

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 οξείδωσής του β. μειώνεται ο αριθμός οξείδωσής 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 οξείδωσης 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) $CH_3CH=O$.

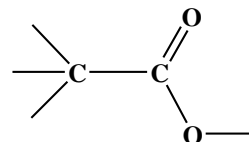
Λύση

α) $x - 2 = 0 \Rightarrow x = 2$.

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

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

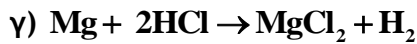
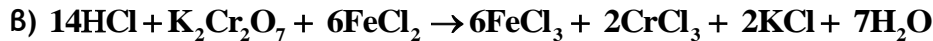
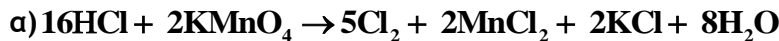
δ) Ο άνθρακας του μεθυλίου έχει 4 δεσμούς. Στους τρεις δεσμούς με τα υδρογόνα «κερδίζει» το κοινό ζεύγος, συνεπώς «κερδίζει» $1 \times 3 = 3$ ηλεκτρόνια. Στον τέταρτο δεσμό συνδέεται με άνθρακα, οπότε το κοινό ζεύγος μοιράζεται ισότιμα. Άρα έχει $AO = -3$. Ο άνθρακας του καρβοξυλίου έχει



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

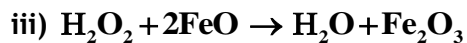
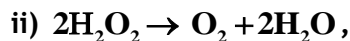
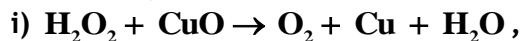
ΑΣΚΗΣΗ 1. Να εξηγήσετε το ρόλο του HCl στην παρακάτω αντίδραση:



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:



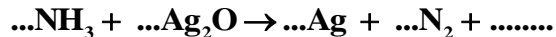
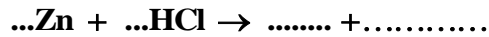
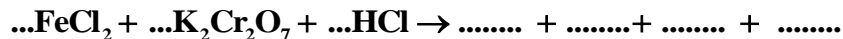
Λύση

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

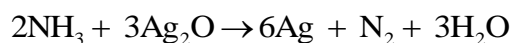
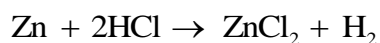
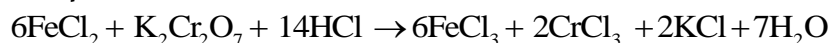
ii) Ένα μέρος του οξειδώνεται, ενώ το υπόλοιπο ανάγεται. Για κάθε 4 άτομα οξυγόνου τα 2 άτομα οξειδώνονται δίνοντας στοιχειακό οξυγόνο (αύξηση ΑΟ από -1 σε 0), ενώ τα υπόλοιπα δύο ανάγονται δίνοντας νερό (μείωση ΑΟ από -1 σε -2). Πρόκειται για αντίδραση αυτοοξειδοαναγωγής.

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 $K_2Cr_2O_7$ 0,5 M οξεισιμένου με HCl που μπορεί να αντιδράσει πλήρως με 381 g $FeCl_2$;

Λύση

$$n_{FeCl_2} = \frac{m}{Mr} = \frac{381}{127} \text{ mol} = 3 \text{ mol}$$



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

$$\text{Για το διάλυμα } K_2Cr_2O_7 \text{ ισχύει: } n = C \cdot V \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,5}{0,5} L = 1 L$$

ΑΣΚΗΣΗ 6. Διάλυμα 50 mL $FeCl_2$ 1,2 M για πλήρη οξειδωση του σιδήρου απαιτεί τουλάχιστον 100 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ οξεισιμένου με HCl. Να υπολογίσετε:

Γ1) Τη συγκέντρωση του διαλύματος $K_2Cr_2O_7$.

Γ2) Τη συγκέντρωση του $FeCl_3$ στο τελικό διάλυμα.

Λύση

$$n_{FeCl_2} = C \cdot V = 1,2 \cdot 0,05 \text{ mol} = 0,06 \text{ mol}$$



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

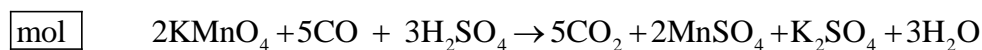
$$\text{Γ1) Για το διάλυμα } K_2Cr_2O_7 \text{ ισχύει: } C = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} M = 0,1 M$$

$$\text{Γ2) Για τον } FeCl_3 : C = \frac{n}{V_1 + V_2} = \frac{0,06}{0,05 + 0,1} M = 0,4 M.$$

ΑΣΚΗΣΗ 7. Να υπολογίσετε τη μάζα του KMnO_4 που απαιτείται για να αντιδράσει με CO , παρουσία H_2SO_4 , για να παραχθούν $11,2 \text{ L CO}_2$, μετρημένων σε STP.

