τύπους που έχουμε γράψει.



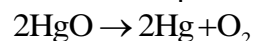
B. Αντιδράσεις αποσύνθεσης:

Προϊόντα:

Απλώς γράφουμε τα μόρια των στοιχείων που υπάρχουν στη χημική ένωση που διασπάται. Επίσης, πρέπει να θυμόμαστε ποια μόρια είναι διατομικά, δηλαδή τα εξής επτά (7) μόρια: H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 και I_2 . Για παράδειγμα,



Συντελεστές: Η ισοστάθμιση των ατόμων ρυθμίζεται με βάση τους δείκτες που έχουν τα άτομα στους Μοριακούς Τύπους που έχουμε γράψει.



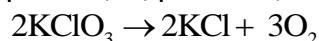
Γ. Αντιδράσεις διάσπασης:

Προϊόντα:

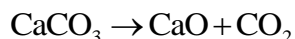
Δεν υπάρχει δεδομένος τρόπος. Συνήθως, απαιτείται να γνωρίζουμε τα προϊόντα. Για παράδειγμα,



Συντελεστές: Η ισοστάθμιση των ατόμων στις οξειδοαναγωγικές διασπάσεις γίνεται με βάση τη μεταβολή του ΑΟ (βλέπε πολύπλοκες αντιδράσεις οξειδοαναγωγής).



Αντίθετα, στις μεταθετικές αντιδράσεις ρυθμίζεται με βάση τους δείκτες που έχουν τα άτομα στους Μοριακούς Τύπους που έχουμε γράψει.



Δ. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης:

Δ.1 Αντιδράσεις αντικατάστασης μετάλλου (ή και υδρογόνου κάποιου οξέος) από άλλο μέταλλο:

Προϊόντα:

i) Εξετάζουμε αν η αντικατάσταση είναι συμβατή με τη σειρά δραστηριότητας των μετάλλων:



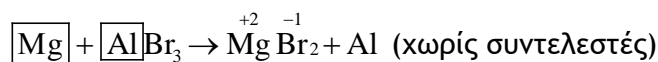
Κάθε μέταλλο είναι δραστικότερο από τα μέταλλα που βρίσκονται δεξιά του στην κατάταξη και τα αντικαθιστά στις ενώσεις τους με αρνητικά ιόντα.

Αν η αντικατάσταση είναι συμβατή, τότε κάνουμε την αντιμετάθεση των μετάλλων ή την αντιμετάθεση του μετάλλου με το υδρογόνο.

ii) Γνωρίζοντας τους αριθμούς οξείδωσης του μετάλλου και του αμετάλλου ή του μετάλλου και του πολυατομικού ιόντος στην ένωση που θα προκύψει, γράφουμε τους σωστούς δείκτες στο προϊόν. Επισημαίνεται ότι τα μέταλλα που έχουν πολλούς ΑΟ, στις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης δίνουν το άλας με τον ελάχιστο ΑΟ τους. Εξαιρέση αποτελεί ο χαλκός που δίνει το άλας με τον μέγιστο ΑΟ του (Cu^{2+}).

iii) Όταν παράγεται στοιχειακό υδρογόνο το γράφουμε ως διατομικό μόριο (H_2).

Για παράδειγμα,

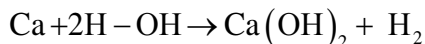
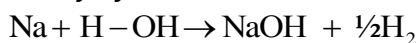


ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

- Τα οξέα HNO_3 και πυκνό-θερμό H_2SO_4 έχουν ισχυρό οξειδωτικό χαρακτήρα, έτσι:

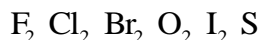
- Οξειδώνουν τα μέταλλα που είναι πιο δραστικά από το υδρογόνο δίνοντας πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και όχι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

- Οξειδώνουν αρκετά από τα μέταλλα που είναι λιγότερο δραστικά από το υδρογόνο (Cu, Ag, Hg) δίνοντας πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.
- Τα πολύ δραστικά μέταλλα K, Ba, Ca και Na «αντιλαμβάνονται» το υδρογόνο του νερού ως όξινο και το αντικαθιστούν. Για παράδειγμα,



Δ.2 Αντιδράσεις αντικατάστασης αμετάλλου από άλλο αμέταλλο:

i) Εξετάζουμε αν η αντικατάσταση είναι συμβατή με τη σειρά δραστικότητας των αμετάλλων:

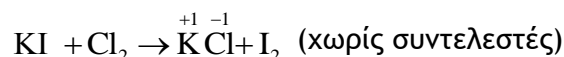


Κάθε αμέταλλο είναι δραστικότερο από τα μέταλλα που βρίσκονται δεξιά του στην κατάταξη και τα αντικαθιστά στις ενώσεις τους, εφόσον αυτά εμφανίζουν αρνητικό ΑΟ.

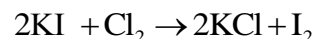
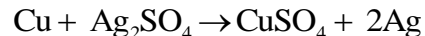
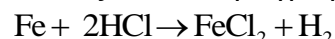
ii) Γνωρίζοντας τους αριθμούς οξείδωσης του αμετάλλου και του μετάλλου στην ένωση που θα προκύψει, γράφουμε τους σωστούς δείκτες στο προϊόν.

iii) Όταν παράγεται άζωτο ή οξυγόνο ή κάποιο αλογόνο ($\text{N}_2, \text{O}_2, \text{Cl}_2, \text{Br}_2$ και I_2), το γράφουμε ως διατομικό μόριο.

Για παράδειγμα,



Συντελεστές: Σε όλες τις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης, η ισοστάθμιση των ατόμων ρυθμίζεται με βάση τους δείκτες που έχουν τα άτομα στους Μοριακούς Τύπους που έχουμε γράψει.



Ε. Πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις:

Προϊόντα:

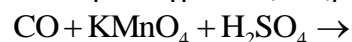
i) Στα παραδείγματα 1, 4 και 5 του βιβλίου θα πρέπει οι μαθητές να γνωρίζουν τα προϊόντα ως διδαγμένα και μέσα στην εξεταστέα ύλη.

ii) Στις υπόλοιπες αντιδράσεις τα προϊόντα θα δίνονται ή θα περιγράφονται με λόγια ή θα εξαγονται από τον πίνακα 1.3 του σχολικού βιβλίου, ο οποίος θα δίνεται.

Στις πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις ταυτόχρονα με την οξειδοαναγωγή γίνεται, συνήθως, και μεταθετική αντίδραση. Ως εκ τούτου, στα προϊόντα θα πρέπει:

- Τα μεταλλικά ιόντα να γράφονται ως άλατα με το διαθέσιμο οξύ.
- Να παράγεται νερό (σε σπάνιες, περιπτώσεις απαιτείται νερό στα αντιδρώντα).

Για παράδειγμα στην χημική εξίσωση:



Αν χρησιμοποιήσουμε τον Πίνακα 1.3 του σχολικού βιβλίου θα δούμε ότι τα προϊόντα θα είναι CO_2 και Mn^{2+} .

Αντί για Mn^{2+} γράφουμε το άλας του με το H_2SO_4 , δηλαδή MnSO_4 .

- Το K^+ του KMnO_4 γράφεται στα προϊόντα ως K_2SO_4 .
- Παράγεται H_2O .

Συνεπώς, η συνολική αντίδραση χωρίς συντελεστές, είναι:



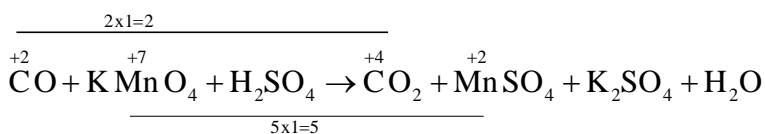
Συντελεστές:

Χρησιμοποιούμε τη μέθοδο μεταβολής του ΑΟ. Αυτή περιλαμβάνει τα βήματα:

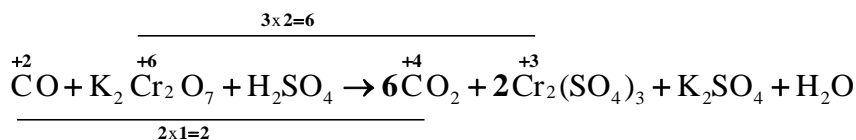
ι) Ισοστάθμιση των μεταβολών ΑΟ, καθώς και ισοστάθμιση των ατόμων που αλλάζει ο ΑΟ τους.

- Υπολογισμός της μεταβολής ΑΟ του στοιχείου που οξειδώθηκε ανά άτομο και πολλαπλασιασμός της επί το δείκτη που έχει το άτομο στο προϊόν.
- Υπολογισμός της μεταβολής ΑΟ του στοιχείου που ανάχθηκε ανά άτομο και πολλαπλασιασμός της επί το δείκτη που έχει το άτομο στο προϊόν.
- Οι υπολογισθείσες μεταβολές ΑΟ μπαίνουν συντελεστές κατ' αντιμετάθεση (χιαστί), στα προϊόντα σώματα που έχουν τα στοιχεία που μεταβλήθηκε ο Α.Ο. τους.
- Οι συντελεστές αυτοί μεταφέρονται στα αντιδρώντα σώματα που έχουν τα στοιχεία που μεταβλήθηκε ο ΑΟ τους.

Για το παράδειγμα που χρησιμοποιήσαμε προκύπτει:



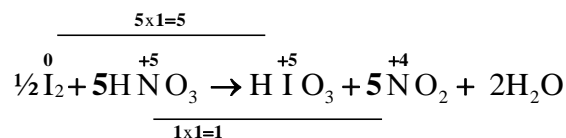
Αν ανάμεσα στις υπολογισθείσες μεταβολές μπορεί να γίνει απλοποίηση θα πρέπει να γίνεται, ώστε η χημική εξίσωση να γράφεται με τους ελάχιστους ακέραιους συντελεστές. Για παράδειγμα, αντί για:



γράφουμε



Αν λόγω των δεικτών των αντιδρώντων προκύπτει κλασματικός συντελεστής, τότε πρέπει να τον μετατρέψουμε σε ακέραιο. Αυτό επιτυγχάνεται με πολλαπλασιασμό με κατάλληλο αριθμό, συνήθως επί 2. Εννοείται ότι, ο πολλαπλασιασμός γίνεται και στους δύο συντελεστές που θα χρησιμοποιήσουμε, ώστε να διατηρηθεί η ισοστάθμιση των ΑΟ. Για παράδειγμα, αντί για:



γράφουμε



ii) Ισοστάθμιση των ατόμων που δεν αλλάζει ο ΑΟ τους.

Βάζουμε και τους υπόλοιπους συντελεστές, με βάση τους συντελεστές που ήδη προσδιορίσαμε. Στο άτομο που ισοσταθμίζεται τελευταίο η ισοστάθμιση θα πρέπει να βγαίνει αυτόματα σωστή.

Έτσι, καταλήγουμε στους ακόλουθους συντελεστές για τις χημικές εξισώσεις που εξετάσαμε προηγουμένως:



8. Οι οργανικές ενώσεις εμφανίζουν αναγωγικές ή οξειδωτικές ιδιότητες;

Πολλές οργανικές ενώσεις οξειδώνονται, δηλαδή εμφανίζουν αναγωγικές ιδιότητες. Ως οξειδωτικά μέσα χρησιμοποιούμε είτε το υπερμαγγανικό κάλιο είτε το διχρωμικό κάλιο παρουσία οξέων, συνήθως H_2SO_4 .

Οι σημαντικότερες από αυτές είναι:

A. Οι αλκοόλες.

i) Οι πρωτοταγείς αλκοόλες μπορούν να οξειδωθούν σε αλδεΐδες (μεταβολή ΑΟ άνθρακα κατά 2) και παραπέρα σε οξέα (μεταβολή ΑΟ άνθρακα κατά 4).

ii) Οι δευτεροταγείς αλκοόλες μπορούν να οξειδωθούν σε κετόνες (μεταβολή ΑΟ άνθρακα κατά 2).

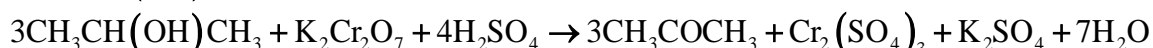
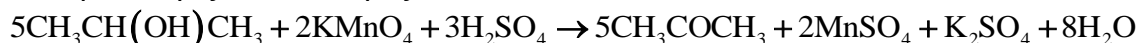
Πρωτοταγής αλκοόλη προς αλδεΐδη:



Πρωτοταγής αλκοόλη προς καρβοξυλικό οξύ:



Δευτεροταγής αλκοόλη προς κετόνη:

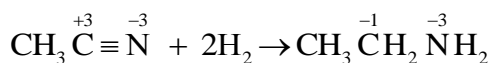
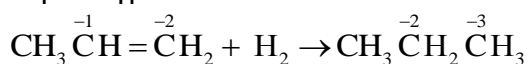


B. Οι αλδεΐδες.

Μπορούν να οξειδωθούν σε οξέα (μεταβολή ΑΟ άνθρακα κατά 2).



Κάποιες οργανικές ενώσεις ανάγονται, δηλαδή εμφανίζουν οξειδωτικές ιδιότητες. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι τα αλκένια, τα αλκίνια, τα νιτρίλια και οι καρβονυλικές ενώσεις, που δίνουν αντιδράσεις προσθήκης με το υδρογόνο (H_2), για παράδειγμα...



Ημερομηνία τροποποίησης: 8/11/2018

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

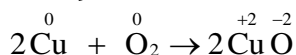
**ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2: ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ και ΑΝΑΓΩΓΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ,
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ**

ΛΥΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1. Στην αντίδραση $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$, ο χαλκός:

- α. είναι το αναγωγικό, β. είναι το οξειδωτικό,
γ. ανάγεται, δ. ούτε οξειδώνεται, ούτε ανάγεται.

Λύση



Από τη μεταβολή του ΑΟ βλέπουμε ότι ο χαλκός οξειδώθηκε, άρα έδρασε αναγωγικά.

Εναλλακτικά: Από τη μεταβολή του ΑΟ βλέπουμε ότι το οξυγόνο ανάχθηκε, άρα ο χαλκός έδρασε αναγωγικά.

Σωστό το α.

ΘΕΜΑ 2. Το χλωριούχο υποχλωριώδες ασβέστιο (χλωράσβεστος) είναι ένα μικτό άλας με Μοριακό Τύπο CaOCl_2 . Μια πιο αναλυτική απεικόνιση των ιόντων από

τα οποία αποτελείται είναι η ακόλουθη: $\text{Cl}^- \text{Ca}^{2+} \text{ClO}^-$. Να προσδιορίσετε:

- α. Τον ΑΟ του Cl βασιζόμενοι στον Μοριακό Τύπο.
β. Τον ΑΟ κάθε ατόμου χλωρίου βασιζόμενοι στην παραπάνω απεικόνιση των ιόντων.
γ. Να σχολιάσετε τα ευρήματά σας.

Λύση

α. $(+2) \cdot 1 + (-2) \cdot 1 + x \cdot 2 = 0 \Rightarrow x = 0$.

β. Το Cl^- , ως μονοατομικό ιόν έχει ΑΟ = -1.

Στο ClO^- έχουμε: $x \cdot 1 + (-2) \cdot 1 = -1 \Rightarrow x = +1$.

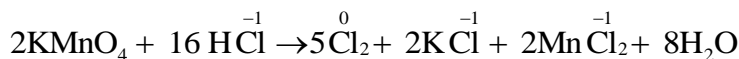
γ. Όταν ένα στοιχείο εμφανίζεται περισσότερες από μία φορές στο Μοριακό Τύπο μίας ένωσης μπορεί κάθε άτομο ή ιόν του να έχει διαφορετικούς δεσμούς και, ως εκ τούτου, διαφορετικούς ΑΟ. Με χρήση του Μοριακού τύπου και των πρακτικών κανόνων εύρεσης του ΑΟ, προσδιορίζουμε το μέσο όρο των ΑΟ του στοιχείου στην ένωση. Για να βρούμε τον ΑΟ καθενός ατόμου ή ιόντος ξεχωριστά χρειαζόμαστε περισσότερες πληροφορίες για τη δομή της ένωσης, όπως στην περίπτωση της απεικόνισης των ιόντων εδώ ή του Συντακτικού Τύπου στις ομοιοπολικές ενώσεις.

ΘΕΜΑ 3. Στην αντίδραση: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 5\text{Cl}_2 + 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

το υδροχλώριο δρα :

- α. Μόνο οξειδωτικά.
β. Μόνο αναγωγικά.
γ. Τόσο οξειδωτικά, όσο και σε μεταθετικές αντιδράσεις.
δ. Τόσο αναγωγικά, όσο και σε μεταθετικές αντιδράσεις.

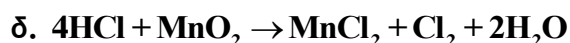
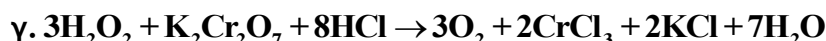
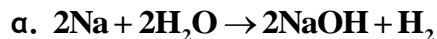
Λύση



Από τα 16 άτομα Cl των αντιδρώντων τα 10 έχουν αύξηση ΑΟ από -1 σε 0 (οξειδώνονται), συνεπώς δρουν αναγωγικά. Τα υπόλοιπα 6 διατηρούν σταθερό τον ΑΟ τους άρα δρουν μεταθετικά.

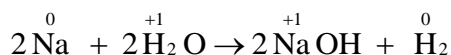
Σωστό το δ.

ΘΕΜΑ 4. Να βρεθεί το οξειδωτικό σε κάθε μία από τις παρακάτω αντιδράσεις:



Λύση

α.



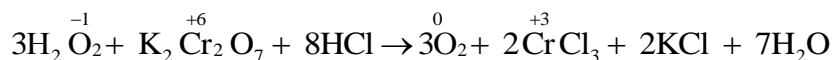
Το νάτριο οξειδώθηκε άρα το H_2O είναι το οξειδωτικό.

β.



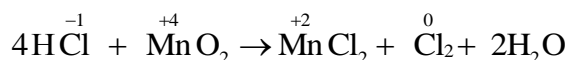
Ο σίδηρος οξειδώθηκε, άρα το H_2O_2 είναι το οξειδωτικό.

γ.



