

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Χημεία



Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας

Λύσεις Ασκήσεων **Τεύχος Α΄**

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

**Λύσεις Ασκήσεων
Β' Λυκείου**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Επιστημονικός υπεύθυνος

ΣΤΕΛΙΟΣ ΛΙΟΔΑΚΗΣ

Ομάδα συγγραφής

ΣΤΕΛΙΟΣ ΛΙΟΔΑΚΗΣ, Δρ. Χημικός, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ
ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΓΑΚΗΣ, Δρ. Χημικός Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ
ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ, Χημ. Μηχ. Δ/θμιας Εκπαίδευσης
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ, Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΑΛΛΗΣ, Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης

Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΕΡΚΟΣ, Δρ. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ
ΑΝΤΖΕΛΑ ΛΑΖΑΡΟΥ, φωτογράφος ΤΕΙ Αθήνας

Υπεύθυνος στο Πλαίσιο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:

ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΜΠΟΜΠΕΤΣΗΣ, Χημικός, M.Ed., Ph.D., Σύμβουλος Π.Ι.

Ομάδα Κρίσης:

ΒΑΣΙΛΕΙΑ ΧΑΤΖΗΝΙΚΗΤΑ, Επίκουρος καθηγήτρια Παν/μιου Αιγαίου
ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΑΒΡΑΜΙΩΤΗΣ, Δρ. Χημικός καθηγητής Δ.Ε.
ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ ΓΙΑΛΟΥΡΗΣ, Δρ. Χημικός καθηγητής Δ.Ε.
ΣΟΥΛΤΑΝΑ ΛΕΥΚΟΠΟΥΛΟΥ, Δρ. Χημικός, Σχολικός Σύμβουλος
ΜΙΧΑΗΛ ΜΠΑΣΙΟΣ, Χημικός, καθηγητής Δ.Ε.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΜΑΚΕΤΑΣ,
ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ / Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Στέλιος Λιοδάκης
Δημήτρης Γάκης
Δημήτρης Θεοδωρόπουλος
Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος
Αναστάσιος Κάλλης

Λύσεις ασκήσεων χημείας

β' λυκείου

θετικής κατεύθυνσης
και επιλογής

Περιεχόμενα

<i>Κεφάλαιο 1: Διαμοριακές δυνάμεις - προσθετικές ιδιότητες</i>	<i>7</i>
<i>Κεφάλαιο 2: Θερμοχημεία</i>	<i>18</i>
<i>Κεφάλαιο 3: Χημική κινητική</i>	<i>24</i>
<i>Κεφάλαιο 4: Χημική ισορροπία</i>	<i>30</i>
<i>Κεφάλαιο 5: Οξειδοαναγωγή - ηλεκτρόλυση</i>	<i>47</i>
<i>Κεφάλαιο 6: Μέταλλα και κράματα</i>	<i>55</i>
<i>Κεφάλαιο 7: Ενώσεις πρακτικού ενδιαφέροντος</i>	<i>59</i>
<i>Κεφάλαιο 8: Υλικά</i>	<i>61</i>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

1-15. βλέπε θεωρία.

Ασκήσεις - προβλήματα

α. Διαμοριακές δυνάμεις

16. Βλέπε θεωρία για τη συμπλήρωση των κενών.
17. Το NaCl έχει μεγαλύτερο σ.β. γιατί ο δεσμός είναι ιοντικός. Το HF έχει υψηλότερο σ.β. από το HCl γιατί το F είναι ηλεκτραρνητικότερο από το Cl και έχουμε μεταξύ των μορίων του HF δεσμό υδρογόνου. Τέλος, το HCl έχει μεγαλύτερο σ.β. από το Cl₂ γιατί το HCl είναι δίπολο ενώ το Cl₂ δεν είναι.
18. (α) Λ, (β) Σ, (γ) Σ, (δ) Σ
Βλέπε θεωρία για την εξήγηση των απαντήσεων.
19. α. Δεσμός υδρογόνου στην CH₃CH₂OH
β. Στο HF λόγω της μεγάλης ηλεκτραρνητικότητας εμφανίζεται δεσμός υδρογόνου, στο HCl δεν εμφανίζεται δεσμός υδρογόνου.
γ., δ. Το LiCl είναι ιοντική ένωση.
20. Το β, γιατί στο HF παρουσιάζεται δεσμός υδρογόνου, το HCl παρουσιάζει πολικότητα και το H₂ είναι μη πολικό.
21. CH₃CH₂CH₂CH₂CH₃ → 36 °C
 CH₃CHCH₂CH₃ → 28 °C
 |
 CH₃
 |
 CH₃
 |
 CH₃CCH₃ → 9,5 °C
 |
 CH₃

22. (γ) Στην NH_3 έχουμε δεσμό υδρογόνου, η AsH_3 έχει μεγαλύτερο σ.β. από την PH_3 γιατί το As έχει ατομικό αριθμό 33, μεγαλύτερο από το 15 που είναι ο ατομικός αριθμός του P.
23. Η (δ) η οποία είναι αλκοόλη, όπου έχουμε δεσμό υδρογόνου και δεν είναι διακλαδισμένη όπως η (γ).

β. Νόμος μερικών πιέσεων - Τάση ατμών

24. Η ολική πίεση είναι: $P_{\text{ολ}} = P_{\text{N}_2} + P_{\text{NO}} = 5 \text{ atm}$.

$$25. V_{\delta} = \frac{n_A RT}{p_A} \text{ ή } V_{\delta} = \frac{2 \cdot 0,082 \cdot 800}{4,1} \text{ L} = 32 \text{ L}$$

$$26. p_{\text{H}_2} = \frac{2 \cdot 0,082 \cdot 400}{82} \text{ atm} = 0,8 \text{ atm}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{3 \cdot 0,082 \cdot 400}{82} \text{ atm} = 1,2 \text{ atm}$$

$$p_{\text{ολ}} = p_{\text{H}_2} + p_{\text{CO}_2} = 2 \text{ atm}$$

$$27. p_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{S}}}{n_{\text{ολ}}} p_{\text{ολ}} = \frac{4}{10} \cdot 30 \text{ atm} = 12 \text{ atm}$$

$$p_{\text{SO}_2} = \frac{n_{\text{SO}_2}}{n_{\text{ολ}}} p_{\text{ολ}} = 18 \text{ atm}$$

$$28. p_{\text{ολ}} = \frac{n_{\text{ολ}} RT}{V_{\delta}} \text{ ή } p_{\text{ολ}} = \frac{\left(\frac{1}{2} + \frac{5}{4}\right) 0,082 \cdot 500}{8,2} \text{ atm} = 8,75 \text{ atm}$$

29. Επειδή οι μερικές πιέσεις είναι ανάλογες με τον αριθμό των moles έχουμε:

$$\text{CO}_2: 12 \text{ atm} \quad \text{N}_2: 15 \text{ atm}$$

$$\text{H}_2: 6 \text{ atm} \quad \text{Ne}: 21 \text{ atm}$$

$$30. \quad p_{\text{H}_2} = \frac{\frac{4}{2} \cdot 0,082 \cdot 500}{41} \text{ atm} = 2 \text{ atm}$$

$$n_{\text{SO}_2} = \frac{6 \cdot 41}{0,082 \cdot 500} \text{ mol} = 6 \text{ mol}$$

Εύκολα συμπληρώνονται τα υπόλοιπα κενά του πίνακα.

31. Θα εξαερωθεί η ίδια ποσότητα υδρατμών, δηλαδή 2,5 σταγόνες νερού γιατί θα πρέπει στον ίδιο όγκο και στην ίδια θερμοκρασία να έχουμε την ίδια πίεση, δηλαδή την ίδια τάση ατμών.
32. Από τη θεωρία προκύπτει εύκολα ότι σωστή απάντηση είναι η (γ).
33. Και στα τρία δοχεία θα έχουμε την ίδια πίεση, δηλαδή $p_A = p_B = p_T =$ τάση ατμών σε αυτή τη θερμοκρασία.
34. Η τάση ατμών του κοινού αιθέρα εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

γ. Προσθετικές ιδιότητες - Νόμος Raoult

35. Βλέπε θεωρία.
36. Η τάση ατμών του διαλύματος θα ελαττωθεί και θα είναι μικρότερη από 31 mmHg, άρα σωστή απάντηση είναι η (γ).
37. Στο διάλυμα της γλυκόζης και στα 3 διαλύματα (α), (β) και (γ) το γραμμομοριακό κλάσμα του διαλύτη είναι το ίδιο:

$$\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{ουστ}}} = \frac{\frac{1000}{18}}{\frac{1000}{18} + 0,6}$$

Άρα παρατηρείται η ίδια ελάττωση τάσης ατμών και προφανώς ορθή απάντηση είναι η (δ).

38. Τη μικρότερη τάση ατμών έχει το διάλυμα της ουσίας Α, γιατί στο διάλυμα αυτό έχει το μικρότερο γραμμομοριακό κλάσμα:

$$\frac{\frac{90}{18}}{\frac{90}{18} + \frac{10}{100}} = \frac{5}{5,1}$$

39. Το διάλυμα αραιώνεται, δηλαδή η συγκέντρωσή του ελαττώνεται, οπότε η ελάττωση της τάσης των ατμών μειώνεται και η τάση των ατμών αυξάνεται.

40. Το διάλυμα Γ που προκύπτει έχει συγκέντρωση μικρότερη του Α και μεγαλύτερη του Β. Άρα και η τάση των ατμών του Β θα είναι μικρότερη από 30 mmHg και μεγαλύτερη από 29 mmHg, οπότε και οι δύο απαντήσεις είναι λανθασμένες.

41. $p_x = 57 \text{ mmHg} \frac{18}{18+1} = 54 \text{ mmHg}$

42. $120 = 130 \frac{\frac{100}{78}}{\frac{100}{78} + \frac{10}{M_r}} \Rightarrow M_r = 93,6$

43. $102 = 105 \frac{\frac{160}{80}}{\frac{160}{80} + \frac{5,3}{M_r}} \Rightarrow M_r = 89,8$

Η πειραματική M_r είναι 89,8.

β. Από τον εμπειρικό τύπο $(\text{CO}_2\text{H})_x$ έχουμε $45x = 89,8 \rightarrow x = 1,995$ οπότε $x = 2$ και ο μοριακός τύπος είναι $\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$.

γ. Η ακριβής M_r είναι $24 + 64 + 2 = 90$.

44. Έστω ότι το μίγμα περιέχει:
 $x \text{ mol A}$ και $x \text{ mol B}$ οπότε:
 $80x + 60x = 70$ ή $x = 0,5$.

$$P_{\delta} = 120 \frac{\frac{500}{100}}{\frac{500}{100} + 0,5 + 0,5} \text{ mmHg} = 100 \text{ mmHg.}$$

δ. Ζεσεοσκοπία - Κρυοσκοπία

45. Όπως γνωρίζουμε σε ορισμένη θερμοκρασία το νερό έχει μεγαλύτερη τάση ατμών από υδατικό διάλυμα ζάχαρης, οπότε είναι προφανές ότι:

Η καμπύλη 1 αφορά το νερό και το σημείο βρασμού του είναι θ_1 .
 Η καμπύλη 2 αφορά το διάλυμα ζάχαρης και το σημείο βρασμού του είναι θ_2 . Η διαφορά σημείου βρασμού είναι $\theta_2 - \theta_1$.

46. (β) Δεν παραμένει σταθερή γιατί με το βρασμό απομακρύνεται ποσότητα διαλύτη, αυξάνει η molality, αυξάνει η ΔT_b και αυξάνει το σημείο βρασμού. Για τις απαντήσεις (α), (γ), (δ) βλέπε θεωρία.
47. Εύκολα βρίσκουμε ότι το διάλυμα της ουρίας έχει τη μεγαλύτερη molality, άρα τη μεγαλύτερη ΔT_b και το μεγαλύτερο σημείο βρασμού.
48. Όπως εξηγήσαμε στην προηγούμενη άσκηση το διάλυμα της ουρίας έχει τη μεγαλύτερη molality, συνεπώς παρατηρείται σε αυτό η μεγαλύτερη ταπείνωση σημείου πήξης, άρα έχει το μικρότερο σημείο πήξης.

$$49. \left. \begin{array}{l} \Delta T_b = k_b m \\ \Delta T_f = k_f m \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta T_b}{\Delta T_f} = \frac{k_b}{k_f} \Rightarrow \frac{0,4 \text{ } ^\circ\text{C}}{\Delta \theta_f} = \frac{0,52}{1,86} \Rightarrow \Delta T_f = 1,43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Άρα το σημείο πήξης του διαλύματος είναι $-1,43 \text{ } ^\circ\text{C}$.

50. Οι (α), (β), (γ) είναι απλές, βλέπε θεωρία.

(δ): Το διάλυμα που προκύπτει θα έχει molality ενδιάμεση της molality των δύο διαλυμάτων, άρα θα παρατηρείται ΔT_b ενδιάμεση των 1°C και 2°C , άρα θα έχει: $101^\circ < \sigma.β. < 102^\circ$. Άρα το 103°C είναι (Λ).

51. α. $\Delta T_b = k_b \cdot m$

$$0,26 = 0,52 \frac{3,1}{M_r} \frac{1000}{100} \Rightarrow M_r = 62$$

β. Από τον εμπειρικό τύπο έχουμε:

$$30x = 62 \text{ ή } x = 2,07$$

Το x είναι 2 και ο μοριακός τύπος $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

γ. Η ακριβής M_r είναι $24 + 4 + 32 = 60$.

52. α. $\Delta \theta_f = (6,5 - 4,16) = 20 \frac{3}{M_r} \frac{1000}{100} \Rightarrow M_r = 256,4$

β. Υπολογίζουμε την ατομικότητα του θείου:

$$32x = 256,4 \text{ ή } x = 8,01$$

Το x είναι 8.