Λύση

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



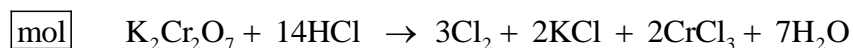
| | | |
|-----------|-----|-----|
| Αντ./Παρ. | 0,2 | 0,5 |
|-----------|-----|-----|

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

ΑΣΚΗΣΗ 8. Πόσα mL διαλύματος HCl $0,7 \text{ M}$ 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

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



| | | |
|-----------|---------------------------|------|
| Αντ./Παρ. | $\frac{14}{3} \cdot 0,03$ | 0,03 |
|-----------|---------------------------|------|

Για το διάλυμα HCl έχουμε:

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

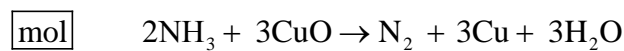
Προβλήματα - Τύπου Δ

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

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

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 .



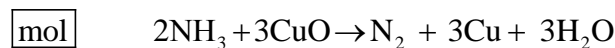
| | | | | |
|-----------|-----|-----|--|-----|
| Αρχικά | 0,4 | 0,3 | | – |
| Αντ./Παρ. | 0,2 | 0,3 | | 0,3 |
| Τελικά. | 0,2 | – | | 0,3 |

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

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

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.

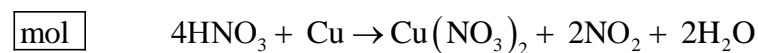
Δ2) Να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος της NH_3 που απαιτήθηκε.

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 $x=0,4$.

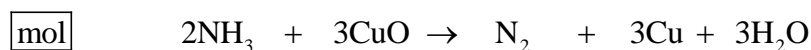
$$\text{Άρα, για την } \text{NH}_3 \text{ ισχύει: } V = \frac{n}{C} = \frac{0,4}{5} \text{ L} = 0,08 \text{ L ή } 80 \text{ mL.}$$

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.

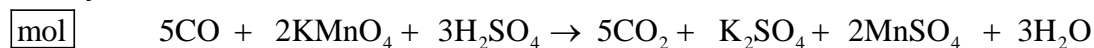


$$\text{Αντ./Παρ.} \quad 0,6 \quad \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,3$$

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

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.

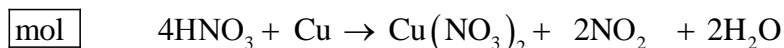
Λύση

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 |
|-----------|-----|---------------|

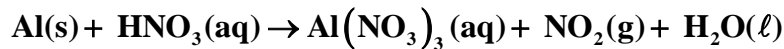


| | | |
|-----------|-----|---------------|
| Αντ./Παρ. | 0,1 | 4 · 0,1 = 0,4 |
|-----------|-----|---------------|

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.

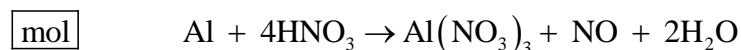
Δ2) Τη μάζα του Al(NO₃)₃.

Λύση

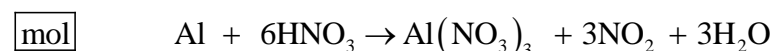
Δ1) Για το Al έχουμε: $n = \frac{m}{M_r} = \frac{5,4}{27} \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}.$

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.

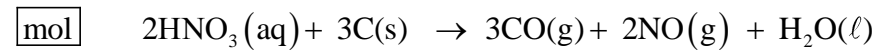
Δ2) Να υπολογιστεί η ποσότητα άνθρακα που μετατράπηκε σε CO_2 , αν γνωρίζουμε ότι από τις αντιδράσεις αυτές παράχθηκαν 1,1 mol μείγματος αερίων.

Λύση

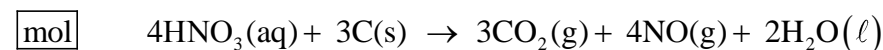
$$n_{\text{C}} = \frac{m}{A_{\text{r}}} = \frac{6}{12} \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}$$

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.

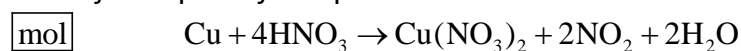
ΠΡΟΒΛΗΜΑ 8*.** Σε 7,54 g μπρούτζου (κράμα χαλκού και κασσιτέρου) προστίθεται πυκνό HNO_3 . Όλη η ποσότητα του χαλκού μετατράπηκε σε $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ και όλη η ποσότητα του κασσιτέρου σε $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$. Το προϊόν αναγωγής του νιτρικού οξέος κατά τις παραπάνω αντιδράσεις είναι το 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

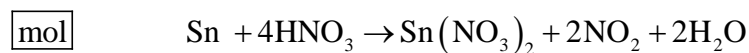
Έστω ότι περιέχονται x mol Cu και y mol Sn στο κράμα.

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:

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

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: $n = \frac{m}{Ar} = \frac{11,9}{119} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$.

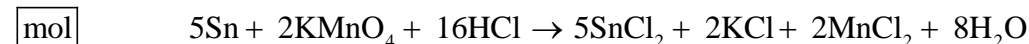
Έστω ότι από την ποσότητα αυτή x mol αντιδρούν προς SnCl_2 και y mol αντιδρούν προς SnCl_4 .

Προφανώς, ισχύει $x + y = 0,1$ (1)

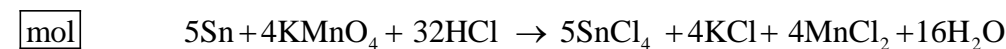
Επίσης, για το KMnO_4 ισχύει:

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

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