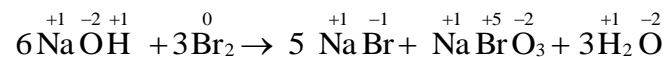
Το οξυγόνο του υπεροξειδίου οξειδώθηκε, άρα το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ είναι το οξειδωτικό.

δ.



Το χλώριο οξειδώθηκε, άρα το MnO_2 είναι το οξειδωτικό.

ε.

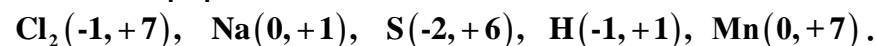


Παρατηρούμε ότι μόνο το στοιχειακό βρώμιο μεταβάλλει τον ΑΟ του. Μάλιστα από τα 6 άτομα Br των αντιδρώντων στα 5 έχουμε μείωση ΑΟ από 0 σε -1 (αναγωγή) και στο 1 έχουμε αύξηση ΑΟ από 0 σε +5. Συνεπώς, το Br_2 είναι ταυτόχρονα το οξειδωτικό και το αναγωγικό σώμα. Πρόκειται για αντίδραση αυτοοξειδοαναγωγής.

ΘΕΜΑ 5. Να εξηγήσετε ποια από τα παρακάτω άτομα, μόρια ή ιόντα μπορούν να δράσουν οξειδωτικά ή αναγωγικά:



Δίνονται οι μέγιστοι και ελάχιστοι ΑΟ των στοιχείων:



Λύση

α) Το χλώριο έχει $AO = 0$, δηλαδή έχει ενδιάμεσο AO . Συνεπώς, μπορεί να αναχθεί ή να οξειδωθεί ανάλογα με τις συνθήκες, άρα μπορεί να δράσει είτε ως οξειδωτικό είτε ως αναγωγικό, αντίστοιχα.

β) Το νάτριο έχει τον ελάχιστο AO . Συνεπώς μπορεί μόνο να οξειδωθεί, άρα το Na μπορεί να δράσει μόνο ως αναγωγικό.

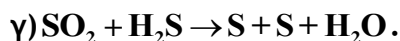
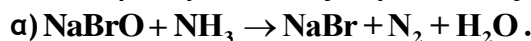
γ) Το θείο έχει $AO = +4$, δηλαδή ενδιάμεσο AO . Συνεπώς, το SO_2 μπορεί να αναχθεί ή να οξειδωθεί ανάλογα με τις συνθήκες, άρα μπορεί να δράσει είτε ως οξειδωτικό είτε ως αναγωγικό, αντίστοιχα.

δ) Τόσο το θείο, όσο και το υδρογόνο έχουν μέγιστο AO . Συνεπώς, το θειικό οξύ μπορεί να δράσει ως οξειδωτικό.

ε) Το μαγγάνιο έχει μέγιστο AO . Συνεπώς, το υπερμαγγανικό ιόν μπορεί να δράσει ως οξειδωτικό.

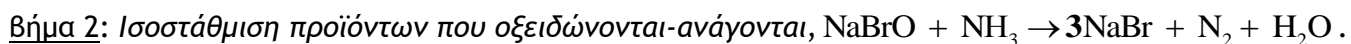
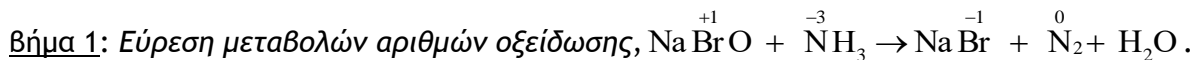
στ) Το θείο έχει ελάχιστο AO , αλλά το υδρογόνο έχει μέγιστο AO . Συνεπώς, ανάλογα με το πιο από τα δύο στοιχεία θα δράσει, το H_2S μπορεί να δράσει είτε ως αναγωγικό είτε ως οξειδωτικό.

ΘΕΜΑ 6. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω οξειδοαναγωγικές χημικές εξισώσεις.

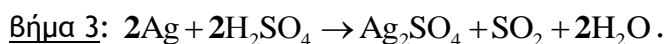
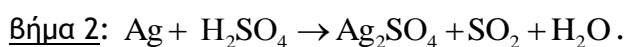
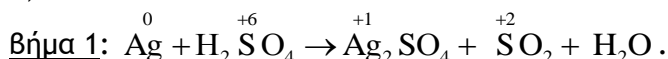


Λύση

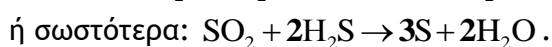
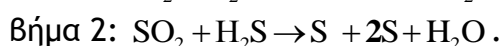
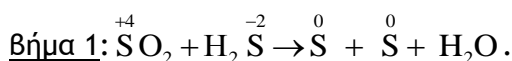
α)



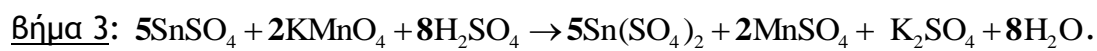
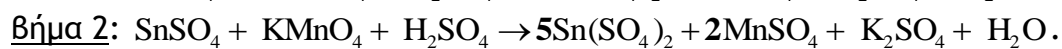
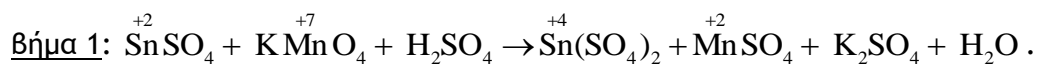
β)



γ)



δ)



Ημερομηνία τροποποίησης: 14/11/2018

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

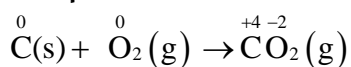
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2: ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ και ΑΝΑΓΩΓΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ, ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ

ΘΕΜΑ 1. Στη χημική αντίδραση $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$:

- α. Ο αριθμός οξείδωσης του C μειώνεται, β. Ο C δρα ως αναγωγικό,
 γ. Ο αριθμός οξείδωσης του O αυξάνεται, δ. Το O δρα ως αναγωγικό.
 (επαναληπτικές πανελλαδικές εξετάσεις 2017)

Λύση



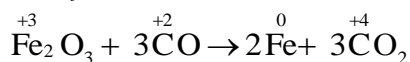
Από τη μεταβολή του ΑΟ του C (αύξηση ΑΟ από 0 σε +4) βλέπουμε ότι ο άνθρακας οξειδώθηκε, συνεπώς θα προκάλεσε αναγωγή. Άρα δρα ως αναγωγικό.

Εναλλακτικά: Από τη μεταβολή του ΑΟ του O (μείωση ΑΟ από 0 σε -2) βλέπουμε ότι το οξυγόνο ανάχθηκε, υπό την επίδραση του άνθρακα. Άρα ο άνθρακας έδρασε ως αναγωγικό. Σωστό το β.

ΘΕΜΑ 2. Στην αντίδραση $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$:

- α. το οξείδιο του σιδήρου (III) δρα ως αναγωγικό,
 β. το οξείδιο του σιδήρου (III) δρα ως οξειδωτικό,
 γ. το μονοξείδιο του άνθρακα δρα ως οξειδωτικό,
 δ. το οξείδιο του σιδήρου (III) δεν προκαλεί ούτε οξείδωση ούτε αναγωγή.

Λύση



Από τη μεταβολή του ΑΟ βλέπουμε ότι ο σίδηρος ανάχθηκε, συνεπώς θα προκάλεσε οξείδωση. Άρα το οξείδιο του σιδήρου (III) δρα ως οξειδωτικό.

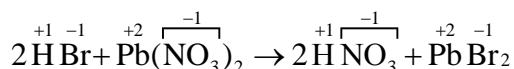
Εναλλακτικά: Από τη μεταβολή του ΑΟ βλέπουμε ότι ο άνθρακας του CO οξειδώθηκε, άρα ο το οξείδιο του σιδήρου (III) έδρασε ως οξειδωτικό.

Σωστό το β.

ΘΕΜΑ 3. Στην αντίδραση $2HBr + Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2HNO_3 + PbBr_2$:

- α. ο νιτρικός μόλυβδος είναι το αναγωγικό,
 β. ο νιτρικός μόλυβδος είναι το οξειδωτικό,
 γ. το Br ανάγεται,
 δ. ο νιτρικός μόλυβδος δεν προκαλεί ούτε οξείδωση ούτε αναγωγή.

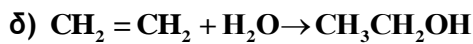
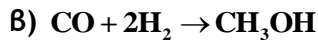
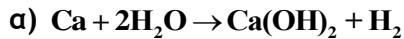
Λύση



Από τη μεταβολή του ΑΟ βλέπουμε ότι κανένας ΑΟ δεν άλλαξε. Συνεπώς, ο νιτρικός μόλυβδος δεν προκαλεί ούτε οξείδωση ούτε αναγωγή.

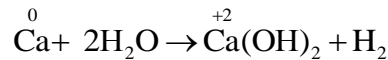
Σωστό το δ.

ΘΕΜΑ 4. Ποιες από τις παρακάτω αντιδράσεις είναι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής; Σε αυτές να καθορίσετε το οξειδωτικό και το αναγωγικό σώμα.



Λύση

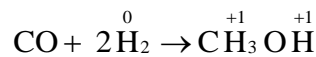
α)



Αφού μεταβάλλεται έστω και ένας ΑΟ πρόκειται για οξειδοαναγωγική αντίδραση.

Το ασβέστιο οξειδώθηκε υπό την επίδραση του νερού, άρα το νερό είναι το οξειδωτικό. Προφανώς, το ασβέστιο είναι το αναγωγικό.

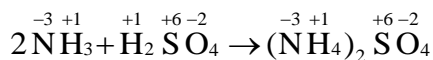
β)



Αφού μεταβάλλεται έστω και ένας ΑΟ πρόκειται για οξειδοαναγωγική αντίδραση.

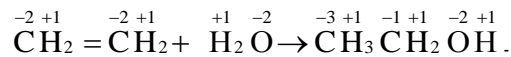
Το υδρογόνο οξειδώθηκε υπό την επίδραση του μονοξειδίου του άνθρακα, άρα το μονοξείδιο του άνθρακα είναι το οξειδωτικό. Προφανώς, το υδρογόνο είναι το αναγωγικό.

γ)



Ουδείς ΑΟ μεταβάλλεται, άρα η αντίδραση δεν είναι οξειδοαναγωγική.

δ)



Αφού μεταβάλλεται έστω και ένας ΑΟ πρόκειται για οξειδοαναγωγική αντίδραση.

Παρατηρούμε ότι ο αριστερά άνθρακας του διπλού δεσμού ανάχθηκε (μείωση ΑΟ από -2 σε -3) και ο δεξιά οξειδώθηκε (αύξηση ΑΟ από -2 σε -1). Συνεπώς, το αιθένιο είναι ταυτόχρονα το οξειδωτικό και το αναγωγικό (αυτοοξειδοαναγωγή).

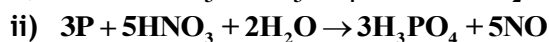
ΘΕΜΑ 5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) και να αιτιολογήσετε τους χαρακτηρισμούς σας.

α) Το αναγωγικό στοιχείο της αναγωγικής ουσίας ανεβαίνει τη σκάλα της οξειδοαναγωγής.

β) Τα μέταλλα δρουν αναγωγικά.

γ) Στη χημική εξίσωση: $\text{IO}_3^-(\text{aq}) + 5\text{I}^-(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{I}_2(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ το ανιόν ιωδίου είναι το οξειδωτικό σώμα.

δ) Από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις σωστή είναι η (i)



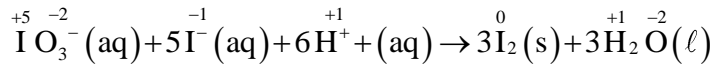
Λύση

α) Σωστή. Ανεβαίνω τη σκάλα της οξειδοαναγωγής σημαίνει ότι αυξάνεται ο ΑΟ του στοιχείου. Για να γίνει αυτό σε κάποιο στοιχείο άλλου σώματος έχουμε μείωση του ΑΟ του, δηλαδή έχουμε την αναγωγή του.

β) Σωστή. Τα μέταλλα από ΑΟ μηδέν μεταβαίνουν σε θετικό ΑΟ. Αφού ανεβαίνουν τη σκάλα της οξειδοαναγωγής προκαλούν αναγωγή.

Συνεπώς, αν ένα σώμα περιέχει άτομο που μπορεί να μειώσει τον ΑΟ, αυτό θα συνεπάγεται αύξηση του ΑΟ στοιχείου άλλου σώματος, άρα οξείδωση του άλλου σώματος.

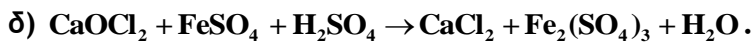
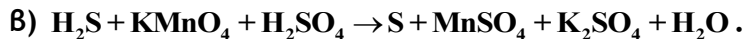
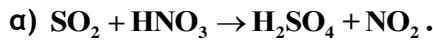
γ) Λανθασμένη.



Το ιώδιο στο ιωδικό ανιόν ανάγεται (μείωση ΑΟ από +5 σε 0), ενώ το ανιόν ιωδίου οξειδώνεται (αύξηση ΑΟ από -1 σε 0). Συνεπώς, το ιωδικό ανιόν είναι το οξειδωτικό και το ανιόν ιωδίου είναι το αναγωγικό.

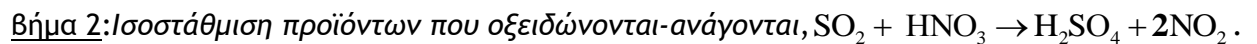
δ) Λανθασμένη. Η πρώτη χημική εξίσωση αποτυγχάνει να ισοσταθμίσει τα άτομα Η και Ο.

ΘΕΜΑ 6. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω οξειδοαναγωγικές χημικές εξισώσεις.

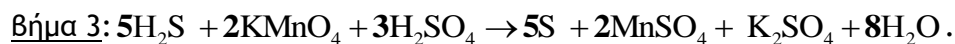
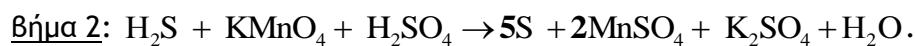
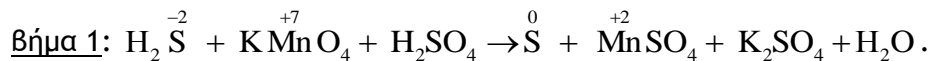


Λύση

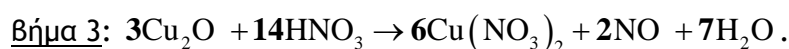
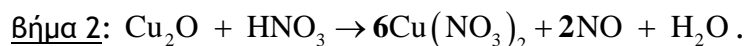
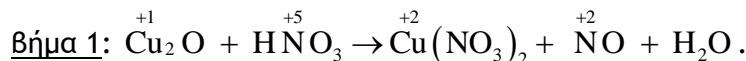
α)



β)



γ)



δ)



Ημερομηνία τροποποίησης: 14/11/2018

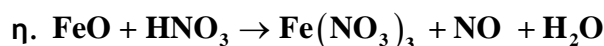
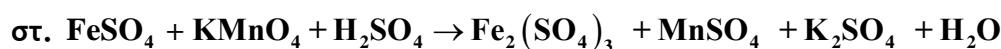
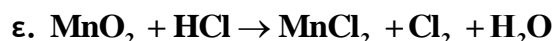
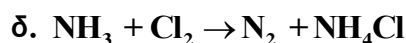
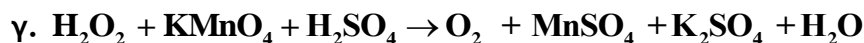
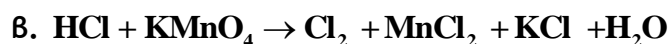
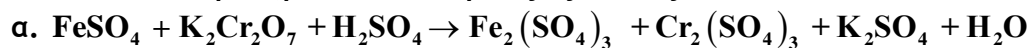
Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΛΥΜΕΝΑ ΒΑΣΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1. Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις

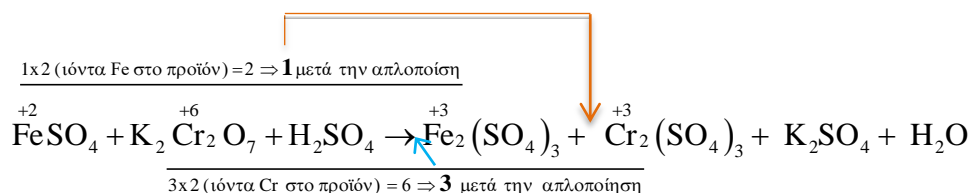


Στόχος του θέματος είναι να παρουσιαστεί αναλυτικά, με παραδείγματα, η συμπλήρωση των συντελεστών χημικών αντιδράσεων με χρήση της μεθόδου μεταβολής των ΑΟ.

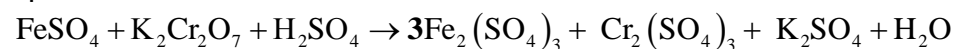
Λύση

α.

i) Υπολογισμός της μεταβολής των ΑΟ και ισοστάθμιση των ΑΟ.

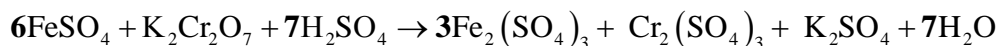


άρα



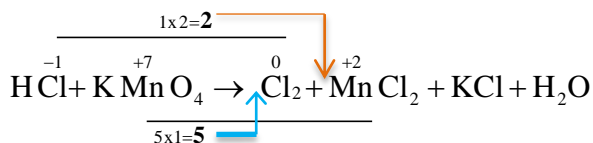
ii) Ισοστάθμιση των ατόμων

- Για να ισοσταθμιστεί ο Fe πρέπει στο FeSO_4 να μπει συντελεστής 6.
- Για να ισοσταθμιστεί το Cr πρέπει στο $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ να μπει συντελεστής 1.
- Το K είναι ισοσταθμισμένο ως έχει.
- Τα θειικά ιόντα είναι $9+3+1 = 13$ στα προϊόντα. Από αυτά τα 6 προέρχονται από το FeSO_4 , άρα στο H_2SO_4 πρέπει να μπει συντελεστής 7.
- Τα υδρογόνα είναι 14 στα αντιδρώντα (όλα από το H_2SO_4), άρα πρέπει να μπει ο συντελεστής 7 στο H_2O των προϊόντων.
- Έλεγχος ατόμων οξυγόνου: 7 από το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ στα αντιδρώντα (τα οξυγόνα των θεικών μόλις τα ισοσταθμίσαμε και δεν χρειάζεται να τα ξαναμετρήσουμε) και 7 από το H_2O στα προϊόντα. Συνεπώς, η συμπληρωμένη αντίδραση είναι η ακόλουθη:

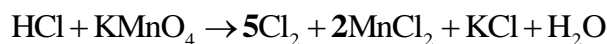


β.

i) Υπολογισμός της μεταβολής των ΑΟ και ισοστάθμιση των ΑΟ.