γ. Η ακριβής M_r είναι $32 \cdot 8 = 256$.

53. Σε 10 L νερού που ζυγίζουν 10 kg προσθέτουμε x g CH_3OH και έχουμε:

$$18,6 = 1,86 \frac{x}{32} \frac{1000}{10000} \Rightarrow x = 3200$$

Δηλαδή πρέπει να προσθέσουμε 3200 g CH_3OH .

54. Αν το 1 kg στοιχίζει λ €

$$1 \text{ mol γλυκερίνης κοστίζει } \frac{92\lambda}{1000} \text{ €}$$

$$\text{και } 1 \text{ mol γλυκόλης κοστίζει } \frac{62\lambda}{1000} \text{ €}$$

Προτιμάμε τη γλυκόλη που κοστίζει λιγότερο αφού 1 mol γλυκερίνης και 1 mol γλυκόλης έχουν το ίδιο αποτέλεσμα.

55. α. $\frac{77\text{g}}{100\text{g}} = \frac{\text{διαλύματος } 7\text{g}}{\omega\text{g}}$ ζάχαρης $\rightarrow \omega = 9,1$ και το διάλυμα είναι

9,1 % w/w.

β. $\Delta T_b = 0,52 \frac{7}{342} \frac{1000}{70} \Rightarrow \Delta \theta_b = 0,15 \text{ } ^\circ\text{C}$

και το σημείο βρασμού είναι $100,15 \text{ } ^\circ\text{C}$.

γ. Αν θεωρήσουμε στους $100,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ ότι η ποσότητα του νερού είναι

x g έχουμε $0,7 = 0,52 \frac{7}{342} \frac{1000}{x} \Rightarrow x = 15,2 \text{ g}$.

Το τελικό διάλυμα ζυγίζει $(15,2+7) \text{ g} = 22,2 \text{ g}$ και η κατά βάρος

περιεκτικότητά του είναι: $\frac{100 \cdot 7}{22,2} \% \text{ w/w} = 31,5\% \text{ w/w}$

56. Βρίσκουμε τις molality των 4 διαλυμάτων:

I. $\frac{5}{342} \frac{1000}{20} = \frac{250}{342}$

II. $\frac{40}{342} \frac{1000}{60} = \frac{667}{342}$

III. $\frac{3}{342} \frac{1000}{12} = \frac{250}{342}$

IV. $\frac{20}{342} \frac{1000}{40} = \frac{500}{342}$

α. Το II με τη μεγαλύτερη molality έχει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

β, γ. Τα I, III έχουν την ίδια molality άρα θα έχουν το ίδιο σημείο βρασμού και το μεγαλύτερο σημείο πήξης, επειδή έχουν την μικρότερη molality.

δ. Όταν αναμιχθούν τα διαλύματα I και III θα πάρουμε διάλυμα με την ίδια molarity που είναι μικρότερη από τη molality της II. Το διάλυμα που θα προκύψει θα έχει μικρότερο σημείο βρασμού από το σημείο βρασμού που έχει το διάλυμα II.

ε. Ωσμωτική πίεση

57- 59. Βλέπε θεωρία

60. (β) Το τελικό διάλυμα θα έχει συγκέντρωση ίση με το μέσο όρο των συγκεντρώσεων των δύο διαλυμάτων, άρα και ωσμωτική πίεση $\frac{2+4}{2} \text{ atm} = 3 \text{ atm}$. Οι απαντήσεις στις άλλες εξηγούνται εύκολα (βλέπε θεωρία).
61. Μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση στους 27 °C έχει το διάλυμα που έχει τη μεγαλύτερη "molarity" που εύκολα υπολογίζεται ότι είναι το διάλυμα της ουρίας (β).
62. Ο όγκος του διαλύματος οκταπλασιάζεται. Η συγκέντρωση γίνεται οκτώ φορές μικρότερη άρα και η ωσμωτική πίεση οκτώ φορές μικρότερη, δηλαδή 0,5 atm (γ).
63. Από τη σχέση $\pi = cRT$ φαίνεται ότι η ωσμωτική πίεση είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση και στη συγκεκριμένη άσκηση φαίνεται εύκολα ότι: (1, γ) (2, α) (3, δ) (4, β)
64. α. Θα αυξηθεί.
α'. Θα ελαττωθεί.
β. Το διάλυμα που θα προκύψει θα είναι 0,2 M άρα ισοτονικό με το διάλυμα Α (ii).
65. Ποσότητα νερού θα κινηθεί προς τα δεξιά με αποτέλεσμα η κινητή μεμβράνη να κινηθεί προς τα αριστερά κατά y cm μέχρι οι συγκεντρώσεις να γίνουν ίσες, για να έχουμε ίσες ωσμωτικές πιέσεις.
- $$\frac{0,3}{(24-y)s} = \frac{0,9}{(24+y)s} \Rightarrow y = 12$$
66. $4,92 V = (0,5 + 1,5)0,082 \cdot 300 \rightarrow V = 10 \text{ L}$.
67. Διαλύονται στο νερό x mol Α και y mol Β.
 $x \cdot 100 + y \cdot 80 = 34$ (1)
 $9,84 \cdot 1 = (x+y)0,082 \cdot 300$ (2).
 Λύνουμε και βρίσκουμε $x = 0,1$ και $y = 0,3$, δηλαδή 10 g Α και 24 g Β.

$$68. \quad c_1 = \frac{\pi_1}{RT} \quad c_2 = \frac{\pi_2}{RT} \quad c_3 = \frac{\pi_3}{RT}$$

$$n_1 + n_2 = n_T$$

$$\text{ή } c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_T V_T$$

$$\frac{\pi_1 V_1}{RT} + \frac{\pi_2 V_2}{RT} = \frac{\pi_T (V_1 + V_2)}{RT}$$

$$2 \cdot 3 + 4 \cdot 4 = \pi_T \cdot 6$$

$$\pi_T = 22/6 \text{ atm} = 11/3 \text{ atm.}$$

69. Αντίστοιχα με την 68.

$$\pi_1 V_1 + \pi_2 V_2 = \pi_3 V_3$$

$$2 \cdot V_1 + 5 \cdot 6 = 3(V_1 + 6)$$

$$V_1 = 12 \text{ L}$$

70. Είναι ισοτονικά, άρα έχουν την ίδια συγκέντρωση στην ίδια θερμοκρασία. Αν x είναι η M_T του B έχουμε:

$$\frac{4,25}{0,1} = \frac{10}{1} \Rightarrow x = 255$$

Γενικά προβλήματα

71. Όσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση του σ.β. τόσο μεγαλύτερη είναι η molality και τόσο μεγαλύτερη είναι η ελάττωση του σ.π. οπότε εύκολα έχουμε:

$$(1, \delta) (2, \alpha) (3, \beta) (4, \gamma)$$

72. α. Στα 20 g της γλυκόζης που περιέχει 10% κ.β. υγρασία έχουμε 18 g καθαρής γλυκόζης και 2 g νερού, οπότε συνολικά έχουμε 100 g νερού.

$$\Delta T = 0,50 \frac{18}{180} \frac{1000}{100} = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ και το διάλυμα βράζει στους}$$

$$100,52 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

β. Το διάλυμα έχει όγκο $V = \frac{98 + 20}{1,18} \text{ mL} = 100 \text{ mL}$ και ωσμωτική πίεση:

$$\pi = \frac{0,1}{0,1} 0,082 \cdot 300 \text{ atm} = 26,4 \text{ atm}$$

73. Το νερό έχει μεγαλύτερη τάση ατμών από διάλυμα γλυκόζης 1 M. Στις συνθήκες του πειράματος θα εξαερωθεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού στο δοχείο που περιέχει το νερό.

$$74. \quad \Delta T_f = 0,2 = k_f \cdot \frac{1}{74} \frac{1000}{250}$$

$$\Delta T_{f2} = 0,9 = k_f \cdot \frac{4,46}{M_r} \frac{1000}{200}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{9} = \frac{M_r \cdot 200}{74 \cdot 4,46 \cdot 250} \Rightarrow M_r = 91,67$$

75. Υπολογίζουμε τη p του διαλύματος θεωρώντας ότι περιέχει μόνο ουρία.

$$p = 40,5 \frac{\frac{72}{18}}{\frac{72}{18} + \frac{3}{60}} \text{ mmHg} = 40 \text{ mmHg}$$

Άρα δεν υπάρχει άλλη ουσία.

$$76. \quad \Delta T_f = (6,5 - 4,16) \text{ }^\circ\text{C} = 20 \cdot n_s \cdot \frac{1000}{100} \text{ }^\circ\text{C}$$

$$n_s = \frac{2,34}{200} \text{ mol} = 0,0117 \text{ mol}$$

$$V_{\text{διαλ}} = \frac{100 + 3}{1,03 \cdot 10^3} \text{ L} = \frac{1}{10} \text{ L}$$

$$\pi = \frac{0,017}{0,1} 0,082 \cdot 300 \text{ atm} = 2,88 \text{ atm}$$

77. Υπολογίζουμε τη molality

$$m = \frac{1,04}{0,52} = 2 \text{ οπότε}$$

$$\alpha. p_{\delta} = 30 \frac{\frac{1000}{18}}{\frac{1000}{18} + 2} \text{ mmHg} = 28,96 \text{ mmHg}$$

β. Η μάζα του διαλύματος είναι $(1000 + 2 \cdot 180) \text{ g} = 1360 \text{ g}$

Ο όγκος του διαλύματος είναι $\frac{1360}{1,2} \text{ mL} = 1133,33 \text{ mL}$ και η

$$\pi = \frac{2}{1,133} \cdot 0,082 \cdot 300 \text{ atm} = 43,4 \text{ atm}$$

78. Υπολογίζουμε τα mol της γλυκόζης στο αρχικό διάλυμα

$$12,3 \cdot \frac{550}{1,1 \cdot 1000} = n_{\gamma\lambda\upsilon\kappa} \cdot 0,082 \cdot 300 \Leftrightarrow n_{\gamma\lambda\upsilon\kappa} = 0,25 \text{ mol}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = (550 - 0,25 \cdot 180) \text{ g} = 505 \text{ g}$$

α. Στο διάλυμα Α έχουμε:

$$\Delta T_f = 1,86 \cdot 0,25 \cdot \frac{1000}{505} \text{ } ^\circ\text{C} = 0,92 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ δηλαδή πήζει στους } -0,92 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

β. Στο διάλυμα Β έχουμε:

$$p_{\delta} = 30 \frac{\frac{505}{18}}{\frac{505}{18} + \left(0,25 + \frac{10}{180}\right)} \text{ mmHg} = 29,67 \text{ mmHg}$$

79. Τα δύο ποτήρια πρέπει τελικά να περιέχουν δύο διαλύματα με ίσες συγκεντρώσεις. Αυτό δεν μπορεί να συμβεί γιατί το ένα ποτήρι περιέχει μόνο νερό, οπότε όλο το νερό θα μεταφερθεί στο δοχείο Β που θα περιέχει $1200 \text{ g H}_2\text{O} + 0,2 \text{ mol ζάχαρης } (\gamma)$.
80. Όλο το νερό θα φύγει από το δοχείο Α και θα μεταφερθεί στα δύο άλλα δοχεία για να αποκτήσουν την ίδια molality. Για να συμβεί αυτό υπολογίζεται ότι όλο το νερό μεταφέρεται στο πυκνότερο διάλυμα (ποτήρι Β) που τελικά θα περιέχει $1200 \text{ g H}_2\text{O}$ και $0,2 \text{ mol ζάχαρης}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ

1-10. Οι απαντήσεις προκύπτουν εύκολα από τη θεωρία.

Ασκήσεις - προβλήματα

α. Ενθαλπία αντίδρασης ΔH - Κανονική ενθαλπία αντίδρασης ΔH°

11. Βλέπε θεωρία.

12. Βλέπε θεωρία.

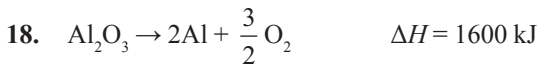
13. Η σωστή απάντηση είναι η γ.

14. Η σωστή απάντηση είναι η α.

15. Τα $\frac{124 \text{ g}}{6,2 \text{ g}} = \frac{3010 \text{ kJ}}{\omega} \Leftrightarrow \omega = 150,5 \text{ kJ}$



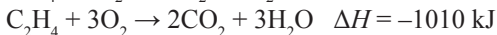
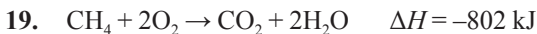
17. Η διαφορά οφείλεται στη διαφορετική φυσική κατάσταση του H_2O .



$$\frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = \frac{1600 \text{ kJ}}{x} \rightarrow x = 3200 \text{ kJ}$$



$$\frac{12 \text{ gr}}{y} = \frac{394 \text{ kJ}}{3200 \text{ kJ}} \rightarrow y = 97,46 \text{ g}$$



Έστω x mol CH_4 και y mol C_2H_4 στα 6 g του μίγματος που καίγονται. Από τα δεδομένα έχουμε:

$$16x + 28y = 6$$

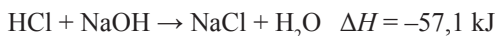
$$802x + 1010y = 261,4$$

Λύνουμε και βρίσκουμε: $x = 0,2$ και $y = 0,1$, δηλαδή 3,2 g CH_4 και 2,8 g C_2H_4 .