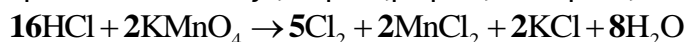
άρα



ii) Ισοστάθμιση των ατόμων

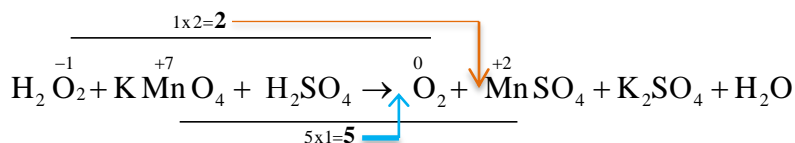
- Για να ισοσταθμιστεί το Mn πρέπει στο KMnO_4 να μπει συντελεστής 2.
- Για να ισοσταθμιστεί το K πρέπει στο KCl να μπει συντελεστής 2.
- Τα άτομα και ιόντα Cl στα προϊόντα είναι: 10 στο στοιχειακό χλώριο, 4 στο χλωριούχο μαγγάνιο και 2 στο χλωριούχο κάλιο, συνολικά 16. Άρα, στο HCl πρέπει να μπει συντελεστής 16.
- Τα υδρογόνα είναι 16 στα αντιδρώντα (όλα από το HCl), άρα πρέπει να μπει ο συντελεστής 8 στο H_2O των προϊόντων.

Έλεγχος ατόμων οξυγόνου: 8 από το KMnO_4 στα αντιδρώντα και 8 από το H_2O στα προϊόντα. Συνεπώς η συμπληρωμένη αντίδραση είναι η ακόλουθη:



γ.

i) Υπολογισμός της μεταβολής των ΑΟ και ισοστάθμιση των ΑΟ.



άρα

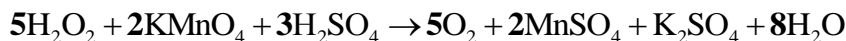


ii) Ισοστάθμιση των ατόμων

- Για να ισοσταθμιστεί το Mn πρέπει στο KMnO_4 να μπει συντελεστής 2.
- Το K είναι ισοσταθμισμένο ως έχει.
- Για να ισοσταθμιστεί το O_2 πρέπει στο H_2O_2 να μπει συντελεστής 5.
- Τα θειικά ιόντα είναι 3 στα προϊόντα, άρα στο H_2SO_4 πρέπει να μπει συντελεστής 3.
- Τα υδρογόνα είναι 10 από το H_2O_2 και 6 από το H_2SO_4 , συνολικά 16, άρα πρέπει να μπει ο συντελεστής 8 στο H_2O των προϊόντων.

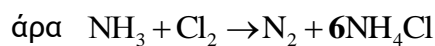
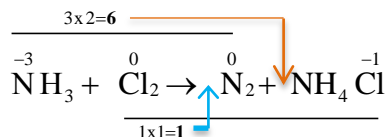
Έλεγχος ατόμων οξυγόνου: 10 από το H_2O_2 και 8 από το KMnO_4 , συνολικά 18 στα αντιδρώντα (τα οξυγόνα των θειικών μόλις τα ισοσταθμίσαμε και δεν χρειάζεται να τα ξαναμετρήσουμε) και 10 από το O_2 και 8 από το H_2O , επίσης 18 στα προϊόντα.

Συνεπώς η συμπληρωμένη αντίδραση είναι η ακόλουθη:



δ.

i) Υπολογισμός της μεταβολής των ΑΟ και ισοστάθμιση των ΑΟ.

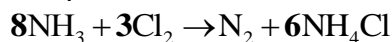


ii) Ισοστάθμιση των ατόμων

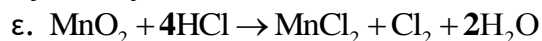
- Για να ισοσταθμιστεί το N πρέπει στην NH_3 να μπει συντελεστής 8.

- Για να ισοσταθμιστεί το Cl πρέπει στο Cl_2 να μπει συντελεστής 3.

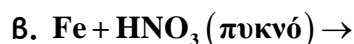
- Έλεγχος ατόμων υδρογόνου: Είναι $4 \times 6 = 24$ στα προϊόντα (όλα από το NH_4Cl) και $8 \times 3 = 24$ στα αντιδρώντα (όλα από την NH_3). Συνεπώς η συμπληρωμένη αντίδραση είναι η ακόλουθη:



Με την ίδια μεθοδολογία συμπληρώνουμε ανάλογα και τις υπόλοιπες χημικές εξισώσεις:



ΘΕΜΑ 2. Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις



Δίνεται ο παρακάτω πίνακας οξειδωτικών αναγωγικών ουσιών

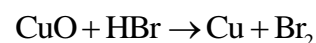
ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΩΓΙΚΑ
πυκνό $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$	$\text{Fe} \rightarrow$ άλας Fe^{3+}
$\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$	$\text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$
$\text{KMnO}_4 / \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+}$	$\text{HBr} \rightarrow \text{Br}_2$

Στόχος του θέματος είναι να παρουσιαστεί αναλυτικά, με παραδείγματα, ο προσδιορισμός των προϊόντων (και των συντελεστών) μιας οξειδοαναγωγικής χημικής εξίσωσης, με δεδομένα που αντλούνται από πίνακα οξειδωτικών - αναγωγικών.

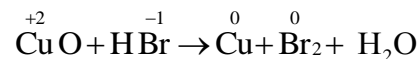
Υπενθυμίζεται ότι η γνώση των προϊόντων είναι υποχρεωτική μόνο για τα παραδείγματα 1, 4 και 5 του σχολικού βιβλίου (σελίδες 19 και 20).

Λύση

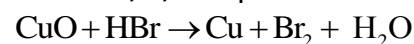
α. Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το προϊόν που δίνει το CuO είναι ο στοιχειακός Cu . Επίσης, το προϊόν που δίνει το HBr είναι το στοιχειακό Br_2 , άρα:



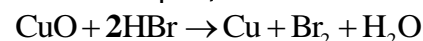
Παρατηρούμε ότι στα αντιδρώντα υπάρχουν άτομα H και O , που δεν εμφανίζονται στα προϊόντα, άρα θα πρέπει να παράγεται και νερό. Συνεπώς,



Η μεταβολή ΑΟ στο Cu είναι 2 και η μεταβολή ΑΟ στο Br είναι $1 \times 2 = 2$. Μετά την απλοποίηση έχουμε:



Με ισοστάθμιση των υπολοίπων ατόμων προκύπτει:



β.

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το προϊόν που δίνει ο Fe είναι κάποιο άλας το Fe^{3+} . Με μοναδικό διαθέσιμο οξύ το HNO_3 προφανώς προκύπτει το νιτρικό άλας του Fe^{3+} . Επίσης, το προϊόν που δίνει το πυκνό HNO_3 είναι το NO_2 , άρα:



Παρατηρούμε ότι στα αντιδρώντα υπάρχουν άτομα H , που δεν εμφανίζονται στα προϊόντα, άρα θα πρέπει να παράγεται και νερό (από αντίδραση εξουδετέρωσης).

Συνεπώς,



Η μεταβολή ΑΟ στο Fe είναι 3 (μπαίνει συντελεστής στο NO_2) και η μεταβολή ΑΟ στο N είναι 1 (παραλείπεται ως συντελεστής στο $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$).



Το μόνο άτομο που απαιτεί προσοχή στην ισοστάθμιση είναι το N , γιατί εμφανίζεται σε δύο προϊόντα. Τελικά, έχουμε:



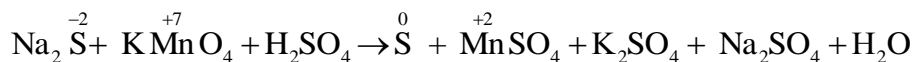
Υ.

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το προϊόν που δίνει το H_2S είναι το στοιχειακό S . Το προϊόν που δίνει το KMnO_4 είναι κάποιο άλας του Mn^{2+} . Με μοναδικό διαθέσιμο οξύ το H_2SO_4 προφανώς προκύπτει το θειικό άλας του Mn^{2+} .

Άρα,



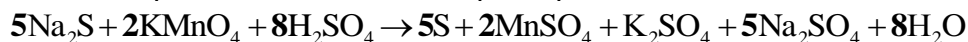
Παρατηρούμε ότι στα αντιδρώντα υπάρχουν άτομα K και Na που δεν εμφανίζονται στα προϊόντα, άρα πρέπει να γράψουμε το θειικό άλας του K^+ και το θειικό άλας του Na^+ . Επιπρόσθετα, στα αντιδρώντα υπάρχουν άτομα H και O , άρα θα πρέπει να παράγεται και νερό (από αντίδραση εξουδετέρωσης).



Η μεταβολή ΑΟ στο S είναι 2 (μπαίνει συντελεστής στο MnSO_4) και η μεταβολή ΑΟ στο Mn είναι 5 (μπαίνει συντελεστής στο S).



Με ισοστάθμιση των υπολοίπων ατόμων προκύπτει:



ΘΕΜΑ 3. α. Επιδρούμε με πυκνό θερμό θειικό οξύ, H_2SO_4 , σε στοιχειακό φωσφόρο, P , οπότε παίρνουμε φωσφορικό οξύ, H_3PO_4 και διοξείδιο του θείου, SO_2 . Να συμπληρώσετε την οξειδοαναγωγική χημική εξίσωση.

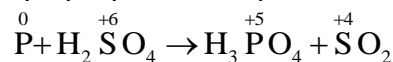
β. Επιδρούμε με υπεροξείδιο του υδρογόνου, H_2O_2 , σε θειικό σίδηρο (II), FeSO_4 , παρουσία θειικού οξέος, H_2SO_4 , οπότε προκύπτουν θειικός σίδηρος (III), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ και νερό. Να συμπληρώσετε την οξειδοαναγωγική χημική εξίσωση.

Στόχος του θέματος είναι να παρουσιαστεί, με παραδείγματα, ο προσδιορισμός των προϊόντων και των συντελεστών μιας οξειδοαναγωγικής χημικής εξίσωσης, από δεδομένα που τα περιγράφουν.

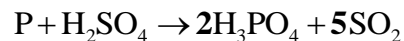
Λύση

α.

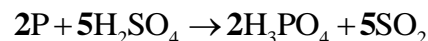
Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα, όπως περιγράφονται στο θέμα.



Η μεταβολή ΑΟ στο P είναι 5 και η μεταβολή ΑΟ στο S είναι 2.



Από την ισοστάθμιση του P και του S έχουμε:



Παρατηρούμε ότι έχουμε περισσότερα άτομα Η και Ο στα αντιδρώντα απ' ότι στα προϊόντα, άρα θα παράγεται και νερό, μολονότι δεν αναφέρθηκε στην εκφώνηση.

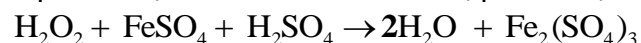


β.

Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα, όπως περιγράφονται στο θέμα.



Η μεταβολή ΑΟ στο Ο είναι 1 και η μεταβολή ΑΟ στο Fe είναι $1 \times 2 = 2$.



Από την ισοστάθμιση του σιδήρου προκύπτει:



Παρατηρούμε ότι τα ιόντα SO_4^{2-} , καθώς και τα άτομα Η και Ο έχουν ισοσταθμιστεί κατά τη διαδικασία. Άρα η παραπάνω χημική εξίσωση είναι η τελική.

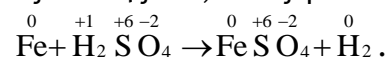
ΘΕΜΑ 4. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) αιτιολογώντας την απάντησή σας.

- i) Ο μόνος λόγος που το H_2SO_4 δρα ως οξειδωτικό είναι επειδή περιέχει το S με τον μέγιστο αριθμό οξείδωσής του.
- ii) Στο H_2S το S εμφανίζεται με τον ελάχιστο αριθμό οξείδωσης, οπότε σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση το H_2S συμπεριφέρεται πάντα ως αναγωγικό.
- iii) Στις διάφορες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις που συμμετέχει, το SO_2 συμπεριφέρεται άλλοτε ως οξειδωτικό και άλλοτε ως αναγωγικό, γιατί έχει ενδιάμεσο αριθμό οξείδωσης.
- iv) Το SO_2 δρα πάντα είτε ως οξειδωτικό είτε ως αναγωγικό, δηλαδή συμμετέχει μόνο σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.

Στόχος του θέματος είναι να γίνει σαφές ότι απαιτείται προσοχή όταν επιχειρούμε να συνδέσουμε τους ΑΟ των στοιχείων μίας ουσίας με την οξειδωτική ή αναγωγική συμπεριφορά της.

Λύση (i): ΛΑΘΟΣ.

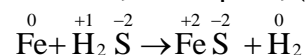
Μπορεί να δράσει ως οξειδωτικό και επειδή περιέχει το H με τον μέγιστο αριθμό οξείδωσής του, όπως φαίνεται στην παρακάτω αντίδραση απλής αντικατάστασης:



Όπως φαίνεται ο ΑΟ του S παραμένει ίδιος. Ταυτόχρονα, το H_2SO_4 δρα ως οξειδωτικό, αφού προκαλεί οξείδωση στο Fe, λόγω της ελάττωσης του ΑΟ του H.

Λύση (ii): ΛΑΘΟΣ.

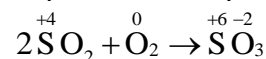
Γιατί στην αντίδραση (απλής αντικατάστασης)



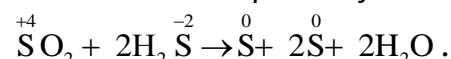
Όπως φαίνεται ο ΑΟ του S παραμένει ίδιος. Ταυτόχρονα, το H_2S οξειδώνει το σίδηρο επειδή ελαττώνεται ο ΑΟ του H.

Λύση (iii): ΣΩΣΤΟ

Επειδή περιέχει το στοιχείο θείο με ενδιάμεσο ΑΟ. Ενδεικτικά, παρουσιάζονται οι παρακάτω αντιδράσεις.



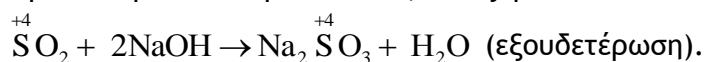
Το SO_2 δρα αναγωγικά αφού ανάγει το O (ο ΑΟ μειώνεται από 0 σε -2). Επίσης, το στοιχείο S που περιέχει οξειδώνεται από +4 σε +6.



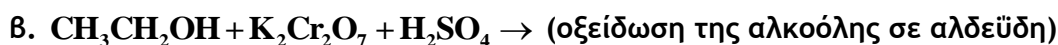
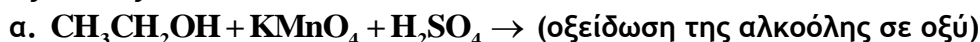
Το SO_2 δρα οξειδωτικά, αφού οξειδώνει το S του H_2S από -2 σε 0.

Λύση (iv): ΛΑΘΟΣ

Μπορεί να δράσει και μεταθετικά, όπως φαίνεται από το ακόλουθο παράδειγμα:



ΘΕΜΑ 5. Να συμπληρώσετε προϊόντα και συντελεστές στις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



Στόχος του θέματος είναι να γίνει σαφές ότι η συμπλήρωση των αντιδράσεων οξειδωσης των οργανικών ενώσεων ακολουθεί τους ίδιους κανόνες. Τα προϊόντα οξειδωσης αλκοολών και αλδεϋδών θεωρούνται γνωστά, επειδή διδάχθηκαν στη Β' Λυκείου.

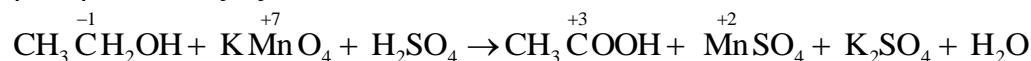
Λύση

α.

Η αιθανόλη θα οξειδωθεί σε οξικό οξύ και το KMnO_4 θα δώσει MnSO_4 και K_2SO_4 συνεπώς



i) Υπολογισμός της μεταβολής των ΑΟ και ισοστάθμιση των ΑΟ στα προϊόντα. Υπολογίζουμε τη μεταβολή ΑΟ του άνθρακα που φέρει τη χαρακτηριστική ομάδα, γιατί μόνο αυτός οξειδώνεται.



Η μεταβολή του ΑΟ στον C είναι 4 και η μεταβολή ΑΟ στο Mn είναι 5.



ii) Ισοστάθμιση των ατόμων

- Για να ισοσταθμιστεί η οργανική ένωση πρέπει στην αιθανόλη να μπει συντελεστής 5.

- Για να ισοσταθμιστεί το Mn πρέπει στο KMnO_4 να μπει συντελεστής 4.

- Για να ισοσταθμιστεί το K πρέπει στο K_2SO_4 να μπει συντελεστής 2.

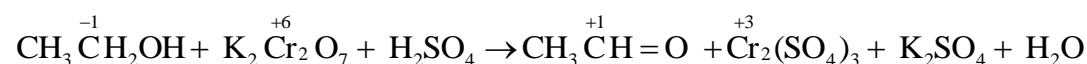
- Τα θειικά ιόντα είναι $4+2=6$ στα προϊόντα, άρα στο H_2SO_4 πρέπει να μπει συντελεστής 6.

- Τα υδρογόνα είναι $3 \times 5 = 15$ στη χαρακτηριστική ομάδα ($-\text{CH}_2\text{OH}$) και $2 \times 6 = 12$ στο H_2SO_4 , συνολικά 27 στα αντιδρώντα. Στα προϊόντα υπάρχουν 5 άτομα υδρογόνου στη χαρακτηριστική ομάδα ($-\text{COOH}$). Χρειαζόμαστε άλλα 22 άτομα υδρογόνου στα προϊόντα, άρα πρέπει να μπει ο συντελεστής 11 στο H_2O .

- Έλεγχος ατόμων οξυγόνου: 5 από την $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ και 16 από το KMnO_4 , σύνολο 21 στα αντιδρώντα. Επίσης, έχουμε 10 από το CH_3COOH (τα οξυγόνα των θειικών μόλις τα ισοσταθμίσαμε και δεν χρειάζεται να τα ξαναμετρήσουμε) και 11 από το H_2O , σύνολο 21 στα προϊόντα. Συνεπώς, η συμπληρωμένη αντίδραση είναι η ακόλουθη:



β.

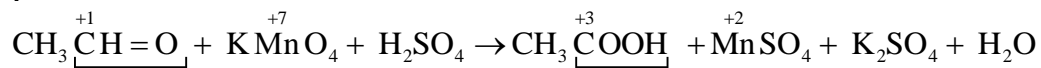




και



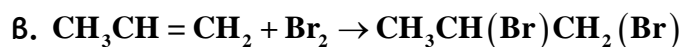
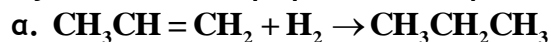
Υ.



και



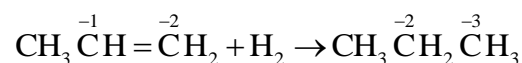
ΘΕΜΑ 6. Να χαρακτηρίσετε τη χημική ένωση $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ (προπένιο) ως οξειδωτικό ή αναγωγικό σε κάθε μια από τις παρακάτω αντιδράσεις προσθήκης:



Στόχος του θέματος είναι να γίνει σαφές ότι οι αντιδράσεις προσθήκης σε πολλαπλό δεσμό, μπορεί να είναι αντιδράσεις αναγωγής ή οξειδωσης ανάλογα με το προστιθέμενο αντιδραστήριο.

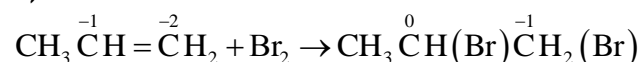
Λύση

α.



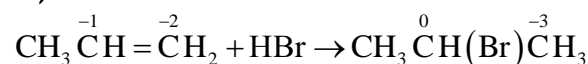
Επειδή μειώθηκε ο ΑΟ και των δύο ατόμων C του διπλού δεσμού, το $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ ανάχθηκε. Την αναγωγή έκανε το H_2 , καθώς ο ΑΟ των ατόμων του μορίου του υδρογόνου αυξήθηκε από 0 σε +1.

ii)



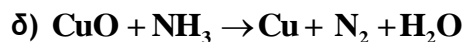
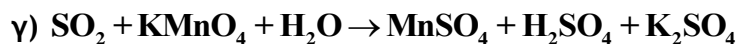
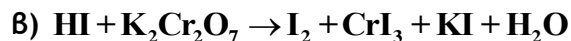
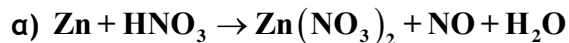
Επειδή αυξήθηκε ο ΑΟ των δύο ατόμων άνθρακα του διπλού δεσμού, το $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ οξειδώθηκε. Την οξείδωση έκανε το Br_2 , καθώς ο ΑΟ των ατόμων του μορίου του βρωμίου μειώθηκε από 0 σε -1.

iii)



Ο μεσαίος C του διπλού δεσμού οξειδώνεται, ενώ ο ακραίος ανάγεται. Ταυτόχρονα το HBr ούτε ανάγεται, ούτε οξειδώνεται, καθώς δεν παρατηρείται μεταβολή του ΑΟ ούτε στο H ούτε στο Br. Άρα, η οξείδωση και η αναγωγή οφείλονται στη διαφορετικότητα των νέων δεσμών που αποκτούν τα δύο άτομα C.

ΘΕΜΑ 7. Από ποιο μέλος (αριστερό ή δεξιό) της οξειδοαναγωγικής εξίσωσης είναι καλύτερα να ξεκινήσει η τοποθέτηση κατάλληλων συντελεστών στις παρακάτω αντιδράσεις; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας και στη συνέχεια να ολοκληρώσετε τη διαδικασία τοποθετώντας συντελεστές στις παρακάτω χημικές εξισώσεις.



Στόχος του θέματος είναι να διαφανεί από ποιο μέλος (αριστερό ή δεξιό) της οξειδοαναγωγικής εξίσωσης είναι καλύτερα να ξεκινάμε να βάζουμε τους κατάλληλους συντελεστές κατά την ισοστάθμιση των ΑΟ.

Λύση

Δύο είναι οι βασικές αρχές που πρέπει να ικανοποιούνται σε μια χημική αντίδραση:

1) Η αρχή ισοστάθμισης των αριθμών οξειδωσης, η οποία έχει τη μορφή

«συνολική ελάττωση ΑΟ οξειδωτικού = συνολική αύξηση ΑΟ αναγωγικού»

και προέρχεται από την αρχή διατήρησης του φορτίου.

2) Η αρχή ισοστάθμισης των ατόμων, η οποία προέρχεται από το γεγονός ότι τα άτομα διατηρούνται σε μία χημική αντίδραση (χημικό φαινόμενο).

Ξεκινάμε πάντα από την ισοστάθμιση των ΑΟ. Οι συντελεστές που προκύπτουν είναι καλύτερα να τοποθετούνται:

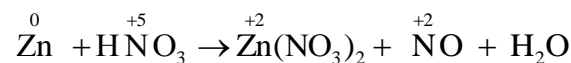
α) στα προϊόντα οξειδωσης και αναγωγής όταν ένα από τα στοιχεία που ανάγεται ή οξειδώνεται εμφανίζεται και σε δεύτερο 2^ο προϊόν, λόγω μεταθετικής αντίδρασης (στο προϊόν αυτό διατηρεί τον αρχικό αριθμό οξειδωσης του).

β) Στα αντιδρώντα που οξειδώνονται και ανάγονται όταν το στοιχείο του οποίου άλλαξε ο ΑΟ εμφανίζεται και σε 2^ο προϊόν, στο οποίο δεν διατηρεί τον αρχικό του αριθμό οξειδωσης, με αποτέλεσμα να μη γνωρίζουμε πως να επιμερίσουμε τους συντελεστές στα προϊόντα αυτά. Σπάνια θα συναντήσουμε αντιδράσεις αυτού του τύπου.

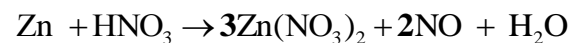
Κατόπιν, εφαρμόζουμε την αρχή ισοστάθμισης των ατόμων.

Παραδείγματα:

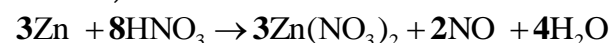
α.



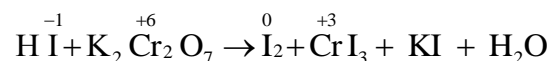
Επιλέγουμε να βάλουμε τους συντελεστές 2 και 3 στα προϊόντα, γιατί το άζωτο εμφανίζεται σε δύο προϊόντα, το προϊόν οξειδωσης NO και το προϊόν εξουδετέρωσης $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ (όπου δεν παρατηρείται μεταβολή ΑΟ του N).



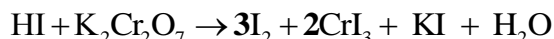
Στη συνέχεια ολοκληρώνουμε τις ισοσταθμίσεις όλων των ατόμων, ξεκινώντας από τον Zn, οπότε:



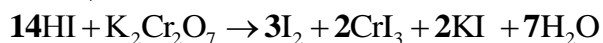
β.



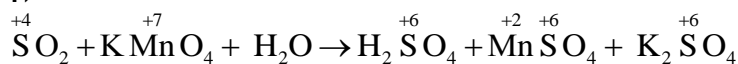
Επιλέγουμε να βάλουμε τους συντελεστές 2 και 3 στα προϊόντα γιατί το ιώδιο εμφανίζεται σε τρία προϊόντα, εκ των οποίων στα δύο με τον αρχικό του ΑΟ -1 (στις ενώσεις CrI_3 και KI).



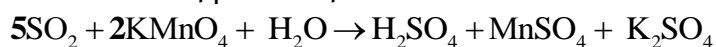
Στη συνέχεια ολοκληρώνουμε τις ισοσταθμίσεις όλων των ατόμων, ξεκινώντας από το Cr, οπότε:



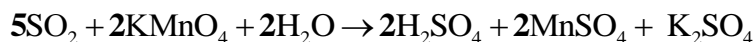
γ)



Επιλέγουμε να βάλουμε τους συντελεστές 2 και 5 στα αντιδρώντα γιατί το S εμφανίζεται στο δεξιό μέλος με διαφορετικό ΑΟ (+6) σε τρία προϊόντα με αποτέλεσμα να μην γνωρίζουμε πως να επιμερίσουμε σε αυτές το νούμερο 5, που αντιστοιχεί στη μεταβολή του ΑΟ του Mn.



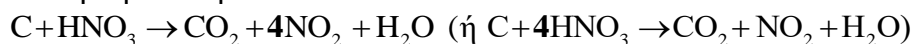
Στη συνέχεια ολοκληρώνουμε τις ισοσταθμίσεις όλων των ατόμων, ξεκινώντας από τον Mn, οπότε:



δ)



Παρατηρούμε ότι τόσο το αναγωγικό, όσο και το οξειδωτικό δίνουν ένα μόνο προϊόν το καθένα. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να ξεκινήσουμε την τοποθέτηση των συντελεστών 4 και 1 από όποιο μέρος της χημικής εξίσωσης θέλουμε. Συνήθως, επιλέγουμε τα προϊόντα:



Στη συνέχεια ολοκληρώνουμε τις ισοσταθμίσεις όλων των ατόμων, χωρίς κάποια προτεραιότητα, οπότε:



ΘΕΜΑ 8. Σε 400 mL διαλύματος KMnO_4 συγκέντρωσης 0,2M, στο οποίο περιέχεται και H_2SO_4 , διοχετεύεται CO , μέχρι το διάλυμα να αποχρωματιστεί. Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση και να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου προϊόντος, μετρημένο σε STP.

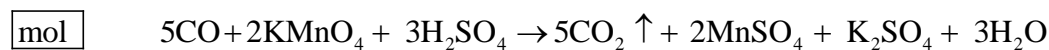
Δίνεται $V_{\text{mol,STP}} = 22,4 \text{ L/mol}$.

Στόχος του θέματος είναι να παρουσιάσει τον τρόπο επίλυσης ασκήσεων με απλούς στοιχειομετρικούς υπολογισμούς, οι οποίοι βασίζονται σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.

Λύση

Για το διάλυμα του KMnO_4 ισχύει: $n_{\text{KMnO}_4} = C \cdot V = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,4 \text{ L} = 0,08 \text{ mol}$

Το διάλυμα αποχρωματίζεται, άρα αντιδρά όλη η ποσότητα του KMnO_4 οπότε:



Αντ./Παρ.	0,08	$\frac{5}{2} \cdot 0,08$
-----------	------	--------------------------

Άρα, με βάση τη στοιχειομετρία για το CO_2 προκύπτει:

$$V_{\text{CO}_2, \text{STP}} = n \cdot V_{\text{mol,STP}} = \frac{5}{2} \cdot 0,08 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 4,48 \text{ L}$$

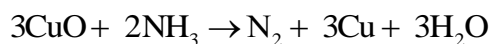
ΘΕΜΑ 9. 4,48 L NH₃ (μετρημένα σε STP) αντιδρούν με 31,8 g CuO. Να υπολογίσετε τη μάζα του Cu που θα παραχθεί αν η αντίδραση είναι ποσοτική.
Δίνονται: V_{mol,STP} = 22,4 L / mol, Ar_{Cu} = 63,5 και Ar_O = 16

Στόχος του θέματος είναι να παρουσιάσει τον τρόπο επίλυσης ασκήσεων με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς, οι οποίοι βασίζονται σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, όταν τα αντιδρώντα δεν είναι σε στοιχειομετρική αναλογία (υπάρχει περίσσεια και έλλειμμα).

Λύση

$$\text{Για την NH}_3 \text{ διαθέτουμε: } n_{\text{NH}_3} = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{4,48\text{L}}{22,4 \text{ L / mol}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{Για το CuO διαθέτουμε: } n_{\text{CuO}} = \frac{m}{M_r} = \frac{31,8}{79,5} \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,4 \text{ mol}$$

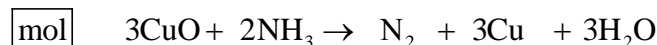


Διερεύνηση στοιχειομετρικού ελλείμματος:

3 mol CuO απαιτούν για να αντιδράσουν πλήρως 2 mol NH₃

0,4 mol CuO απαιτούν για να αντιδράσουν πλήρως y ; $\Rightarrow y = 0,8/3 = 0,267 \text{ mol NH}_3$

Διαθέτουμε μόνο 0,2 mol NH₃, άρα η NH₃ βρίσκεται σε στοιχειομετρικό έλλειμμα και αντιδρά πλήρως.



Αρχικ.	0,4	0,2	-	-	-
--------	-----	-----	---	---	---

Αντιδρ.	$\frac{3}{2} \cdot 0,2$	0,2	-	-	-
---------	-------------------------	-----	---	---	---

Παράγ.	-	-	$\frac{1}{2} \cdot 0,2$	$\frac{3}{2} \cdot 0,2$	$\frac{3}{2} \cdot 0,2$
--------	---	---	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Τελικά	0,1	-	0,1	0,3	0,3
--------	-----	---	-----	-----	-----

Συνεπώς, παράχθηκαν 0,3 mol Cu .

$$m_{\text{Cu}} = n \cdot Ar_{\text{Cu}} = 0,3 \text{ mol} \cdot 79,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 19,05 \text{ g}$$

ΘΕΜΑ 10. 5,6 g καθαρού Fe αντιδρούν πλήρως με περίσσεια αραιού διαλύματος H_2SO_4 . Από την αντίδραση απλής αντικατάστασης εκλύεται H_2 .

α) Να υπολογίσετε τον όγκο του H_2 που παράχθηκε, μετρημένο σε STP.

Το διάλυμα του άλατος του δισθενούς σιδήρου που προκύπτει χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη Δ1 και Δ2.

β) Το διάλυμα Δ1 αποχρωματίζει το πολύ 20 mL διαλύματος KMnO_4 , οπότε προκύπτει άλας τρισθενούς σιδήρου. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που έλαβε χώρα και να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος KMnO_4 .

γ) Το διάλυμα Δ2 αντιδρά με διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ που έχει ίδια συγκέντρωση και όγκο με το διάλυμα KMnO_4 , οπότε προκύπτει άλας τρισθενούς σιδήρου. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης και να εξηγήσετε αν το χρώμα του διαλύματος θα γίνει πράσινο.

Δίδεται: $A_r : \text{Fe} = 56$, το διάλυμα του KMnO_4 έχει χρώμα ιώδες ή κόκκινο και μετατρέπεται σε άχρωμο όταν ανάγεται πλήρως και ότι το διάλυμα του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ αλλάζει χρώμα από πορτοκαλί σε πράσινο όταν ανάγεται πλήρως.

Στόχος της άσκησης είναι να παρουσιάσει έναν τρόπο επίλυσης στοιχειομετρικών προβλημάτων που βασίζονται σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής και:

- περιλαμβάνουν διαδοχικές αντιδράσεις,
- απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή στα στοιχειομετρικά δεδομένα,
- αναφέρονται σε στοιχειομετρική περίσσεια η οποία συνδέεται με χρωματικές αλλαγές.

Λύση

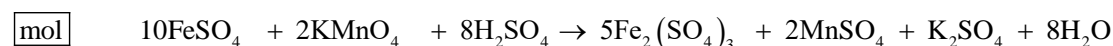
α) Για το Fe έχουμε: $n_{\text{Fe}} = \frac{m}{M_r} = \frac{5,6}{56} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$



Αντ./ Παρ. 0,1 0,1 0,1 0,1

Συνεπώς, $V_{\text{H}_2, \text{STP}} = n \cdot V_{\text{mol, STP}} = 0,1 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 2,24 \text{ L}$

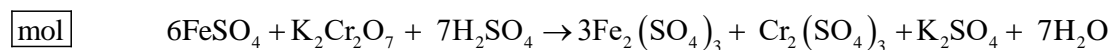
β) Το πρώτο μέρος του διαλύματος (Δ1) θα περιέχει 0,05 mol FeSO_4 .



Αντ./ Παρ. 0,05 $\frac{2}{10} \cdot 0,05 = 0,01$

Συνεπώς, για το KMnO_4 έχουμε: $n = C \cdot V \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,02 \text{ L}} = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$.

γ) Το δεύτερο μέρος του διαλύματος (Δ2) θα περιέχει επίσης 0,05 mol FeSO_4 .



$$\text{Αντ./ Παρ.} \quad 0,05 \quad \frac{1}{6} \cdot 0,05$$

Συνεπώς, για την πλήρη οξειδωση του FeSO_4 χρειάζονται $n=0,0083 \text{ mol } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Τα mol του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ που περιέχει το διάλυμα είναι:

$$n = C \cdot V = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,02\text{L} = 0,01\text{mol}$$

Άρα σε στοιχειομετρική περίσσεια βρίσκεται το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ και συνεπώς το χρώμα του τελικού διαλύματος θα παραμείνει πορτοκαλί.

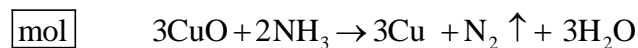
ΘΕΜΑ 11. 25 g δείγματος που περιέχει ως κύριο συστατικό CuO αντιδρούν πλήρως με NH₃ και εκλύεται αέριο όγκου 2,24 L (σε STP). Εάν οι προσμίξεις είναι αδρανείς, να βρείτε την %w/w περιεκτικότητα του δείγματος σε καθαρό CuO.

Δίνονται: $V_{\text{mol,STP}} = 22,4\text{L/mol}$ και τα Αr του Cu = 63,5 και του O = 16.

Στόχος της άσκησης είναι να παρουσιάσει έναν τρόπο επίλυσης στοιχειομετρικών προβλημάτων που βασίζονται σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής και ζητούν την εύρεση της περιεκτικότητας (καθαρότητας) ενός δείγματος σε ένα συστατικό της.