20. Υπολογίζουμε τις ποσότητες HCl και NaOH:

$$3 \cdot 0,2 \text{ mol HCl} = 0,6 \text{ mol HCl και}$$

$$2 \cdot 0,25 \text{ mol NaOH} = 0,5 \text{ mol NaOH}$$



Αρχικά/ mol 0,6 0,5

Αντιδρούν/mol: 0,5 0,5

Αντιδρούν 0,5 mol HCl και ελευθερώνονται $0,5 \cdot 57,1 \text{ kJ} = 28,55 \text{ kJ}$

21. $\text{NH}_4\text{NO}_3(s) \rightarrow \text{NH}_4^+(aq) + \text{NO}_3^-(aq) \quad \Delta H = 25,06 \text{ kJ}$

Διαλύονται $\frac{80 \text{ g}}{10 \text{ g}}$ NH_4NO_3 και απορροφώνται $\frac{25,06}{x} \text{ kJ}$

δηλαδή $x = 3,13 \text{ kJ}$

22. Βλέπε θεωρία

β. Θερμιδομετρία

23. $Q = m c \Delta\theta \rightarrow Q = 2500 \cdot 1 \cdot 10 \text{ cal} = 25 \text{ kcal}$

24. $Q = (m c + k) \Delta\theta \rightarrow Q = (1800 \cdot 1 + 1500) \cdot 8 \text{ cal} = 26400 \text{ cal} = 26,4 \text{ kcal}$

25. $m_{\text{νερού}} = 7,2 \cdot 10^8 \text{ km}^3 \cdot 1 \text{ g/mL} = 7,2 \cdot 10^8 \cdot 1 \cdot 10^9 \cdot 10^6 \text{ g}$

$$Q = 7,2 \cdot 10^{23} \cdot 1 \cdot 1 \text{ cal} = 7,2 \cdot 4,18 \cdot 10^{23} \text{ J}$$

$$\frac{1 \text{ βόμβρα}}{\omega} = \frac{10^{15} \text{ J}}{30 \cdot 10^{23} \text{ J}} \rightarrow \omega = 3 \cdot 10^9 \text{ βόμβρες}$$

26. $Q = (1500 \cdot 4,18 + 1500) \cdot 4 \text{ J} = 31080 \text{ J}$
 $\frac{2 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g}} = \frac{31,08 \text{ kJ}}{x} \rightarrow x = 2797,2 \text{ kJ}$
 $\Delta H = -2797,2 \text{ kJ/mol}$
27. $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ καίγεται και ελευθερώνει $\frac{1000}{22,4} \cdot 340 \text{ kcal} =$
 15178 kcal
 $Q = m c \Delta T \rightarrow 15178 = x \cdot 1 \cdot 70 \rightarrow x = 216,8$
 Δηλαδή θερμαίνονται $216,8 \text{ kg H}_2\text{O}$.
28. $Q = 2000 \cdot 1 \cdot 38 \text{ cal} = 76 \text{ kcal}$
 Καίγονται $x \text{ mol CH}_4$ και $y \text{ mol C}_2\text{H}_4$ οπότε έχουμε:
 $16x + 28y = 6 \text{ (1)}$
 $210x + 340y = 76 \text{ (2)}$
 Λύνουμε και βρίσκουμε $x = 0,2$ και $y = 0,1$, δηλαδή $3,2 \text{ g CH}_4$ και
 $2,8 \text{ g C}_2\text{H}_4$.

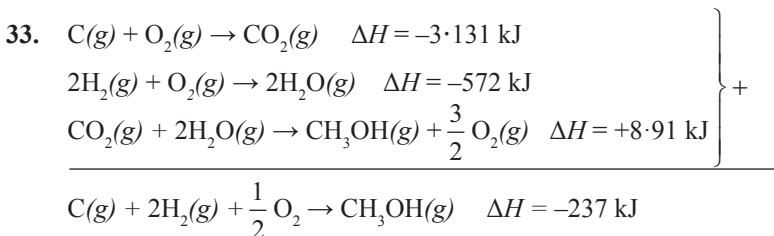
γ. Νόμοι Θερμοχημείας

29. Η σωστή απάντηση προφανώς είναι η γ.
30. $2\text{C(γραφ)} + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -787 \text{ kJ}$
 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -285,8 \text{ kJ}$
 $2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = +1297,9 \text{ kJ}$ } +

 $2\text{C(γραφ)} + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = x \text{ kJ}$
 Σύμφωνα με το νόμο του Hess:
 $x = -787 - 285,8 + 1297,9$ ή $x = 225,1$
31. $\text{C(γραφ)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -393,5 \text{ kJ}$
 $2\text{S(ρομβικό)} + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -592,2 \text{ kJ}$
 $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CS}_2(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = +1072 \text{ kJ}$ } +

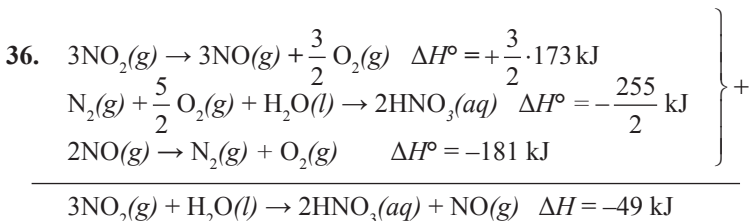
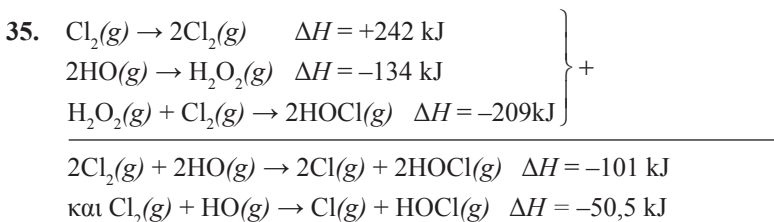
 $\text{C(γραφ)} + 2\text{S(ρομβικό)} \rightarrow \text{CS}_2(\text{l}) \quad \Delta H^\circ = +86,3 \text{ kJ}$

32. Θα υπολογίσουμε τις ενθαλπίες καύσης του C(γραφ), του H₂ και της CH₃OH και μετά εφαρμόζοντας το νόμο του Hess θα υπολογίσουμε την ενθαλπία σχηματισμού της CH₃OH.



34. Τα 8 g H₂ είναι 4 mol H₂ και περιέχουν 4N_A μόρια.

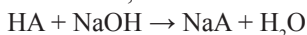
$$\frac{1 \text{ μόριο } H_2}{4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}} = \frac{7,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{x} \rightarrow x = 178,2 \cdot 10^4 \text{ J δηλαδή} \\
 1782 \text{ kJ}$$



Γενικά προβλήματα

37. Υπολογίζουμε τις ποσότητες του οξέος και της βάσης:

$$4 \cdot 0,2 \text{ mol HA και } 2 \cdot 0,25 \text{ mol NaOH}$$



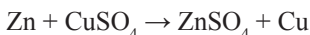
$$\text{αρχικά: } 0,8 \quad 0,5 \quad (\text{mol})$$

$$\text{αντιδρούν: } 0,5 \quad 0,5 \quad (\text{mol})$$

Τα 0,5 mol ελευθερώνουν 25,4 kJ, επομένως το 1 mol ελευθερώνει 50,8 kJ. Η διαφορετική τιμή από την ΔH εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση οφείλεται στη θερμότητα που απαιτείται για τον ιοντισμό του ασθενούς οξέος.

38. Η μάζα του διαλύματος είναι 25 g και το ποσό της θερμότητας

$$Q = 25 \cdot 4,18 \cdot 50,6 = 5288 \text{ J}$$



$$\frac{0,025 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = \frac{\text{ελευθ } 5,288 \text{ kJ}}{x} \quad \text{ή } x = 211,6 \text{ kJ,}$$

δηλαδή $\Delta H = -211,6 \text{ kJ}$.

39. Υπολογίζουμε τις ποσότητες του HBr και NaOH:

$$0,2 \cdot 0,2 \text{ mol HBr} = 0,04 \text{ mol HBr και}$$

$$0,2 \cdot 0,3 \text{ mol NaOH} = 0,06 \text{ mol NaOH.}$$

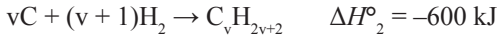
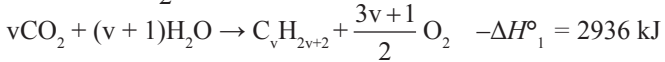
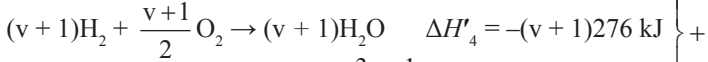
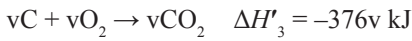
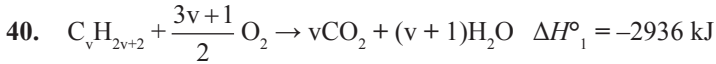
Αντιδρούν 0,04 mol HBr και ελευθερώνονται:

$$0,04 \cdot 13,5 \text{ kcal} = 0,54 \text{ kcal} = 540 \text{ cal.}$$

Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι 0,4 L ή 400 g οπότε:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{ή } 540 = 400 \cdot 1 \cdot \Delta\theta \quad \text{ή } \Delta\theta = 1,35 \text{ }^\circ\text{C, οπότε η τελική}$$

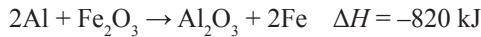
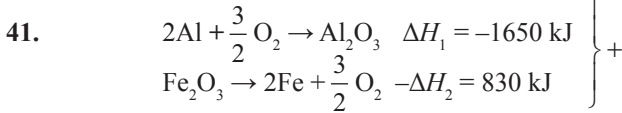
θερμοκρασία θα είναι: $(18 + 1,35) \text{ }^\circ\text{C} = 19,35 \text{ }^\circ\text{C}$.



οπότε $-376v - (v+1)276 + 2936 = -600 \rightarrow$

$$-652v = -3260 \quad \text{ή} \quad v = 5$$

και το αλκάνιο είναι το C_5H_{12} .



αρχ: $\frac{270}{27} \quad \frac{1000}{160} \quad (\text{mol})$

αντ: $10 \quad 5 \quad (\text{mol})$

και ελευθερώνουν: $5 \cdot 820 \text{ kJ} = 4100 \text{ kJ}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

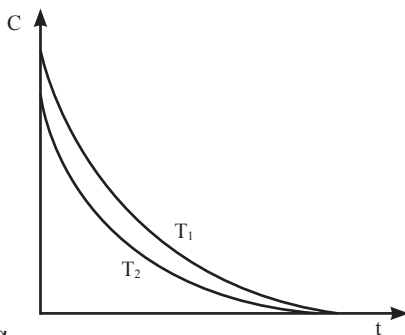
1-21. Οι απαντήσεις προκύπτουν εύκολα από τη θεωρία.

Ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα

α. Ταχύτητα αντίδρασης

22. Βλέπε θεωρία.
23. Βλέπε θεωρία.
24. Βλέπε θεωρία.
25. Από αυτά που αναφέρουμε στη θεωρία φαίνεται εύκολα ότι η ενέργεια ενεργοποίησης για την $A + B \rightarrow \Gamma + \Delta$ είναι η E_1 και για την $\Gamma + \Delta \rightarrow A + B$ είναι η E_2 .
26. Είναι εύκολο να συμπληρώσουμε τα κενά μελετώντας τη θεωρία.
27. (i) Η πρώτη καμπύλη αντιστοιχεί στο σώμα Α και η δεύτερη αντιστοιχεί στο σώμα Β. Τη χρονική στιγμή t_v η ταχύτητα μηδενίζεται.

(ii) Όταν η θερμοκρασία αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης μεγαλώνει οπότε η ταχύτητα μηδενίζεται γρηγορότερα.



28. Βλέπε θεωρία.

29. Οι απαντήσεις στα ερωτήματα (α) και (β) είναι απλές.
 (γ), (δ): Από τους συντελεστές της αντίδρασης φαίνεται ότι το σώμα Α είναι σε περίσσεια άρα στο τέλος της αντίδρασης η ποσότητα του Α δε μηδενίζεται, ενώ η ποσότητα του Β μηδενίζεται.
 Άρα (γ): Σ και (δ): Λ.
 (ε): Επειδή κατά την αντίδραση δε μεταβάλλεται ο συνολικός αριθμός mol των αερίων, η πίεση πράγματι παραμένει σταθερή.
30. Αν αντιδρούν $\frac{x \text{ mol N}_2}{L}$ τότε παράγονται $\frac{2x \text{ mol NH}_3}{L}$ από όπου φαίνεται ότι η σωστή απάντηση είναι η (δ).
31. Η $\frac{d[\Delta]}{dt}$ δεν είναι η ταχύτητα της αντίδρασης, η ταχύτητα είναι $\frac{1}{2} \frac{d[\Delta]}{dt}$.
32. $v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{0,2}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.
33. $v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{0,2}{10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

β. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης - Νόμος ταχύτητας

34. Η πρόταση (γ).
35. Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία κατά 10 °C η ταχύτητα γίνεται 2v, όταν η θερμοκρασία γίνεται (40 + 2·10) °C η ταχύτητα θα γίνει 2²v και όταν γίνει (40 + 4·10) °C = 80 °C η ταχύτητα θα γίνει 2⁴v = 16v (απάντηση β).
36. Η αντίδραση είναι δευτέρας τάξης και είναι πολύπλοκη.

37. 1^{ης} τάξης: $v = k \cdot c$ άρα η k έχει μονάδες:

$$\frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = \text{s}^{-1}$$

- 2^{ης} τάξης: $v = k \cdot c^2$ άρα η k έχει μονάδες:

$$\frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}} = \text{mol} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$$

38. Βλέπε θεωρία.

39. Διαβάζοντας τη θεωρία βλέπουμε ότι η σωστή απάντηση είναι η (γ).

40. α. (Λ) Αυξάνει την ταχύτητα όλων των αντιδράσεων.
 β. (Λ) Δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν αντιδράσεις 5^{ης} τάξης.
 γ. (Σ) Προφανώς είναι σωστό.
 δ. (Λ) Οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας εξαρτώνται από την τάξη της αντίδρασης.
 ε. (Λ) Προφανώς είναι λάθος γιατί η ταχύτητα θα γίνει

$$2^{10} v_{\text{αρχ}} \neq 20 v_{\text{αρχ}}$$

41. Η σωστή απάντηση είναι η (γ).

42. α. (Λ) Η ταχύτητα ελαττώνεται με την πάροδο του χρόνου.
 β. (Σ) Όπως εξηγούμε στη θεωρία η πρόταση είναι σωστή.
 γ. (Σ) Ο Zn με τη μορφή σκόνης παρουσιάζει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής.

43. $v_1 = k_1 \cdot [A]^2 \cdot [B] = k \cdot 3^2 \cdot 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 Όταν η ποσότητα του Γ γίνει 1 mol θα έχουμε 1 mol του Α και 1 mol του Β, οπότε $v_2 = k_2 \cdot [A]^2 \cdot [B] = k \cdot 1^2 \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k3^2 2}{k1^2 1} = 18, \text{ ορθή απάντηση η (α).}$$

44. Φαίνεται εύκολα από τη μελέτη της θεωρίας ότι (α) Σ, (β) Λ, (γ) Σ, (δ) Λ.

45. α. $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$
 β. $v_1 = 10 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1,5 \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 1^2 \cdot \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} = 15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 γ. Όταν έχουμε 4,5 mol του Α θα έχουμε 1 mol του Β:
 $v_2 = 10 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{min}^{-1} \cdot 4,5 / 4 \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot (1/4)^2 \cdot \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} = (45/64) \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

46. $v = k \cdot [A_2] \cdot [B_2]$
 $v_1 = 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 0,6 \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,8 \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ή
 $v_1 = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 Όταν παράγονται 0,8 mol AB απομένουν 0,2 mol του A_2 και 0,4 mol του B_2 : $v_2 = 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 0,2 \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,4 \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ή
 $v_2 = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

47. α. $v = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y$
 $2 \cdot 10^{-2} = k (0,1)^x (0,1)^y$ (1)
 $4 \cdot 10^{-2} = k (0,1)^x (0,2)^y$ (2)
 $8 \cdot 10^{-2} = k (0,4)^x (0,1)^y$ (3) $\Rightarrow y = 1$
 $\Rightarrow x = 1$

Το τέταρτο πείραμα επαληθεύει τις τιμές που βρήκαμε, οπότε

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

β. Η αντίδραση είναι 2^{ης} τάξης.

$$\gamma. k = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,1 \cdot 0,1} \text{ mol}^{-1} \text{L min}^{-1} = 2 \text{ mol}^{-1} \text{L min}^{-1}$$

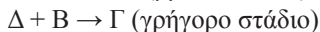
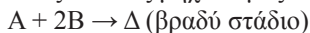
48. α. $v = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y \cdot [\Gamma]^\omega$
 $3 \cdot 10^{-4} = k (0,1)^x (0,1)^y (0,1)^\omega$ (1)
 $18 \cdot 10^{-4} = k (0,3)^x (0,2)^y (0,1)^\omega$ (2)
 $9 \cdot 10^{-4} = k (0,3)^x (0,1)^y (0,1)^\omega$ (3)
 $36 \cdot 10^{-4} = k (0,3)^x (0,2)^y (0,2)^\omega$ (4)

Λύνουμε και βρίσκουμε $x = y = \omega = 1$, οπότε $v = k \cdot [A] \cdot [B] \cdot [\Gamma]$

$$\beta. k = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1} \text{ mol}^{-2} \text{L}^2 \text{s}^{-1} = 3 \cdot 10^{-1} \text{ mol}^{-2} \text{L}^2 \text{s}^{-1}$$

49. Η αντίδραση δεν είναι απλή και πραγματοποιείται σε στάδια.

Ένας πιθανός μηχανισμός είναι:



50. Αν η συγκέντρωση του NO είναι A και του Cl₂ είναι B:

$$v_1 = k_1 \cdot [\text{NO}]^x \cdot [\text{Cl}_2]^y = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [\text{B}]^y$$

$$v_2 = k \cdot [2\text{A}]^x \cdot [2\text{B}]^y = 8v_1 \text{ ή } 2^x \cdot 2^y = 8$$

$$v_3 = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [2\text{B}]^y = 2v_1 \text{ ή } 2^y = 2$$

$$\text{οπότε } y = 1 \text{ και } x = 2 \text{ και } v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]$$

Η αντίδραση είναι 3^{ης} τάξης.

51. α. $v = k [\text{H}_2]^x \cdot [\text{NO}]^y$

$$\text{Π}_1: 0,19 = k (0,39)^x \cdot (0,70)^y$$

$$\text{Π}_2: 0,76 = k (0,39)^x \cdot (1,40)^y$$

$$\text{Π}_3: 1,52 = k (0,78)^x \cdot (1,40)^y$$

$$\text{Βρίσκουμε } x = 1 \text{ και } y = 2, \text{ οπότε } v = k [\text{H}_2] \cdot [\text{NO}]^2$$

γ. Η αντίδραση είναι 3^{ης} τάξης. Προφανώς η αντίδραση δεν είναι απλή.

52. α, β. Διάγραμμα I: Γ 0

$$\text{Διάγραμμα II: A } 0,3 \text{ M}$$

$$\text{Διάγραμμα III: B } 0,6 \text{ M}$$

$$\text{Διάγραμμα IV: Δ } 0,3 \text{ M}$$

$$\gamma. v = -\frac{\Delta[\text{A}]}{\Delta t} = -\frac{[0,3 - 0,6]}{20} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0,015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\delta. \text{A: } 0,015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{B: } 0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Γ: } 0,045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Δ: } 0,015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

ε. Τη χρονική στιγμή $t = 20 \text{ s}$ η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μηδέν.

53. (i) α. βραδύτερη λόγω μικρότερης επιφάνειας επαφής.

β. ίδιος επειδή είναι ίδια η ποσότητα.

(ii) α. βραδύτερη επειδή ελαττώνεται η συγκέντρωση του HCl.

- β. μικρότερος επειδή ελαττώνεται η ποσότητα του HCl.
- (iii) α. ταχύτερη επειδή αυξάνει η συγκέντρωση του HCl.
β. μεγαλύτερος επειδή αυξάνει η ποσότητα του HCl.
- (iv) α. ταχύτερη επειδή αυξάνει η συγκέντρωση του HCl.
β. ίδιος επειδή παραμένει σταθερή η ποσότητα του HCl.
- (v) α. βραδύτερη.
β. ίδιος.
- (vi) α. ίδια.
β. μεγαλύτερος.
54. α. (Γραφική παράσταση)
- β.
$$v = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = -\frac{4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ min}^{-1}} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$
- γ. Βρίσκεται γραφικά.
δ. Βρίσκεται γραφικά.
55. Η (γ) γιατί όταν η θερμοκρασία περάσει μια ορισμένη τιμή, το ένζυμο δε μπορεί να δράσει καταλυτικά.
56. α.
$$v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]$$
- $$k = \frac{1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{[3]^2 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \cdot [1] \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^{-2} \text{L}^2 \text{s}^{-1}$$
- β. Όταν περισσεύουν 0,4 mol Cl₂ θα περισσεύουν και (3 - 2·0,6) mol NO = 1,8 mol NO, οπότε
$$v = 2 \cdot 10^{-4} \cdot (1,8)^2 \cdot 0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}.$$
- γ. Όταν περισσεύει 1 mol NO έχουν αντιδράσει 2 mol NO και 1 mol Cl₂ οπότε αντέδρασε όλο το χλώριο και η ταχύτητα μηδενίζεται.
- δ.
$$p_1 = \frac{4 \cdot 0,082 \cdot 800}{1} \text{ atm} = 262,4 \text{ atm}$$
- $$p_2 = \frac{(0,4 + 3) \cdot 0,082 \cdot 800}{1} \text{ atm} = 223,04 \text{ atm}$$
- $$p_3 = \frac{3 \cdot 0,082 \cdot 800}{1} \text{ atm} = 196,8 \text{ atm}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

1-9. Οι απαντήσεις προκύπτουν εύκολα από τη θεωρία.

Ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα

10. Βλέπε θεωρία.
11. Βλέπε θεωρία.
12. Βλέπε θεωρία.
13. Στην ισορροπία θα έχουμε $[B] > [Γ]$, γιατί αρχικά $[B] = [Γ]$, η αντίδραση θα προχωρήσει προς τα αριστερά, αφού δεν έχουμε Α με αποτέλεσμα να αυξηθεί η $[B]$ και να ελαττωθεί η $[Γ]$.
14. Προφανώς σωστή είναι η (β), γιατί καταναλώνεται ποσότητα H_2 μεγαλύτερη από την ποσότητα του N_2 .
15. α. Το πόσο προχωράει η μία αντίδραση είναι ανεξάρτητο της ταχύτητας (Λ).
β. Προφανώς είναι (Σ).
γ. Όπως φαίνεται από τη θεωρία είναι (Λ).
δ. Από τον ορισμό της χημικής ισορροπίας φαίνεται ότι είναι (Σ).
16. Βάζουμε 4 mol PCl_5 και διασπώνται $4 \cdot 0,6 \text{ mol} = 2,4 \text{ mol}$

	$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$		
αρχικά	4 mol		
αντ - σχημ	2,4 mol	2,4 mol	2,4 mol
ισορροπία	1,6 mol	2,4 mol	2,4 mol

οπότε $[Cl_2] = 1,2 \text{ M}$, $[PCl_3] = 1,2 \text{ M}$, $[PCl_5] = 0,8 \text{ M}$

17. α. Βάζουμε 29,7 g COCl_2 ή 0,3 mol COCl_2 και στην ισορροπία έχουμε 4,2 g CO ή 0,15 mol CO. Σχηματίζουμε το σχετικό πίνακα:

	$\text{COCl}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{Cl}_2(g)$		
Αρχικά/ mol	0,3		
αντ – σχημ/ mol	0,15	0,15	0,15
Ισορροπία/ mol	0,15	0,15	0,15

$$\beta. \alpha = \frac{0,15}{0,3} = 0,5 = 50\%$$

$$\gamma. p_{\text{Cl}_2} = p_{\text{CO}} = p_{\text{COCl}_2} = \frac{0,15 \cdot 0,082 \cdot 500}{41} \text{ atm} = 0,15 \text{ atm}$$

$$\delta. p_{\text{ολ}} = (0,15 + 0,15 + 0,15) \text{ atm} = 0,45 \text{ atm}$$

18. Βάζουμε 0,04 mol N_2O_4 και διασπώνται x mol N_2O_4 :

	N_2O_4	\rightleftharpoons	2NO_2
αρχικά/ mol	0,04		
αντ – σχημ/ mol	x		2x
Ισορροπία/ mol	(0,04-x)		2x

$$\alpha. p_{\text{ολ}} \cdot V_{\delta} = n_{\text{ολ}} RT \rightarrow 2 \cdot 0,082 = (0,04 + x) \cdot 0,082 \cdot 400$$

$$\rightarrow x = 0,01 \text{ και έχουμε } 0,02 \text{ mol NO}_2 \text{ και } 0,03 \text{ mol N}_2\text{O}_4.$$

$$\beta. p_{\text{NO}_2} = \frac{0,02 \cdot 0,082 \cdot 400}{0,82} \text{ atm} = 0,8 \text{ atm}$$

$$p_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{0,03 \cdot 0,082 \cdot 400}{0,82} \text{ atm} = 1,2 \text{ atm}$$

$$\gamma. \alpha = \frac{0,01}{0,04} = \frac{1}{4} = 25\%$$

19. Βάζουμε x mol CO_2 και διασπώνται $0,5 x$ mol CO_2 .

	$2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$		
αρχικά/ mol	x		
αντ – σχημ/ mol	$0,5x$	$0,5x$	$0,25$
Ισορροπία/ mol	$0,5x$	$0,5x$	$0,25x$

Επειδή η αναλογία mol είναι και αναλογία μερικών πιέσεων η σωστή σχέση είναι η (γ).

20. Βλέπε θεωρία.
21. α. Προς τα αριστερά αφού η προς τα δεξιά είναι εξώθερμη.
β. Προς τα αριστερά για να ελαττωθεί ο αριθμός των moles.
γ. Προς τα αριστερά, για να καταναλωθεί το CO .
22. Από τη θεωρία φαίνεται εύκολα ότι: (α) Σ, (β) Λ, (γ) Λ
23. α. Δε μετατοπίζεται γιατί μένει σταθερός ο αριθμός των moles των αερίων.
β. Δεξιά για να αυξηθεί το πλήθος των moles των αερίων.
γ. Δεξιά για να αυξηθεί το πλήθος των moles των αερίων.
δ. Δεξιά για να αυξηθεί το πλήθος των moles των αερίων.
24. Η (β)
25. Η (β) και η (δ).
26. α. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης και ελαττώνει την απόδοσή της, γιατί η αντίδραση είναι εξώθερμη.
β. Η αύξηση της πίεσης με μεταβολή του όγκου του δοχείου αυξάνει την ταχύτητα και την απόδοση της συγκεκριμένης αντίδρασης.

27. Η σωστή έκφραση είναι η (β).

28. Η σωστή έκφραση είναι η (γ).

$$29. \quad k_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{(0,7)^2}{0,4^2 \cdot 0,1} \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 30,625 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(Στις επόμενες ασκήσεις θα παραλείψουμε τις μονάδες της k_c)

$$30. \quad k_c = \frac{[\Gamma]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{6^2}{2 \cdot 4} = 4,5$$

$$31. \quad k_c' = \frac{1}{k_c} = \frac{1}{1,25} = 0,8$$

$$32. \quad k_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{\left(\frac{2}{V}\right)^2 \left(\frac{5}{V}\right)}{\left(\frac{5}{V}\right)^2} = 0,2 \Rightarrow V = 4 \text{L}$$

33. Η k_c μιας ορισμένης χημικής εξίσωσης μεταβάλλεται μόνο με τη θερμοκρασία και μάλιστα στις ενδόθερμες αντιδράσεις η ελάττωση της θερμοκρασίας προκαλεί ελάττωση της k_c (αρχή Le Chatelier). Άρα σωστή απάντηση είναι η (β).

34.

	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$		
Αρχικά/mol	4	10	
αντ - σχημ/mol	3	9	6
Ισοροπία/mol	1	1	6

$$\alpha = 9/10 = 90\% \rightarrow K_c = \frac{3^2}{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2}\right)^3} = 144$$

35. Θεωρούμε ότι αντιδρούν x mol H_2 .

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	\rightleftharpoons	$2HI(g)$
αρχικά:	1 mol		1 mol		
αντ – σχημ:	x mol		x mol		$2x$ mol
ισορροπία:	$(1-x)$ mol		$(1-x)$ mol		$2x$ mol

$$k_c = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} = 49$$

Η δεκτή λύση είναι $x = \frac{7}{9}$ και η ποσότητα του HI είναι $\frac{14}{9}$ mol.

36. α. $k_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$

β. Οι μονάδες της k_c είναι $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

γ. $k_c' = \frac{1}{k_c} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-3}}$ και μονάδες $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L}$

δ. Η αντίδραση θα μετατοπιστεί προς τα:

i. δεξιά

ii. αριστερά

iii. δεξιά

iv. Η k_c μεταβάλλεται μόνο στην περίπτωση (iii) και συγκεκριμένα αυξάνει, γιατί η αντίδραση είναι ενδόθερμη.

37. $k_c = \frac{[\text{γλυκόζη}]}{[\text{φρουκτόζη}]} = \frac{0,1}{0,15} = 0,67$

$\alpha = \frac{0,1}{0,25} = 0,4 = 40\%$

38. α. Έστω ότι αντιδρούν x mol CO.

	$\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$			
αρχικά:	1 mol	1 mol		
αντ – σχημ:	x mol	x mol	x mol	x mol
ισορροπία:	$(1-x)$ mol	$(1-x)$ mol	x mol	x mol

$$k_c = 4 = \frac{x^2}{\frac{V^2}{\left(\frac{1-x}{V}\right)^2}}$$

Η δεκτή λύση είναι $x = 2/3$, παράγονταν $2/3$ mol H_2 και η απόδοση είναι $\frac{2/3}{1} = 66,67\%$

Αν βάζαμε 1 mol CO και 1,6 mol H_2O θα είχαμε:

$$k_c = 4 = \frac{x^2}{\left(\frac{1-x}{V}\right)\left(\frac{1,6-x}{V}\right)}$$

Η δεκτή λύση είναι $x = 0,8$

39. Βάζουμε 1 mol CO, παραμένει χωρίς να αντιδράσει $1/3$ mol CO, άρα αντιδρούν $2/3$ mol CO.

	$\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$			
αρχικά:	1 mol	1 mol		
αντ – σχημ:	$2/3$ mol	$2/3$ mol	$2/3$ mol	$2/3$ mol
ισορροπία:	$1/3$ mol	$1/3$ mol	$2/3$ mol	$2/3$ mol

$$k_c = \frac{\frac{2}{3V} \frac{2}{3V}}{\frac{1}{3V} \frac{1}{3V}} = 4$$

β. Έστω ότι προσθέτουμε x mol H₂O.

	CO(g) + H ₂ O(g) ⇌ CO ₂ (g) + H ₂ (g)			
αρχικά:	1 mol	(1+x) mol		
αντ – σχημ:	0,8 mol	0,8 mol	0,8 mol	0,8 mol
ισορροπία:	0,2 mol	(0,2+x) mol	0,8 mol	0,8 mol

$$k_c = \frac{\frac{0,8}{V} \frac{0,8}{V}}{\frac{0,2}{V} \frac{(0,2+x)}{V}} = 4 \Rightarrow x = 0,6 \text{ mol}$$

40. Έστω ότι προσθέτουμε x mol από το Β. Υπάρχουν 2 περιπτώσεις:
α) Αν $x \geq 2$, αντιδρά το 80% του Α.

	A(g) + B(g) ⇌ Γ(g) + Δ(g)			
αρχικά:	2 mol	x mol		
αντ – σχημ:	1,6 mol	1,6 mol	1,6 mol	1,6 mol
ισορροπία:	0,4 mol	(x-1,6) mol	1,6 mol	1,6 mol

$$k_c = 4 = \frac{\frac{1,6}{V} \frac{1,6}{V}}{\frac{0,4}{V} \frac{(x-1,6)}{V}} \Rightarrow x = 3,2, \text{ η λύση είναι δεκτή γιατί } 3,2 > 2$$

- β) Αν $x \leq 2$, αντιδρά το 80% του Β.

	A(g) + B(g) ⇌ Γ(g) + Δ(g)			
αρχικά:	2 mol	x mol		
αντ – σχημ:	0,8x mol	0,8x mol	0,8x mol	0,8x mol
ισορροπία:	(2-0,8x) mol	0,2x mol	0,8x mol	0,8x mol

$$k_c = 4 = \frac{\frac{0,8x}{V} \frac{0,8x}{V}}{\frac{(2-0,8x)}{V} \frac{0,2x}{V}} \Rightarrow x = 1,25, \text{ η λύση είναι δεκτή γιατί } 1,25 < 2.$$

41. Βάζουμε 1 mol A και 1 mol B και η απόδοση της αντίδρασης $A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g)$ είναι 60%.

Αν βάλουμε 1 mol A και 2 mol B θα σχηματιστούν περισσότερο από 0,6 mol Γ , η απόδοση είναι μεγαλύτερη από 60%, γιατί σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier είναι σαν να προσθέσαμε 1 mol του B στο σύστημα που είχε ισορροπήσει όταν είχαμε βάλει σε κενό δοχείο 1 mol A και 1 mol B.

42. Έχουμε:

	$SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$			
ισορροπία:	0,8 mol	0,1 mol	0,6 mol	0,4 mol
προσθέτ.:		0,3 mol		
αντ – σχημ.:	x mol	x mol	x mol	x mol
νέα ισορ.:	(0,8-x) mol	(0,4-x) mol	(0,6+x) mol	(0,4+x) mol

$$k_c = \frac{0,6 \cdot 0,4}{0,8 \cdot 0,1} = 3 = \frac{(0,6+x)(0,4+x)}{(0,8-x)(0,4-x)}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε $x = 0,17$, οπότε στην τελική ισορροπία έχουμε 0,23 mol NO_2 .

43. Έχουμε:

	$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$		
ισορροπία:	4 mol	2 mol	8 mol
προσθετ.:	4 mol		
αντ – σχημ.:	x mol	x mol	x mol
νέα ισορ.:	(8-x) mol	(2+x) mol	(8+x) mol

$$k_c = \frac{\frac{8}{2} \cdot \frac{2}{2}}{\frac{4}{2}} = 2 = \frac{\frac{2+x}{2} \cdot \frac{8+x}{2}}{\frac{8-x}{2}}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε: $x = 1,06$ οπότε στην τελική ισορροπία έχουμε 6,94 mol PCl_5 , 3,06 mol PCl_3 και 9,06 mol Cl_2 .

44. Έχουμε:

	$\text{SO}_2(g) + \text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{SO}_3(g) + \text{NO}(g)$			
ισορροπία:	2 mol	4 mol	8 mol	3 mol
προσθέτ.:	x mol			
αντ – σχημ.:	y mol	y mol	y mol	y mol
νέα ισορ.:	(2+x-y) mol	(4-y) mol	(8+y) mol	(3+y) mol

$$y = 1$$

Προσθέσαμε x mol SO_2 και αντέδρασαν y mol $\text{SO}_2 = 1$ mol SO_2 .

$$k_c = \frac{\frac{8}{V} \cdot \frac{3}{V}}{\frac{2}{V} \cdot \frac{4}{V}} = 3 = \frac{\frac{8+y}{V} \cdot \frac{3+y}{V}}{\frac{2+x-y}{V} \cdot \frac{4-y}{V}}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε $x = 3$.

45. Έχουμε αρχικά 46 g N_2O_4 ή 0,5 mol N_2O_4 και διασπώνται x mol N_2O_4

	N_2O_4	\rightleftharpoons	2NO_2
αρχικά:	0,5 mol		
αντ – σχημ.:	x mol		2x mol
ισορροπία:	(0,5-x) mol		2x mol

$$k_p = 2 = \frac{p_{\text{NO}_2}^2}{p_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{\left(\frac{2xRT}{V}\right)^2}{\frac{(0,5-x)RT}{V}} = \frac{4x^2}{0,5-x} \cdot \frac{R300}{4,1}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε ως δεκτή λύση $x = 1/6$. Στην ισορροπία έχουμε $1/3 \text{ mol NO}_2$.

46. Βάζουμε $0,01 \text{ mol COCl}_2$ και διασπώνται $x \text{ mol COCl}_2$.

	$\text{COCl}_2(g)$	\rightleftharpoons	$\text{CO}(g)$	$+$	$\text{Cl}_2(g)$
αρχικά:	0,01 mol				
αντ – σχημ:	$x \text{ mol}$		$x \text{ mol}$		$x \text{ mol}$
ισορροπία:	$(0,01-x) \text{ mol}$		$x \text{ mol}$		$x \text{ mol}$

$$p_{\text{ισορρ}} = 3,5 \text{ atm} \Rightarrow (0,01 + x) \cdot 0,082 \cdot 546 = 3,5 \cdot 0,224 \Rightarrow x = 0,0075$$

$$\text{και } \alpha = \frac{0,0075}{0,01} = 75\%$$

$$p_{\text{CO}} = p_{\text{Cl}_2} = \frac{0,0075}{0,0175} 3,5 \text{ atm} = 1,5 \text{ atm}$$

$$p_{\text{COCl}_2} = \frac{0,0025}{0,0175} 3,5 \text{ atm} = 0,5 \text{ atm}$$

$$k_p = \frac{p_{\text{CO}} \cdot p_{\text{Cl}_2}}{p_{\text{COCl}_2}} = \frac{1,5 \cdot 1,5}{0,5} \text{ atm} = 4,5 \text{ atm}$$

47. Έστω ότι βάζουμε $x \text{ mol CO}_2$ και αντιδρούν $0,62x \text{ mol CO}_2$.

	$\text{CO}_2(g)$	$+$	$\text{C}(s)$	\rightleftharpoons	$2\text{CO}(g)$
αρχικά:	$x \text{ mol}$				
αντ – σχημ:	$0,62x \text{ mol}$				$1,24x \text{ mol}$
ισορροπία:	$0,38x \text{ mol}$				$1,24x \text{ mol}$

$$p_{\text{CO}} = \frac{1,24x}{1,24x + 0,38x} 3,24 \text{ atm} = 2,48 \text{ atm}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{0,38x}{1,24x + 0,38x} 3,24 \text{ atm} = 0,76 \text{ atm}$$

$$k_p = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}} = \frac{2,48^2}{0,76} \text{ atm} = 8,09 \text{ atm}$$

48. Έχουμε:

	$\text{SO}_2(g) + \text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{SO}_3(g) + \text{NO}(g)$			
ισορροπία:	0,8 mol	0,1 mol	0,6 mol	0,4 mol
προσθέτ.:				x mol
αντ – σχημ:	y mol	y mol	y mol	y mol
νέα ισορ.:	(0,8+y) mol	(0,1+y) mol	(0,6-y) mol	(0,4+x-y) mol

$$y = 0,2$$

$$k_c = \frac{\frac{0,6}{V} \cdot \frac{0,4}{V}}{\frac{0,8}{V} \cdot \frac{0,1}{V}} = 3 = \frac{(0,6-y) \cdot (0,4+x-y)}{\frac{0,8+y}{V} \cdot \frac{0,1+y}{V}}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε: $x = 2,05$.

49. Έχουμε:

	$\text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$			
ισορροπία:	0,3 mol	0,3 mol	0,6 mol	0,6 mol
προσθέτ.:	x mol			
αντ – σχημ:	y mol	y mol	y mol	y mol
νέα ισορ.:	(0,3+x-y) mol	(0,3-y) mol	(0,6+y) mol	(0,6+y) mol

Για να γίνει η συγκέντρωση του CO ίση με 0,35 M πρέπει

$$0,6 + y = 0,7, \text{ δηλαδή } y = 0,1.$$

$$k_c = \frac{\frac{0,6}{2} \cdot \frac{0,6}{2}}{\frac{0,3}{2} \cdot \frac{0,3}{2}} = 4 = \frac{(0,6+y) \cdot (0,6+y)}{\frac{0,3+x-y}{2} \cdot \frac{0,3-y}{2}}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε $x = 0,4125$.

50. Στους 427 °C διασπάστηκε ποσότητα SO_3 , διότι αυξήθηκε ο συνολικός αριθμός των moles (από 8,5 σε 9). Έστω 2x mol η ποσότητα του SO_3 που διασπάστηκε.

	$2\text{SO}_3(\text{g})$	\rightleftharpoons	$2\text{SO}_2(\text{g})$	+	$\text{O}_2(\text{g})$
αρχικά:	4 mol		4 mol		0,5 mol
αντ – σημ:	2x mol		2x mol		x mol
ισορροπία:	(4-2x) mol		(4+2x) mol		(0,5+x) mol

Θα πρέπει:

$$4 - 2x + 4 + 2x + 0,5 + x = 9 \rightarrow x = 0,5 \text{ mol}$$

$$\alpha. k_c = \frac{\left(\frac{4}{2}\right)^2 \cdot \frac{0,5}{2}}{\left(\frac{4}{2}\right)^2} = \frac{1}{4}$$

$$\beta. k_c' = \frac{\left(\frac{5}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2}}{\left(\frac{3}{2}\right)^2} = \frac{25}{18}$$

γ. Η αντίδραση είναι ενδόθερμη διότι αυξάνοντας τη θερμοκρασία εννοείται η ενδόθερμη αντίδραση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση διασπάστηκε ποσότητα SO_3 .

51. i. Παράγονται 0,1 mol NOCl , αντιδρούν 0,05 mol Cl_2 και στην ισορροπία έχουμε 0,15 mol Cl_2 (γ).
 ii. Αυξάνεται ο όγκος του δοχείου, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και αυξάνεται η ποσότητα του Cl_2 (β).

iii. Η τιμή της k_c είναι:
$$\frac{\left(\frac{0,6}{25}\right)^2}{\left(\frac{0,2}{25}\right)^2 \left(\frac{0,15}{25}\right)} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ (α)}.$$

52. Έστω ότι αντιδρούν x mol H_2 :

	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$		
αρχικά:	0,5 mol	0,5 mol	
αντ – σημη:	x mol	x mol	$2x$ mol
ισορροπία:	$(0,5-x)$ mol	$(0,5-x)$ mol	$2x$ mol

$$k_c = 64 = \frac{\left(\frac{2x}{10}\right)^2}{\frac{0,5-x}{10} \cdot \frac{0,5-x}{10}}$$

Η δεκτική λύση είναι $x = 0,4$.

α. $k_p = k_c = 64$.

β. Υπολογίζουμε εύκολα ότι στην ισορροπία στους $448^\circ C$ έχουμε:

$0,8$ mol HI, $0,1$ mol H_2 , $0,1$ mol I_2 .

γ. Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία στους $727^\circ C$ εννοείται η ενδόθερμη αντίδραση, αλλά δε δίνεται αν η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη. Παρατηρούμε, όμως, ότι είτε η αντίδραση οδηγηθεί προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά, ο συνολικός αριθμός των moles παραμένει σταθερός και ίσος με 1 mol, οπότε:

$$p_{ολ} = \frac{1 \cdot 0,082 \cdot 1000}{10} \text{ atm} = 8,2 \text{ atm}$$

53. i. Βλέπε θεωρία.

ii. Η k_p μεταβάλλεται (αυξάνεται) μόνο με αύξηση της θερμοκρασίας.

iii. α. Προς τα αριστερά για να ελαττωθεί το $n_{ολ}$.

β. Προς τα δεξιά που είναι ενδόθερμη.

γ. Καμιά μεταβολή όπως μάθαμε στη θεωρία.

54. Βάζουμε x mol CO_2 και αντιδρούν αx mol CO_2

	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$\text{C}(\text{s})$	\rightleftharpoons	$2\text{CO}(\text{g})$
αρχικά:	x mol				
αντ – σχημ:	αx mol				$2\alpha x$ mol
ισορροπία:	$x(1-\alpha)$ mol				$2\alpha x$ mol

$$k_p = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}} = \frac{\left(\frac{n_{\text{CO}}}{n_{\text{ολ}}} p_{\text{ολ}}\right)^2}{\frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{ολ}}} p_{\text{ολ}}} = \frac{\left[\frac{2\alpha x}{x(1+\alpha)} p_{\text{ολ}}\right]^2}{\frac{x(1-\alpha)}{x(1+\alpha)} p_{\text{ολ}}} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} p_{\text{ολ}}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε $\alpha = 0,62$.

Στην ισορροπία έχουμε $(x - 0,62x)$ mol = $0,38x$ mol CO_2 και $2 \cdot 0,62x$ mol $\text{CO} = 1,24x$ mol CO , οπότε:

$$\frac{n_{\text{CO}}}{n_{\text{ολ}}} = \frac{1,24x}{1,62x} = 76,54\% \quad \text{και} \quad \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{ολ}}} = \frac{0,38x}{1,62x} = 23,46\%$$

β. Το μίγμα περιέχει 6% σε moles CO_2 και 94% σε moles CO , οπότε:

$$\frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{ολ}}} = 0,06 \quad \text{και} \quad \frac{n_{\text{CO}}}{n_{\text{ολ}}} = 0,94$$

$$\text{Από τη σχέση: } k_p = \frac{\left(\frac{n_{\text{CO}}}{n_{\text{ολ}}} p_{\text{ολ}}\right)^2}{\frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{ολ}}} p_{\text{ολ}}} \quad \text{έχουμε:}$$

$$p_{\text{ολ}} = k_p \frac{0,06}{0,94^2} \text{ atm} = 0,68 \text{ atm}$$

55. Βάζουμε 6 mol CaCO_3 και διασπώνται x mol CaCO_3 .

	$\text{CaCO}_3(s)$	\rightleftharpoons	$\text{CaO}(s)$	+	$\text{CO}_2(g)$
αρχικά:	6 mol				
αντ – σχημ:	x mol		x mol		x mol
ισορροπία:	$(6-x)$ mol		x mol		x mol

$$\alpha. k_p = p_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2} RT}{V} \Rightarrow 9 = \frac{x \cdot 0,082 \cdot 1500}{41} \Rightarrow x = 3$$

$$\beta. \text{ Αντίστοιχα: } y = \frac{9 \cdot 123}{0,082 \cdot 1500} = 9$$

δηλαδή για να φτάσουμε στην ισορροπία μπορούν να διασπαστούν 9 mol CaCO_3 . Επειδή έχουμε 6 mol CaCO_3 θα διασπαστούν όλα χωρίς να φτάσουμε στην ισορροπία.

$$\gamma. V = \frac{6 \cdot 0,082 \cdot 1500}{9} \text{ L} = 82 \text{ L}$$

56. $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$

$$\alpha. Q_c = \frac{\left(\frac{0,5}{V}\right)^2}{\frac{0,2}{V} \frac{0,2}{V}} = \frac{25}{4} < 49$$

β. Το σύστημα δε βρίσκεται σε ισορροπία επειδή $Q_c < k_c$. Για να φτάσουμε στην ισορροπία θα αντιδράσουν x mol H_2 με x mol I_2 και θα παραχθούν $2x$ mol HI , οπότε:

$$k_c = \frac{\left(\frac{0,5 + 2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,2 - x}{V}\right)^2} = 49$$

Λύνουμε και βρίσκουμε $x = 0,1$, οπότε στην ισορροπία θα έχουμε 0,7 mol HI .

γ. Έστω ότι προσθέτουμε ω mol HI .

	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$		
ισορροπία:	0,1 mol	0,1 mol	0,7 mol
προσθέτ.:			ω mol
αντ – σχημ:	y mol	y mol	2y mol
νέα ισορ.:	(0,1+y) mol	(0,1+y) mol	(0,7+ ω -2y) mol

Θα πρέπει: $0,1 + y = 0,2 \rightarrow y = 0,1$

$$k_c = \frac{\left(\frac{0,7 + \omega - 2y}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,1 + y}{V}\right)^2} = 49$$

Λύνουμε και βρίσκουμε $\omega = 0,9$.

57. Διπλασιάζεται ο όγκος του δοχείου, ελαττώνεται η πίεση, οπότε σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier πρέπει να αυξηθεί η πίεση, δηλαδή να αυξηθεί ο αριθμός των moles των αερίων και η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

	$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	
αρχικά:	0,52 mol	0,96 mol
αντ – σχημ:	x mol	2x mol
ισορροπία:	(0,52-x) mol	(0,96+2x) mol

$$k_c = \frac{\left(\frac{0,96}{V}\right)^2}{0,52} = \frac{\left(\frac{0,96 + 2x}{2V}\right)^2}{\frac{0,52 - x}{2V}}$$

Λύνουμε και βρίσκουμε: $x \approx 0,12$.

58. α. $k_c = \frac{k_1}{k_2} = 6,5 \cdot 10^2$.

β. $v_1 = k_1 [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$ ή

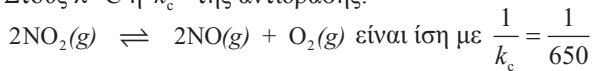
$$v_1 = 2,6 \cdot 10^3 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 28,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Υ.

	$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$		
αρχικά:	0,2 mol		
αντ – σχημ:	0,2·0,15 mol	0,03 mol	0,015 mol
ισορροπία:	0,17 mol	0,03 mol	0,015 mol

$$k_c' = \frac{\left(\frac{0,03}{5}\right)^2 \frac{0,015}{5}}{\left(\frac{0,17}{5}\right)^2} = 9,3 \cdot 10^{-5} \text{ στους } \mu \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Στους $\lambda \text{ } ^\circ\text{C}$ η k_c'' της αντίδρασης:



Με ελάττωση της θερμοκρασίας ($\mu < \lambda$) έχουμε ελάττωση και της τιμής της k_c άρα η διάσπαση του NO_2 είναι ενδόθερμη αντίδραση.

59. Η ισορροπία δε θα διαταραχθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

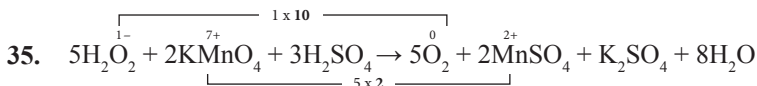
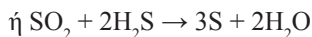
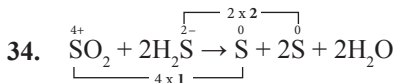
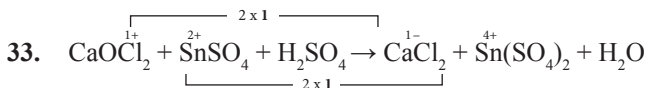
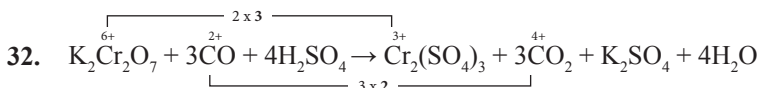
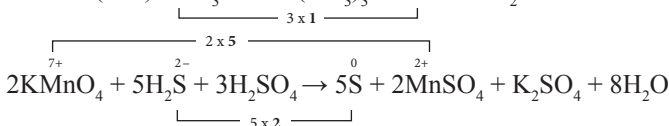
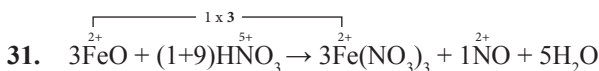
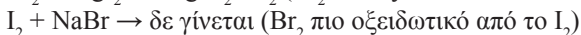
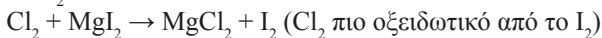
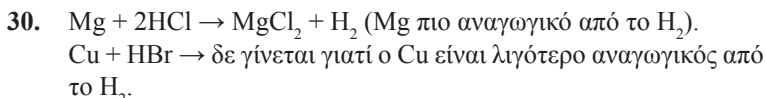
1-12. Οι απαντήσεις προκύπτουν εύκολα από τη θεωρία.

Ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα

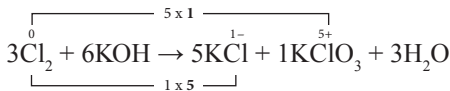
13. H_3PO_4 : $3 + x + (-8) = 0$ ή $x = +5$
 P_4 : ο Α.Ο. στα ελεύθερα στοιχεία είναι 0
 PH_3 : $x + 3 = 0$ ή $x = -3$
 H_3PO_3 : $2 + x + (-6) = 0$ ή $x = +3$
14. MnO_2 : $x + (-4) = 0$ ή $x = +4$
 K_2MnO_4 : $2 + x + (-8) = 0$ ή $x = +6$
 KMnO_4 : $1 + x + (-8) = 0$ ή $x = +7$
15. Στις 5 πρώτες ουσίες βρίσκεται εύκολα με βάση τα προηγούμενα.
 Στη χλωράσβεστο:
- $$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \diagdown \\ \text{Ca} \\ \diagup \\ \text{ClO} \end{array}$$
- Το Cl στο Cl- έχει προφανώς Α.Ο. = -1
 Το Cl στο ClO- έχει Α.Ο. = x όπου $x + (-2) = -1$ ή $x = +1$
16. Η συμπλήρωση των κενών γίνεται εύκολα μελετώντας τη θεωρία.
17. Με κανόνες που εφαρμόσαμε σε προηγούμενες ασκήσεις γίνεται εύκολα η αντίστοιχηση.
18. α. Προφανώς (Σ).
 β. Υπάρχουν οξειδώσεις όπου δεν παρατηρείται πραγματική αποβολή ηλεκτρονίων (κατά το σχηματισμό ομοιοπολικών δεσμών) (Λ).
 γ. Προφανώς (Σ).
 δ. Όπως και το β (Λ).
 ε. Το οξειδωτικό οξειδώνει και το ίδιο ανάγεται (Λ).
 στ. Όπως και το ε (Λ).

19. Εύκολα φαίνεται ότι η σωστή απάντηση είναι η (γ), γιατί το Na οξειδώνεται από $0 \rightarrow +1$ και προκαλεί αναγωγή.
20. Με τις γνώσεις της θεωρίας είναι εύκολο να γίνει η αντιστοίχιση.
21. Ο πρώτος ορισμός περιλαμβάνει πραγματική και φαινομενική αποβολή ηλεκτρονίων ενώ ο δεύτερος περιλαμβάνει μόνο πραγματική αποβολή ηλεκτρονίων.
22. Η (γ) όπου οι αριθμοί οξείδωσης παραμένουν σταθεροί.
23. Στην πρώτη ο C είναι αναγωγικό σώμα γιατί οξειδώνεται. Στην δεύτερη ο C είναι οξειδωτικό σώμα γιατί ανάγεται.
24. i. ο P αναγωγικό γιατί οξειδώνεται, το HNO_3 οξειδωτικό γιατί το N ανάγεται από $+5 \rightarrow +4$.
ii. CO αναγωγικό γιατί ο C οξειδώνεται, FeO οξειδωτικό γιατί ο Fe ανάγεται.
Με ανάλογο τρόπο βρίσκουμε το οξειδωτικό και αναγωγικό στις επόμενες αντιδράσεις.
26. Τα κενά συμπληρώνονται εύκολα αν μελετήσουμε τη θεωρία.
27. Τα κενά συμπληρώνονται εύκολα αν μελετήσουμε τη θεωρία.
28. Στη (γ) όπου το S ανάγεται από $+4 \rightarrow 0$.
29. Στη (δ) όπου το H ανάγεται από $+1 \rightarrow 0$.
30. Οξειδοαναγωγικές είναι: η (α) όπου ο C οξειδώνεται από $+2 \rightarrow +4$ και το O ανάγεται από $0 \rightarrow -2$ και η (β) όπου οξειδώνονται δύο στοιχεία, ο C από $+2 \rightarrow +4$ και ορισμένα άτομα χλωρίου από $-1 \rightarrow 0$, ανάγεται δε το O από $0 \rightarrow -2$.
- 30-35. Συμπληρώνουμε ορισμένες χαρακτηριστικές από αυτές τις αντιδράσεις, τις υπόλοιπες μπορείτε εύκολα να τις συμπληρώσετε αν

μελετήσετε τα παραδείγματα αυτά και όσα έχουμε αναφέρει στη θεωρία.



36. Το Cl οξειδώνεται από $0 \rightarrow +5$ και ανάγεται από $0 \rightarrow -1$.



Το Cl₂ δρα ως οξειδωτικό και αναγωγικό και η αντίδραση αυτή χαρακτηρίζεται αυτοοξειδοαναγωγή.

37. $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\frac{3 \cdot 108 \text{ g}}{21,6 \text{ g}} = \frac{22,4 \text{ L}}{x} \Rightarrow x = 1,49 \text{ L}$$

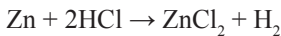
38. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\frac{63,5 \text{ g}}{x} = \frac{22,4 \text{ L}}{3,36 \text{ L}} \Rightarrow x = 9,525 \text{ g}$$

$$\frac{10 \text{ g}}{100 \text{ g}} \text{ ακαθ} = \frac{9,525 \text{ g}}{y} \text{ καθ ή } y = 95,25 \text{ g}$$

και περιεκτικότητα 95,25%.

39. Ο Cu δεν αντιδρά με το HCl.



$$\frac{65 \text{ g}}{x} = \frac{22,4 \text{ L}}{4,48 \text{ L}} \Rightarrow x = 13 \text{ g}$$

$$\Sigma \varepsilon \frac{20 \text{ g}}{100 \text{ g}} \text{ κράματος υπάρχουν } \frac{7 \text{ g}}{y} \text{ Cu ή } y = 35 \text{ g}$$

και περιεκτικότητα 35%.

40. Έστω ότι το μίγμα περιέχει x mol Cu και y mol Ag.



$$x \text{ mol} \qquad \qquad \qquad x \text{ mol}$$

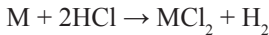


$$y \text{ mol} \qquad \qquad \qquad \frac{y}{2} \text{ mol}$$

$$\left. \begin{array}{l} 63,5x + 108y = 27,95 \\ \left(x + \frac{y}{2}\right) 22,4 = 4,48 \end{array} \right\} \Rightarrow x = 0,1 \quad y = 0,2$$

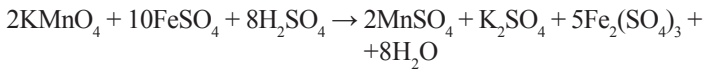
Άρα $0,1 \cdot 63,5 \text{ g} = 6,35 \text{ g Cu}$
 $0,2 \cdot 108 \text{ g} = 21,6 \text{ g Ag}$

41. Από την ηλεκτρονιακή δομή του ${}_{20}\text{M}(2, 8, 8, 2)$ προκύπτει ότι έχει Α.Ο. = +2 στις ενώσεις του.



$$\frac{M_r \text{ g}}{8 \text{ g}} = \frac{22,4 \text{ L}}{4,48 \text{ L}} \Rightarrow M_r = 40$$

42. $\frac{1000 \text{ mL}}{200 \text{ mL}} = \frac{0,5 \text{ mol FeSO}_4}{x}$ ή $x = 0,1 \text{ mol}$



$$\frac{2 \text{ mol}}{y} = \frac{10 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol}} \quad \text{ή } y = 0,02 \text{ mol}$$

$$\frac{1000 \text{ mL}}{\omega} = \frac{0,1 \text{ mol KMnO}_4}{0,02 \text{ mol}} \quad \text{ή } \omega = 200 \text{ mL}$$

43. $\frac{1000 \text{ mL}}{40 \text{ mL}} = \frac{0,2 \text{ mol SnCl}_2}{x}$ ή $x = 0,008 \text{ mol}$



$$\frac{2 \text{ mol}}{y} = \frac{5 \text{ mol}}{0,008 \text{ mol}} \quad \text{ή } y = 0,0032 \text{ mol}$$

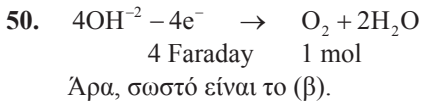
και η συγκέντρωση $c = \frac{n}{V} = \frac{0,0032 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,016 \text{ M}$

44. $5\text{Sn} + x\text{KMnO}_4 + 8x\text{HCl} \rightarrow x\text{MnCl}_2 + 5\text{SnCl}_x + x\text{KCl} + 4x\text{H}_2\text{O}$

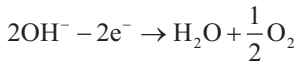
$$\frac{5 \cdot 119 \text{ g}}{11,9} = \frac{x \text{ mol}}{0,4 \cdot 0,1 \text{ mol}} \quad \text{ή } x = 2$$

45. Αν μελετήσουμε τη θεωρία είναι εύκολο να απαντήσουμε στις ερωτήσεις αυτές.
46. Απλή, στηρίζεται στη μελέτη της θεωρίας.
47. Πολύ απλή.
48. Στηρίζεται στους ορισμούς που αναφέρουμε στη θεωρία.

$$49. \frac{108}{1} \text{ g Ag} = \frac{63,5}{2} \text{ g Cu} \cdot \frac{x}{1} \quad \text{ή } x = 1,5875 \text{ g}$$



$$\frac{2 \text{ F}}{x} = \frac{1 \text{ mol}}{0,04 \text{ mol}} \quad \text{ή } x = 0,08 \text{ F}$$



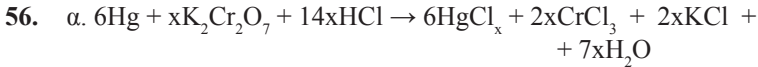
$$\frac{2 \text{ F}^{-}}{0,16 \text{ F}} = \frac{0,5 \text{ mol}}{y} \quad \text{ή } y = 0,04 \text{ mol O}_2$$

52. Στην άνοδο θα σχηματιστεί I_2 και στην κάθοδο H_2 .

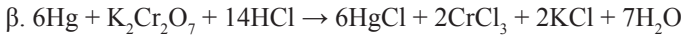
$$53. \frac{96500 \text{ C}}{x} = \frac{108 \text{ g Ag}}{0,108 \text{ g}} \quad \text{ή } x = 96,5 \text{ C}$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{96,5 \text{ C}}{0,01 \text{ A}} = 9650 \text{ s}$$

54. Η σωστή απάντηση είναι η (γ)
55. Στο δοχείο από χαλκό μπορούν να αποθηκευθούν όλα τα διαλύματα, ενώ στο δοχείο από αργίλιο μπορούν να αποθηκευθούν τα διαλύματα KCl , MgSO_4 και $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.



$$\frac{6.200 \text{ g}}{10 \text{ g}} = \frac{x \text{ mol}}{\frac{25}{3000} \text{ mol}} \Rightarrow x = 1$$



$$y \text{ mol} \quad \frac{y}{6} \text{ mol}$$



$$\omega \text{ mol} \quad \frac{\omega}{3} \text{ mol}$$

$$\left. \begin{array}{l} (y + \omega) \cdot 200 = 10 \quad (1) \\ \frac{y}{6} + \frac{\omega}{3} = \frac{45}{3000} \quad (2) \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} y = 0,01 \\ \omega = 0,04 \end{array}$$

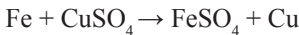
$$\alpha = \frac{0,04}{0,04 + 0,01} = 0,8 = 80\% \text{ οξειδώθηκε σε } \text{Hg}^{2+}$$



$$\alpha. \frac{56 \text{ g}}{5 \text{ g}} = \frac{63,5 \text{ g}}{x} \Rightarrow x = 5,67 \text{ g}$$

Αν αντιδράσει όλος ο σίδηρος θα παραχθούν 5,67 g Cu. Επομένως θα αντιδράσει ποσότητα σιδήρου μικρότερη από 5 g και το επιγαλκωμένο έλασμα θα ζυγίζει α g όπου $5 < \alpha < 5,67$. Επομένως θα ζυγίζει 5,075 g.

β. Αν αντιδράσουν y mol Fe θα έχουμε:

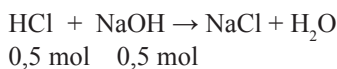
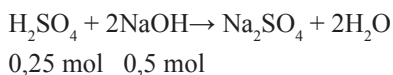
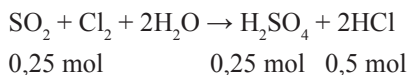
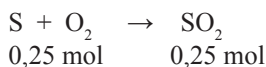


$$y \text{ mol} \quad \quad \quad y \text{ mol}$$

$$63,5x + 5 - 56x = 5,075 \Leftrightarrow y = 0,01$$

$$\text{Αποτέθηκαν δηλαδή } 0,01 \cdot 63,5 = 0,635 \text{ g Cu}$$

58. Έχουμε 8 g S ή $\frac{8}{32} \text{ mol S} = 0,25 \text{ mol S}$



$$\frac{1 \text{ L}}{x} = \frac{0,5 \text{ mol NaOH}}{(0,5 + 0,5) \text{ mol}} \Rightarrow x = 2 \text{ L}$$

59. $Q = I \cdot t = (16 \cdot 60 + 5) \cdot 2 \text{ C} = 1930 \text{ C}$

$$\frac{96500 \text{ C}}{1930 \text{ C}} = \frac{1 \text{ g H}_2}{x} = \frac{35,5 \text{ g Cl}_2}{y} \quad \text{ή } x = 0,02 \text{ g και } y = 0,71 \text{ g}$$

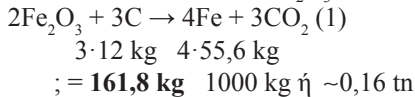
Κατά την ηλεκτρόλυση η μάζα του διαλύματος ελαττώνεται γιατί απομακρύνονται H_2 και Cl_2 .

Η μάζα του τελικού διαλύματος θα είναι
 $(2000 - 0,02 - 0,71) \text{ g} = 1999,27 \text{ g}$.

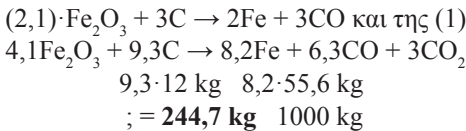
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΑ

31. γ. Αντίθετα χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη παραγωγής θειικού οξέος.
32. γ. Μεταβάλλεται από +3 σε +(8/3) ή 1/3 κατά άτομο.
33. Ένας τρόπος είναι να υπολογιστεί ο εμπειρικός τύπος του οξειδίου (αν απορριφθεί μένει το άλας). Είναι Fe:
 $72,4/55,6 = 1,3$ και O: $27,6/16 = 1,725$ και διαιρώντας με το μικρότερο είναι $\text{FeO}_{1,33} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$.

34. Αν δεχτούμε σαν βάση την αναγωγή του Fe_2O_3 προς CO_2 :



Αν δεχθούμε ότι γίνεται οξειδωσή του και προς CO με αναλογία με το CO_2 (αναλογία όγκων άρα και mol) $25/12 = 2,1/1$ τότε οδηγούμεθα σε μια αντίδραση η οποία προκύπτει από την άθροιση των:



35. Για τους υπολογισμούς θα δεχτούμε ότι οι ειδικές θερμοχωρητικότητες στερεού και υγρού σιδήρου είναι ίσες. Τότε:

$$q_1 = 1000 \text{ kg} \cdot 0,68 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg} \cdot \text{deg} \cdot 1420 = 9,65 \cdot 10^8 \text{ kJ} \text{ για την ψύξη.}$$

$$q_2 = 10^6 \text{ g}/55,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 16,2 \text{ kJ/mol} = 3 \cdot 10^5 \text{ kJ} \text{ από την πήξη.}$$

Η διαφορά που είναι η απαιτούμενη θερμότητα είναι πρακτικά ίση με $q_1 \sim 9,6 \cdot 10^8 \text{ kJ}$.

Έστω ότι απαιτούνται x kg νερού για τα οποία δεχόμαστε ότι πρώτα θα θερμανθούν μέχρι τους 100 °C και μετά θα εξαερωθούν σε ατμό το ίδιο 100 °C. Αυτό για να γίνει θα χρειαστούν:

$$q_3 = x \text{ kg} \cdot 4,2 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg} \cdot \text{deg} \cdot 90^\circ = 3,78 \cdot 10^5 \cdot x \text{ kJ} \text{ και}$$

$$q_4 = x \text{ kg} \cdot 10^3 / 18 \cdot \text{mol} \cdot 40,7 \text{ kJ/mol} = 2,3 \cdot 10^3 \cdot x \text{ kJ}$$

Άρα είναι: $380,3 \cdot 10^3 x = 9,6 \cdot 10^8 \rightarrow x = 25,2 \cdot 10^2 \text{ kg} \sim 2,5 \text{ tn}$

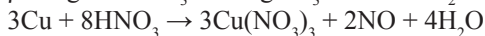
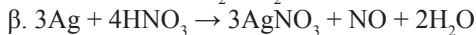
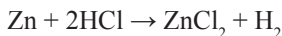
36. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
 $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$
37. $\text{U}_3\text{O}_8 + 4\text{C} \rightarrow 3\text{U} + 4\text{CO}_2$ (οξειδωση C προς CO_2)
 $\text{U}_3\text{O}_8 + 8\text{Ca} \rightarrow 3\text{U} + 8\text{CaO}$
 $3\text{U}_3\text{O}_8 + 16\text{Al} \rightarrow 9\text{U} + 8\text{Al}_2\text{O}_3$
38. +2, +2 (ο άνθρακας στο καρβονύλιο έχει αριθμό οξειδωσης 0), +6.
39. $2\text{Cu} + \frac{1}{8}\text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}$ ή $2\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \frac{1}{8}\text{O}_2$
 $\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$ και
 $2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (πράσινος μαλαχίτης παρουσία μικρότερης ποσότητας CO_2)
 $3\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ (μπλε αζουρίτης με μεγαλύτερη σχετική ποσότητα CO_2).
40. α. Από την $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ προκύπτει ότι από 2 F παράγονται ~64 g Cu οπότε από 0,5 F θα προκύψουν 16 g.
41. δ. $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$ Στην κάθοδο γίνεται πάντα αναγωγή.
42. Από τα παρακάτω οξειδία μετάλλων εκείνα τα οποία ανάγονται συνήθως με Al είναι:
 β. Cr_2O_3 Η αργλιοθερμική μέθοδος μια και το Cr θα δημιουργούσε καρβίδια.
43. γ. Χαλκό ο οποίος θα μεταφέρεται ηλεκτρολυτικά στην κάθοδο (αντικείμενο).
44. γ. $\text{Fe} \quad 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ (θερμοκρασία ~1000 °C).

45. β. τα 2 και 3 μια και ο Fe^{3+} είναι οξειδωτικό (ήπιο).
46. ε. σχηματισμός Fe^{2+} και Cu^0 . Γίνεται η αντίδραση
 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4$ (δηλαδή Fe^{2+}) + Cu .
47. β. στη φάση του καθαρισμού.
48. Με κατεργασία του κράματος με HNO_3 θα διαλυθούν τα Ag και Cu , ενώ θα παραμείνει αδιάλυτος και θα διαχωριστεί ο Au . Στο διάλυμα τώρα αν προστεθεί HCl θα καταβυθιστεί ο Ag σαν AgCl , ενώ θα παραμείνει εν διαλύσει ο Cu ο οποίος μπορεί να παραληφθεί π.χ. με ηλεκτρόλυση.
49. β. Την πυκνότητά τους.
50. α. Απαιτούνται $156/54 = 2,9$ tn
 β. $\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$. Άρα 3 F C δίνουν 27 g οπότε για 10^6 g απαιτούνται $3,7 \cdot 10^4$ F ή $3,6 \cdot 10^9$ C
 γ. Αν σχηματικά δεχθούμε σαν ολική αντίδραση την:

$$2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Al} + 3\text{CO}_2$$

$$\begin{array}{ccc} 36 \text{ kg} & 108 \text{ kg} & \\ 333,3 \text{ kg} = ; & 1000 \text{ kg} & \end{array}$$
51. α. όχι. Είναι $14/24 \cdot 100 = 58,3\%$
 β. όχι. Είναι $450/160 = 2,81$ kmol Fe_2O_3 , τα οποία περιέχουν 5,63 kmol Fe ή 315 kg Fe το πολύ.
 γ. όχι. Είναι $Q = I \cdot t = 2,00 \text{ A} \cdot 24 \cdot 3600 = 1,7 \cdot 10^5 \text{ C} = 1,8 \text{ F}$
 Αποτίθενται $1,8 \cdot 63,5/2 = 56,7$ g.
52. Το περιεχόμενο SiO_2 είναι $2 \cdot 10^3 \cdot 0,12 = 240$ kg ή $240/60 = 4$ kmol
 $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaSiO}_3$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ kmol} & 1 \text{ kmol} & \\ 4 & ; & = 4 \text{ kmol} \rightarrow 4 \cdot 56 = 224 \text{ kg} \text{ ή } 224 \cdot 100/96 = 233,3 \text{ kg.} \end{array}$$
53. α. $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$,



Στην α περίπτωση το οξειδωτικό είναι τα H^+ ενώ στην δεύτερη η ισχυρότερη NO_3^- .

54. Το διάλυμα του CuSO_4 έχει έντονο μπλε χρώμα και διακρίνεται από τα άλλα τα οποία είναι άχρωμα. Αν τώρα σε δείγμα από καθένα από τα τρία που απομένουν προστεθούν σταγόνες HCl μόνο το διάλυμα των Pb^{2+} δίνει λευκό ίζημα. Τα δύο που μένουν μπορούν να διακριθούν με διάλυμα NH_3 οπότε το διάλυμα των Fe^{3+} δίνει καστανό ίζημα ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), ενώ του Al^{3+} δίνει λευκό ($\text{Al}(\text{OH})_3$).

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 55. Ασβεστόλιθος | CaCO_3 |
| Αλουμίνα | Al_2O_3 |
| Κοκ | C |
| Σιδηροπυρίτη | FeS_2 |
| Γαληνίτη | PbS |
| Σκωρία μεταλλουργική | CaSiO_3 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΝΩΣΕΙΣ ΠΡΑΚΤΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

35. β. Η πυκνότητά του είναι η μεγαλύτερη και ίση με 1,00 g/mL.
36. Η αντίδραση πλήρους αφυδάτωσης του ένυδρου άλατος είναι:

$$\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Co}_2(\text{SO}_4)_3 + x\text{H}_2\text{O}$$

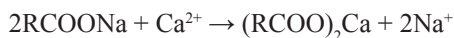
1 mol		1 mol
ή	(405,8 + 18·x) g	405,8 g
τα	1,887	1,665 g

 Από την αναλογία προκύπτει $x = 3$.
37. Από τον ορισμό της molality προκύπτει ότι σε 1000 g νερό έχουν διαλυθεί 0,01 mol·40 g/mol = 0,4 g Ca και προκύπτει διάλυμα βάρους 1004 g αλλά και όγκου 1004 mL μια και $\rho = 1,0$ g/mL. Άρα τα 10 g Ca περιέχονται σε $1004 \cdot 10/0,4 \sim 25$ L (α).
38. Είναι $m = 9 \cdot 10^{-11} \text{ g/m}^3 \cdot (3,2 \cdot 10^8) \text{ km}^3 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{km}^3 = 28\,800 \text{ kg}$.
39. Από την αντίδραση της έκρηξης προκύπτει ότι από 2 mol NH_4NO_3 παράγονται συνολικά 7 mol αερίων (οι υδρατμοί συνυπολογίζονται) ή 7 mol·22,4 L/mol = 156,8 L. Από τα 450 g/80 g·mol⁻¹ = 5,625 mol θα παράγονται $156,8 \cdot 5,625/2 = 441$ L αερίων σε STP. Όγκος ο οποίος μεγαλώνει με την αύξηση της θερμοκρασίας...
40. Υπολογίζονται αρχικά τα mol των αερίων.
 Είναι η $\text{N}_2 = 500 \cdot 15/0,082 \cdot 773 = 118,3$ mol. Τα mol του H_2 είναι τριπλάσια μια και ο όγκος του τριπλάσιος. Είναι δηλαδή τα ποσά N_2 και H_2 στοιχειομετρικά. Από την αντίδραση:

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$$

1 mol		2 mol
τα 118,3	;	= 236,6 mol.

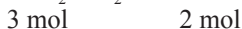
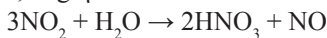
 Με βάση την απόδοση η μάζα της παραγόμενης NH_3 θα είναι:
 $m = 236,6 \text{ mol} \cdot 17 \text{ g/mol} \cdot 0,61 = 2454 \text{ g}$ (δ).
41. Η αντίδραση μεταξύ του σάπωνα και των ιόντων της «σκληρότητας» εκφρασμένων σαν ασβέστιο θα είναι:



τα $6,24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0168$; $= 52,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \rightarrow 52,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $= 1,048 \cdot \text{mg Ca}^{2+}$. Αναγόμενο σε όγκο 1000 mL δίνει 41,2 mg/L ή
 41,2 ppm.

42. Υπολογίζεται η αρχική ποσότητα του H_2SO_4 . Σε $100/1,25 = 80$ mL του διαλύματος περιέχονται $30/98 = 0,306 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$. Άρα στα 500 mL περιέχονται 1,9 mol. Όμοια υπολογίζεται η τελική ποσότητα του οξέος ίση με 0,88 mol. Καταναλώθηκαν δηλαδή 1,02 mol οξέος τα οποία από την στοιχειομετρία της αντίδρασης αντιστοιχούν με 0,56 mol Pb ή $0,56 \text{ mol} \cdot 207 \text{ g/mol} = 105,57 \text{ g Pb}$. Η μοριακότητα σε όγκο του τελικού διαλύματος είναι $0,88 \cdot 2 = 1,76 \text{ M}$.

43. Υπολογίζεται αρχικά η ποσότητα του HNO_3 . Η μάζα του διαλύματος είναι $475 \text{ L} \cdot 1,33 \text{ kg/L} = 631,75 \text{ kg}$. Άρα το περιεχόμενο HNO_3 είναι 330,4 kg ή 5244 mol



; $= 7867 \qquad 5244 \rightarrow$ ή $3,62 \cdot 10^5 \text{ g (α)}$.

44. α. $\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2^- + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^-$

β. Από την ημιαντίδραση φαίνεται ότι 1 mol NO_2^- παράγεται μαζί με 6 mol e^- δηλαδή με $6 \cdot 96500 \text{ C} = 579000 \text{ C (Coulomb)}$. Η δράση ισοδυναμεί με φορτίο $Q = I \cdot t = 0,5 \text{ A} \cdot 48 \cdot 3600 = 86400 \text{ C}$. Αυτά λοιπόν θα δώσουν 0,15 mol NO_2^- ή 6,9 g νιτρωδών ιόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΥΛΙΚΑ

14. Μια λογική σειρά είναι η $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ και $8 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 6$ που δείχνει την σειρά που ακολουθεί μια παραγωγική διαδικασία. Αυτή ξεκινά από τις πρώτες ύλες (1 και 4) συνεχίζει με την επεξεργασία με μηχανήματα, συσκευές (2), παράγει προϊόντα (3 και 8) τα οποία διατίθενται για κατανάλωση (7) αλλά ταυτόχρονα παράγοντας και απόβλητα (5). Παράλληλα η έλλειψη πρώτων υλών και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος επιβάλλει την ανακύκλωση (6) των χρησιμοποιηθέντων υλικών.
15. δ. Όλα αυτά μια και όλα την χαρακτηρίζουν.
16. α. Το όζον σε όλη την ατμόσφαιρα βέβαια.
β. Το όζον των κατωτέρων στρωμάτων της ατμόσφαιρας.
γ. Τα SO_2 και NO_2 σαν όξινα συστατικά.
δ. Τα CO και NO_2 .
17. Ναι κύρια στα θέματα καπνού και SO_2 .
18. $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SiCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \dots$
 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OH})_2 + (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_2(\text{OH})\text{Si}-\text{O}-\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_2(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O} \dots$
Η δεύτερη κατά την οποία αποσπάται ένα μόριο νερού.
19. Το νερό αυτό περιέχει 10 mg/L ή $10 \cdot 10^{-3}/162 = 6,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ του ρυπαντή. Αυτός μπορεί να οξειδωθεί κατά την αντίδραση:
$$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$$

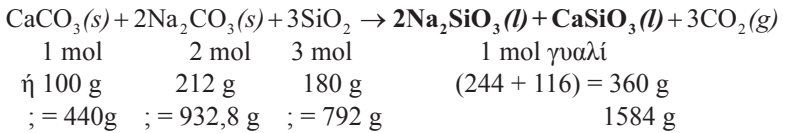
$$1 \text{ mol} \qquad 6 \text{ mol}$$

$$6,2 \cdot 10^{-5} \quad ; = 3,72 \cdot 10^{-4} \text{ mol O}_2 \text{ ή } 11,9 \text{ mg}$$

Αυτό σημαίνει ότι θα καταναλωθεί όλο το διαλυμένο O_2 με συνέπεια τον θάνατο κάθε έμβιου που αναπνέει από αυτό.
20. Είναι $m = m_0 (\frac{1}{2})^v \rightarrow 3,1 = 100 \cdot (\frac{1}{2})^v \rightarrow v = 5$ ημιπεριόδους ζωής ή $5 \cdot 8 = 40$ χρόνια (β).
21. Silica gel $\qquad \qquad \text{SiO}_2$

Άργιλος	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Υδρύαλος	Na_2SiO_3
Κοινό γυαλί	$\text{CaSiO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{SiO}_3$
Χαλαζίας	SiO_2

22. Η αντίδραση παραγωγής αυτής της «ποιότητας» γυαλιού είναι:



23. H_2SO_4	βαριά χημικά
ασπιρίνη	φαρμακευτικά
βενζίνη	πετροχημικά
Nylon	λεπτά χημικά
NH_4NO_3	λιπάσματα
Αλουμίνιο	δομικά υλικά.

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α΄).

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