Λύση

Έστω ότι στο δείγμα περιέχονται x mol Cu.



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad x \qquad \qquad \qquad \frac{1}{3}x$$

Το παραγόμενο αέριο είναι το N₂, για το οποίο δίνεται ότι:

$$n_{\text{N}_2} = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{2,24}{22,4} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow \frac{1}{3}x = 0,1 \Rightarrow x = 0,3.$$

Άρα, στο δείγμα περιέχονται 0,3 mol καθαρού CuO.

$$m_{\text{CuO}} = n \cdot M_{\text{r,CuO}} = 0,3 \cdot 79,5 = 23,85 \text{ g}$$

Στα 25 g δείγματος CuO περιέχονται 23,85 g καθαρού CuO

Στα 100 g δείγματος CuO περιέχονται y ; (= 95,4 g CuO)

Συνεπώς, το δείγμα έχει περιεκτικότητα 95,4 %w/w σε καθαρό CuO.

ΘΕΜΑ 12. 17,55 g κράματος Fe και Cu κατεργάζονται με πυκνό διάλυμα H_2SO_4 , συγκέντρωσης 5 M, οπότε εκλύονται 8,96 L αερίου διοξειδίου του θείου (SO_2), μετρημένα σε STP. Να υπολογίσετε τη σύσταση του κράματος.

Δίνονται:

- i) τα προϊόντα της αντίδρασης του Cu με το π. H_2SO_4 είναι CuSO_4 , SO_2 και H_2O ,
- ii) τα προϊόντα της αντίδρασης του Fe με το πυκνό H_2SO_4 είναι $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, SO_2 και H_2O ,
- iii) $A_r : \text{Fe} = 56, \text{Cu} = 63,5$.

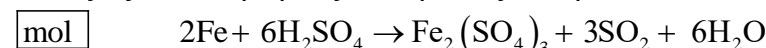
Στόχος της άσκησης είναι να παρουσιάσει έναν τρόπο επίλυσης στοιχειομετρικών προβλημάτων που βασίζονται σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής και ζητούν την εύρεση της σύστασης μίγματος.

Λύση

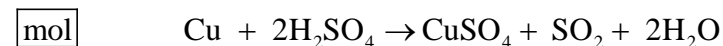
Έστω x mol Fe και y mol Cu στο κράμα.

$$\text{Για το κράμα: } m_{\text{κράμ.}} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{Cu}} \Rightarrow 17,55 = x \cdot 56 + y \cdot 63,5 \quad (1)$$

Για τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις έχουμε:



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad x \quad \frac{3}{2} \cdot x$$



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad y \quad y$$

$$\text{Για το } \text{SO}_2(\text{g}) \text{ έχουμε: } n = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{8,96}{22,4} \Rightarrow \frac{3}{2}x + y = 0,4 \quad (2)$$

Επιλύοντας το σύστημα των (1) και (2) προκύπτει ότι: $x = 0,2$ και $y = 0,1$.

Οπότε στο κράμα είχαμε 0,2 mol Fe και 0,1 mol Cu.

$$\text{Άρα } m_{\text{Fe}} = n \cdot A_{r_{\text{Fe}}} = 0,2 \text{ mol} \cdot 56 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 11,2 \text{ g}$$

$$\text{και } m_{\text{Cu}} = n \cdot A_{r_{\text{Cu}}} = 0,1 \text{ mol} \cdot 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 6,35 \text{ g}$$

ΘΕΜΑ 13. Διαθέτουμε διάλυμα $K_2Cr_2O_7$, συγκέντρωσης 1,5 M, το οποίο είναι οξεινωμένο με HCl (διάλυμα Δ). Παίρνουμε 100 mL από το Δ και παρατηρούμε ότι για να αλλάξει το χρώμα του, χρειάζεται να προσθέσουμε σε αυτό ακριβώς 0,45 mol άλατος MCl_2 . (M = Μέταλλο)

α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της αντίδρασης συναρτήσει του x:



β) Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης x του μετάλλου M στο άλας MCl_x .

Στόχος της άσκησης είναι να παρουσιάσει έναν τρόπο επίλυσης προβλημάτων που αφορούν σε:

- συμπλήρωση συντελεστών οξειδοαναγωγικής χημικής εξίσωσης, όταν είναι άγνωστος ο τελικός αριθμός οξείδωσης ενός εκ των προϊόντων,
- προσδιορισμό του άγνωστου ΑΟ μέσω στοιχειομετρικών δεδομένων.

Λύση

α) Από την αντίδραση που δίνεται βλέπουμε ότι η μεταβολή του ΑΟ ενός ατόμου Cr είναι 3 και η μεταβολή του ΑΟ ενός ατόμου μετάλλου M είναι (x-2). Συνεπώς, από την ισοστάθμιση φορτίου κατά την οξειδοαναγωγική αλληλεπίδραση προκύπτει ότι σε 3 άτομα M αντιστοιχούν (x-2) άτομα ή καλύτερα ότι σε 6 άτομα M αντιστοιχούν $2 \cdot (x-2)$ άτομα Cr.

Από την ισοστάθμιση των ΑΟ έχουμε:



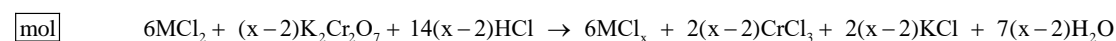
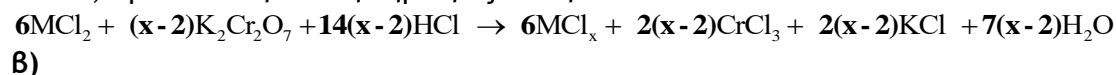
Από την ισοστάθμιση του μετάλλου M, του Cr και του K έχουμε:



Για την ισοστάθμιση του Cl βρίσκουμε στα προϊόντα 6x στο νέο άλας του μετάλλου $6(x-2)$ στο άλας του Cr και $2(x-2)$ στο άλας του K, σύνολο $6x + 8(x-2)$ άτομα Cl.

Στα αντιδρώντα έχουμε 12 άτομα στο αρχικό άλας του μετάλλου. Συνεπώς στο HCl πρέπει να μπει συντελεστής $6x + 8(x-2) - 12 = 6x - 12 + 8(x-2) = 14(x-2)$.

Οπότε, προκύπτει η τελική χημική εξίσωση.



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 0,45 \quad \frac{x-2}{6} \cdot 0,45$$

Για το διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ δίνεται: $n = C \cdot V = 1,5 \cdot 0,1 = 0,15 \text{ mol}$

Από τη στοιχειομετρία προκύπτει $\frac{x-2}{6} \cdot 0,45 = 0,15 \Rightarrow x = 4$.

Άρα, ο ζητούμενος ΑΟ του μετάλλου M είναι 4.

Ημερομηνία τροποποίησης: 17/11/2018

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς
Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

Ερωτήσεις θεωρίας - Τύπου Α

ΕΡΩΤΗΣΗ 1. Πριν γίνει γνωστή η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων, περίπτωση οξείδωσης θεωρούνταν

- α. η ένωση ενός στοιχείου με το υδρογόνο
- β. η αφαίρεση οξυγόνου από μια χημική ένωση
- γ. η αντίδραση ενός στοιχείου ή χημικής ένωσης με ένα οξύ
- δ. η ένωση ενός στοιχείου με το οξυγόνο

Λύση

- δ. Σύμφωνα με τον πρώτο ιστορικά ορισμό.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2. Αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου σε μια μοριακή (ομοιοπολική) ένωση, ονομάζεται το φαινομενικό φορτίο που αποκτά το άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν:

- α. στο αλογόνο της ένωσης
- β. στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο
- γ. στο ηλεκτροθετικότερο άτομο
- δ. στο αμέταλλο στοιχείο της ένωσης

Λύση

- β. Σύμφωνα με τον ορισμό του αριθμού οξείδωσης.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3. Από τα αμέταλλα στοιχεία οξυγόνο, φθόριο, υδρογόνο και χλώριο, το στοιχείο που στις ενώσεις του εμφανίζει έναν μόνο αριθμό οξείδωσης είναι το

- α. οξυγόνο
- β. φθόριο
- γ. υδρογόνο
- δ. χλώριο

Λύση

- β. Επειδή, το φθόριο είναι το ηλεκτρνητικότερο στοιχείο που υπάρχει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4. Στην αντίδραση $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ το υδρογόνο μεταβάλλει τον ΑΟ του από 0 σε +1. Συνεπώς,

- α. τα άτομα του υδρογόνου ανάγονται
- β. το μόριο του υδρογόνου δρα στην αντίδραση ως οξειδωτικό
- γ. τα άτομα του χλωρίου οξειδώνονται
- δ. το μόριο του υδρογόνου δρα στην αντίδραση ως αναγωγικό

Λύση

- δ. Αφού τα άτομα του υδρογόνου οξειδώνονται (αυξάνεται ο ΑΟ τους) θα προκαλούν αναγωγή. Συνεπώς είναι αναγωγικό.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5. Σύμφωνα με τη σύγχρονη θεώρηση ένα άτομο ή ιόν οξειδώνεται όταν:

- α. αυξάνεται ο αριθμός οξειδωσής του β. μειώνεται ο αριθμός οξειδωσής του
γ. ενώνεται με οξυγόνο δ. προσλαμβάνει ηλεκτρόνια

Λύση

α. Σύμφωνα με το σύγχρονο ορισμό.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6. Να αντιστοιχίσετε τα υπογραμμισμένα στοιχεία στις ενώσεις της πρώτης στήλης με τον αριθμό οξειδωσης που έχουν, ο οποίος βρίσκεται στη δεύτερη στήλη.

Στήλη I	Στήλη II
1. <u>O</u> F ₂	α. -2
2. <u>C</u> H ₄	β. -1
3. H ₂ <u>O</u> ₂	γ. +1
4. H <u>C</u> lO	δ. +2
5. H ₂ <u>S</u>	ε. -4

Λύση

[1,δ]-[2,ε]-[3,β]-[4,γ]-[5,α]

Ερωτήσεις θεωρίας - Τύπου Β

ΕΡΩΤΗΣΗ 1. Να προσδιορίσετε τους αριθμούς οξειδωσης του θείου στις παρακάτω περιπτώσεις:

α) S_8 , β) H_2S , γ) SO_3 , δ) HSO_4^- , ε) $Al_2(SO_3)_3$.

Δίνεται ότι στην ένωση $Al_2(SO_3)_3$ ο Α.Ο. του αργιλίου είναι +3.

Λύση

α) 0 επειδή είναι μόριο στοιχείου.

β) $(+1) \cdot 2 + x \cdot 1 = 0 \Rightarrow x = -2$.

γ) $x \cdot 1 + (-2) \cdot 3 = 0 \Rightarrow x = 6$.

δ) $(+1) \cdot 1 + x \cdot 1 + (-2) \cdot 4 = -1 \Rightarrow x = 6$

ε) $(+3) \cdot 2 + 3[x \cdot 1 + (-2) \cdot 3] = 0 \Rightarrow 6 + 3x - 18 = 0 \Rightarrow 3x = 12 \Rightarrow x = 4$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2. Να προσδιορίσετε τον αριθμό οξειδωσης κάθε ατόμου άνθρακα στις ενώσεις:

α) CO , β) CH_4 , γ) CO_3^{2-} , δ) CH_3COOH , ε) $CH_3CH=O$.

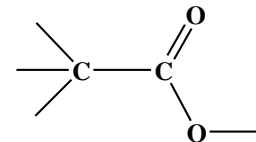
Λύση

α) $x - 2 = 0 \Rightarrow x = 2$.

β) $x + (+1) \cdot 4 = 0 \Rightarrow x = -4$.

γ) $x + (-2) \cdot 3 = -2 \Rightarrow x = 4$.

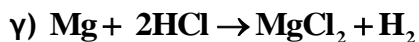
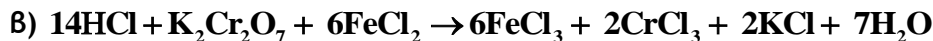
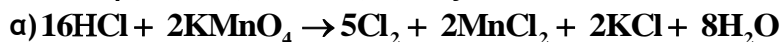
δ) Ο άνθρακας του μεθυλίου έχει 4 δεσμούς. Στους τρεις δεσμούς με τα υδρογόνα «κερδίζει» το κοινό ζεύγος, συνεπώς «κερδίζει» $1 \times 3 = 3$ ηλεκτρόνια. Στον τέταρτο δεσμό συνδέεται με άνθρακα, οπότε το κοινό ζεύγος μοιράζεται ισότιμα. Άρα έχει $AO = -3$. Ο άνθρακας του καρβοξυλίου έχει



4 δεσμούς. Στους τρεις δεσμούς με τα οξυγόνα (έναν απλό και έναν διπλό) «χάνει» το κοινό ζεύγος, συνεπώς «χάνει» $1 \times 3 = 3$ ηλεκτρόνια. Στον τέταρτο δεσμό συνδέεται με άνθρακα, οπότε το κοινό ζεύγος μοιράζεται ισότιμα. Άρα έχει $AO = +3$.

ε) Εργαζόμενοι όπως στην ερώτηση δ καταλήγουμε ότι ο άνθρακας του μεθυλίου έχει $AO = -3$, ενώ ο C της αλδεϋδομάδας έχει $AO +1$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3. Σε ποιά από τις παρακάτω αντιδράσεις το HCl δρα ως οξειδωτικό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



Λύση

Στη γ.

Το HCl προκαλεί την οξείδωση του μαγνησίου (από 0 σε +2).

ΕΡΩΤΗΣΗ 4. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Το φθόριο στις ενώσεις του έχει πάντα αριθμό οξείδωσης -1.

β. Ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα στην ένωση CH_3OH είναι -2.

γ. Το KMnO_4 μπορεί να δράσει τόσο ως οξειδωτικό όσο και ως αναγωγικό, ανάλογα με τις συνθήκες.

δ. Η αντίδραση $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ είναι αντίδραση οξειδοαναγωγής

ε. Στην αντίδραση $\text{H}_2\text{S} + \text{Mg} \rightarrow \text{MgS} + \text{H}_2$ το Mg είναι το οξειδωτικό σώμα.

Λύση

α) **Σωστό.** Είναι το ηλεκτραρνητικότερο στοιχείο και χρειάζεται ένα ηλεκτρόνιο για να συμπληρώσει την εξωτερική του στοιβάδα.

β) **Σωστό.** $x \cdot 1 + (+1) \cdot 3 + (-2) \cdot 1 + (+1) \cdot 1 = 0 \Rightarrow x = -2$

γ) **Λάθος.** Δρα μόνο ως οξειδωτικό σώμα, δεδομένου ότι περιέχει το Mn με τον μέγιστο ΑΟ του (+7).

δ) **Λάθος.** Ως εξουδετέρωση είναι μεταθετική αντίδραση.

ε) **Λάθος.** Το μαγνήσιο οξειδώνεται (από 0 σε +2), συνεπώς είναι αναγωγικό σώμα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5. Οι προτάσεις που ακολουθούν είναι ορθές. Να εξηγήσετε γιατί.

α. Το νάτριο (Na) έχει πάντα αριθμό οξείδωσης +1 στις ενώσεις του.

β. Στο H_2O_2 (H-O-O-H) το οξυγόνο εμφανίζει αριθμό οξείδωσης -1.

γ. Στην αντίδραση $\text{SO}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2$ το άζωτο ανάγεται.

δ. Η αντίδραση $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ είναι οξειδοαναγωγική.

Λύση

α) Είναι αλκάλιο, άρα έχει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στοιβάδα που το αποβάλλει πολύ εύκολα.

β) Κάθε άτομο οξυγόνου έχει έναν απλό δεσμό με το H στον οποίο «κερδίζει» ένα ηλεκτρόνιο και έναν απλό δεσμό με οξυγόνο στον οποίο το κοινό ζεύγος μοιράζεται ισότιμα. Άρα έχει ΑΟ = -1.

γ) Στο HNO_3 το N έχει ΑΟ +5 και στο προϊόν NO_2 έχει ΑΟ +4. Συνεπώς, ανάγεται.

δ) Μεταβάλλεται ο ΑΟ του Fe από 0 σε +2.

Ασκήσεις - Τύπου Γ

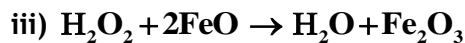
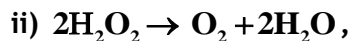
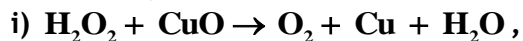
ΑΣΚΗΣΗ 1. Να εξηγήσετε το ρόλο του HCl στην παρακάτω αντίδραση:



Λύση

Ένα μέρος του HCl οξειδώνεται και το υπόλοιπο δίνει αντιδράσεις μεταθετικές. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε 16 άτομα χλωρίου τα 10 άτομα οξειδώνονται σε στοιχειακό χλώριο (αυξάνεται ο ΑΟ τους από -1 σε 0) και τα υπόλοιπα 6 συμμετέχουν σε μεταθετικές αντιδράσεις, δίνοντας άλατα και νερό.

ΑΣΚΗΣΗ 2. Να εξηγήσετε τον ρόλο του υπεροξειδίου του υδρογόνου (οξειδωτικό ή αναγωγικό) στις ακόλουθες αντιδράσεις:



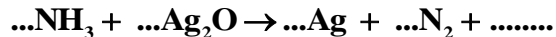
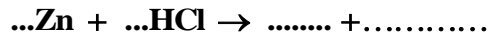
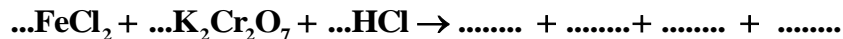
Λύση

i) Δρα αναγωγικά. Ανάγει το οξείδιο του χαλκού σε στοιχειακό χαλκό (μείωση του ΑΟ του Cu από +2 σε 0).

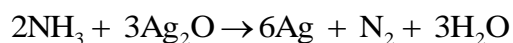
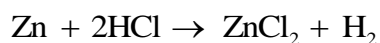
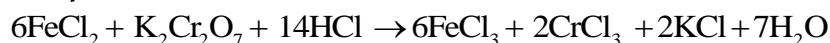
ii) Ένα μέρος του οξειδώνεται, ενώ το υπόλοιπο ανάγεται. Για κάθε 4 άτομα οξυγόνου τα 2 άτομα οξειδώνονται δίνοντας στοιχειακό οξυγόνο (αύξηση ΑΟ από -1 σε 0), ενώ τα υπόλοιπα δύο ανάγονται δίνοντας νερό (μείωση ΑΟ από -1 σε -2). Πρόκειται για αντίδραση αυτοοξειδοαναγωγής.

iii) Δρα οξειδωτικά. Οξειδώνει το Fe^{+2} σε Fe^{+3} .

ΑΣΚΗΣΗ 3. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



Λύση



ΑΣΚΗΣΗ 4. 5 mol NH_3 αντιδρούν πλήρως με περίσσεια CuO . Πόσα mol χαλκού παράγονται;

Λύση



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 5 \quad \frac{3}{2} \cdot 5 = 7,5$$

$$\text{άρα } n_{\text{Cu}} = 7,5\text{mol}$$

ΑΣΚΗΣΗ 5. Ποια η μέγιστη δυνατή ποσότητα σε L, διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,5 M οξεισιμένου με HCl που μπορεί να αντιδράσει πλήρως με 381 g FeCl_2 ;

Λύση

$$n_{\text{FeCl}_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{381}{127} \text{ mol} = 3 \text{ mol}$$



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 3 \quad \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,5$$

$$\text{Για το διάλυμα } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ ισχύει: } n = C \cdot V \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,5}{0,5} \text{ L} = 1 \text{ L}$$

ΑΣΚΗΣΗ 6. Διάλυμα 50 mL FeCl_2 1,2 M για πλήρη οξειδωση του σιδήρου απαιτεί τουλάχιστον 100 mL διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ οξεισιμένου με HCl. Να υπολογίσετε:

Γ1) Τη συγκέντρωση του διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Γ2) Τη συγκέντρωση του FeCl_3 στο τελικό διάλυμα.

Λύση

$$n_{\text{FeCl}_2} = C \cdot V = 1,2 \cdot 0,05 \text{ mol} = 0,06 \text{ mol}$$



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 0,06 \quad 0,01 \quad 0,06$$

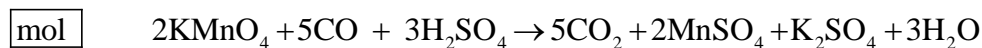
$$\text{Γ1) Για το διάλυμα } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ ισχύει: } C = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} \text{ M} = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{Γ2) Για τον } \text{FeCl}_3 : C = \frac{n}{V_1 + V_2} = \frac{0,06}{0,05 + 0,1} \text{ M} = 0,4 \text{ M.}$$

ΑΣΚΗΣΗ 7. Να υπολογίσετε τη μάζα του KMnO_4 που απαιτείται για να αντιδράσει με CO , παρουσία H_2SO_4 , για να παραχθούν 11,2 L CO_2 , μετρημένων σε STP.

Λύση

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{11,2}{22,4} \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}$$



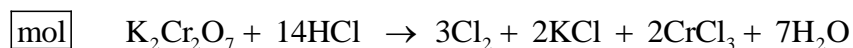
$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 0,2 \qquad \qquad \qquad 0,5$$

Για το KMnO_4 ισχύει: $m = 0,2 \cdot 158 \text{ g} = 31,6 \text{ g}$

ΑΣΚΗΣΗ 8. Πόσα mL διαλύματος HCl 0,7 M πρέπει να προστεθούν σε περίσσεια διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ για να παραχθούν 672 mL αέριου Cl_2 , μετρημένα σε STP; Δίνεται ότι εκτός από Cl_2 σχηματίζονται CrCl_3 , KCl και H_2O .

Λύση

$$n_{\text{Cl}_2} = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{672 \text{ mL}}{22400 \frac{\text{mL}}{\text{mol}}} = 0,03 \text{ mol}$$



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad \frac{14}{3} 0,03 \quad 0,03$$

Για το διάλυμα HCl έχουμε:

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} \Rightarrow V = \frac{\frac{14}{3} \cdot 0,03 \text{ mol}}{0,7 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 0,2 \text{ L} \text{ ή } V = 200 \text{ mL}$$

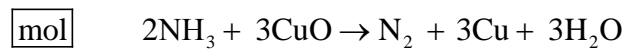
Προβλήματα - Τύπου Δ

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1*. 8,96 L NH_3 (μετρημένα σε STP) αντιδρούν με 23,85 g CuO . Να υπολογίσετε τη μάζα του Cu που θα παραχθεί.

Λύση

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{8,96}{22,4} \text{ mol} = 0,4 \text{ mol} \text{ και } n_{\text{CuO}} = \frac{m}{Mr} = \frac{23,85}{79,5} \text{ mol} = 0,3 \text{ mol} .$$

Απο τη στοιχειομετρία της αντίδρασης και τις αρχικές ποσότητες, διαπιστώνεται ότι το CuO είναι σε έλλειμμα, άρα αντιδρά πλήρως, δεδομένου ότι τα 0,3 mol CuO χρειάζονται 0,2 mol NH_3 για πλήρη αντίδραση και στο δοχείο υπάρχουν 0,4 mol NH_3 .



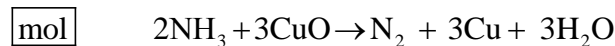
Αρχικά	0,4	0,3	–
Αντ./Παρ.	0,2	0,3	0,3
Τελικά.	0,2	–	0,3

Άρα, $m_{\text{Cu}} = n \cdot Ar = 0,3 \cdot 63,5\text{g} = 19,05\text{g}$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2*. Σε δείγμα 30 g που περιέχει CuO και αδρανείς ύλες επιδρούμε με περίσσεια διαλύματος NH_3 , οπότε παράγονται 2,24 L αερίου N_2 , μετρημένα σε STP. Ποια η περιεκτικότητα του δείγματος σε καθαρό CuO ;

Λύση

$$n_{\text{N}_2} = \frac{2,24}{22,4} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$$



Αντ./Παρ. 0,3 0,1

Συνεπώς, $m_{\text{CuO}} = n \cdot Mr_{\text{CuO}} = 0,3 \cdot 79,5\text{g} = 23,85 \text{ g}$

Στα 30 g δείγματος το καθαρό CuO ήταν 23,85 g

στα 100 g δείγματος το καθαρό CuO ήταν x ; (= 79,5 g)

Άρα η περιεκτικότητα του δείγματος σε καθαρό CuO είναι 79,5 %w/w.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3*. Σε ποσότητα CuO επιδρά η στοιχειομετρικά απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος NH_3 5 Μ, ώστε να έχουμε πλήρη αντίδραση. Παραλαμβάνουμε το παραγόμενο από την αντίδραση στερεό και σε αυτό επιδρούμε με περίσσεια πυκνού διαλύματος HNO_3 , οπότε παράγονται 26,88 L NO_2 (μετρημένα σε STP) και ποσότητα $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Δ1) Να γραφούν οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.

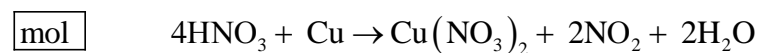
Δ2) Να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος της NH_3 που απαιτήθηκε.

Λύση

Έστω ότι απαιτήθηκαν x mol NH_3 .



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad x \quad \quad \quad \frac{3}{2}x$$



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad \frac{3}{2}x \quad \quad \quad 2 \cdot \frac{3}{2}x = 3x$$

$$\text{Δίνεται για το } \text{NO}_2: \quad n = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{26,88}{22,4} \text{ mol} = 1,2 \text{ mol.}$$

Συνεπώς, $3x = 1,2$ και $x=0,4$.

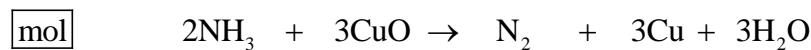
$$\text{Άρα, για την } \text{NH}_3 \text{ ισχύει: } V = \frac{n}{C} = \frac{0,4}{5} \text{ L} = 0,08 \text{ L ή } 80 \text{ mL.}$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 4*. 13,44 L NH₃ μετρημένα σε STP διαβιβάζονται σε περίσσεια CuO σχηματίζοντας αέριο N₂. Ποσότητα CO ίσης μάζας με το N₂, διαβιβάζεται σε 900 ml όξινου διαλύματος KMnO₄ 0,2 M. Να εξηγήσετε, ποιο θα είναι το χρώμα του διαλύματος μετά την ολοκλήρωση της οξειδοαναγωγικής αντίδρασης.

Λύση

$$\text{Για την NH}_3 \text{ έχουμε: } n = \frac{V}{V_{\text{mol,STP}}} = \frac{13,44}{22,4} \text{ mol} = 0,6 \text{ mol}$$

Αφού το CuO είναι σε περίσσεια η NH₃ αντιδρά πλήρως.

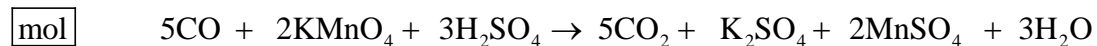


$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 0,6 \quad \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,3$$

$$m_{\text{N}_2} = n \cdot Mr = 0,3 \cdot 28 \text{ g} = 8,4 \text{ g}$$

Η ποσότητα του CO έχει ίση μάζα με αυτή του N₂, άρα $n_{\text{CO}} = \frac{8,4}{28} \text{ mol} = 0,3 \text{ mol}$

Επίσης,



$$\text{Αρχικά} \quad 0,3 \quad 0,18$$

$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 0,3 \quad \frac{2}{5} \cdot 0,3 = 0,12$$

$$\text{Τελικά} \quad - \quad 0,06$$

Με βάση τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης διαπιστώνεται ότι το KMnO₄ είναι σε περίσσεια, αφού για πλήρη αντίδραση απαιτούνται $\frac{2}{5} \cdot 0,3 \text{ mol} = 0,12 \text{ mol}$, ενώ στο διάλυμα έχουμε 0,18 mol KMnO₄.

Ως εκ τούτου, στο διάλυμα παραμένει ποσότητα KMnO₄, άρα το χρώμα του διαλύματος θα παραμείνει κόκκινο (ή ιώδες).

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 5.** Ο μπρούτζος είναι κράμα χαλκού (Cu) και κασσιτέρου (Sn). Σε μπρούτζο μάζας 50 g που περιέχει τα δύο μέταλλα σε αναλογία mol 6:1, αντίστοιχα, επιδρούμε με περίσσεια πυκνού διαλύματος HNO₃ οπότε ο Cu οξειδώνεται προς Cu(NO₃)₂, ο Sn οξειδώνεται προς Sn(NO₃)₄ ενώ το HNO₃ ανάγεται προς NO₂.

Δ1) Να γραφούν οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.

Δ2) Να υπολογιστεί ο όγκος του NO₂ που παράχθηκε μετρημένος σε STP.

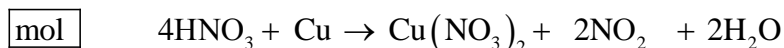
Λύση

Έστω 6x mol Cu και x mol Sn στο κράμα.

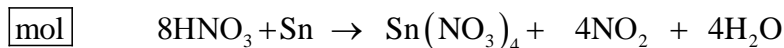
$$m_{\text{μπρούτζου}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{Sn}} \Rightarrow m_{\text{μπρούτζου}} = n_{\text{Cu}} \cdot Ar_{\text{Cu}} + n_{\text{Sn}} \cdot Ar_{\text{Sn}} \Rightarrow$$

$$50 = 6x \cdot 63,5 + x \cdot 119 \Rightarrow 50 = 500x \Rightarrow x = 0,1.$$

Άρα στον μπρούτζο περιέχονται 0,6 mol Cu και 0,1 mol Sn.



Αντ./Παρ.	0,6	2 · 0,6 = 1,2
-----------	-----	---------------

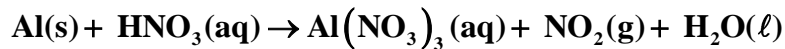


Αντ./Παρ.	0,1	4 · 0,1 = 0,4
-----------	-----	---------------

Για το NO₂ έχουμε:

$$n_{\text{ολικό}} = 1,6 \text{ mol και } V_{(\text{STP})} = n_{\text{ολικό}} \cdot V_{\text{mol,STP}} = 1,6 \cdot 22,4 \text{ L} = 35,84 \text{ L.}$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 6.** 5,4 g Al διαλύονται σε διάλυμα περίσσειας HNO₃, οπότε λαμβάνουν χώρα οι ακόλουθες αντιδράσεις, χωρίς συντελεστές.



Αν γνωρίζουμε ότι παράχθηκαν συνολικά 8,1 g νερού, να υπολογίσετε:

Δ1) Τους όγκους των NO και NO₂, μετρημένους σε STP.

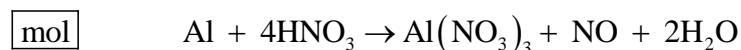
Δ2) Τη μάζα του Al(NO₃)₃.

Λύση

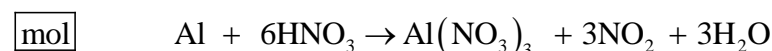
Δ1) Για το Al έχουμε: $n = \frac{m}{M_r} = \frac{5,4}{27} \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}.$

Έστω ότι x mol Al αντιδρούν σύμφωνα με την 1^η αντίδραση και y mol σύμφωνα με τη 2^η. Προφανώς, $x + y = 0,2$ (1)

Επίσης, για το νερό ισχύει: $n = \frac{8,1}{18} \text{ mol} = 0,45 \text{ mol}.$



Αντ./Παρ. x		x	x	2x
-------------	--	---	---	----



Αντ./Παρ. y		y	3y	3y
-------------	--	---	----	----

Από την ποσότητα του νερού έχουμε: $2x + 3y = 0,45$ (2).

Από (1) και (2) προκύπτει $x = 0,15$ και $y = 0,05$

$$V_{\text{NO}} = n \cdot V_{\text{mol, STP}} = 0,15 \cdot 22,4 \text{ L} = 3,36 \text{ L}$$

και

$$V_{\text{NO}_2} = n \cdot V_{\text{mol, STP}} = 3 \cdot 0,05 \cdot 22,4 \text{ L} = 3,36 \text{ L}.$$

Δ2)

$$m_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} = n \cdot M_r = 0,2 \cdot 213 \text{ g} = 42,6 \text{ g}.$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 7.** Σε 6 g άνθρακα, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, επιδρά περίσσεια αραιού διαλύματος HNO_3 , οπότε ένα μέρος του άνθρακα οξειδώνεται προς $\text{CO}(\text{g})$, και η υπόλοιπη ποσότητα άνθρακα οξειδώνεται προς $\text{CO}_2(\text{g})$, ενώ το HNO_3 ανάγεται προς $\text{NO}(\text{g})$.

Δ1) Να γραφούν οι δύο αντιδράσεις οξειδοαναγωγής που έλαβαν χώρα.

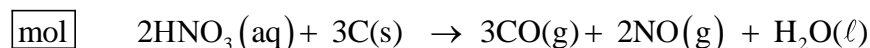
Δ2) Να υπολογιστεί η ποσότητα άνθρακα που μετατράπηκε σε CO_2 , αν γνωρίζουμε ότι από τις αντιδράσεις αυτές παράχθηκαν 1,1 mol μείγματος αερίων.

Λύση

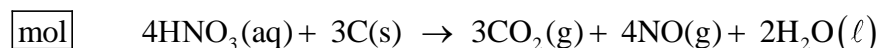
$$n_{\text{C}} = \frac{m}{A_{\text{r}}} = \frac{6}{12} \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}$$

Έστω ότι, x mol C αντιδρούν δίνοντας CO και y mol αντιδρούν δίνοντας CO_2 .

Προφανώς, $x + y = 0,5$ (1)



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad \frac{2}{3}x$$



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad \quad \quad y \quad \quad \quad y \quad \quad \quad \frac{4}{3}y$$

Το αέριο μείγμα αποτελείται από CO, CO_2 και NO.

Ως εκ τούτου, ισχύει:

$$n_{\text{αερίων, ολικό}} = x + y + \left(\frac{2}{3}x + \frac{4}{3}y \right) \Rightarrow 1,1 = \frac{5}{3}x + \frac{7}{3}y \Rightarrow 5x + 7y = 3,3 \quad (2)$$

Από (1) και (2) προκύπτει: $y = 0,4$ και $x = 0,1$.

Επομένως, η ποσότητα του άνθρακα που μετατράπηκε σε CO_2 είναι 0,4 mol ή 4,8 g.

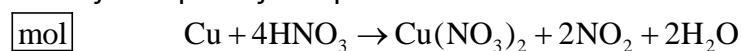
ΠΡΟΒΛΗΜΑ 8*.** Σε 7,54 g μπρούτζου (κράμα χαλκού και κασσιτέρου) προστίθεται πυκνό HNO_3 . Όλη η ποσότητα του χαλκού μετατράπηκε σε $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ και όλη η ποσότητα του κασσιτέρου σε $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$. Το προϊόν αναγωγής του νιτρικού οξέος κατά τις παραπάνω αντιδράσεις είναι το αέριο διοξείδιο του αζώτου (NO_2), η ποσότητα του οποίου προσδιορίστηκε σε 0,22 mol. Να γραφούν οι χημικές αντιδράσεις που έγιναν και να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα (%w/w) του μπρούτζου σε κασσίτερο.

Λύση

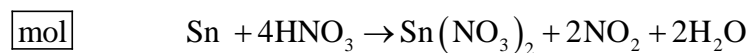
Έστω ότι περιέχονται x mol Cu και y mol Sn στο κράμα.

Προφανώς, $63,5x + 119y = 7,54$ (1)

Από τις αντιδράσεις έχουμε:



Αντ./Παρ. x 2x



Αντ./Παρ. y 2y

Για τη συνολικώς παραχθείσα ποσότητα mol NO_2 ισχύει:

$$2x + 2y = 0,22 \quad (2)$$

Επιλύοντας το σύστημα των εξισώσεων (1) και (2) βρίσκουμε

$$x = 0,1 \text{ και } y = 0,01.$$

Η μάζα του Sn στο δείγμα είναι: $m = n \cdot Ar = 0,01 \cdot 119 \text{ g} = 1,19 \text{ g}$

Επομένως περιεκτικότητα δείγματος σε Sn είναι:

$$\frac{1,19}{7,54} \cdot 100\% = 15,78 \text{ \% (w/w)}.$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 9*.** 11,9 g Sn αποχρωματίζουν πλήρως 500 mL KMnO_4 0,1 M παρουσία HCl , σχηματίζοντας τόσο SnCl_2 , όσο και SnCl_4 .

Δ1) Να βρεθεί η αναλογία mol μεταξύ SnCl_2 και SnCl_4 .

Δ2) Ποιός είναι ο ελάχιστος όγκος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1/3 M παρουσία HCl που απαιτείται για την πλήρη οξειδωση της υπόλοιπης μάζας του SnCl_2 σε SnCl_4 ; Δίνεται ότι εκτός από τα άλατα του Sn σχηματίζονται σε κάθε αντίδραση MnCl_2 , KCl και H_2O .

Λύση

Δ1) Για τον Sn έχουμε: $n = \frac{m}{Ar} = \frac{11,9}{119} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$.

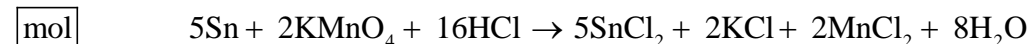
Έστω ότι από την ποσότητα αυτή x mol αντιδρούν προς SnCl_2 και y mol αντιδρούν προς SnCl_4 .

Προφανώς, ισχύει $x + y = 0,1$ (1)

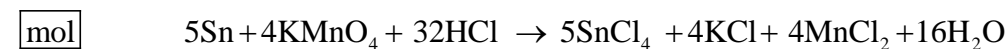
Επίσης, για το KMnO_4 ισχύει:

$n = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,5 \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$.

Για τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα έχουμε:



Αντ./Παρ. x $\frac{2}{5}x$ x



Αντ./Παρ. y $\frac{4}{5}y$ y

Συνεπώς $\frac{2}{5}x + \frac{4}{5}y = 0,05 \Rightarrow x + 2y = 0,125$ (2)

Από (1) και (2) προκύπτει $x = 0,075$ και $y = 0,025$.

Άρα, παράχθηκαν 0,075 mol SnCl_2 και 0,025 mol SnCl_4 , οπότε ο ζητούμενος

λόγος είναι: $\frac{n_{\text{SnCl}_2}}{n_{\text{SnCl}_4}} = \frac{0,075}{0,025} = \frac{3}{1}$.

Δ2) Πρόκειται για την περαιτέρω οξειδωση των 0,075 mol SnCl_2 που παρήχθησαν.



Αντ./Παρ. 0,075 $\frac{1}{3} 0,075 = 0,025$

Συνεπώς, για το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ έχουμε: $C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,025}{\frac{1}{3}} \text{ L} \Rightarrow$

$V = 0,075 \text{ L}$ ή $V = 75 \text{ mL}$.

Ημερομηνία τροποποίησης: 9/11/2018

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

1^ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στη κόλλα σας τον αριθμό κάθε μιας από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις Α1 έως Α4 και δίπλα το γράμμα της επιλογής που αντιστοιχεί στη σωστή συμπλήρωσή της.

- A1.** Σύμφωνα με τη σύγχρονη θεώρηση ένα άτομο ή ιόν οξειδώνεται όταν
- αυξάνεται ο αριθμός οξειδωσής του.
 - μειώνεται ο αριθμός οξειδωσής του.
 - ενώνεται με οξυγόνο.
 - προσλαμβάνει ηλεκτρόνια.

Μονάδες 5

- A2.** Τα άτομα του Cl στην ένωση Cl₂O (Cl–O–Cl) έχουν αριθμό οξειδωσης
- 1 γιατί το Cl είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικό από το O.
 - +1 γιατί αποβάλλουν από ένα ηλεκτρόνιο.
 - +1 γιατί το Cl είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το O.
 - 1 γιατί το Cl σε όλες τις ενώσεις του έχει αυτόν τον αριθμό οξειδωσης.

Μονάδες 5

- A3.** Στο μονόξινο φωσφορικό ιόν HPO₄²⁻ ο φωσφόρος έχει αριθμό οξειδωσης
- +3.
 - +7.
 - 2.
 - +5.

Μονάδες 5

- A4.** Στην αντίδραση $2K + FeCl_2 \rightarrow 2KCl + Fe$
- όλα τα στοιχεία που συμμετέχουν σε αυτήν αλλάζουν αριθμό οξειδωσης.
 - ο σίδηρος οξειδώνεται.
 - το κάλιο ανάγεται.
 - ο FeCl₂ είναι το οξειδωτικό σώμα.

Μονάδες 5

- A5.** Να αντιστοιχίσετε τις ουσίες που περιέχουν οξυγόνο της στήλης I με τους αριθμούς οξειδωσης που έχει το οξυγόνο σε αυτές, της στήλης II:

Στήλη I	Στήλη II
1. H ₂ O ₂	α. -2
2. CaO	β. -1
3. OF ₂	γ. 0
4. H ₂ O	δ. +2
5. O ₃	

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

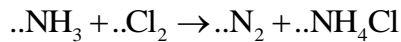
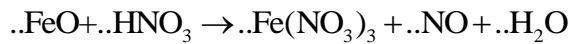
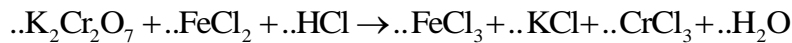
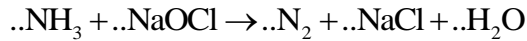
B1α. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) (μονάδες 1x5=5)

- i. Το υδρογόνο στις ενώσεις του με άλλα άτομα εμφανίζει πάντα $AO = +1$.
- ii. Κάθε άτομο άνθρακα στην ένωση CH_3CH_2OH έχει αριθμό οξειδωσης -2.
- iii. Στην αντίδραση $H_2O_2 + CuO \rightarrow O_2 + Cu + H_2O$ το H_2O_2 δρα ως οξειδωτικό.
- iv. Με επίδραση ισχυρού οξειδωτικού σε SO_2 μπορεί να προκύψει ως προϊόν το H_2SO_4 .
- v. Η αντίδραση $CaSO_3 \rightarrow CaO + SO_2$ είναι αντίδραση οξειδοαναγωγής.

B1β. Να αιτιολογήσετε τους χαρακτηρισμούς σας (μονάδες 2x5=10)

Μονάδες 15

B2. Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις παρακάτω πολύπλοκες αντιδράσεις οξειδοαναγωγής:



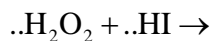
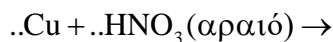
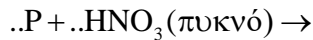
Μονάδες 2x5=10

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας οξειδωτικών και αναγωγικών ουσιών:

ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΩΓΙΚΑ
H_2SO_4 (πυκνό) $\rightarrow SO_2$	$HI \rightarrow I_2$
HNO_3 (πυκνό) $\rightarrow NO_2$	$P \rightarrow H_3PO_4$
HNO_3 (αραιό) $\rightarrow NO$	$Cu \rightarrow \text{άλαας } Cu^{2+}$
$H_2O_2 \rightarrow H_2O$	$\text{άλαας } S^{2-} \rightarrow SO_2$

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, να συμπληρώσετε τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές):



Μονάδες 2x4=8

Γ2. Σε δοχείο που περιέχει 23,85 g CuO διαβιβάζονται 8,5 g NH_3 . Σε κατάλληλες συνθήκες τα συστατικά αντιδρούν μονόδρομα παράγοντας Cu , N_2 και H_2O . Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου N_2 που θα παραχθεί σε STP συνθήκες.

Δίνονται τα $Ar: H = 1, N = 14, O = 16$ και $Cu = 63,5$.

Μονάδες 8

Γ3. Αν γνωρίζουμε ότι 3,57 g Sn απαιτούν ακριβώς 200 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M, παρουσία HCl, για να οξειδωθούν σε μια μόνη χλωριούχο ένωση $SnCl_x$, να υπολογίσετε ποιο είναι το x.

Δίνεται $Ar_{Sn} = 119$ καθώς και η σχετική χημική εξίσωση χωρίς τους συντελεστές



Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Δ

Το πυκνό H_2SO_4 δρώντας ως οξειδωτικό δίνει ως προϊόν το αέριο SO_2 . Το S και ο C δρώντας ως αναγωγικά μετατρέπονται στα αέρια SO_2 και CO_2 αντίστοιχα. Σε 5,6 g μίγματος που αποτελείται από S και C επιδρά περίσσεια πυκνού H_2SO_4 οπότε παράγονται 0,9 mol μίγματος δύο αερίων.

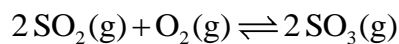
Δ1. Να γράψετε τις δύο αντιδράσεις που συμβαίνουν με την επίδραση του πυκνού H_2SO_4 στο παραπάνω μίγμα.

Μονάδες 2x2=4

Δ2. Να προσδιορίσετε τη σύσταση του μείγματος.

Μονάδες 9

Δ3. α. Όλη η ποσότητα SO_2 που παράχθηκε κατά την παραπάνω αντίδραση απομονώνεται και εισάγεται σε δοχείο όγκου $V = 2\text{ L}$. Στο δοχείο εισάγονται και ω mol O_2 , οπότε σε κατάλληλες συνθήκες αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

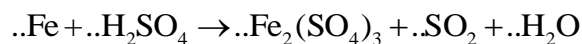
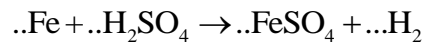


Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας μέσα στο δοχείο υπάρχουν 0,8 mol αερίων. Να υπολογίσετε τα ω mol O_2 που εισήχθησαν στο δοχείο.

Δίνεται ότι η σταθερά της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης, στις παραπάνω συνθήκες, είναι $K_c = 720$.

Μονάδες 6

β. Όλη η ποσότητα του παραχθέντος SO_3 διαβιβάζεται σε νερό, οπότε προκύπτει πυκνό διάλυμα θειικού οξέος σύμφωνα με την ποσοτική χημική εξίσωση $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$. Στη συνέχεια, όλη η ποσότητα του πυκνού διαλύματος H_2SO_4 χρησιμοποιείται για να οξειδώσει 0,4 mol σιδήρου. Οι ποσοτικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα, χωρίς συντελεστές, είναι:



Να προσδιορίσετε ποιο ποσοστό του σιδήρου οξειδώθηκε σε άλας του δισθενούς σιδήρου.

Μονάδες 6

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες $Ar_C = 12$, $Ar_S = 32$ και $Ar_{Fe} = 56$.

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

1^ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: α, **A2:** γ, **A3:** δ, **A4:** δ, **A5:** 1β, 2α, 3δ, 4α, 5γ.

ΘΕΜΑ Β

B1.

i. **ΛΑΘΟΣ.** Όταν ενώνεται με άτομα που είναι πιο ηλεκτροθετικά από αυτό, όπως τα μέταλλα, έχει $AO = -1$, για παράδειγμα στις ενώσεις NaH (υδρίδιο νατρίου) και CaH_2 (υδρίδιο ασβεστίου).

ii. **ΛΑΘΟΣ:**
$$H - \overset{\overset{H}{|}}{C^{-3}} - \overset{\overset{H}{|}}{C^{-1}} - O - H$$
, ο άνθρακας του μεθυλίου εμφανίζει $AO = -3$

(«κερδίζει» 3 ηλεκτρόνια από τα υδρογόνα), ενώ ο δεξιά άνθρακας εμφανίζει -1 («κερδίζει» 2 ηλεκτρόνια από τα υδρογόνα και «χάνει» 1 ηλεκτρόνιο από το οξυγόνο).

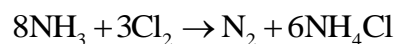
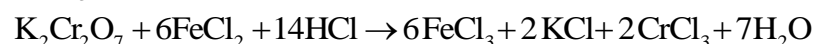
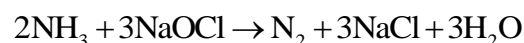
iii. **ΛΑΘΟΣ.** Ο χαλκός ανάγεται αφού ο AO του από $+2$ στο οξείδιο του χαλκού CuO μειώνεται σε 0 στο στοιχειακό χαλκό Cu . Συνεπώς, το H_2O_2 στην αντίδραση αυτή έδρασε ως αναγωγικό.

Εναλλακτική απάντηση: Το H_2O_2 δρα ως αναγωγικό γιατί περιέχει άτομο που οξειδώνεται (το οξυγόνο από $AO = -1$ στο υπεροξείδιο του υδρογόνου αποκτά $AO = 0$ στο μοριακό οξυγόνο).

iv. **ΣΩΣΤΟ:** Το θείο στο SO_2 έχει $AO = +4$, άρα σε κατάλληλες συνθήκες μπορεί να οξειδωθεί σε H_2SO_4 στο οποίο έχει $AO = +6$.

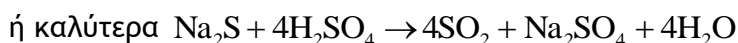
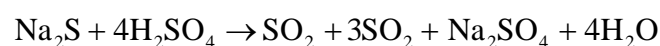
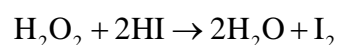
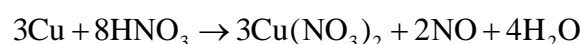
v. **ΛΑΘΟΣ:** Σε κανένα άτομο δεν μεταβάλλεται ο AO του : $Ca^{+2} S^{+4} O_3^{-2} \rightarrow Ca^{+2} O^{-2} + S^{+4} O_2^{-2}$.

B2.



ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

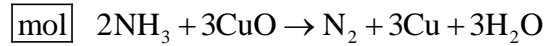


Γ2.

Υπολογίζουμε τα αρχικά mol.

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{m}{M_r} = \frac{8,5}{17} \text{ mol} = 0,5 \text{ mol} \quad \text{και} \quad n_{\text{CuO}} = \frac{m}{M_r} = \frac{23,85}{79,5} \text{ mol} = 0,3 \text{ mol}.$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση και διαπιστώνουμε ότι η NH_3 είναι σε περίσσεια, οπότε οι υπολογισμοί πρέπει να βασιστούν στο CuO που αντιδρά πλήρως:



$$\text{Αρχ.} \quad 0,5 \quad 0,3 \quad - \quad - \quad -$$

$$\text{Αντ.} \quad \frac{2}{3}0,3 \quad 0,3 \quad - \quad - \quad -$$

$$\text{Παρ.} \quad - \quad - \quad \frac{1}{3}0,3 \quad 0,3 \quad 0,3$$

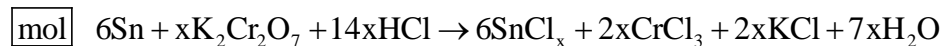
$$\text{Τελ.} \quad 0,3 \quad - \quad 0,1 \quad 0,3 \quad 0,3$$

Το παραγόμενο αέριο είναι το άζωτο (N_2), για το οποίο ισχύει:

$$V_{\text{N}_2} = n \cdot V_{\text{mol, STP}} = 0,1 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 2,24 \text{ L}.$$

Γ3.

$$n_{\text{Sn}} = \frac{m}{A_r} = \frac{3,57}{119} \text{ mol} = 0,03 \text{ mol} \quad \text{και} \quad n_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,2 \text{ mol} = 0,02 \text{ mol}$$

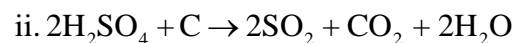
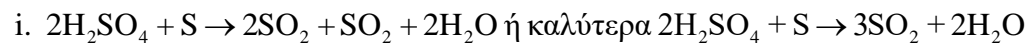


$$\text{Αντ.} \quad 0,03 \quad \frac{x}{6} \quad 0,03$$

$$\text{Για το διχρωμικό κάλιο δίνεται ότι:} \quad \frac{x}{6} \cdot 0,03 = 0,02 \Rightarrow x = 4.$$

ΘΕΜΑ Δ

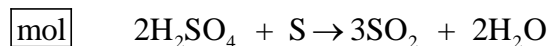
Δ1.



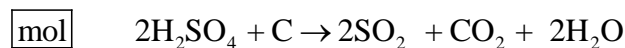
Δ2. Στο μίγμα υπάρχουν $x \text{ mol S}$ και $y \text{ mol C}$ Τότε έχουμε:

$$m_{\text{μείγματος}} = m_{\text{S}} + m_{\text{C}} \Rightarrow 5,6 = x \cdot 32 + y \cdot 12 \Rightarrow 1,4 = 8x + 3y \quad (1).$$

Επίσης, από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων έχουμε:



$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 2x \quad x \quad 3x$$

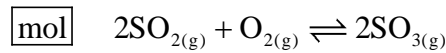


$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 2y \quad y \quad 2y \quad y$$

$$\text{Συνεπώς,} \quad n_{\text{αερίων}} = (3x + 2y + y) \text{ mol} \Rightarrow 0,9 = 3x + 3y \Rightarrow x + y = 0,3 \quad (2).$$

Από (1) και (2) προκύπτει ότι $x = 0,1$ και $y = 0,2$. Επομένως, το αρχικό μίγμα περιέχει $0,1 \text{ mol S}$ και $0,2 \text{ mol C}$

Δ3. α. $n_{\text{SO}_2} = (3x + 2y) \text{ mol} = 0,7 \text{ mol}$ Έτσι:



Αρχ. 0,7 ω -

Αντ. 2φ φ -

Παρ. - - 2φ

Χ.Ι. 0,7-2φ ω-φ 2φ

Προφανώς πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθοι περιορισμοί:

$$0,7 - 2\varphi > 0 \Rightarrow \varphi < 0,35 \quad (1) \quad \text{και}$$

$$\omega - \varphi > 0 \Rightarrow \varphi < \omega \quad (2).$$

Για τα ολικά mol δίνεται ότι,

$$n_{\text{ολικά(Χ.Ι)}} = 0,8 \text{ mol} \Rightarrow (0,7 - 2\varphi) + (\omega - \varphi) + 2\varphi = 0,8 \Rightarrow 0,7 + (\omega - \varphi) = 0,8 \Rightarrow (\omega - \varphi) = 0,1.$$

Επίσης, από το νόμο της χημικής ισορροπίας έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} \Rightarrow 720 = \frac{\left(\frac{2\varphi}{2}\right)^2}{\left(\frac{0,7 - 2\varphi}{2}\right)^2 \cdot \frac{\omega - \varphi}{2}} \Rightarrow 720 = \frac{\left(\frac{2\varphi}{2}\right)^2}{\left(\frac{0,7 - 2\varphi}{2}\right)^2 \cdot \frac{0,1}{2}} \Rightarrow$$

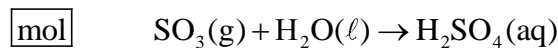
$$720 \cdot \frac{0,1}{2} = \left(\frac{\frac{2\varphi}{2}}{\frac{0,7 - 2\varphi}{2}}\right)^2 \Rightarrow 6^2 = \left(\frac{2\varphi}{0,7 - 2\varphi}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\text{είτε } 3 \cdot (0,7 - 2\varphi) = \varphi \Rightarrow 2,1 - 6\varphi = \varphi \Rightarrow 2,1 = 7\varphi \Rightarrow \varphi = 0,3 \text{ δεκτό}$$

$$\text{είτε } 3 \cdot (0,7 - 2\varphi) = -\varphi \Rightarrow 2,1 - 6\varphi = -\varphi \Rightarrow 2,1 = 5\varphi \Rightarrow \varphi = 0,42 \text{ απορρίπτεται λόγω της (1).}$$

Άρα $\omega = 0,4$ και στο δοχείο εισήχθηκαν 0,4 mol O_2 .

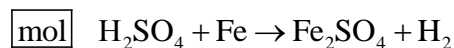
Β. Αφού $\varphi = 0,3$ παράχθηκαν 0,6 mol SO_3 . Επομένως,



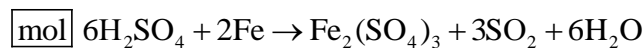
Αντ./Παρ. 0,6 0,6 0,6

Έστω ότι κ mol H_2SO_4 αντιδρούν δίνοντας FeSO_4 και λ mol αντιδρούν δίνοντας

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Προφανώς, ισχύει $\kappa + \lambda = 0,6$ (1).



Αντ. κ κ



Αντ. λ $\frac{2}{6}\lambda$

$$\text{Για τον σίδηρο που οξειδώθηκε δίνεται ότι } \kappa + \frac{2}{6}\lambda = 0,4 \quad (2).$$

Από (1) και (2) προκύπτει ότι $\kappa = 0,3$. Ως εκ τούτου, οξειδώθηκαν σε άλας του δισθενούς σιδήρου τα 0,3 mol από τα 0,4 mol του σιδήρου, άρα το 75 %.

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

2^ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στη κόλλα σας τον αριθμό κάθε μιας από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις Α1 έως Α4 και δίπλα το γράμμα της επιλογής που αντιστοιχεί στη σωστή συμπλήρωσή της.

A1. Ο Ρ όταν βρίσκεται στις ενώσεις PH_3 και P_2O_3 έχει αριθμό οξείδωσης αντίστοιχα

- α. -3, +5.
- β. +3, +5.
- γ. -3, +3.
- δ. +3, +3.

Μονάδες 5

A2. Στην αντίδραση: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

- α. το H_2S είναι αναγωγικό.
- β. το H_2S είναι οξειδωτικό.
- γ. το H_2S ανάγεται.
- δ. το H_2S ούτε ανάγεται, ούτε οξειδώνεται.

Μονάδες 5

A3. Η αντίδραση η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα τόσο στους ιστορικούς όσο και στο σύγχρονο ορισμό της οξείδωσης είναι η

- α. $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$.
- β. $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$.
- γ. $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.
- δ. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

Μονάδες 5

A4.

Το S εμφανίζει τους αριθμούς οξείδωσης: -2, 0, +4 και +6. Από τις ενώσεις H_2SO_4 , H_2S , SO_2 και SO_3 μπορούν να δράσουν ως αναγωγικά

- α. μόνο το H_2S .
- β. το H_2SO_4 και το SO_3 .
- γ. το SO_2 και το H_2SO_4 .
- δ. το H_2S και το SO_2 .

Μονάδες 5

A5.

A5α. Ποια σώματα ονομάζονται οξειδωτικά και ποιά αναγωγικά; (μονάδες 3)

A5β. Συμφωνά με τις σύγχρονες αντιλήψεις τι συμβαίνει σε ένα σώμα όταν δρα ως οξειδωτικό και τι όταν δρα ως αναγωγικό; (μονάδες 2)

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

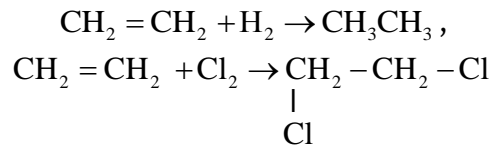
B1.

B1α. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). (μονάδες 1x3=3)

i. Το άτομο του φθορίου σε οποιοδήποτε μόριο περιέχεται θα εμφανίζει αριθμό οξειδωσης -1 ή 0.

ii. Στην αντίδραση $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ το CO_2 είναι το οξειδωτικό σώμα.

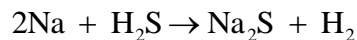
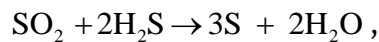
iii. Το αιθένιο ανάγεται και στις δύο παρακάτω αντιδράσεις προσθήκης:



B1β. Να αιτιολογήσετε τους χαρακτηρισμούς σας. (μονάδες 2x3=6)

Μονάδες 9

B2. Δίνονται οι παρακάτω οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις του υδρόθειου (H_2S).

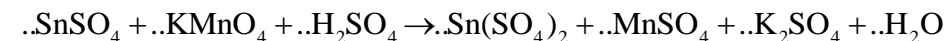
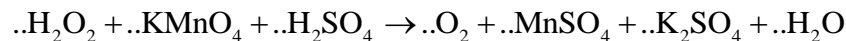


Να εξηγήσετε σε ποια από αυτές το H_2S δρα ως οξειδωτικό και σε ποια ως αναγωγικό.

Μονάδες 6

B3.

Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις παρακάτω χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγής

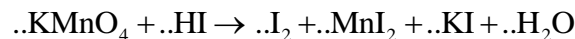


Μονάδες 2x5=10

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Γ1α. Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις παρακάτω χημικές εξισώσεις.



(μονάδες 2x3= 6)

Γ1β. Να εξηγήσετε ποιο από τα οξέα δρα ως αναγωγικό σώμα στις παραπάνω αντιδράσεις. (μονάδες 2)

Γ1γ. Να εξηγήσετε αν δρα αναγωγικά όλη η ποσότητα του οξέος αυτού. (μονάδες 2)

Μονάδες 10

Γ2. Διαβιβάζουμε CO σε δοχείο που περιέχει 100 mL διαλύματος KMnO_4 0,1 M οξεισιμένου με H_2SO_4 .

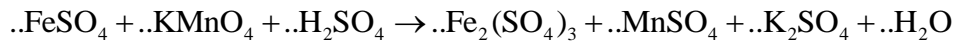
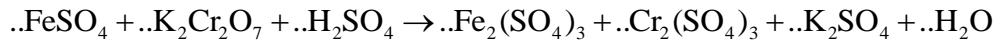
Γ2α. Να υπολογίσετε τον ελάχιστο όγκο του CO μετρημένο σε STP συνθήκες που απαιτείται για πλήρη αντίδραση του οξειδωτικού. Δίνεται η αντίδραση χωρίς συντελεστές..CO + ..KMnO₄ + ..H₂SO₄ → ..CO₂ + ..MnSO₄ + ..K₂SO₄ + ..H₂O (μονάδες 5)

Γ2β. Να εξηγήσετε τι χρώμα θα έχει το διάλυμα στην αρχή και στο τέλος της αντίδρασης. (μονάδες 2)

Μονάδες 7

Γ3.

Γ3α. Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



(μονάδες 1x2=2)

Γ3β. Διάλυμα KMnO₄ και διάλυμα K₂Cr₂O₇ έχουν ίδια συγκέντρωση C και είναι οξεισμένα με H₂SO₄. Να υπολογίσετε με ποια αναλογία όγκων οξειδώνουν την ίδια ποσότητα FeSO₄. (μονάδες 6)

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Δ

Σε περίσσεια πυκνού διαλύματος θειικού οξέος προστίθενται 14 g ακάθартου δείγματος σιδήρου. Από την αντίδραση που λαμβάνει χώρα ελευθερώνονται 6,72 L αερίου σε STP συνθήκες. Η χημική εξίσωση της αντίδρασης, χωρίς συντελεστές, είναι η ακόλουθη:



Ίση ποσότητα του ίδιου ακάθартου δείγματος σιδήρου προστίθεται σε περίσσεια διαλύματος νιτρικού οξέος. Από την αντίδραση που λαμβάνει χώρα ελευθερώνονται αέρια συνολικού όγκου 8,96 L σε STP, σύμφωνα με τις παρακάτω, χωρίς συντελεστές, χημικές εξισώσεις:



Δ1. Να συμπληρώσετε τους συντελεστές των παραπάνω χημικών εξισώσεων.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε την % περιεκτικότητα (w/w) του δείγματος σε σίδηρο.

Μονάδες 7

Δ3. Να υπολογίσετε το % ποσοστό του καθαρού Fe που αντέδρασε δίνοντας ως προϊόν το NO(g), καθώς και την % v/v σύσταση του αερίου μείγματος που παράχθηκε από τη συνολική αντίδραση με το νιτρικό οξύ.

Μονάδες 12

Δίνεται $A_{r_{Fe}} = 56$ και ότι οι προσμείξεις δεν αντιδρούν με τα δύο οξέα.

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
2^ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

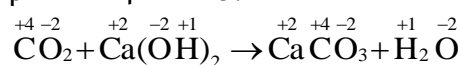
A1: γ, **A2:** δ, **A3:** β, **A4:** δ, **A5:** Βλέπε σχολικό βιβλίο σελ. 15 και 16.

ΘΕΜΑ Β

B1.

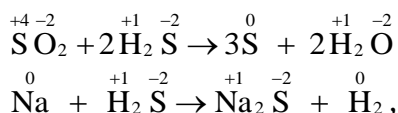
i. Σ. Το F είναι το ηλεκτραρνητικότερο στοιχείο και ανήκει στη 17^η ομάδα, δηλαδή έχει 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα. Ως εκ τούτου, σε οποιοδήποτε μόριο χημικής ένωσης έχει ΑΟ = -1, ενώ στο μόριο του F₂ έχει ΑΟ = 0.

ii. Λ. Η αντίδραση είναι μεταθετική, αφού σε κανένα άτομο δεν παρατηρείται μεταβολή του ΑΟ.



iii. Λ. Με την προσθήκη H₂ στο αιθέριο οι ΑΟ των ατόμων C ελαττώνονται (από -2 σε -3), οπότε το αιθέριο ανάγεται. Αντίθετα, με την προσθήκη Cl₂ στο αιθέριο οι ΑΟ των ατόμων C αυξάνονται (από -2 σε -1) οπότε το αιθέριο οξειδώνεται.

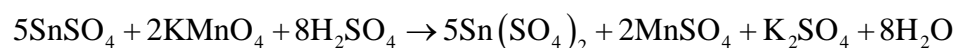
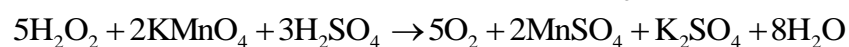
B2.



Στην 1^η αντίδραση, το θείο του SO₂ ανάχθηκε (από ΑΟ +4 → 0), συνεπώς το H₂S έδρασε ως αναγωγικό.

Στην 2^η αντίδραση το νάτριο (Na) οξειδώθηκε (από ΑΟ 0 → +1), συνεπώς το H₂S έδρασε ως οξειδωτικό. Επισημαίνεται ότι η οξείδωση του νατρίου γίνεται από το υδρογόνο του H₂S και όχι από το θείο, αφού ο ΑΟ του υδρογόνου μειώθηκε από +1 → 0, ενώ του θείου παρέμεινε -2.

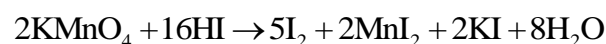
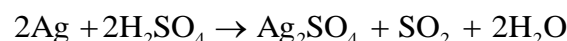
B3.



ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Γ1α.



Γ1β. i) Το HI, επειδή ανάγει το Mn του KMnO₄ από +7 σε +2.

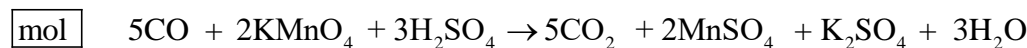
Εναλλακτική απάντηση: επειδή το I του HI οξειδώνεται σε I₂ (από ΑΟ -1 → 0).

Γ1γ. Σύμφωνα με τους συντελεστές της αντίδρασης για κάθε 16 mol HI που αντιδρούν τα 10 mol δρουν αναγωγικά (δίνοντας σε 5 mol I₂), ενώ τα υπόλοιπα 6 mol δρουν μεταθετικά για το σχηματισμό 2 mol άλατος MnI₂ και 2 mol άλατος KI καθώς και ποσότητας νερού.

Γ2α. Υπολογίζουμε τα mol του KMnO₄ που υπάρχουν στο συγκεκριμένο διάλυμα.

$$n_{\text{KMnO}_4} = C \cdot V = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση και υπολογίζουμε τα απαιτούμενα mol CO, για πλήρη αντίδραση:



$$\text{Αντ.} \quad \frac{5}{2} \cdot 0,01 \quad 0,01$$

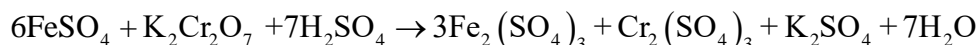
Συνεπώς, για να αντιδράσει όλο το KMnO₄ απαιτούνται 0,025 mol CO, δηλαδή

$$V_{\text{CO}} = n \cdot V_{\text{mol,STP}} = 0,025 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 0,56 \text{ L}.$$

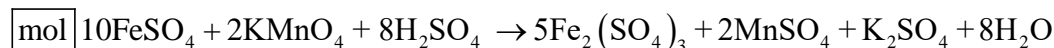
Γ2β. Το KMnO₄ όταν διαλυθεί στο νερό δίνει ιώδες διάλυμα. Αντίθετα, τα άλατα του Mn²⁺ δίνουν άχρωμο διάλυμα. Συνεπώς, αρχικά το διάλυμα ήταν ιώδες και όταν μετατράπηκε όλο το KMnO₄ σε Mn²⁺, το διάλυμα έγινε άχρωμο.

Γ3.

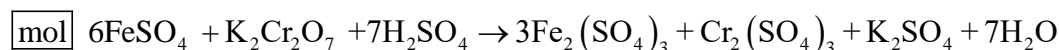
Γ3α.



Γ3β. Έστω ότι θα οξειδωθούν x mol FeSO₄. Από τη στοιχειομετρία των χημικών εξισώσεων έχουμε:



$$\text{Αντ.} \quad x \quad \frac{2}{10}x$$

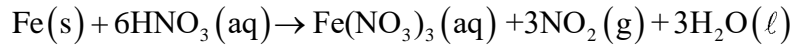
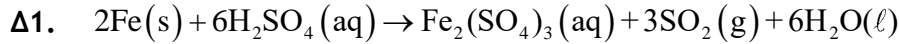


$$\text{Αντ.} \quad x \quad \frac{1}{6}x$$

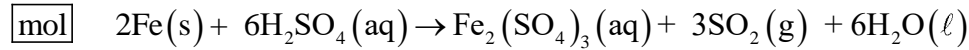
Με βάση τη σχέση $V = \frac{n}{C}$ έχουμε: $V_{\text{KMnO}_4} = \frac{2x}{10} \cdot \frac{1}{C}$ και $V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{x}{6} \cdot \frac{1}{C}$

$$\text{οπότε:} \quad \frac{V_{\text{KMnO}_4}}{V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}} = \frac{\frac{2x}{10C}}{\frac{x}{6C}} = \frac{12}{10} \Rightarrow \frac{V_{\text{KMnO}_4}}{V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}} = \frac{6}{5}.$$

ΘΕΜΑ Δ



Δ2. Έστω ότι στο δείγμα υπάρχουν x mol καθαρού σιδήρου.



Αντ. x $\frac{3}{2}x$

Για το SO_2 : $n = \frac{V}{V_{\text{mol, STP}}} \Rightarrow \frac{3x}{2} = \frac{6,72}{22,4} \text{ mol} \Rightarrow x = 0,2$.

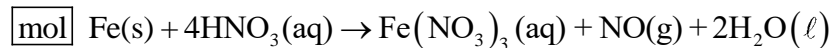
Για τον καθαρό Fe: $m = 0,256 \text{ g} = 11,2 \text{ g}$

Στα 14 g δείγματος Fe τα 11,2 g είναι καθαρός Fe

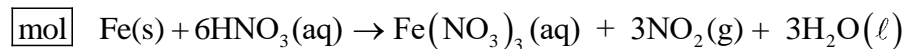
Στα 100 g ; $\Rightarrow 80\%$ περιεκτικότητα (w / w)

Δ3. Έστω y mol σιδήρου αντιδρούν σύμφωνα με την 1^η χημική εξίσωση και ω mol σύμφωνα με τη 2^η χημική εξίσωση.

Προφανώς ισχύει $y + \omega = 0,2$ (1)



Αντ. y y



Αντ. ω 3ω

Για το αέριο μείγμα $\text{NO}(g)$ και $\text{NO}_2(g)$ ισχύει:

$n_{\text{αερίων}} = \frac{V}{V_{\text{mol, STP}}} = \frac{8,96}{22,4} \text{ mol} = 0,4 \text{ mol}$

Άρα, $y + 3\omega = 0,4$ (2)

Από (1) και (2) έχουμε $y = 0,1$ και $\omega = 0,1$.

Άρα το ποσοστό του σιδήρου $\text{Fe}(s)$ που οξειδώθηκε παράγοντας NO είναι 50%.

$n_{\text{NO}} = y \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$ και $n_{\text{NO}_2} = 3\omega \text{ mol} = 0,3 \text{ mol}$.

Η αναλογία mol των αερίων που παράχθηκαν από την αντίδραση με το νιτρικό οξύ είναι 0,1 mol NO και 0,3 mol NO_2 . Επειδή στα αέρια η αναλογία mol είναι και αναλογία όγκων, δεδομένου ότι οι μετρήσεις έγιναν στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, προκύπτει ότι το 25% του αερίου όγκου του μείγματος είναι NO και το υπόλοιπο 75% είναι NO_2 .

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς