



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ



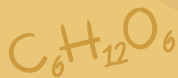
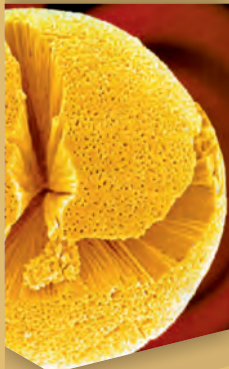
# Χημεία



Λύσεις Ασκήσεων



ΤΕΥΧΟΣ Β'



Γ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ



«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

**Λύσεις ασκήσεων  
χημείας  
γ' λυκείου**

**Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών**

## 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 ΜΠΙΟΜΠΕΤΣΗΣ, Χημικός, Μ.Εδ., 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.  
ΣΟΥΛΑΝΑ ΛΕΥΚΟΠΟΥΛΟΥ, Δρ. Χημικός, Σχολικός Σύμβουλος  
ΜΙΧΑΗΛ ΜΠΑΣΙΟΣ, Χημικός, καθηγητής Δ.Ε.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

**Στέλιος Λιοδάκης**  
**Δημήτρης Γάκης**  
**Δημήτρης Θεοδωρόπουλος**  
**Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος**  
**Αναστάσιος Κάλλης**

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε  
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

**Λύσεις ασκήσεων**  
**χημείας**  
**γ' λυκείου**

**Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών**

# Περιεχόμενα

<i>Κεφάλαιο 1: Οξειδοαναγωγή – Ηλεκτρόλυση</i>	<i>5</i>
<i>Κεφάλαιο 2: Θερμοχημεία</i>	<i>13</i>
<i>Κεφάλαιο 3: Χημική κινητική</i>	<i>19</i>
<i>Κεφάλαιο 4: Χημική ισορροπία</i>	<i>25</i>
<i>Κεφάλαιο 5: Οξέα – Βάσεις – Ιοντική ισορροπία</i>	<i>42</i>
<i>Κεφάλαιο 6: Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων</i>	<i>76</i>
<i>Κεφάλαιο 7: Οργανική χημεία</i>	<i>84</i>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ -ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

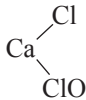
1-12. Οι απαντήσεις προκύπτουν εύκολα από τη θεωρία.

### Ερωτήσεις - ασκήσεις - προβλήματα

13.  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :  $3 + x + (-8) = 0$  ή  $x = +5$   
 $\text{P}_4$ : ο Α.Ο. στα ελεύθερα στοιχεία είναι 0  
 $\text{PH}_3$ :  $x + 3 = 0$  ή  $x = -3$   
 $\text{H}_3\text{PO}_3$ :  $2 + x + (-6) = 0$  ή  $x = +3$

14.  $\text{MnO}_2$ :  $x + (-4) = 0$  ή  $x = +4$   
 $\text{K}_2\text{MnO}_4$ :  $2 + x + (-8) = 0$  ή  $x = +6$   
 $\text{KMnO}_4$ :  $1 + x + (-8) = 0$  ή  $x = +7$

15. Στις 5 πρώτες ουσίες βρίσκεται εύκολα με βάση τα προηγούμενα.  
 Στη χλωράσβεστο:



Το Cl στο Cl- έχει προφανώς Α.Ο. = -1

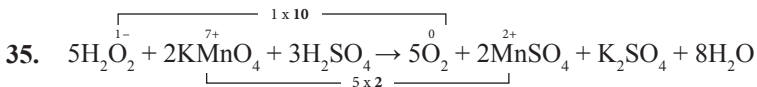
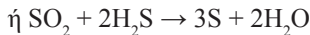
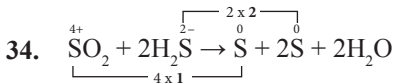
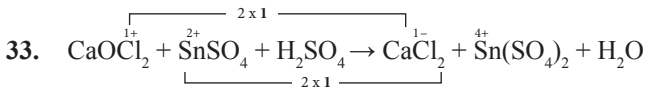
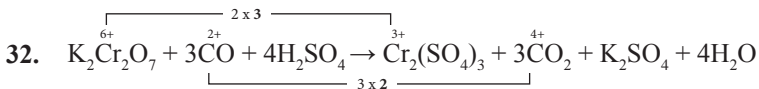
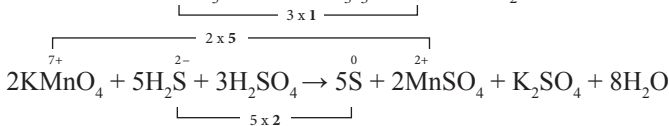
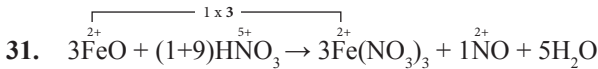
Το Cl στο ClO- έχει Α.Ο. = x όπου  $x + (-2) = -1$  ή  $x = +1$

16. Η συμπλήρωση των κενών γίνεται εύκολα μελετώντας τη θεωρία.
17. Με κανόνες που εφαρμόσαμε σε προηγούμενες ασκήσεις γίνεται εύκολα η αντιστοίχιση.
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  $\text{HNO}_3$  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.
25. Τα κενά συμπληρώνονται εύκολα αν μελετήσουμε τη θεωρία.
26. Τα κενά συμπληρώνονται εύκολα αν μελετήσουμε τη θεωρία.
27. Στη (γ) όπου το S ανάγεται από  $+4 \rightarrow 0$ .
28. Στη (δ) όπου το H ανάγεται από  $+1 \rightarrow 0$ .
29. 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.

30.  $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$  (Mg πιο αναγωγικό από το  $\text{H}_2$ ).  
 $\text{Cu} + \text{HBr} \rightarrow$  δε γίνεται γιατί ο Cu είναι λιγότερο αναγωγικός από το  $\text{H}_2$ .  
 $\text{Cl}_2 + \text{MgI}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{I}_2$  ( $\text{Cl}_2$  πιο οξειδωτικό από το  $\text{I}_2$ )  
 $\text{I}_2 + \text{NaBr} \rightarrow$  δε γίνεται ( $\text{Br}_2$  πιο οξειδωτικό από το  $\text{I}_2$ )



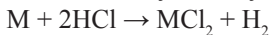




$$\left. \begin{array}{l} 63,5x + 108y = 27,95 \\ \left(x + \frac{y}{2}\right) 22,4 = 4,48 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x = 0,1 \\ y = 0,2 \end{array}$$

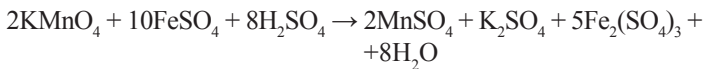
Άρα  $0,1 \cdot 63,5 \text{ g} = 6,35 \text{ g Cu}$   
 $0,2 \cdot 108 \text{ g} = 21,6 \text{ g Ag}$

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  $x = 0,008 \text{ mol}$



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

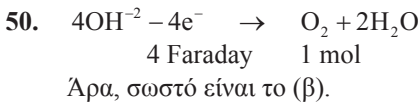
και η συγκέντρωση  $c = \frac{n}{V} = \frac{0,0032 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,016 \text{ M}$

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

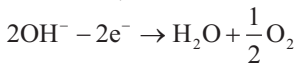
$$\frac{5 \cdot 119 \text{ g}}{11,9} = \frac{x \text{ mol}}{0,4 \cdot 0,1 \text{ mol}} \quad \text{ή } x = 2$$

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.

$$49. \frac{108}{5,4} \text{ g Ag} = \frac{63,5}{x} \text{ g Cu} \quad \text{ή } x = 1,5875 \text{ g}$$



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



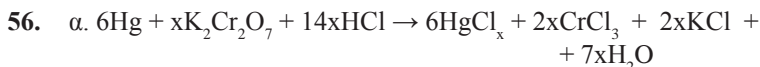
$$\frac{2 \text{ F}^{-}}{0,16 \text{ F}} = \frac{0,5 \text{ mol}}{y} \quad \text{ή } y = 0,04 \text{ mol O}_2$$

52. Στην άνοδο θα σχηματιστεί  $\text{I}_2$  και στην κάθοδο  $\text{H}_2$ .

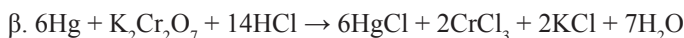
$$53. \frac{96500 \text{ C}}{x} = \frac{108 \text{ g Ag}}{0,108 \text{ g}} \quad \text{ή } x = 96,5 \text{ C}$$

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

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  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$  και  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ .



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



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



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

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

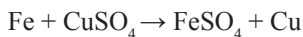
$$\alpha = \frac{0,04}{0,04 + 0,01} = 0,8 = 80\% \text{ οξειδώθηκε σε } \text{Hg}^{2+}$$



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

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

β. Αν αντιδράσουν y mol Fe θα έχουμε:

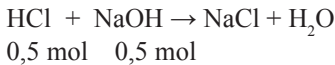
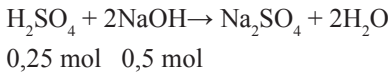
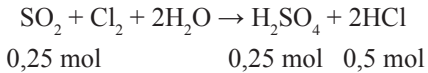
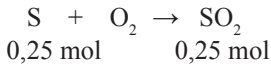


$$y \text{ mol} \quad \quad \quad y \text{ mol}$$

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

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

58. Έχουμε 8 g S ή  $\frac{8}{32}$  mol S = 0,25 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  $\text{H}_2$  και  $\text{Cl}_2$ .

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

## 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.

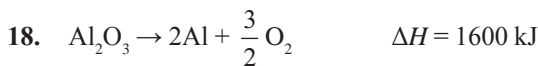
13. Η σωστή απάντηση είναι η γ.

14. Η σωστή απάντηση είναι η α.

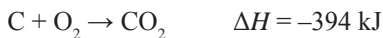
15. Τα  $\frac{124 \text{ g}}{6,2 \text{ g}} = \frac{3010 \text{ kJ}}{\omega} \Leftrightarrow \omega = 150,5 \text{ kJ}$



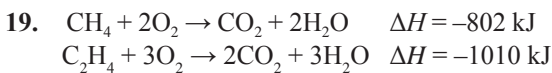
17. Η διαφορά οφείλεται στη διαφορετική φυσική κατάσταση του  $\text{H}_2\text{O}$ .



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



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



Έστω  $x$  mol  $\text{CH}_4$  και  $y$  mol  $\text{C}_2\text{H}_4$  στα 6 g του μίγματος που καίγονται. Από τα δεδομένα έχουμε:

$$16x + 28y = 6$$

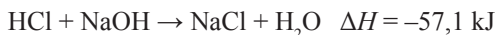
$$802x + 1010y = 261,4$$

Λύνουμε και βρίσκουμε:  $x = 0,2$  και  $y = 0,1$ , δηλαδή 3,2 g  $\text{CH}_4$  και 2,8 g  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

20. Υπολογίζουμε τις ποσότητες HCl και NaOH:

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

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



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  $\frac{80 \text{ g}}{10 \text{ g}}$   $\text{NH}_4\text{NO}_3$  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.  $m_{\text{νερού}} = 7,2 \cdot 10^8 \text{ km}^3 \cdot 1 \text{ g/mL} = 7,2 \cdot 10^8 \cdot 1 \cdot 10^9 \cdot 10^6 \text{ g}$

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

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

$$26. \quad Q = (1500 \cdot 4,18 + 1500) \cdot 4 \text{ J} = 31080 \text{ J}$$

$$\frac{2 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g}} = \frac{31,08 \text{ kJ}}{x} \rightarrow x = 2797,2 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -2797,2 \text{ kJ/mol}$$

$$27. \quad 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} \text{ καίγεται και ελευθερώνει } \frac{1000}{22,4} \cdot 340 \text{ kcal} =$$

$$15178 \text{ kcal}$$

$$Q = m c \Delta T \rightarrow 15178 = x \cdot 1 \cdot 70 \rightarrow x = 216,8$$

Δηλαδή θερμαίνονται 216,8 kg H<sub>2</sub>O.

$$28. \quad Q = 2000 \cdot 1 \cdot 38 \text{ cal} = 76 \text{ kcal}$$

Καίγονται x mol CH<sub>4</sub> και y mol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> οπότε έχουμε:

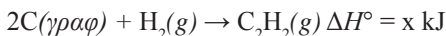
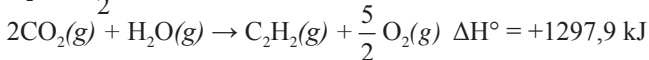
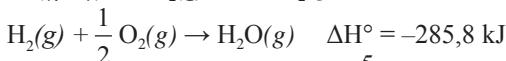
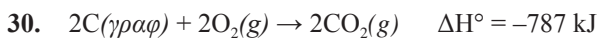
$$16x + 28y = 6 \quad (1)$$

$$210x + 340y = 76 \quad (2)$$

Λύνουμε και βρίσκουμε x = 0,2 και y = 0,1, δηλαδή 3,2 g CH<sub>4</sub> και 2,8 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.

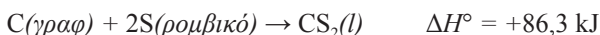
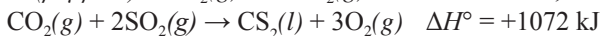
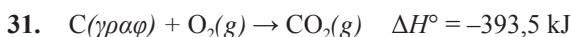
### γ. Νόμοι Θερμοχημείας

29. Η σωστή απάντηση προφανώς είναι η γ.



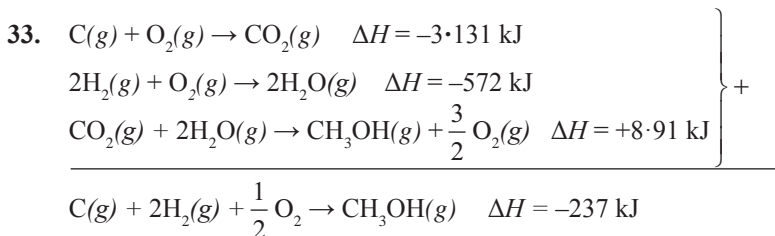
Σύμφωνα με το νόμο του Hess:

$$x = -787 - 285,8 + 1297,9 \text{ ή } x = 225,1$$



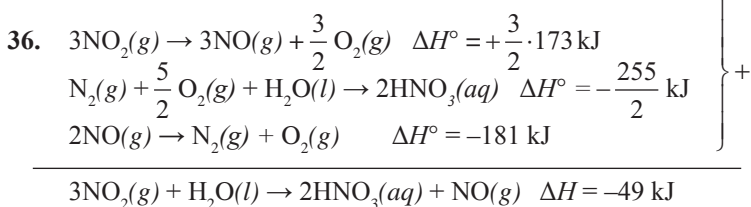
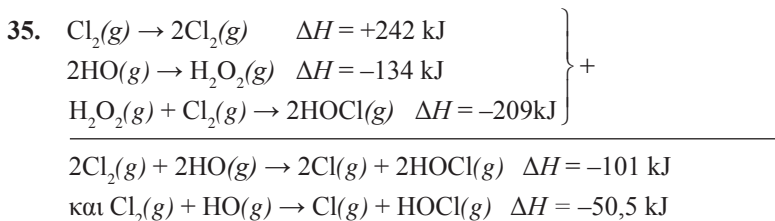


32. Θα υπολογίσουμε τις ενθαλπίες καύσης του C(γραφ), του H<sub>2</sub> και της CH<sub>3</sub>OH και μετά εφαρμόζοντας το νόμο του Hess θα υπολογίσουμε την ενθαλπία σχηματισμού της CH<sub>3</sub>OH.



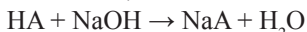
34. Τα 8 g H<sub>2</sub> είναι 4 mol H<sub>2</sub> και περιέχουν 4N<sub>A</sub> μόρια.

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



**Γενικά προβλήματα**

37. Υπολογίζουμε τις ποσότητες του οξέος και της βάσης:  
 $4 \cdot 0,2 \text{ mol HA}$  και  $2 \cdot 0,25 \text{ mol NaOH}$

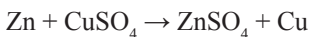


αρχικά: 0,8 0,5 (mol)

αντιδρούν: 0,5 0,5 (mol)

Τα 0,5 mol ελευθερώνουν 25,4 kJ, επομένως το 1 mol ελευθερώνει 50,8 kJ. Η διαφορετική τιμή από την  $\Delta H$  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  
 $Q = 25 \cdot 4,18 \cdot 50,6 = 5288 \text{ J}$



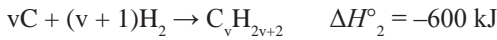
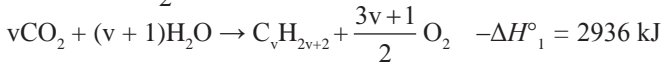
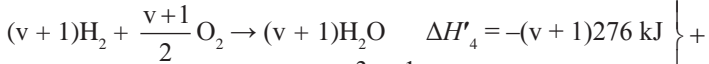
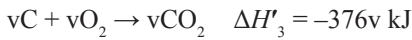
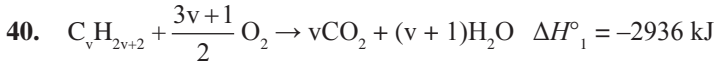
$$\frac{0,025 \text{ mol}^{\text{ελευθ}}}{1 \text{ mol}} = \frac{5,288 \text{ kJ}}{x} \quad \text{ή } x = 211,6 \text{ kJ,}$$

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

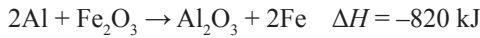
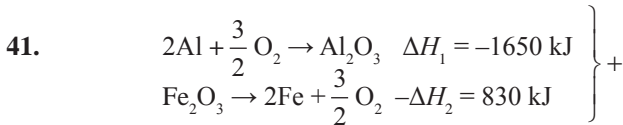
Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι 0,4 L ή 400 g οπότε:  
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$  ή  $540 = 400 \cdot 1 \cdot \Delta\theta$  ή  $\Delta\theta = 1,35 \text{ }^\circ\text{C}$ , οπότε η τελική θερμοκρασία θα είναι:  $(18 + 1,35) \text{ }^\circ\text{C} = 19,35 \text{ }^\circ\text{C}$ .



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

$$-652v = -3260 \text{ ή } v = 5$$

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

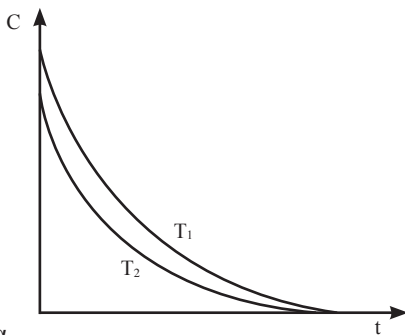
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

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 2<sup>2</sup>v και όταν γίνει (40 + 4·10) °C = 80 °C η ταχύτητα θα γίνει 2<sup>4</sup>v = 16v (απάντηση β).
36. Η αντίδραση είναι δευτέρας τάξης και είναι πολύπλοκη.

37. 1<sup>ης</sup> 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<sup>ης</sup> τάξης:  $v = k \cdot c^2$  άρα η  $k$  έχει μονάδες:

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

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<sup>ης</sup> 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  $v_2 = k_2 \cdot [A]^2 \cdot [B] = k \cdot 1^2 \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

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

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)  
 $\left. \begin{array}{l} (1) \\ (2) \\ (3) \end{array} \right\} \Rightarrow y = 1$   
 $\left. \begin{array}{l} (1) \\ (2) \\ (3) \end{array} \right\} \Rightarrow x = 1$

Το τέταρτο πείραμα επαληθεύει τις τιμές που βρήκαμε, οπότε

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

β. Η αντίδραση είναι 2<sup>ης</sup> 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:  
 $A + 2B \rightarrow \Delta$  (βραδύ στάδιο)  
 $\Delta + B \rightarrow \Gamma$  (γρήγορο στάδιο)
50. Αν η συγκέντρωση του NO είναι A και του Cl<sub>2</sub> είναι B:  
 $v_1 = k_1 \cdot [\text{NO}]^x \cdot [\text{Cl}_2]^y = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [\text{B}]^y$   
 $v_2 = k \cdot [2\text{A}]^x \cdot [2\text{B}]^y = 8v_1$  ή  $2^x \cdot 2^y = 8$   
 $v_3 = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [2\text{B}]^y = 2v_1$  ή  $2^y = 2$   
 οπότε  $y = 1$  και  $x = 2$  και  $v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]$   
 Η αντίδραση είναι 3<sup>ης</sup> τάξης.
51. α.  $v = k [\text{H}_2]^x \cdot [\text{NO}]^y$   
 $\Pi_1: 0,19 = k (0,39)^x \cdot (0,70)^y$   
 $\Pi_2: 0,76 = k (0,39)^x \cdot (1,40)^y$   
 $\Pi_3: 1,52 = k (0,78)^x \cdot (1,40)^y$   
 Βρίσκουμε  $x = 1$  και  $y = 2$ , οπότε  $v = k [\text{H}_2] \cdot [\text{NO}]^2$   
 γ. Η αντίδραση είναι 3<sup>ης</sup> τάξης. Προφανώς η αντίδραση δεν είναι απλή.
52. α, β. Διάγραμμα I:  $\Gamma$       0  
 Διάγραμμα II: A      0,3 M  
 Διάγραμμα III: B      0,6 M  
 Διάγραμμα IV: Δ      0,3 M
- γ.  $v = -\frac{\Delta[\text{A}]}{\Delta t} = -\frac{[0,3 - 0,6]}{20} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0,015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- δ. A:  $0,015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 B:  $0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 Γ:  $0,045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 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)

$$\beta. v = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ min}^{-1}} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

- 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 Cl<sub>2</sub> 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 Cl<sub>2</sub> οπότε αντέδρασε όλο το χλώριο και η ταχύτητα μηδενίζεται.

$$\delta. p_1 = \frac{4 \cdot 0,082 \cdot 800}{1} \text{ atm} = 262,4 \text{ atm}$$

$$p_2 = \frac{(0,4 + 3) \cdot 0,082 \cdot 800}{1} \text{ atm} = 223,04 \text{ atm}$$

$$p_3 = \frac{3 \cdot 0,082 \cdot 800}{1} \text{ atm} = 196,8 \text{ atm}$$

## 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  $\text{COCl}_2$  ή 0,3 mol  $\text{COCl}_2$  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  $\text{N}_2\text{O}_4$  και διασπώνται x mol  $\text{N}_2\text{O}_4$ :

	$\text{N}_2\text{O}_4$	$\rightleftharpoons$	$2\text{NO}_2$
αρχικά/ mol	0,04		
αντ – σχημ/ mol	x		2x
Ισορροπία/ mol	(0,04-x)		2x

$$\alpha. p_{\text{ολ}} \cdot V_{\delta} = n_{\text{ολ}} RT \rightarrow 2 \cdot 0,82 = (0,04 + x) \cdot 0,082 \cdot 400$$

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

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

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

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

19. Βάζουμε  $x$  mol  $\text{CO}_2$  και διασπώνται  $0,5 x$  mol  $\text{CO}_2$ .

	$2\text{CO}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{CO}(g) + \text{O}_2(g)$		
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 ( $\gamma$ ).

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  $\text{CO}$ .
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 ( $\beta$ )
25. Η ( $\beta$ ) και η ( $\delta$ ).
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

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

Η δεκτή λύση είναι  $x = 2/3$ , παράγονταν  $2/3$  mol  $\text{H}_2$  και η απόδοση είναι  $\frac{2/3}{1} = 66,67\%$

Αν βάζαμε 1 mol CO και 1,6 mol  $\text{H}_2\text{O}$  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

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

β. Έστω ότι προσθέτουμε x mol H<sub>2</sub>O.

	CO(g) + H <sub>2</sub> O(g) ⇌ CO <sub>2</sub> (g) + H <sub>2</sub> (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  $\Gamma$ , 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  $\text{PCl}_5$ , 3,06 mol  $\text{PCl}_3$  και 9,06 mol  $\text{Cl}_2$ .

44. Έχουμε:

	$\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$			
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  $\text{SO}_2$  και αντέδρασαν y mol  $\text{SO}_2 = 1$  mol  $\text{SO}_2$ .

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

Λύνουμε και βρίσκουμε  $x = 3$ .

45. Έχουμε αρχικά 46 g  $\text{N}_2\text{O}_4$  ή 0,5 mol  $\text{N}_2\text{O}_4$  και διασπώνται x mol  $\text{N}_2\text{O}_4$

	$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	
αρχικά:	0,5 mol	
αντ – σχημ:	x mol	2x mol
ισορροπία:	(0,5-x) mol	2x mol

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

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

$$y = 0,2$$

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

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

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

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

Λύνουμε και βρίσκουμε  $x = 0,4125$ .

50. Στους 427 °C διασπάστηκε ποσότητα  $\text{SO}_3$ , διότι αυξήθηκε ο συνολικός αριθμός των moles (από 8,5 σε 9). Έστω 2x mol η ποσότητα του  $\text{SO}_3$  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 – σημη:	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 ευνοείται η ενδόθερμη αντίδραση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση διασπάστηκε ποσότητα  $\text{SO}_3$ .

51. i. Παράγονται 0,1 mol  $\text{NOCl}$ , αντιδρούν 0,05 mol  $\text{Cl}_2$  και στην ισορροπία έχουμε 0,15 mol  $\text{Cl}_2$  (γ).  
 ii. Αυξάνεται ο όγκος του δοχείου, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και αυξάνεται η ποσότητα του  $\text{Cl}_2$  (β).

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

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 – σχημ:	$x$ mol			$x$ 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 δεκτή 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  $727^\circ C$  ευνοείται 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  $\text{CO}_2$  και αντιδρούν  $\alpha x$  mol  $\text{CO}_2$

	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$\text{C}(\text{s})$	$\rightleftharpoons$	$2\text{CO}(\text{g})$
αρχικά:	$x$ mol				
αντ – σχημ:	$\alpha x$ 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  $\text{CO}_2$  και  $2 \cdot 0,62x$  mol  $\text{CO} = 1,24x$  mol  $\text{CO}$ , 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  $\text{CO}_2$  και 94% σε moles  $\text{CO}$ , 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  $\text{CaCO}_3$  και διασπώνται  $x$  mol  $\text{CaCO}_3$ .

	$\text{CaCO}_3(s)$	$\rightleftharpoons$	$\text{CaO}(s)$	$+$	$\text{CO}_2(g)$
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  $\text{CaCO}_3$ . Επειδή έχουμε 6 mol  $\text{CaCO}_3$  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  $\text{H}_2$  με  $x$  mol  $\text{I}_2$  και θα παραχθούν  $2x$  mol  $\text{HI}$ , 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  $\text{HI}$ .

γ. Έστω ότι προσθέτουμε  $\omega$  mol  $\text{HI}$ .



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

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

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

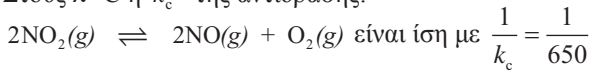
$$v_1 = 2,6 \cdot 10^3 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 28,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

γ.

	$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$		
αρχικά:	0,2 mol		
αντ – σχημ:	$0,2 \cdot 0,15$ 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  $\text{NO}_2$  είναι ενδόθερμη αντίδραση.

**59.** Η ισορροπία δε θα διαταραχθεί.

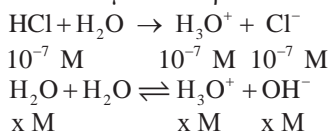
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΞΕΑ – ΒΑΣΕΙΣ – ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ**

1-18. Είναι εύκολο να απαντήσουμε, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.

**Ασκήσεις – προβλήματα**

19. α.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (οξύ),  $\text{HSO}_4^-$  (βάση)  
 β.  $\text{H}_2\text{O}$  (οξύ),  $\text{OH}^-$  (βάση)  
 γ.  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  (οξύ),  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$  (βάση)  
 δ.  $\text{NH}_4^+$  (οξύ),  $\text{NH}_3$  (βάση)
20. α. Υπολογίζεται εύκολα,  $\text{pH} = 2$ .  
 β.  $c = \frac{n}{V} = \frac{0,1 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 10^{-2} \text{ M}$ , άρα  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2}$  και  $\text{pH} = 2$ .  
 γ.  $\text{HNO}_3$  0,1 M υπολογίζεται εύκολα,  $\text{pH} = 1$ .  
 δ.  $c = \frac{0,001 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow \text{pH} = 12$   
 ε.  $\text{NaOH}$   $10^{-3} \text{ M}$  υπολογίζεται εύκολα,  $\text{pH} = 11$ .
21. Το διάλυμα είναι όξινο και έχει  $\text{pH} = 2$ . Αραιώνεται με νερό και γίνεται λιγότερο όξινο. Η μόνη δεκτή περίπτωση είναι  $\text{pH} = 2,5$ .
22. Το διάλυμα είναι βασικό και έχει  $\text{pH} = 13$ . Αραιώνεται με νερό και γίνεται λιγότερο βασικό. Η μόνη δεκτή περίπτωση είναι  $\text{pH} = 12,2$ .
23. Το διάλυμα είναι όξινο και εύκολα υπολογίζουμε ότι έχει  $\text{pH} = 3$ . Προσθέτουμε καθαρό  $\text{HNO}_3$  χωρίς να μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος και το διάλυμα γίνεται πιο όξινο. Η μόνη δεκτή περίπτωση είναι  $\text{pH} = 2,3$ .
24.  $\text{pH} = 12 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12} \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2}$  και επειδή το  $\text{NaOH}$  δίσταται πλήρως, υπολογίζεται εύκολα ότι  $c_{\text{NaOH}} = 10^{-2} \text{ M}$ .

25. Το διάλυμα είναι πολύ αραιό, οπότε πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας και τον ιοντισμό του νερού.



Στο διάλυμα έχουμε  $[\text{H}_3\text{O}^+] = (10^{-7} + x) \text{ M}$  και  $[\text{OH}^-] = x \text{ M}$ .

$$K_w = 10^{-14} \rightarrow x(10^{-7} + x) = 10^{-14} \text{ ή } x = 0,6 \cdot 10^{-7} \text{ και } [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ M.}$$

26. Είναι εύκολη η αντιστοίχιση.

27. Το διάλυμα είναι βασικό και δεν μπορεί να έχει  $\text{pH} = 6$ . Αν είχε  $\text{pH} = 14$  το διάλυμα θα ήταν 1 M και αν είχε  $\text{pH} = 8$  το διάλυμα θα ήταν  $10^{-6} \text{ M}$ . Το διάλυμα είναι πιο αραιό, άρα λιγότερο βασικό, οπότε το  $\text{pH} = 7,02$ .

28. Βρίσκουμε τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος:

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{0,08 \text{ mol}}{0,2 \text{ L διαλύματος}} = 10^{-2} \text{ M, οπότε εύκολα υπολογίζουμε ότι}$$

$$\text{pH} = 12.$$

29. Το αρχικό διάλυμα έχει  $\text{pH} = 1$ , οπότε η συγκέντρωσή του είναι 0,1 M και περιέχει 0,2 mol  $\text{HNO}_3$ . Με την αραιώση στο τελικό διάλυμα η συγκέντρωση θα είναι  $\frac{0,2 \text{ mol}}{200 \text{ L}} = 10^{-3} \text{ M}$ , οπότε υπολογίζουμε εύκολα το  $\text{pH} = 3$ .

30. α. Λάθος, γιατί  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-]$ .

β. Σωστό, γιατί  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 = 10^0$ .

γ. Σωστό.

δ. Λάθος, γιατί  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] = 1$ .

31. Αν η  $[\text{H}_3\text{O}^+] = x \text{ M}$  και η  $[\text{OH}^-] = y \text{ M}$ , έχουμε:

$xy = 10^{-14}$  και  $x = 100y$ . Λύνοντας το σύστημα έχουμε:

$x = 10^{-6}$ ,  $y = 10^{-8}$  και  $\text{pH} = 6$ .

32. α. Έχουμε  $x \text{ L}$  διαλύματος  $\text{HCl}$   $1 \text{ M}$  και  $y \text{ L}$  διαλύματος  $\text{HCl}$   $3 \text{ M}$ . Τα συνολικά  $\text{mol HCl}$  ( $x + 3y$ ) είναι διαλυμένα σε  $(x + y) \text{ L}$ ,

οπότε έχουμε  $\frac{x + 3y}{x + y} = 2 \Rightarrow x = y$

β. Διάλυμα  $\text{HCl}$  με  $\text{pH} = 1$  είναι  $0,1 \text{ M}$ , διάλυμα  $\text{HCl}$  με  $\text{pH} = 3$  είναι  $0,001 \text{ M}$  και διάλυμα  $\text{HCl}$  με  $\text{pH} = 2$  είναι  $0,01 \text{ M}$ . Εφαρμόζοντας την ίδια λύση με την α:

$$\frac{0,1x + 0,001y}{x + y} = 0,01 \text{ ή } y = 10x$$

33. Η  $[\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-5} \text{ M} > 10^{-5} \text{ M}$ . Διάλυμα  $10^{-5} \text{ M}$  έχει  $\text{pH} = 9$ . Το διάλυμα είναι πιο βασικό, άρα  $\text{pH} > 9$  και η μόνη δεκτική περίπτωση είναι  $\text{pH} = 9,7$ .

34. Έχουμε  $50 \text{ mL}$  διαλύματος  $0,63\% \text{ w/v}$ . Βρίσκουμε τη Molarity:

$$\frac{0,63}{63} \cdot \frac{1000}{100} \text{ M} = 0,1 \text{ M}, \text{ οπότε } \text{pH} = 1.$$

Προσθέτουμε  $x \text{ mL}$  νερού, το διάλυμα αραιώνεται, γίνεται λιγότερο όξινο, το  $\text{pH}$  του τελικού διαλύματος θα είναι  $3$  και η Molarity του  $10^{-3} \text{ M}$ .

$$\text{Επειδή } n_{\text{αρχ}}(\text{HNO}_3) = n_{\text{τελ}}(\text{HNO}_3) \rightarrow \frac{50 \cdot 0,1}{1000} = \frac{(50 + x)10^{-3}}{1000}$$

$$\Rightarrow x = 4950$$

35. Στα  $500 \text{ mL}$  είναι διαλυμένα  $\frac{x}{22,4} \text{ mol HCl}$

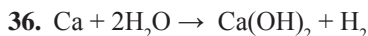
$10 \text{ mL}$

$$\omega \quad \text{ή} \quad \omega = \frac{x}{1120} \text{ mol}$$

Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι:

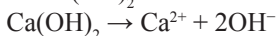
$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{x}{1120} \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = \frac{x}{112} \text{ M.}$$

Επειδή το διάλυμα έχει  $\text{pH} = 1 \rightarrow \frac{x}{112} = 0,1 \Rightarrow x = 11,2$



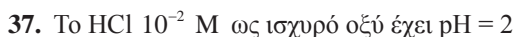
$$\frac{40 \text{ g}}{0,12 \text{ g}} = \frac{1 \text{ mol}}{x} \quad \text{ή } x = 0,003 \text{ mol}$$

Το  $\text{Ca(OH)}_2$  διίσταται πλήρως.



$$5 \cdot 10^{-3} \text{ M} \text{ δίνουν } 10^{-2} \text{ M}$$

δηλαδή  $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M}$ , οπότε  $\text{pOH} = 2$  και  $\text{pH} = 12$ .



Το  $\text{NaOH } 10^{-2} \text{ M}$  διίσταται πλήρως,  $\text{pH} = 12$

Στο  $\text{HA } 0,1 \text{ M}$  ( $\alpha = 0,01$ )  $\rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = 3$

$\text{NH}_3$   $0,1 \text{ M}$  ( $\alpha = 0,01$ )  $\rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = 11$

**38.** Το διάλυμα είναι όξινο. Αν το οξύ ήταν ισχυρό το  $\text{pH}$  θα ήταν 2. Επειδή είναι ασθενές θα είναι λιγότερο όξινο. Επομένως η μόνη δεκτική περίπτωση είναι  $\text{pH} = 4$ .

**39.** α. Λάθος, γιατί με την αραιώση αυξάνει ο βαθμός ιοντισμού.

β. Σωστό, γιατί ελαττώνεται η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$

γ. Λάθος, γιατί η  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$

δ. Σωστό, γιατί αυτή μεταβάλλεται μόνο με τη θερμοκρασία.

**40.** α. Αν θεωρήσουμε ότι ιοντίζονται  $x \text{ mol A / L}$  διαλύματος, έχουμε:

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} = x^2 = 10^{-6} \rightarrow x = 10^{-3} \text{ και } \text{pH} = 3. \text{ Υπολογίζουμε το βαθμό ιοντισμού } \alpha_1 = 10^{-3}.$$

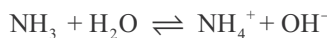
β. Ο όγκος του διαλύματος εκατονταπλασιάζεται, οπότε η συγκέντρωσή του υπολογίζεται εύκολα ότι γίνεται 100 φορές μικρότερη, δηλαδή 0,01 M. Εύκολα υπολογίζουμε το νέο pH.

$$K_a = \frac{y^2}{0,01-y} = \frac{y^2}{0,01} = 10^{-6} \Rightarrow y^2 = 10^{-8} \Rightarrow y = 10^{-4} \text{ και } \text{pH} = 4.$$

Ο νέος βαθμός ιοντισμού  $a_2 = \frac{10^{-4}}{10^{-2}} = 10^{-2}$ .

$$\gamma. \frac{a_1}{a_2} = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = \frac{1}{10}$$

41. Θεωρούμε  $c$  M την συγκέντρωση του διαλύματος της  $\text{NH}_3$  και επειδή  $\text{pH} = 11 \rightarrow \text{pOH} = 3$  και  $[\text{OH}^-] = 10^{-3}$  M. Από τον ιοντισμό της  $\text{NH}_3$  έχουμε:



$c$  M



$$K_b = 10^{-5} = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{c - 10^{-3}} = \frac{10^{-6}}{c} \Rightarrow c = 0,1$$

Ο βαθμός ιοντισμού  $a = \frac{10^{-3}}{0,1} = 10^{-2}$

Από τη Molarity 0,1 M έχουμε 0,1·17 g/L διαλύματος ή 0,17 g/100 ml διαλύματος, δηλαδή 0,17% w/v.

42. Συμπληρώνονται εύκολα, αν μελετήσουμε τη θεωρία.

43. Από τον ιοντισμό του ασθενούς οξέος HA:

$$K_a = \frac{Ca^2}{1-a} = Ca^2 = 1 \cdot 10^{-4} = 10^{-4}.$$

44. α. Λάθος, γιατί  $[\text{H}_3\text{O}^+] < 0,1$

β. Λάθος, γιατί  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-]$

γ. Σωστό

δ. Λάθος, γιατί  $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-1} \rightarrow \text{pH} > 1$

ε. Σωστό.

45. Έστω ότι προσθέτουμε  $x$  L νερού σε 3 L του διαλύματος οξέος HA 0,1 M.

Αρχικό διάλυμα: 0,1 M,  $K_a = 10^{-6}$  M  $\rightarrow$  pH = 3

Τελικό διάλυμα: pH = 4,  $K_a = 10^{-6}$  M  $\rightarrow$   $c_2 = 0,01$  M

$$n_{HA(\alpha\rho\chi)} = n_{HA(\tau\epsilon\lambda)} \rightarrow 3 \cdot 0,1 = (3 + x) \cdot 0,01 \rightarrow x = 297.$$

46. Αρχικό διάλυμα BOH: 1 M,  $K_b = 10^{-6} \rightarrow a_1 = 10^{-3}$  και 0,025 mol διαλυμένης βάσης.

Τελικό διάλυμα BOH:  $\frac{0,025}{0,1}$  M = 0,25 M,  $K_b = 10^{-5} \Rightarrow a_2^2 = \frac{10^{-6}}{0,25}$

$$\text{ή } a_2 = \frac{10^{-3}}{0,5} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ και } \frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2}$$

47. Στα 10 mL δ/τος HCl 0,05 M περιέχονται  $\frac{10 \cdot 0,05}{1000}$  mol  $H_3O^+$  επειδή το

HCl είναι ισχυρό οξύ. Στο διάλυμα του  $CH_3COOH$  0,1 M με  $K_a = 10^{-5}$  υπολογίζουμε εύκολα ότι  $[H_3O^+] = 10^{-3}$ . Αν λοιπόν έχουμε  $x$  mL από το διάλυμα του  $CH_3COOH$  θα έχουμε και

$$\frac{x \cdot 10^{-3}}{1000} \text{ mol } H_3O^+ = \frac{10 \cdot 0,05}{1000} \text{ mol } H_3O^+ \text{ ή } x = 500 \text{ mL.}$$

48. α. Λάθος, γιατί τα δύο οξέα έχουν διαφορετικές συγκεντρώσεις και πρέπει να βρούμε τις τιμές των  $K_a$  για να συγκρίνουμε τα δύο οξέα. Βρίσκουμε  $K_{a(HA)} = 10^{-6}$  και  $K_{a(HB)} = 25 \cdot 10^{-6}$ , οπότε το οξύ HB είναι ισχυρότερο από το οξύ HA.

β. Σωστό, γιατί η  $K_a$  σε σταθερή θερμοκρασία είναι το μέγεθος που δείχνει την ισχύ ενός οξέος.

γ. Λάθος, γιατί στα ισχυρά οξέα ο βαθμός ιοντισμού παραμένει σταθερός,  $\alpha = 1$ .

δ. Σωστό, γιατί ελαττώνεται η συγκέντρωση και αυξάνεται ο βαθμός ιοντισμού.

49. Διάλυμα HCOOH με  $K_a = 10^{-4}$  για να έχει pH = 2 υπολογίζεται εύκολα ότι πρέπει να είναι 1 M, δηλαδή 46 g στα 1000 mL ή 9,2 g στα 200 mL.

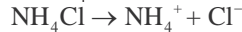


Επειδή θέλουμε το pH του διαλύματος να είναι μεγαλύτερο, πρέπει να προσθέσουμε λιγότερα από 9,2 g. Δηλαδή 9,2 g είναι οριακά η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα.

50. α. Το διάλυμα της ΓΟΗ που έχει την ίδια συγκέντρωση με την ΒΟΗ έχει μεγαλύτερο pH, δηλαδή είναι πιο βασικό, άρα και η ΓΟΗ ισχυρότερη βάση από τη ΒΟΗ.  
β. Τα δύο διαλύματα θα περιέχουν ίσες ποσότητες από τις δύο βάσεις, άρα θα απαιτούν ίσες ποσότητες οξέος για να εξουδετερωθούν.
51. Δεν μπορούν να συγκριθούν, γιατί δε γνωρίζουμε τις συγκεντρώσεις των διαλυμάτων των οξέων.
52. Υπολογίζουμε εύκολα ότι η  $K_a$  του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  είναι ίση με  $10^{-5}$  και η  $K_a$  του  $\text{HCOOH}$  είναι ίση με  $10^{-4}$ . Άρα το  $\text{HCOOH}$  είναι ισχυρότερο από το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  γιατί έχει μεγαλύτερο  $K_a$ .
53. Το  $\text{NaCl}$  είναι άλας που προέρχεται από εξουδετέρωση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση. Η παρουσία του δεν επηρεάζει το pH ενός διαλύματος, άρα το διάλυμά του έχει  $\text{pH} = 7$ .

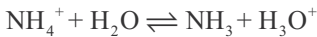
$$54. K_{\text{NH}_4^+} = \frac{K_w}{K_{\text{NH}_3}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

Το  $\text{NH}_4\text{Cl}$  διάσταται πλήρως.



$$0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$

Το  $\text{NH}_4^+$  είναι ασθενές οξύ, ενώ το  $\text{Cl}^-$  είναι πολύ ασθενής βάση και δεν αντιδρά πρακτικά με το  $\text{H}_2\text{O}$ .



$$0,1 \text{ M}$$

$$x \text{ M} \quad x \text{ M} \quad x \text{ M}$$

$$(0,1 - x) \text{ M} \quad x \text{ M} \quad x \text{ M}$$

$$K_{\text{NH}_4^+} = \frac{x}{0,1 - x} = \frac{x^2}{0,1} = 10^{-9} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ και } \text{pH} = 5$$

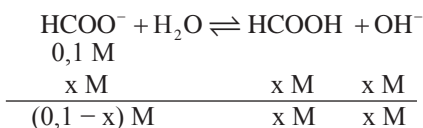
55. Βρίσκουμε τη Molarity του διαλύματος του HCOONa ίση με

$$\frac{1,36}{68} \text{ mol} \\ \frac{\quad}{0,2 \text{ L}} = 0,1 \text{ M.}$$

Το HCOONa δίσταται πλήρως:



Τα  $\text{HCOO}^-$  είναι ασθενής βάση ενώ τα  $\text{Na}^+$  δε δέχονται ή δίνουν πρωτόνια στο  $\text{H}_2\text{O}$ .



$$K_w = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} = \frac{x^2}{0,1 - x} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5.5} = [\text{OH}^-] \text{ και}$$

$$\text{pH} = 8,5$$

56. Σύμφωνα με τα προηγούμενα παραδείγματα. Αρχικό διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONa}$  1 M,  $\text{pH} = 10$ ,  $K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-8}$ . Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι 100 L (10 φορές μεγαλύτερος) και η συγκέντρωση προφανώς 10 φορές μικρότερη, δηλαδή 0,1 M,  $K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-8}$ , οπότε υπολογίζουμε εύκολα  $[\text{OH}^-] = 10^{-4.5}$  και  $\text{pH} = 9,5$ .

57. β. Από την αντιστοίχιση, η οποία γίνεται εύκολα, βρέθηκε ότι το ασθενές οξύ 0,1 M έχει  $\text{pH} = 3$ , οπότε υπολογίζουμε εύκολα  $K_a = 10^{-5}$ .

58. Τα κενά συμπληρώνονται εύκολα, αν μελετήσουμε τη θεωρία.

59. α. Υπολογίζουμε το  $a$ :  $a^2 = \frac{K_a}{c} = \frac{10^{-5}}{0,1} \Rightarrow a = 10^{-2}$

Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος και από τη σχέση  $[\text{H}_3\text{O}^+] =$

$$K_a \cdot \frac{[\text{oξύ}]}{[\text{βάση}]}$$

Υπολογίζουμε  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \cdot \frac{0,1}{0,1} = 10^{-5}$ , οπότε  $a = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4}$ .

Παρατηρούμε ότι η παρουσία κοινού ιόντος, δηλαδή του  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  προκαλεί ελάττωση του βαθμού ιοντισμού του  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

- 60.** Το  $\text{HCl}$  ιοντίζεται πλήρως  $\alpha = 1$ , είτε είναι μόνο του σε διάλυμα, είτε είναι διαλυμένο μαζί με  $\text{NaCl}$ . Το  $\text{HA}$  προφανώς είναι ασθενές οξύ και έχει μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού  $10^{-2} > 10^{-4}$  όταν είναι μόνο του σε διάλυμα παρά αν υπάρχει και κοινό ιόν, δηλαδή  $\text{A}^-$ , που προκύπτει από το  $\text{NaA}$ .

**61.** Από τη σχέση  $[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{βάση}]}{[\text{οξύ}]}$

Υπολογίζουμε  $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{0,1}{0,1} = 10^{-5} \text{ M}$ , οπότε  $a = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4}$  και

$$\text{pH} = 9.$$

- 62.** Υπολογίζουμε τη Molarity του τελικού διαλύματος:

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{6}{60} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1 \text{ M}$$

$$c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,82}{0,4 \text{ L}} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{0,1}{4} \text{ M}$$

και  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \frac{1}{0,1} \text{ M} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  και  $a = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{1} = 4 \cdot 10^{-4}$

- 63.** Υπολογίζουμε την  $K_{\text{b-NH}_3}$ : έχουμε διάλυμα 0,1 M με  $\alpha = 1\% \rightarrow$

$$K_b = \frac{0,1 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \cdot 10^{-2}}{0,1 - 0,1 \cdot 10^{-2}} = 10^{-5}$$

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 10 L και περιέχει  $4 \cdot 0,1 \text{ mol NH}_3$  και  $6 \cdot 0,05 \text{ mol NH}_4\text{Cl}$ . Υπολογίζουμε τις συγκεντρώσεις και βρίσκουμε ότι έχουμε διάλυμα  $\text{NH}_3$  0,04 M και  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,03 M.

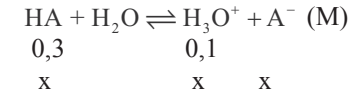
Από τη σχέση:

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} \text{ προκύπτει } [\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{0,04}{0,03} \text{ M} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ M}.$$

64. α. Για την ασπιρίνη δίνεται  $K_a = 3 \cdot 10^{-4}$  και διάλυμα 0,3 M.

$$\text{Υπολογίζουμε το } a: a^2 = \frac{K_a}{c} = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,3} = 10^{-3} \Rightarrow a = 3,16 \cdot 10^{-2}.$$

β. Το γαστρικό οξύ είναι ήδη όξινο και έχει  $\text{pH} = 1$ , προσθέτουμε την ασπιρίνη που ιοντίζεται, οπότε έχουμε:



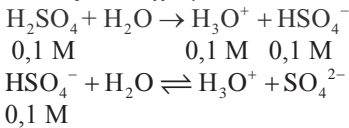
Στην ισορροπία έχουμε  $[\text{HA}] = (0,3 - x) \text{ M} = 0,3 \text{ M}$ .

$[\text{A}^-] = x \text{ M}$  και  $[\text{H}_3\text{O}^+] = (0,1 + x) \text{ M} = 0,1 \text{ M}$ .

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 3 \cdot 10^{-4} = \frac{0,1 \cdot x}{0,3} \Rightarrow x = 9 \cdot 10^{-4} \text{ και}$$

$$a = \frac{9 \cdot 10^{-4}}{0,3} = 3 \cdot 10^{-3} < 3,16 \cdot 10^{-2}.$$

65. Το διάλυμα του  $\text{HCl}$  0,1 M έχει προφανώς  $\text{pH} = 1$ . Το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  είναι διπρωτικό οξύ και έχουμε:



$x \text{ M}$   $\frac{x \text{ M}}{0,1 + x}$   $x \text{ M}$   
Στην ισορροπία:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 + x > 0,1$  και  $\text{pH} < 1$ .

66. Υπολογίζουμε τις ποσότητες του  $\text{HCl}$  και του  $\text{KOH}$ .

$$\alpha. \frac{200 \cdot 0,1}{1000} \text{ mol HCl} = 0,02 \text{ mol HCl}$$

$$\beta. \frac{300 \cdot 0,28}{100 \cdot 56} \text{ mol KOH} = 0,015 \text{ mol KOH}$$

Γράφουμε την αντίδραση που θα είναι πρακτικά μονόδρομη και υπολογίζουμε τι παράγεται και τι περισσεύει.



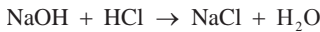
αρχ.: 0,02 mol 0,015 mol

αντ.: 0,015 mol 0,015 mol 0,015 mol

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 500 mL και περιέχει 0,015 mol KCl (δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος) και (0,02 - 0,015) mol HCl = 0,005 mol HCl. Βρίσκουμε:

$$c_{\text{HCl}} = \frac{0,005}{0,5} \text{ M} = 0,01 \text{ M} \text{ και εύκολα υπολογίζουμε το } \text{pH} = 2.$$

67. Έστω ότι προσθέτουμε  $x$  mol HCl στα 2 L διαλύματος NaOH που έχει  $\text{pH} = 13$  και επομένως  $c_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ M}$ . Τα 2 L περιέχουν 0,2 mol NaOH. Επειδή προσθέτουμε HCl το διάλυμα θα γίνει λιγότερο βασικό, οπότε το pH θα γίνει ίσο με 12 και θα περισσέψει NaOH με  $c_{\text{NaOH}} = 10^{-2} \text{ M}$ . Γράφουμε την αντίδραση (μονόδρομη) και υπολογίζουμε την ποσότητα της βάσης που περισσεύει και από την οποία εξαρτάται η τιμή του pH.



0,2 mol  $x$  mol

$x$  mol  $x$  mol  $x$  mol

Περισσεύουν (0,2 -  $x$ ) mol NaOH και έχουμε:

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{n}{V} = \frac{0,2 - x}{2} = 10^{-2} \quad \text{ή } x = 0,18$$

Δηλαδή πρέπει να προσθέσουμε  $0,18 \cdot 36,5 \text{ g} = 6,57 \text{ g HCl}$ .

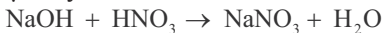
68. Έστω ότι προσθέτουμε  $x$  mL διαλύματος  $\text{HNO}_3$ .

α.  $n_{\text{HNO}_3} = \frac{x \cdot 0,63}{100 \cdot 63} \text{ mol} = 10^{-4} x \text{ mol}$

β. Το διάλυμα έχει  $\text{pH} = 12$ , οπότε  $c_{\text{NaOH}} = 0,01 \text{ M}$  και  $n_{\text{NaOH}} = 2 \cdot 0,01 \text{ mol} = 0,02 \text{ mol}$ .

γ. Το τελικό διάλυμα έχει  $\text{pH} = 3$ , άρα περισσεύει  $\text{HNO}_3$  με  $c_{\text{HNO}_3} = 10^{-3} \text{ M}$  στο τελικό διάλυμα.

Υπολογίζουμε το  $\text{HNO}_3$  που περισσεύει και τη Molarity του τελικού διαλύματος:



0,02 mol  $10^{-4} x \text{ mol}$

0,02 mol 0,02 mol

$$\frac{10^{-4}x - 0,02}{\frac{x}{1000} + 2} = 10^{-3}, \text{ λύνουμε και βρίσκουμε: } x = 222,22.$$

69. Έστω x L διαλύματος HCl και y L διαλύματος KOH.

x L Δ. HCl pH = 2 → 0,01 M περιέχουν 0,01 x mol HCl

y L Δ. KOH pH = 13 → 0,1 M περιέχουν 0,1 y mol KOH.

(x + y) L Τ.Δ. με pH = 11 → KOH 0,001 M περιέχουν (x + y) · 10<sup>-3</sup> mol KOH.

Από την αντίδραση υπολογίζεται εύκολα ότι αντιδρούν 0,01x mol KOH και περισσεύουν (0,1y - 0,01x) mol KOH σε (x + y) L διαλύματος. Άρα (x + y) · 10<sup>-3</sup> = 0,1y - 0,01x ή  $\frac{x}{y} = 9$ .

70. Διάλυμα HCl 0,1 M → pH = 1. Είναι διαλυμένα 0,1 · 0,1 mol HCl = 0,01 mol HCl. Διάλυμα NH<sub>3</sub> 0,1 M, K<sub>b</sub> = 10<sup>-5</sup> → pH = 11. Είναι διαλυμένα 0,2 · 0,1 mol NH<sub>3</sub> = 0,02 mol NH<sub>3</sub>. Γράφουμε την αντίδραση (μονοδρομη), υπολογίζουμε τι παράγεται και τι περισσεύει, βρίσκουμε τη Molarity του τελικού διαλύματος και υπολογίζουμε το pH του διαλύματος.



0,02 mol 0,01 mol

0,01 mol 0,01 mol 0,01 mol

$$c_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,3 \text{ L}} = \frac{1}{30} \text{ M}$$

Στο τελικό διάλυμα:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,3 \text{ L}} = \frac{1}{30} \text{ M}$$

$$\text{και από τη σχέση } [\text{OH}^-] = K_b \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 10^{-5} \frac{\frac{1}{30}}{\frac{1}{30}} = 10^{-5} \rightarrow \text{pH} = 9.$$

71. α. Έστω x mL διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,5 M. Για να παρασκευάσουμε 100 mL διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M πρέπει

$$\frac{0,5x}{1000} = \frac{0,1 \cdot 100}{1000} \rightarrow x = 20.$$

- β. 100 mL διαλύματος 0,1 M περιέχουν 0,01 mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
50 mL διαλύματος 0,2 M περιέχουν 0,01 mol  $\text{CH}_3\text{COONa}$

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,15 \text{ L}} = \frac{1}{15} \text{ M}$$

Στο διάλυμα Β έχουμε:

$$c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,15 \text{ L}} = \frac{1}{15} \text{ M}$$

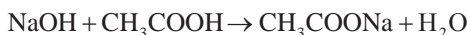
$$\text{και } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 10^{-5} \frac{\frac{1}{15}}{\frac{1}{15}} = 10^{-5} \text{ και pH} = 5.$$

- γ. Έστω ότι προσθέτουμε x mL διαλύματος  $\text{NaOH}$  0,1 M που περιέχουν

$$\frac{0,1x}{1000} \text{ mol NaOH σε } 100 \text{ mL του Α που περιέχει } 0,01 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH} \text{ και}$$

παίρνουμε διάλυμα με  $\text{pH} = 5$ .

Για να έχει το τελικό διάλυμα  $\text{pH} = 5$  πρέπει να περισσεύει οξύ, γιατί αν δεν περισσεύει οξύ ή βάση θα είχαμε  $\text{pH} > 7$ . Γράφουμε την αντίδραση:



$$\frac{0,1x}{1000} \text{ mol} \quad 0,01 \text{ mol}$$

$$\frac{0,1x}{1000} \text{ mol} \quad \frac{0,1x}{1000} \text{ mol} \quad \frac{0,1x}{1000} \text{ mol}$$

Στο τελικό διάλυμα:

$$c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{\frac{0,1x}{1000}}{\frac{100+x}{1000}} \text{ M} = \frac{0,1x}{100+x} \text{ M} \text{ και}$$

$$\text{CH}_3\text{COOH}: \frac{0,01 - \frac{0,1x}{1000}}{\frac{100+x}{1000}} \text{ M} = \frac{10 - 0,1x}{100+x} \text{ M}$$

Οπότε, εφαρμόζουμε τη σχέση:

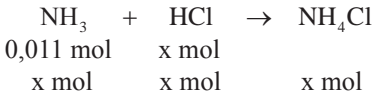
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{οξύ}]}{[\text{βάση}]} \quad \text{ή} \quad 10^{-5} = 10^{-5} \cdot \frac{0,1x}{\frac{100+x}{100-0,1x}} \quad \text{και υπολογίζουμε}$$

$$x = 50.$$

72. α. Σε διάλυμα  $\text{NH}_3$  0,1 M,  $K_b = 10^{-5}$  υπολογίζουμε εύκολα το  $\text{pH} = 11$ . Το διάλυμα περιέχει  $0,11 \cdot 0,1 \text{ mol} = 0,011 \text{ mol NH}_3$ .

β. Έστω ότι προσθέτουμε  $x \text{ mol HCl}$ . Το διάλυμα γίνεται λιγότερο βασικό και έχει  $\text{pH} = 10$  και περισεύει βάση.

Γράφουμε την αντίδραση:



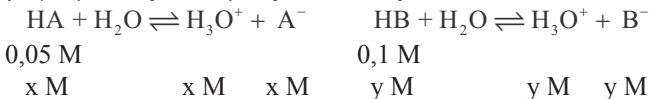
Το τελικό διάλυμα περιέχει  $\frac{x}{0,11} \text{ M NH}_4\text{Cl}$  και  $\frac{0,011-x}{0,11} \text{ M NH}_3$ .

$$\text{Χρησιμοποιούμε τη σχέση } [\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{βάση}]}{[\text{οξύ}]} \rightarrow$$

$$10^{-4} = 10^{-5} \cdot \frac{0,011-x}{\frac{x}{0,11}} \quad \text{και υπολογίζουμε εύκολα ότι } x = 0,001.$$

73. Το  $\text{H}_3\text{O}^+$  γιατί το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  είναι διπρωτικό και τα  $\text{H}_3\text{O}^+$  προέρχονται από τους δύο ιοντισμούς.

74. Γράφουμε τους ιοντισμούς των δύο οξέων.





$$K_{a(HA)} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(x+y)x}{0,05-x} = 4 \cdot 10^{-5} \Rightarrow (x+y)x = 4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05 \quad (1)$$

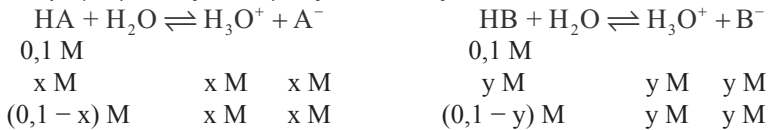
$$K_{a(HB)} = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]} = \frac{(x+y)y}{0,1-y} = 10^{-5} \Rightarrow (x+y)y = 0,1 \cdot 10^{-5} \quad (2)$$

Προσθέτουμε κατά μέλη τις (1) και (2):

$$(x+y)^2 = 0,2 \cdot 10^{-5} + 0,1 \cdot 10^{-5} = 3 \cdot 10^{-6} \rightarrow$$

$$(x+y) = 1,73 \cdot 10^{-3} = [H_3O^+]$$

75. α. Γράφουμε τους ιοντισμούς των δύο οξέων:



$$pH = 1 \rightarrow x + y = 0,1 \quad (1)$$

$$K_{a(HA)} = 0,2 = \frac{(x+y)x}{0,1-x} = \frac{0,1 \cdot x}{0,1-x} \quad (2)$$

$$K_{a(HB)} = \frac{(x+y)y}{0,1-y} = \frac{0,1y}{0,1-y} \quad (3)$$

$$\left. \begin{array}{l} (2) \\ (3) \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x = \frac{0,2}{3} \\ y = \frac{0,1}{3} \end{array}$$

$$\text{και υπολογίζουμε την } K_{a(HB)} = \frac{0,1 \cdot \frac{0,1}{3}}{0,1 \cdot \frac{0,1}{3}} = 0,05$$

β. Επειδή  $K_{a(HA)} > K_{a(HB)}$  το οξύ HA είναι ισχυρότερο από το HB.

76. α. Σωστό, από τον ορισμό του ρυθμιστικού διαλύματος.

β. Λάθος, γιατί περιέχει ουσιαστικά μόνο τη βάση  $F^-$ .

γ. Σωστό, γιατί περιέχει τη βάση  $NH_3$  και το συζυγές οξύ της  $NH_4^+$ .

δ. Λάθος, γιατί περιέχει ουσιαστικά μόνο το οξύ  $NH_4^+$ .

77. α. Ναι.

β. Ναι.

γ. Όχι, γιατί περιέχει δύο οξέα,  $\text{NH}_4^+$  και  $\text{HCl}$ .

δ. Ναι, γιατί περιέχει το οξύ  $\text{H}_2\text{S}$  και τη συζυγή του βάση  $\text{HS}^-$ .

ε. Όχι, γιατί περιέχει δύο βάσεις,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  και  $\text{OH}^-$ .

78.  $\text{NH}_3$  0,1 M –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M  $\rightarrow$  pH = 9

$\text{HF}$  1 M –  $\text{NaF}$  0,1 M  $\rightarrow$  pH = 3

$\text{NH}_3$  1 M –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M  $\rightarrow$  pH = 10

(αυτά είναι ρυθμιστικά διαλύματα των οποίων το pH υπολογίζεται εύκολα)

$\text{HCl}$  0,1 M –  $\text{NaCl}$  0,1 M  $\rightarrow$  pH = 1, γιατί το  $\text{NaCl}$  δεν επηρεάζει το pH  $\text{HCl}$  0,1 M που είναι ίσο με 1.

79. Στο τελικό διάλυμα που έχει όγκο 0,2 L έχουμε:

$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1 \text{ M}$

$$c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{n}{V} = \frac{3,28}{82} \text{ mol} = 0,2 \text{ M}$$

$$\text{και } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{0,1}{0,2} = 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = 5$$

80. Στο τελικό διάλυμα:

$$\left. \begin{aligned} c_{\text{NH}_3} &= \frac{n}{V} = \frac{2 \cdot 0,5 \text{ mol}}{(2 + 8) \text{ L}} = 0,1 \text{ M} \\ c_{\text{NH}_4\text{Cl}} &= \frac{n'}{V} = \frac{8 \cdot 0,125 \text{ mol}}{(2 + 8) \text{ L}} = 0,1 \text{ M} \end{aligned} \right\} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = 9$$

81. α. Από την σχέση:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \text{ έχουμε } K_a = 10^{-5} \frac{0,1}{0,1} = 10^{-5}$$

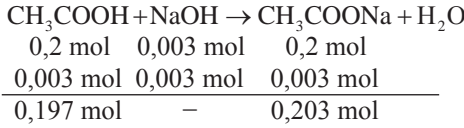
Στο τελικό διάλυμα που έχει όγκο 20 L

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{c_{\text{αρχ}}}{10} = 0,01 \text{ M}$$

$$c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{c_{\text{αρχ}}}{10} = 0,01 \text{ M}$$

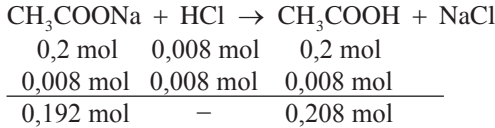
Εύκολα υπολογίζουμε:  $[H_3O^+] = 10^{-5} \frac{0,01}{0,01} = 10^{-5} \rightarrow \text{pH} = 5$

γ. Προσθέτουμε 0,003 mol NaOH και γίνεται η αντίδραση:



$$[H_3O^+] = 10^{-5} \frac{0,197}{0,203} \Rightarrow \text{pH} = -\log[H_3O^+] = 5,005$$

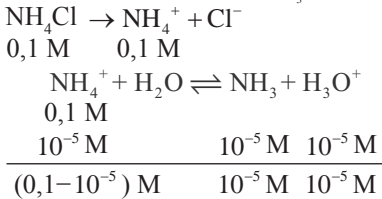
δ. Προσθέτουμε  $8 \cdot 0,001$  mol HCl και γίνεται η αντίδραση:



$$[H_3O^+] = 10^{-5} \frac{0,208}{0,192} \Rightarrow \text{pH} = -\log[H_3O^+] = 4,97$$

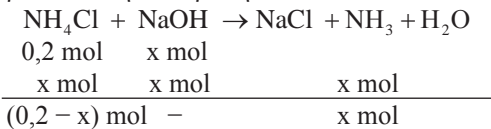
82. Έστω ότι προσθέτουμε  $x$  mol NaOH σε 2 L διαλύματος  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M που έχει  $\text{pH} = 5$  ή  $[H_3O^+] = 10^{-5}$

α. Υπολογίζουμε την  $K_{b-NH_3}$ :



$$K_{b(NH_4^+)} = \frac{10^{-5} \cdot 10^{-5}}{0,1 - 10^{-5}} = 10^{-9} \quad \text{και} \quad K_{b(NH_3)} = \frac{K_w}{K_{b(NH_4^+)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}$$

β. Γίνεται η αντίδραση:



Αντιδρά όλη η ποσότητα του NaOH γιατί το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό και πρέπει να περιέχει  $\text{NH}_4\text{Cl}$  και  $\text{NH}_3$ . Επειδή το τελικό διάλυμα έχει  $\text{pH} = 9$ .

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} = K_b \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 10^{-5} \frac{x}{0,2 - x}$$

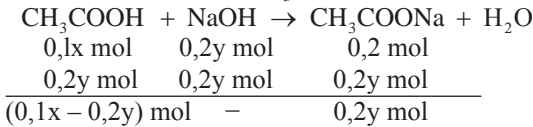
Εύκολα υπολογίζουμε  $x = 0,1$ .

83.  $x$  L διάλυμα  $\text{HClO}_2$  0,9 M περιέχουν  $0,9x$  mol  $\text{HClO}_2$   
 $y$  L διάλυμα  $\text{NaClO}_2$  0,3 M περιέχουν  $0,3y$  mol  $\text{NaClO}_2$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{HClO}_2]}{[\text{ClO}_2^-]} \Rightarrow 10^{-7} = 10^{-6} \frac{0,9x}{\frac{x+y}{0,3y}} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{30}$$

84. α., δ. Λάθος, γιατί όχι οποιασδήποτε  
 β. Λάθος, γιατί η  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  του ρυθμιστικού διαλύματος είναι μικρότερη από την  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  του διαλύματος HA.  
 γ. Σωστό.

85.  $x$  L διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M  $\rightarrow$   $0,1x$  mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
 $y$  L διαλύματος  $\text{NaOH}$  0,2 M  $\rightarrow$   $0,2y$  mol  $\text{NaOH}$   
 Επειδή το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό, αντιδρά όλη η ποσότητα του  $\text{NaOH}$  και περισσεύει  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

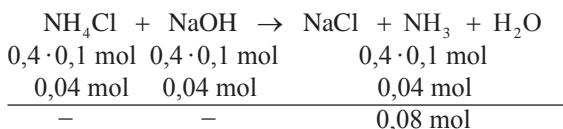


$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} = 10^{-5} \frac{0,1x - 0,2y}{\frac{x+y}{0,2y}} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{4}{1}$$

86. Υπολογίζουμε την  $K_{b(\text{NH}_3)}$

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} \quad \text{ή} \quad 10^{-5} = K_b \frac{0,1}{0,1} \rightarrow K_b = 10^{-5}$$

Γίνεται η αντίδραση:

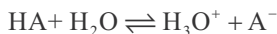


Στο τελικό διάλυμα:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{n}{V} = \frac{0,08}{0,8} \text{ M} = 0,1 \text{ M} \quad K_{\text{b}(\text{NH}_3)} = 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = 11$$

Το pH άλλαξε πολύ, γιατί η ποσότητα του NaOH αντέδρασε με ολόκληρη την ποσότητα του  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

- 87.** Κατά την προσθήκη των λίγων σταγόνων του δείκτη HA στο διάλυμα αποκαθίσταται η ισορροπία:



και ισχύει ο τύπος:  $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$  (1)

Για να είναι το χρώμα κόκκινο πρέπει:  $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} > 10$

Από τον τύπο 1 έχουμε:  $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[K_a]} > 10$

ή  $[\text{H}_3\text{O}^+] > K_a \cdot 10$  ή  $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10 \cdot 10^{-5}$

ή  $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-4}$ , άρα  $\text{pH} < 4$

β. Για να γίνει μπλε πρέπει:

$$\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} < \frac{1}{10} \quad \text{ή} \quad \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[K_a]} < \frac{1}{10} \quad \text{ή} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-4}$$

Στο διάλυμα  $\text{NH}_3$  0,1 M  $K_b = 10^{-5} \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3} \rightarrow$   
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-11} < 10^{-6}$ , άρα θα χρωματιστεί μπλε.

- 88.** Διάλυμα HCl 0,01 M  $\rightarrow \text{pH} = 2$

Διάλυμα NaOH 0,01 M  $\rightarrow \text{pH} = 12$

Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,01 M  $\rightarrow 7 > \text{pH} > 2$

Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,01 M  $\rightarrow 12 > \text{pH} > 7$

Το μόνο διάλυμα που έχει οπωσδήποτε pH μεγαλύτερο του 10 είναι το β.

89. α. Καταναλώνονται 25 mL Δ. NaOH x M

$$\text{Επομένως: } \frac{50 \cdot 0,1}{1000} = \frac{25 \cdot x}{1000} \Rightarrow x = 0,2$$

Το τελικό διάλυμα περιέχει 0,005 mol  $\text{CH}_3\text{COONa}$  σε 75 mL

$$\text{διαλύματος και: } c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,0050}{0,0750} \text{ M} = \frac{0,2}{3} \text{ M}$$

β. Στο τελικό διάλυμα:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot c} = \sqrt{10^{-9} \cdot \frac{0,2}{3}} = 10^{-5} \cdot 0,8$$

$$\text{και } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \cdot 1,2 \text{ και pH} = 8,95.$$

γ. Χρησιμοποιούμε φαινολοφθαλείνη με περιοχή αλλαγής pH: 8,3 – 10,1.

90. γ. Στο σημείο εξουδετέρωσης επειδή  $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = K_{\text{NH}_3}$  το pH του διαλύματος θα είναι 7, οπότε ο κατάλληλος δείκτης είναι το κυανού της βρωμοθμόλης.

91. α. Σωστό, από τον ορισμό της διαλυτότητας.

β. Λάθος, γιατί από το  $K_s$  θα βρούμε τις διαλυτότητες και μπορεί να μην ισχύει η πρόταση.

γ. Σωστό, από τον ορισμό της διαλυτότητας.

δ. Λάθος, βλέπε το β.

92.  $\text{AgCl: } 10^{-5} \text{ M} \rightarrow 10^{-10}$

$\text{Mg(OH)}_2: 10^{-4} \text{ M} \rightarrow 4 \cdot 10^{-12}$

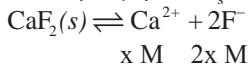
$\text{Fe(OH)}_2: 10^{-5} \text{ M} \rightarrow 4 \cdot 10^{-15}$

$\text{Al(OH)}_3: 10^{-8} \text{ M} \rightarrow 2,7 \cdot 10^{-31}$

93. Η διαλυτότητα του  $\text{BaSO}_4$  είναι  $\frac{0,00256}{233} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Το  $K_s$  είναι  $(1,1 \cdot 10^{-5})^2 = 1,21 \cdot 10^{-10}$

94. Από την τιμή του  $K_s$  υπολογίζουμε τη διαλυτότητα του  $\text{CaF}_2$ :



$$x \text{ M} \quad 2x \text{ M}$$

$$K_s = 4 \cdot 10^{-12} \rightarrow x \cdot (2x)^2 = 4 \cdot 10^{-12} \rightarrow x = 10^{-4}$$

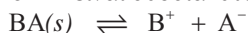
Διαλύονται  $10^{-4}$  mol σε 1 L  $\text{H}_2\text{O}$  ή  $10^{-4} \cdot 100 \cdot 78 \text{ g} = 0,78 \text{ g}$  σε 100 L  $\text{H}_2\text{O}$ .

95. Το NaA είναι ευδιάλυτο και διίσταται πλήρως:



$$0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$

Το BA είναι δυσδιάλυτο και διίσταται:



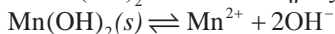
$$10^{-8} \text{ M} \quad 10^{-8} \text{ M} \quad 10^{-8} \text{ M}$$

$$K_s = 10^{-8} (10^{-1} + 10^{-8}) = 10^{-9}$$

96. Από την  $K_s$  του  $\text{AgCl}$  υπολογίζουμε εύκολα ότι η διαλυτότητά του στο νερό είναι  $10^{-5}$  M. Από την  $K_s$  του  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  υπολογίζουμε τη διαλυτότητά του:  $4y^3 = 4 \cdot 10^{-12} \rightarrow y = 10^{-4}$ , άρα μεγαλύτερη διαλυτότητα στο νερό έχει ο  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ .

97.  $\text{pH} = 10$ , άρα  $\text{pOH} = 4$  και  $[\text{OH}^-] = 10^{-4}$ .

Το  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  διίσταται πλήρως:



$$x \text{ M} \quad x \text{ M} \quad 2x \text{ M}$$

$$2x = 10^{-4} \text{ και } K_s = x \cdot (2x)^2 = \frac{10^{-4}}{2} (10^{-4})^2 = 5 \cdot 10^{-13}$$

98. Από την  $K_s$  του  $\text{CaF}_2$  υπολογίζουμε εύκολα ότι η διαλυτότητά του είναι ίση με  $10^{-4}$  M.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Σε 1 L διαλύονται } 10^{-4} \text{ mol} \\ x \text{ L} \quad \quad \quad \frac{0,39}{78} \text{ mol} \end{array} \right\} x = 50$$

99. Στους  $15^\circ\text{C}$  η διαλυτότητα του  $\text{A}_2\text{B}$  είναι  $x$  M και η  $K_s$  υπολογίζεται ίση με  $4x^3$ .

Στους  $60^\circ\text{C}$  η διαλυτότητα του  $\text{A}_2\text{B}$  είναι  $3x$  M και η  $K_s'$  υπολογίζεται ότι είναι ίση με  $4(3x)^3 = 108x^3$

$$108x^3 = 27 \cdot 4x^3, \text{ άρα } K_s' = 27K_s$$

**100.** Υπολογίζουμε τη διαλυτότητα του AgCl:

α. Στο νερό:  $x^2 = 10^{-10}$  ή  $x = 10^{-5}$

και τη διαλυτότητα του AgCl σε διάλυμα:

$$\text{MgCl}_2 \text{ 0,1 M: } (0,2 + y)y = 10^{-10} \text{ ή } y = \frac{10^{-10}}{0,2} = 5 \cdot 10^{-10}$$

Σε 1 L Δ.  $\text{MgCl}_2$  διαλύονται  $5 \cdot 10^{-10}$  mol AgCl

ω L  $10^{-5}$  mol

και κάνοντας τις πράξεις:  $\omega = 20000$  L.

**101.** Για να μην καταβυθίζεται ίζημα πρέπει:  $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \leq K_s$ , οπότε:

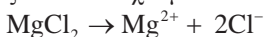
$$10^{-2} \cdot [\text{OH}^-]^2 \leq 9 \cdot 10^{-12}$$

$$\text{και } [\text{OH}^-]^2 \leq 9 \cdot 10^{-10} \text{ ή } [\text{OH}^-] \leq 3 \cdot 10^{-5}$$

Δηλαδή η μέγιστη δυνατή  $[\text{OH}^-]$  για να μη σχηματιστεί ίζημα  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  είναι  $3 \cdot 10^{-5}$  M.

Ομοίως, για να σχηματίζεται ίζημα  $[\text{OH}^-] > 3 \cdot 10^{-5}$ , οπότε οριακά η ελάχιστη δυνατή  $[\text{OH}^-]$  για να σχηματιστεί ίζημα είναι  $3 \cdot 10^{-5}$ .

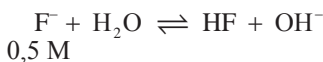
**102.** Με την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων, οι συγκεντρώσεις υποδιπλασιάζονται και έχουμε:



$$\frac{c}{2} \text{ M} \quad \frac{c}{2} \text{ M} \quad c \text{ M}$$



$$0,5 \text{ M} \quad 0,5 \text{ M} \quad 0,5 \text{ M}$$



$$\begin{array}{ccc} 0,5 \text{ M} & & \\ \frac{x \text{ M}}{(0,5 - x) \text{ M}} & \frac{x \text{ M}}{x \text{ M}} & \frac{x \text{ M}}{x \text{ M}} \end{array}$$

$$K_{a(\text{HF})} = 10^{-4} \rightarrow K_{\text{F}^-} = \frac{K_w}{K_a} = 10^{-10}$$

$$\frac{x^2}{0,5 - x} = 10^{-10} \Rightarrow x^2 = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ ή } [\text{OH}^-]^2 = 5 \cdot 10^{-11}$$



Για να μην καταβυθίζεται ίζημα πρέπει:  $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \leq 9 \cdot 10^{-12}$  ή  $\frac{c}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-11} \leq 9 \cdot 10^{-12}$  ή  $c \leq 0,36 \text{ M}$

Δηλαδή, η μέγιστη δυνατή τιμή του  $c$  για να μη σχηματιστεί ίζημα  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  είναι  $0,36 \text{ M}$ .

- 103.** Μετά την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων, το τελικό διάλυμα έχει όγκο

$$500 \text{ mL και } c_{\text{Ca}(\text{NO}_3)_2} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,5} \text{ M} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

$$c_{\text{NaF}} = \frac{0,3x}{0,5} \text{ M} = 0,6x \text{ M}$$

Το  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  και το  $\text{NaF}$  δίστανται πλήρως, οπότε  $[\text{Ca}^{2+}] = 4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  και  $[\text{F}^-] = 0,6x \text{ M}$ .

Για να μη σχηματίζεται ίζημα, πρέπει:  $[\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 \leq K_s$  ή  $4 \cdot 10^{-4} \cdot (0,6x)^2 \leq 10^{-11}$  ή  $x \leq 2,63 \cdot 10^{-4}$ .

Η μέγιστη δυνατή τιμή του  $x$  για να μη σχηματίζεται ίζημα  $\text{CaF}_2$  είναι  $2,63 \cdot 10^{-4}$ .

- 104.** Το τελικό διάλυμα έχει όγκο  $500 \text{ mL}$  και:

$$c_{\text{BaCl}_2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-5}}{0,5} \text{ M} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ M.}$$

$$c_{\text{K}_2\text{SO}_4} = \frac{0,1 \cdot 10^{-4}}{0,5} \text{ M} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M.}$$

Στο διάλυμα αυτό έχουμε:  $[\text{Ba}^{2+}] = 8 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  και  $[\text{SO}_4^{2-}] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ .

Για να μη σχηματίζεται ίζημα η μέγιστη δυνατή τιμή για το

$Q_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$  είναι ίση με  $K_s$ , οπότε

$$K_s = 8 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 16 \cdot 10^{-11} = 1,6 \cdot 10^{-10}.$$

- 105.** Κατά τη στιγμή της ανάμιξης οι συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα που έχει όγκο  $400 \text{ mL}$  είναι:

$$c_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{0,4} \text{ M} = 10^{-2} \text{ M.}$$

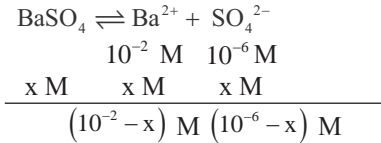
$$c_{\text{K}_2\text{SO}_4} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0,4} \text{ M} = 10^{-6} \text{ M}$$

Στο διάλυμα αυτό έχουμε:

$$[\text{Ba}^{2+}] = 10^{-2} \text{ M}, [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-6} \text{ M}.$$

$$\text{Το } Q_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-2} \cdot 10^{-6} = 10^{-8} > 10^{-9}$$

Σχηματίζεται ίζημα και υπολογίζουμε την ποσότητά του.



$$K_s = 10^{-9} = (10^{-2} - x) \cdot (10^{-6} - x) \quad \text{ή} \quad 10^{-9} = 10^{-2} \cdot (10^{-6} - x) \quad \text{ή} \quad 10^{-6} - x = 10^{-7}$$

ή  $x = 10^{-6} - 10^{-7} = 9 \cdot 10^{-7}$ , δηλαδή σχηματίζονται  $9 \cdot 10^{-7} \text{ mol BaSO}_4$  ανά L διαλύματος ή  $0,4 \cdot 9 \cdot 10^{-7} \text{ mol BaSO}_4 = 3,6 \cdot 10^{-7} \text{ mol BaSO}_4$  στα 400 mL του τελικού διαλύματος.

**106.** Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 30 mL με συγκεντρώσεις:

$$c_{\text{MCl}} = \frac{0,2}{3} \text{ M}$$

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{0,1}{3} \text{ M}$$

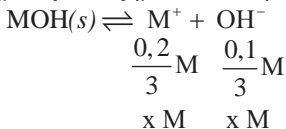


$$\frac{0,2}{3} \text{ M} \quad \frac{0,2}{3} \text{ M}$$



$$\frac{0,1}{3} \text{ M} \quad \frac{0,1}{3} \text{ M}$$

Σχηματίζεται ίζημα MOH, άρα:



$$\left( \frac{0,2}{3} - x \right) \text{ M} \quad \left( \frac{0,1}{3} - x \right) \text{ M}$$

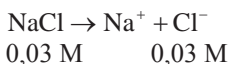
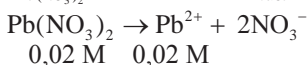
$$\text{pH} = 8 \rightarrow \frac{0,1}{3} - x = 10^{-6} \quad \text{και}$$

$$K_s = \left(\frac{0,2}{3} - x\right)\left(\frac{0,1}{3} - x\right) = \left(\frac{0,1}{3} + \frac{0,1}{3} - x\right)\left(\frac{0,1}{3} - x\right) =$$

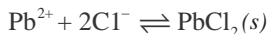
$$= \left(\frac{0,1}{3} + 10^{-6}\right)10^{-6} = \frac{0,1}{3} \cdot 10^{-6} = \frac{10^{-7}}{3}$$

107. α. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 6 L με συγκεντρώσεις:

$$c_{Pb(NO_3)_2} = 0,02 \text{ M και } c_{NaCl} = 0,03 \text{ M}$$



Καταβυθίζεται το 50% των  $Pb^{2+}$ .



$$0,02 \text{ M } \quad 0,03 \text{ M}$$

$$0,01 \text{ M } \quad 0,02 \text{ M}$$

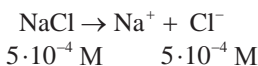
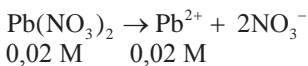
---


$$\text{τελικά: } 0,01 \text{ M } \quad 0,01 \text{ M}$$

$$K_{s(PbCl_2)} = 0,01 \cdot (0,01)^2 = 10^{-6}$$

β. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 6 L με συγκεντρώσεις:

$$c_{Pb(NO_3)_2} = 0,02 \text{ M και } c_{NaCl} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$



$$Q_{s(PbCl_2)} = 0,02 \cdot (5 \cdot 10^{-4})^2 = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 25 \cdot 10^{-8} = 5 \cdot 10^{-7} < 10^{-6}$$

Άρα, δε σχηματίζεται ίζημα  $PbCl_2$ .

108. Υπολογίζεται εύκολα ότι στο διάλυμα  $[OH^-] = 10^{-4}$  και  $[H^+] = 10^{-10}$ ,  
άρα:

α. Λάθος

β. Σωστό

γ. Λάθος, γιατί το διάλυμα  $NH_4Cl$  είναι όξινο

δ. Σωστό, μόνο αν  $K_{a(HA)} = 10^{-10}$ .

109. α.  $\text{HCl} \rightarrow 1$

$\text{NaA} \rightarrow 10$

$\text{NaCl} \rightarrow 7$

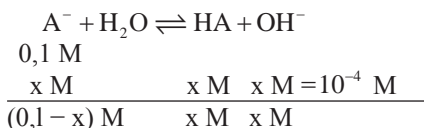
$\text{NH}_3 \rightarrow 11$

$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow 5$

β. Το διάλυμα  $\text{NaA}$  έχει  $\text{pH} = 10$ .

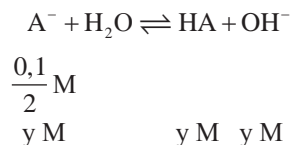
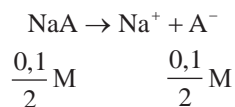
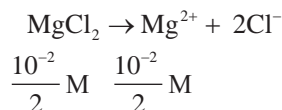
$\text{NaA} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{A}^-$

0,1 M                      0,1 M



$$K_{\text{A}^-} = \frac{10^{-4} \cdot 10^{-4}}{0,1} = 10^{-7}, \text{ οπότε } K_{\text{HA}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{A}^-}} = \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7}$$

γ. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 2 L και κατά τη στιγμή της ανάμιξης έχουμε:



$$K_{\text{A}^-} = 10^{-7} = \frac{y^2}{\frac{0,1}{2} - y} \Rightarrow y^2 = \frac{10^{-8}}{2}$$

$$\text{Το } Q_{\text{s-Mg(OH)}_2} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = \frac{10^{-2}}{2} \frac{10^{-8}}{2} = \frac{10^{-10}}{4} > K_{\text{s}}$$

Άρα σχηματίζεται ίζημα  $\text{Mg(OH)}_2$ .

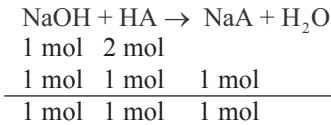
110. α. Διάλυμα οξέος 1 M με  $\alpha = 1\%$   $\rightarrow K_a = 10^{-6}$

β.  $[H^+] = 10^{-3} M \rightarrow pH = 3$

γ. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 8 L:

$$\left. \begin{array}{l} \text{NaA } \frac{0,4}{8} M = 0,05 M \\ \text{HA } \frac{4}{8} M = 0,5 M \\ K_{\text{HA}} = 10^{-6} \end{array} \right\} \Rightarrow [H^+] = 10^{-6} \frac{0,5}{0,05} = 10^{-5} \Rightarrow pH = 5 \text{ και } a = \frac{10^{-5}}{0,5} = 2 \cdot 10^{-5}$$

δ. Γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε τις συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα:



Στο τελικό διάλυμα:

NaA 0,25 M

HA 0,25 M

NaA 0,25 M

HA 0,25 M

$K_a = 10^{-6}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{NaA } 0,25 M \\ \text{HA } 0,25 M \\ K_a = 10^{-6} \end{array} \right\} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-6} \text{ και } pH = 6$$

111. α. Εύκολα γίνεται η αντιστοίχιση:

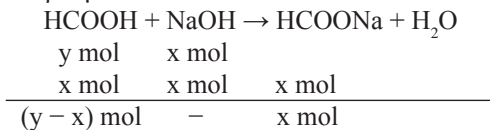
1γ, 2α, 3β, 4ε και 5δ.

β. Μελετάμε το διάλυμα α και υπολογίζουμε την  $K_{a(\text{HCOOH})}$ .

HCOOH 1 M και  $pH = 2$  ή  $[H^+] = 10^{-2} M \rightarrow K_{a(\text{HCOOH})} = 10^{-4}$ .

Αναμιγνύονται x L διαλύματος NaOH 1 M με y L διαλύματος HCOOH 1 M.

Γίνεται αντίδραση και περισσεύει HCOOH γιατί το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό.



Στο τελικό διάλυμα:

$$\left. \begin{array}{l} \text{HCOOH} : \frac{x-y}{x+y} \text{ M} \\ \text{HCOONa} : \frac{x}{x+y} \text{ M} \\ \text{pH} = 4 \text{ ή } [\text{H}^+] = 10^{-4} \text{ M} \end{array} \right\} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{οξύ}]}{[\text{άλκαλ}]} \Rightarrow 10^{-4} = 10^{-4} \frac{\frac{x-y}{x+y}}{\frac{x}{x+y}} \Rightarrow y = 2x$$

**112.** Στο αρχικό διάλυμα της  $\text{NH}_3$  που έχει  $\text{pH} = 11$ :

α. Προσθέτουμε ποσότητα  $\text{HCl}$ , οπότε σχηματίζεται διάλυμα με  $\text{pH} < 11$ : Λάθος.

β. Αραιώνουμε το διάλυμα και σχηματίζεται πιο αραιό διάλυμα με  $\text{pH} < 11$ : Σωστό.

γ. Προσθέτουμε  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , οπότε λόγω επίδρασης κοινού ιόντος ελαττώνεται ο βαθμός ιοντισμού της  $\text{NH}_3$ : οπωσδήποτε σωστό.

δ. Υπολογίζουμε την  $K_{\text{BOH}} = 10^{-4}$ . Άρα η  $\text{BOH}$  είναι ισχυρότερη από την  $\text{NH}_3$ : οπωσδήποτε λάθος.

**113. α.** Η βάση  $\text{BOH}$  είναι ασθενής. Επειδή το διάλυμα είναι 0,01 M το  $\text{pH}$  του θα είναι μικρότερο του 12: Λάθος.

β. Αραιώνουμε το διάλυμα, οπότε το  $\text{pH}$  του διαλύματος θα μικρύνει: Λάθος.

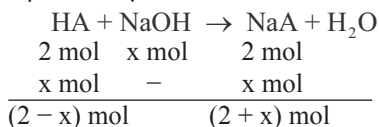
γ. Λόγω επίδρασης κοινού ιόντος, ο βαθμός διάστασης της  $\text{BOH}$  θα μικρύνει, άρα θα μικρύνει και το  $\text{pH}$  του διαλύματος: Σωστό.

δ. Όταν το διάλυμα εξουδετερωθεί πλήρως σχηματίζεται διάλυμα που περιέχει μόνο  $\text{BCl}$  και το  $\text{pH}$  του διαλύματος θα είναι μικρότερο του 7: Λάθος.

**114.** Για το αρχικό διάλυμα έχουμε:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a C_{\text{oξ}} / C_{\text{αλ}} = K_a 1/1 = K_a$$

Προσθέτουμε x mol  $\text{NaOH}$ :



Στο τελικό διάλυμα:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{oξί}]}{[\text{άλας}]} = K_a \frac{\frac{2-x}{2}}{\frac{2+x}{2}}$$

Επειδή το pH μεταβάλλεται κατά μισή μονάδα (οπωσδήποτε με την προσθήκη NaOH θα αυξηθεί το pH) και  $\text{pH}' = \text{pH} + 0,5$  ή

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot 10^{0,5} \quad \text{ή} \quad K_a = K_a \frac{2-x}{2+x} \cdot 10^{\frac{1}{2}} \quad \text{ή} \quad \frac{2-x}{2+x} = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\text{ή} \quad 2\sqrt{10} - \sqrt{10}x = 2 + x \quad \text{ή} \quad x = \frac{2(\sqrt{10} - 1)}{\sqrt{10} + 1} = \frac{4,32}{4,16} = 1,038$$

**115.** α.  $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_{\text{oξί}}}{c_{\text{βασ}}} = 10^{-5} \rightarrow \text{pH} = 5$  (Σωστό)

β. Επειδή είναι ρυθμιστικό διάλυμα, η μεταβολή του pH θα είναι πολύ μικρή (Σωστό)

γ. Προσθήκη HCl θα προκαλέσει ελάττωση στο pH (Λάθος)

δ. Πρακτικά το pH θα μείνει αμετάβλητο (Λάθος).

**116.** β. Στο δοχείο 4 περιέχεται το διάλυμα  $\text{NH}_3$ . Στο δοχείο 5 περιέχεται το διάλυμα  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

$$\text{NH}_3 \text{ } 0,1 \text{ M και } \text{pH} = 11 \rightarrow K_b = 10^{-5}$$

$$100 \text{ mL } \Delta. \text{NH}_3 \text{ } 0,1 \text{ M} \rightarrow 0,01 \text{ mol NH}_3$$

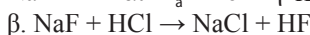
$$100 \text{ mL } \Delta. \text{NH}_4\text{Cl} \text{ } 0,1 \text{ M} \rightarrow 0,01 \text{ mol NH}_4\text{Cl}$$

Στο τελικό διάλυμα που έχει όγκο 200 mL περιέχονται 0,01 mol  $\text{NH}_3$

$$\text{και } 0,01 \text{ mol NH}_4\text{Cl, οπότε } [\text{OH}^-] = K_b \frac{c_{\text{βασ}}}{c_{\text{oξί}}} = 10^{-5} \frac{0,005}{0,005} = 10^{-5} \text{ και}$$

$$\text{pH} = 9.$$

117. α. Το διάλυμα Α υπολογίζεται ότι είναι 1 M σε NaF, οπότε:  
 $\text{NaF } 1 \text{ M και } K_a = 10^{-4} \text{ ή } K_{F^-} = 10^{-10} \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ και pH} = 9.$



0,02 mol 0,01 mol

0,01 mol 0,01 mol      0,01 mol

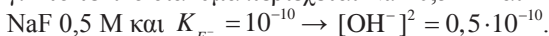
0,01 mol      -      0,01 mol

Το pH του Β (HCl 1 M) είναι 0.

$$\text{Στο διάλυμα Γ: } [\text{H}^+] = K_a \frac{c_{\text{οξ}}}{c_{\text{βασ}}} = 10^{-4} \frac{0,03}{\frac{0,01}{0,03}} = 10^{-4} \text{ και το pH του Γ}$$

είναι ίσο με 4.

- γ. Στο τελικό διάλυμα περιέχεται NaF 0,5 M και  $\text{MCl}_2$ : 0,05 M.



0,05 M    0,05 M

Το διάλυμα είναι κορεσμένο και δεν σχηματίζεται ίζημα  $\text{M}(\text{OH})_2$ , άρα  
 $K_{s\text{M}(\text{OH})_2} = 0,05 \cdot 0,5 \cdot 10^{-10} = 25 \cdot 10^{-13} = 0,25 \cdot 10^{-11}.$

118. α. Και τα δύο διαλύματα είναι βασικά,  $\text{pH} > 7$  (Λάθος)  
 β. Η  $[\text{OH}^-]$ , άρα και το pH εξαρτάται από την  $c$  (Λάθος)  
 γ. Η βάση  $\text{RCOO}^-$  είναι ισχυρότερη της  $\text{R}'\text{COO}^-$  (Λάθος)  
 δ. Από τη γ προκύπτει ότι το οξύ  $\text{R}'\text{COOH}$  είναι ισχυρότερο από το οξύ  $\text{RCOOH}$  (Σωστό).

119. α. Αναμιγνύουμε  $x$  mL διαλύματος  $\text{HCOOH}$  0,1 M και  $y$  mL διαλύματος  $\text{HCOONa}$  0,1 M.

$$\text{Στο τελικό διάλυμα } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_{\text{οξ}}}{c_{\text{βασ}}} \text{ ή } 10^{-4} = 10^{-4} \frac{0,1x}{\frac{x+y}{0,1y}} \text{ και}$$

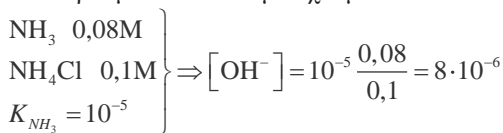
$x + y = 100$ . Λύνουμε και βρίσκουμε  $x = 50$ ,  $y = 50$ .

β. Το διάλυμα (στ) είναι ρυθμιστικό διάλυμα.

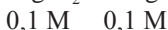
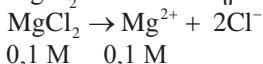
γ. Μπορούμε να αναμιξούμε διάλυμα  $\text{NaOH}$  με διάλυμα  $\text{HCOOH}$  (σε περίσσεια) ή διάλυμα  $\text{HCl}$  με διάλυμα  $\text{HCOONa}$  (σε περίσσεια).



120. α. Στο ρυθμιστικό διάλυμα έχουμε:

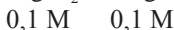
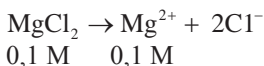
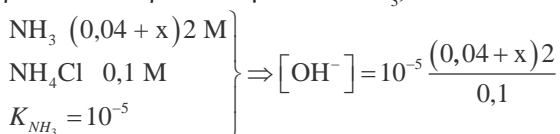


Το  $\text{MgCl}_2$  δίσταται πλήρως:



$Q_{s-\text{Mg}(\text{OH})_2} = 0,1(8 \cdot 10^{-6})^2 = 64 \cdot 10^{-13} < 10^{-11}$ , οπότε δε σχηματίζεται ίζημα.

β. Έστω ότι προσθέτουμε  $x$  mol  $\text{NH}_3$ , οπότε στο νέο διάλυμα έχουμε:



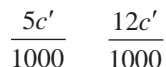
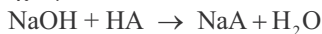
Πρέπει:  $0,1 \cdot [\text{OH}^-]^2 \geq 10^{-11}$  ή  $[\text{OH}^-] \geq 10^{-5}$  ή  $(0,04 + x) \cdot 2 \cdot 10^{-4} \geq 10^{-5}$   
 $0,08 + 2x \geq 10^{-1}$  ή  $2x \geq 0,02$  και  $x \geq 0,01$ .

Άρα πρέπει να προσθέσουμε τουλάχιστον 0,01 mol  $\text{NH}_3$  για να αρχίσει ο σχηματισμός του ιζήματος.

121. Έστω ότι  $x$  mL διαλύματος  $\text{HA}$   $c$  M τα οποία εξουδετερώνονται από 12 mL  $\Delta$ .  $\text{NaOH}$   $c'$  M, οπότε:

$$\frac{xc}{1000} = \frac{12c'}{1000}$$

Όταν προστέθηκαν 5 mL διαλύματος  $\text{NaOH}$   $c'$  M, μετά την αντίδραση θα έχουμε:



$$\frac{\frac{5c'}{1000}}{\frac{7c'}{1000}} = \frac{\frac{5c'}{1000}}{\frac{5c'}{1000}}$$

$$\text{Στο τελικό διάλυμα: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_{\text{oξ}}}{c_{\text{βασ}}}$$

$$\text{ή } 10^{-5} = K_a \frac{\frac{7c'}{1000}}{\frac{5c'}{1000}} \Rightarrow K_a = \frac{5}{7} 10^{-5}$$

**122.** Θεωρούμε τα διαλύματα HA  $c_1$  M, HB  $c_2$  M, ΗΓ  $c_3$  M, NaOH  $c$  M. Από τη 2<sup>η</sup> σειρά προκύπτει εύκολα:

$$10c_1 = 1c, 10c_2 = 16c, 10c_3 = 1c,$$

και  $c_1 = 0,1c, c_2 = 1,6c, c_3 = 0,1c$ . Γνωρίζοντας τα παραπάνω από την 1<sup>η</sup> σειρά φαίνεται ότι:

Το ΗΓ είναι ισχυρότερο του ΗΑ, γιατί σε διαλύματα της ίδιας

$$c: c_1 = c_3$$

έχουμε  $\text{pH}_{\text{ΗΓ}} < \text{pH}_{\text{ΗΑ}}$ .

Το ΗΓ είναι ισχυρότερο του ΗΒ, γιατί σε διάλυμα ΗΓ μικρότερης συγκέντρωσης από τη συγκέντρωση διαλύματος ΗΒ:  $c_3 < c_2$  έχουμε:

$$\text{pH}_{\text{ΗΓ}} = \text{pH}_{\text{ΗΒ}}$$

Άρα το οξύ ΗΓ είναι το ισχυρότερο. Από την 1<sup>η</sup> και την 3<sup>η</sup> σειρά φαίνεται ότι το διάλυμα ΗΓ αραιώνεται κατά 100 φορές και μικραίνει η  $[\text{H}^+]$  κατά 100 φορές:  $10^{-3} = 100 \cdot 10^{-5}$ .

Δηλαδή ο βαθμός διαστάσεως του ΗΓ παραμένει σταθερός και στα δύο διαλύματα, άρα  $\alpha = 1$  και το ΗΓ είναι ισχυρό οξύ και επειδή

$$\text{pH} = 3 \rightarrow c_3 = 10^{-3} \text{ και } \text{έχουμε } c_1 = 10^{-3} \text{ M, } c_2 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ M, } c = 10^{-2} \text{ M}$$

Από το διάλυμα ΗΑ  $10^{-3}$  M και με  $\text{pH} = 4$ , εύκολα υπολογίζουμε:

$$K_a = \frac{10^{-4}}{9}$$



iv. Είναι διαλυμένα  $8 \cdot 10^{-12} / 25 \cdot 10^{-8} \text{ mol CrO}_4^{2-} = 8 / 25 \cdot 10^{-4} \text{ mol CrO}_4^{2-}$

v. Έχουν καταβυθιστεί  $(8 \cdot 10^{-4} - 8 / 25 \cdot 10^{-4}) \text{ mol CrO}_4^{2-}$   
 $= 7,68 \cdot 10^{-4} \text{ mol CrO}_4^{2-}$

**125.** α. Θα σχηματιστεί πρώτα AgBr

β. Για να σχηματιστεί ίζημα AgCl πρέπει  $[\text{Ag}^+] = 10^{-10} / 10^{-2} \text{ M} = 10^{-8} \text{ M}$

και επειδή  $[\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 10^{-13}$  θα πρέπει  $[\text{Br}^-] = 10^{-13} / 10^{-8} \text{ M}$   
 $= 10^{-5} \text{ M}$ .

γ. Έχουν καταβυθιστεί  $(10^{-3} - 10^{-5}) \text{ mol Br}^- = 99 \cdot 10^{-5} \text{ mol Br}^-$

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ**

**1-23.** Είναι εύκολο να απαντήσουμε, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.

*Ασκήσεις – προβλήματα*

$$24. \Delta E = E_4 - E_2 = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18}}{4^2} \text{ J} - \left( \frac{-2,18 \cdot 10^{-18}}{2^2} \right) = \frac{3 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18}}{16} \text{ J}$$

$$\text{και } \nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{3 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18}}{16 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34}} \text{ s}^{-1} = 6,17 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

**25.** Απαντάμε εύκολα, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.

**26.** Για να σχηματιστεί ένα άτομο Ag χρειάζεται ενέργεια

$$E = \frac{310 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 5,149 \cdot 10^{-19} \text{ J} \text{ και από τη σχέση}$$

$$E = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E}{h} = \frac{5,149 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 7,77 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

**27.** Από τη σχέση  $\lambda = \frac{h}{mu}$  υπολογίζουμε

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{9 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} = 1,23 \cdot 10^{-10} \text{ m.}$$

**28.** Για την απάντηση, διαβάστε προσεκτικά τη θεωρία.

**29.** Είναι εύκολο αν μελετήσουμε τη θεωρία να αντιστοιχίσουμε:

Bohr → κυκλική καθορισμένη τροχιά  
de Broglie → κυματική θεωρία της ύλης  
Heisenberg → αρχή της αβεβαιότητας  
Schrödinger → κυματική εξίσωση

**30.** Συμπληρώνουμε εύκολα τα κενά, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.

31. (α)  $\Lambda$ : έχουν κοινό τον  $n$   
 (β)  $\Sigma$   
 (γ)  $\Sigma$   
 (δ)  $\Lambda$ : έχουν δύο διαφορετικές τετράδες  $(1,0,0,+1/2)$  και  $(1,0,0,-1/2)$ .
32.  $1s \rightarrow (1,0)$   
 $2s \rightarrow (2,0)$   
 $2p \rightarrow (2,1)$   
 $3d \rightarrow (3,2)$   
 $4f \rightarrow (4,3)$   
 $3p \rightarrow (3,1)$
33. Προφανώς τα  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  είναι τροχιακά  $s$  και μάλιστα το  $\alpha \rightarrow 1s$ , το  $\delta \rightarrow 2s$ , το  $\epsilon \rightarrow 3s$ , τα  $\beta$  και  $\gamma$  είναι τροχιακά  $p$  και μάλιστα το  $\gamma \rightarrow 2p_z$  και το  $\beta \rightarrow 3p_x$ .
34. Η σωστή απάντηση είναι η  $\delta$ .
35. α.  $(1,0,0,+1/2)$  ηλεκτρόνιο τροχιακού  $1s$   
 β.  $(1,1,1,-1/2)$  όχι για  $n=1 \rightarrow l=0$   
 γ.  $(2,0,0,+1/2)$  ηλεκτρόνιο τροχιακού  $2s$   
 δ.  $(2,1,-1,+1/2)$  ηλεκτρόνιο τροχιακού  $2p$   
 ε.  $(2,0,1,+1/2)$  όχι για  $l=0 \rightarrow m_l=0$   
 στ.  $(3,2,-2,-1/2)$  ηλεκτρόνιο υποστιβάδας  $3d$
36. α.  $2p_y$  β.  $3s$  γ.  $4p_x$
37. Η  $4s$  έχει 1 τροχιακό.  
 Η  $4p$  έχει 3 τροχιακά.  
 Η  $6d$  έχει 5 τροχιακά.  
 Η  $5f$  έχει 7 τροχιακά.
38. Για  $3p_x$ :  $(3,1,1,+1/2)$   $(3,1,1,-1/2)$

39. Με βάση τον πίνακα της σελίδας 215 (βλ. θεωρία) η ηλεκτρονιακή δομή του Fe είναι η γ.
40. Με βάση τον πίνακα της σελίδας 215 η σειρά που θα πληρωθούν τα τροχιακά είναι:  $5s, 4d, 6s, 4f, 5d$ .
41. Χρησιμοποιώντας τον πίνακα της σελίδας 215 βρίσκουμε ότι η σωστή δομή για το  ${}_{25}\text{Mn}$  είναι η δ.
42. Στηριζόμενος στον κανόνα του Hund βρίσκουμε ότι η σωστή δομή του  ${}_{7}\text{N}$  είναι η γ.
43.  ${}_{5}\text{B} [1s^2 2s^2 2p^1]$   
 ${}_{11}\text{Na} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^1]$   
 ${}_{18}\text{Ar} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6]$   
 ${}_{16}\text{S} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4]$
44.  ${}_{20}\text{Ca}^{2+} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6]$   
 ${}_{19}\text{K}^{+} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6]$   
 ${}_{35}\text{Br}^{-} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6]$
45. α.  $1s^2$   
 β.  $1s^2 2s^2 2p^3$   
 γ.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$   
 δ.  $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^3$   
 ε.  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
46.  ${}_{6}\text{C} [1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1]$   
 $\left. \begin{array}{l} 1, 0, 0, +\frac{1}{2} \\ 1, 0, 0, -\frac{1}{2} \end{array} \right\} 1s^2$   
 $\left. \begin{array}{l} 2, 0, 0, +\frac{1}{2} \\ 2, 0, 0, -\frac{1}{2} \end{array} \right\} 2s^2$   
 $\left. \begin{array}{l} 2, 1, 1, +\frac{1}{2} \\ 2, 1, 0, +\frac{1}{2} \end{array} \right\} 2p_x 2p_y 2p_z \text{ (στα 2 εκ των 3)}$

47. Η α παραβιάζει την απαγορευτική αρχή του Pauli  $\uparrow\uparrow$   
 Η β παραβιάζει τον κανόνα του Hund.  
 Η γ δεν παραβιάζει.  
 Η δ παραβιάζει τον κανόνα του Hund.  
 Η ε παραβιάζει τον κανόνα του Hund.  
 Η ζ παραβιάζει την απαγορευτική αρχή του Pauli.
48. IA  $\rightarrow$  1  
 IIIB  $\rightarrow$  3  
 VB  $\rightarrow$  5  
 VIIIA  $\rightarrow$  18
49. IA  $\rightarrow$  αλκάλια  
 IIA  $\rightarrow$  αλκαλικές γαίες  
 VIIA  $\rightarrow$  αλογόνα  
 VIIIA  $\rightarrow$  ευγενή αέρια
50. Απαντάμε εύκολα, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.
51.  ${}_{17}\text{Cl} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5]$   
 Επειδή τα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε 3 στιβάδες ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο και επειδή το τελευταίο ηλεκτρόνιο κατά τη δόμηση εισήλθε στην υποστιβάδα  $p$  ανήκει στον τομέα  $p$ .  
 Αντίστοιχα βρίσκουμε ότι:  
 ${}_{22}\text{Ti} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2]$  4<sup>η</sup> περίοδος – τομέας  $d$   
 ${}_{36}\text{Kr}$  4<sup>η</sup> περίοδος – τομέας  $p$   
 ${}_{58}\text{Ce}$  6<sup>η</sup> περίοδος – τομέας  $f$
52. Ανήκουν στα στοιχεία μετάπτωσης τα:  
 ${}_{23}\text{V} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{3d^3} 4s^2]$   
 ${}_{27}\text{Co} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{3d^7} 4s^2]$   
 ${}_{40}\text{Zr} [1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 \underline{4d^2} 5s^2]$
53. Έγχρωμες ενώσεις σχηματίζουν τα στοιχεία μετάπτωσης και από τα Α, Β, Γ, Δ είναι το  ${}_{24}\text{B}$ .



Σύμπλοκα ιόντα σχηματίζουν τα στοιχεία μετάπτωσης και από τα X, Ψ, Ω, Τ είναι το  ${}_{41}\Omega$ .

54. Ελαφρά κίτρινο αέριο που αντιδρά με το νερό  $\rightarrow F_2$   
 Μεταλλοειδές σκληρό με υψηλό σ.π.  $\rightarrow B$   
 Αέριο άχρωμο, άγευστο  $\rightarrow N_2$   
 Μέταλλο πιο δραστικό από το Fe, το οποίο δε διαβρώνεται στον αέρα  $\rightarrow Al$   
 Μαλακό μέταλλο  $\rightarrow Na$
55. Na  $\rightarrow 1,54 \text{ \AA}$   
 Cl  $\rightarrow 0,99 \text{ \AA}$   
 K  $\rightarrow 2,27 \text{ \AA}$   
 Rb  $\rightarrow 2,48 \text{ \AA}$   
 Το Cl όπως φαίνεται από τη θέση του στον Π. Π. έχει τη μικρότερη ακτίνα και το Rb τη μεγαλύτερη ακτίνα.
56. Είναι εύκολο να απαντήσουμε, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.
57. Είναι εύκολο να απαντήσουμε, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.
58. α. Σωστό, γιατί ανήκουν στην ίδια περίοδο και το  ${}_9F$  είναι δεξιότερα του  ${}_3Li$ .  
 β. Λάθος, γιατί ανήκουν στην ίδια ομάδα και το  ${}_{11}Na$  είναι πιο κάτω από το  ${}_3Li$ .  
 γ. Σωστό, γιατί ανήκουν στην ίδια ομάδα και το  ${}_{19}K$  είναι πιο κάτω από το  ${}_3Li$ .  
 δ. Λάθος, γιατί ανήκουν στην ίδια περίοδο και το  ${}_9F$  είναι δεξιότερα από το  ${}_3Li$ .
59. Μελετώντας τη θεωρία βλέπουμε ότι για τα δύο στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα:  
 – Μικρότερη ακτίνα έχει το  ${}_{11}Na$  που είναι πιο πάνω.  
 – Μικρότερη ενέργεια ιοντισμού έχει το  ${}_{37}Rb$  που είναι πιο κάτω.  
 – Μεγαλύτερη ηλεκτροθετικότητα έχει το  ${}_{37}Rb$  που είναι πιο κάτω.

60. Γιατί η απομάκρυνση του δεύτερου ηλεκτρονίου από το  ${}_3\text{Li}$  (2,1) γίνεται από το  ${}_3\text{Li}^+$  (2) που είναι πολύ πιο σταθερό γιατί έχει δομή ευγενούς αερίου, ενώ από το  ${}_4\text{Be}$  (2,2) γίνεται από το  ${}_4\text{Be}^+$  (2,1) που δεν είναι τόσο σταθερό όσο το  ${}_3\text{Li}^+$  (2).
61. Το F έχει τη διάθεση να παίρνει ηλεκτρόνιο και η ηλεκτρονιοσυγγένειά του είναι αρνητική ( $\Delta H < 0$ ).  
Στο Ne και όλα τα ευγενή αέρια πρέπει να προσφέρουμε ενέργεια για να πάρει ηλεκτρόνιο και η ηλεκτρονιοσυγγένειά του είναι θετική ( $\Delta H > 0$ ).
62. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
63. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
64. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
65. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
66. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
67. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
68. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
69. (ηλεκτρονιακοί τύποι)
70. Από τη θεωρία VSEPR προβλέπουμε ότι γραμμικό είναι το β.  $\text{BeCl}_2$ .
71. Επίπεδο είναι το  $\text{BCl}_3$ .
72. Σχήμα κανονικού τετραέδρου έχει το γ.  $\text{CBr}_4$ .

73. Από την εκφώνηση προκύπτει ότι:



Η ενέργεια που ελευθερώνεται θεωρούμε ότι είναι η μέση κινητική ενέργεια 1 mol  $\text{Fe}^{13+}(g)$  και από τη σχέση:

$$E = \frac{3}{2} RT \Rightarrow T = \frac{2E}{3R} = \frac{2 \cdot 3,5 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{3 \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ K}$$

74. α.  $4s$    β.  $3d$    γ.  $3d$    δ.  $3p$

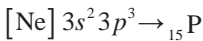
$3p < 4s < 3d$  (Τα δύο ηλεκτρόνια της  $3d$  έχουν την ίδια ενέργεια).

75. Από τις τιμές φαίνεται ότι ανήκει στην ΙΙΑ ομάδα του περιοδικού πίνακα, γιατί μεταξύ  $E_{12}$  και  $E_{13}$  η διαφορά είναι πολύ μεγάλη.

76. α.  $[\text{He}] 2s^1 2p^5$  διεγερμένο, θεμελιώδης κατάσταση:  $[\text{He}] 2s^2 2p^4 \rightarrow {}_8\text{O}$

β.  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^5$  μη διεγερμένο  $\rightarrow {}_{35}\text{Br}$

γ.  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^2 4s^1$  διεγερμένο, θεμελιώδης κατάσταση:



δ.  $[\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^1$  μη διεγερμένο  $\rightarrow {}_{49}\text{In}$

77. α. Το ιόν  ${}_{7}\text{N}^{3-}$  (2,8) και το ιόν  ${}_{9}\text{F}^{-}$  (2,8) είναι ισοηλεκτρονικά. Το ιόν  $\text{N}^{3-}$  έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το  $\text{F}^{-}$  γιατί έχει λιγότερα πρωτόνια.

β. Τα Ca και το Mg ανήκουν στην ίδια ομάδα (ΙΙΑ) του περιοδικού πίνακα. Το ιόν  $\text{Ca}^{2+}$  έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το ιόν  $\text{Mg}^{2+}$  επειδή τα ηλεκτρόνια σθένους του ανήκουν στην  $4s$  υποστιβάδα ενώ του Mg ανήκουν στην  $3s$ .

γ. Και τα δύο ιόντα έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (26) αλλά το  $\text{Fe}^{2+}$  έχει ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο από το ιόν  $\text{Fe}^{3+}$  και η άπωση μεταξύ των ηλεκτρονίων είναι μεγαλύτερη, άρα το  $\text{Fe}^{2+}$  έχει μεγαλύτερο μέγεθος.

78. α.  ${}_8\text{A} [1s^2 2s^2 2p^4] 2^n$  περίοδος, τομέας  $p$

${}_6\text{B} [1s^2 2s^2 2p^2] 2^n$  περίοδος, τομέας  $p$

β. (ηλεκτρονιακός τύπος)

γ. Γραμμικό

79. α. Στοιχείο που ανήκει στα αλκάλια ( $\text{I}_A$  ομάδα)  $\rightarrow$  Β  
 β. Στοιχείο που ανήκει στα αλογόνα ( $\text{VII}_A$  ομάδα)  $\rightarrow$  Ζ  
 γ. Στοιχείο  $\text{III}_A$  ομάδας  $\rightarrow$  Η  
 δ. Στοιχείο μετάπτωσης  $\rightarrow$  Δ  
 ε. Στοιχείο  $\text{II}_A$  ομάδας  $\rightarrow$  Γ  
 στ. Στοιχείο  $\text{III}_A$  ομάδας, το λιγότερο θετικό  $\rightarrow$  Ε  
 ζ. Προφανώς το Κ.

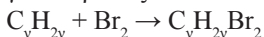
80. 1. Σωστό, γιατί το  $\text{BF}_3$  είναι επίπεδο μόριο.  
 2. Σωστό, όπως προβλέπεται από τη θεωρία VSEPR.  
 3. Σωστό, όπως προβλέπεται από τη γεωμετρία του μορίου.  
 4. Λάθος, γιατί το Β δεν αποκτά οκτάδα.  
 Άρα σωστά 1, 2, 3, Α.

81. Τα μόρια β και δ λόγω συμμετρίας είναι μη πολικά και το α φαίνεται ότι έχει μεγαλύτερη πολικότητα από το γ ( $\beta = \delta < \gamma < \alpha$ ).

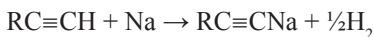
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

1-33. Είναι εύκολο να απαντήσουμε, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.

34. Διαβιβάζουμε το άγνωστο σώμα σε αραιό ψυχρό διάλυμα  $\text{Br}_2$  (σε  $\text{CCl}_4$ ). Αν το διάλυμα  $\text{Br}_2$  που είναι κόκκινο αποχρωματιστεί, τότε ο υδρογονάνθρακας είναι αλκένιο, αν δεν αποχρωματιστεί το διάλυμα, τότε ο υδρογονάνθρακας είναι αλκάνιο.



35. Τα αλκίνια με τύπο  $\text{RC}\equiv\text{CH}$  αντιδρούν με  $\text{Na}$  και δίνουν  $\text{H}_2$ , τα άλλα που δεν είναι του τύπου  $\text{RC}\equiv\text{CH}$  δεν αντιδρούν με  $\text{Na}$ .



36. Οι αλκοόλες αντιδρούν με  $\text{Na}$  και δίνουν  $\text{H}_2$ , οι αιθέρες δεν αντιδρούν.

37. Η διάκριση των αλκοολών μεταξύ τους μπορεί να στηριχθεί: α) στον τρόπο που οξειδώνονται, β) στο αν δίνουν ή όχι την αλογονοφορμική αντίδραση.

38. Το οξύ αντιδρά με  $\text{NaHCO}_3$  και δίνει  $\text{CO}_2$ , ο εστέρας δεν αντιδρά.

39. Στηριζόμαστε στα εξής:

i) Τα οργανικά οξέα αντιδρούν με ανθρακικά ή όξινα ανθρακικά άλατα, ενώ δεν αντιδρούν οι φαινόλες και οι αλκοόλες.

ii) Οι φαινόλες αντιδρούν με διαλύματα  $\text{NaOH}$  ή  $\text{KOH}$ , ενώ οι αλκοόλες δεν αντιδρούν.

### *Ασκήσεις – προβλήματα*

40-46. Είναι εύκολο να απαντήσουμε, αν μελετήσουμε προσεκτικά τη θεωρία.

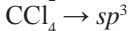
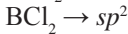
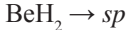
47. α. Σωστό

β. Σωστό

γ. Λάθος, ο δεσμός είναι  $\sigma$  (σίγμα)

δ. Λάθος, όλοι οι δεσμοί είναι  $\sigma$  (σίγμα)

48. Μελετώντας τη θεωρία βλέπουμε ότι η σωστή αντιστοίχιση είναι:



49. Ισχυρότερο είναι το  $\text{CF}_3\text{COOH}$  που περιέχει 3 άτομα F παρά το  $\text{CCl}_3\text{COOH}$  που περιέχει 3 άτομα Cl, γιατί το F δημιουργεί εντονότερο  $-I$  επαγωγικό φαινόμενο από το Cl.

Το  $\text{CCl}_3\text{COOH}$  είναι ισχυρότερο από το  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$  γιατί τα 3 άτομα Cl δημιουργούν εντονότερο  $-I$  επαγωγικό φαινόμενο από το 1 άτομο Cl. Τέλος, το  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$  είναι ισχυρότερο από το  $\text{CH}_2\text{BrCOOH}$  γιατί το Cl είναι ηλεκτραρνητικότερο από το Br.

50. Τα κενά συμπληρώνονται εύκολα, αν μελετήσουμε τη θεωρία.

51. Η 2-πεντανόλη.

52. Βλέπε θεωρία.

$$53. \alpha. [a]_+ = \frac{a}{ld} = \frac{+6^\circ}{0,08 \cdot 1} = +75^\circ$$

$$\beta. a = [a]_- \cdot l' \cdot d' = -75^\circ \cdot 1 \cdot 0,05 = -3,75^\circ$$

54. Έστω ότι το μίγμα περιέχει x g A και y g B.

$$m_{\text{μίγματος}} = 2 \text{ g} \rightarrow x + y = 2 \quad (1)$$

Το άθροισμα της γωνίας στροφής που προκαλεί το A και της γωνίας στροφής που προκαλεί το B ισούται με τη γωνία στροφής που προκαλεί το μίγμα.

$$a_A + a_B = a_{\text{μίγματος}}$$

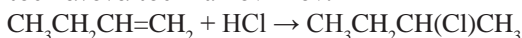
$$[a]_A ld + [a]_B ld = +0,4^\circ$$

$$\frac{-24^{\circ}1x}{20} + \frac{-32^{\circ}1y}{20} = 0,4 \Leftrightarrow 32y - 24x = 8 \quad (2)$$

Λύνουμε το σύστημα των (1) και (2) και βρίσκουμε  $x = 1$ ,  $y = 1$ .

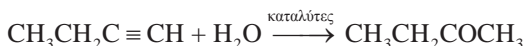
55. α. 3-μεθυλο-εξάνιο  
 β. 3-μεθυλο-1-πεντένιο  
 γ. 3-μεθυλο-1-πεντίνιο  
 δ. 2-βουτανόλη  
 ε. 2-μεθυλοβουτανικό οξύ
56. Έχουμε 8 ισομερείς αλκοόλες με Μ.Τ.  $C_5H_{11}OH$   
 Ασύμμετρο άτομο άνθρακα έχουν: η 2-πεντανόλη,  
 η 3-μεθυλο-2-βουτανόλη και η 2-μεθυλο-1-βουτανόλη.
57. α. Σωστό  
 β. Όχι οπωσδήποτε, γιατί αν τα 2 ασύμμετρα άτομα C έχουν τους ίδιους υποκαταστάτες τότε οι δυνατοί στερεοχημικοί τύποι είναι 3.  
 γ. Σωστό, από τον ορισμό των εναντιομερών.  
 δ. Σωστό, από τον ορισμό των διαστεreoϊσομερών.
58. 4 στερεοϊσομερή – 2 ζεύγη εναντιομερών  
 4 ζεύγη διαστερομερών.
59. 3,4-διμεθυλο-εξάνιο, 3 τύποι γιατί υπάρχει μεσομορφή.
60. α-4, β-8, γ-3, δ-2, ε-2, ζ-1.
61. Α: 2      Β: 1      Γ: 2      Δ: 4      Ε: 3
62. Παρόμοια με τις παραπάνω.
63. 4 περιπτώσεις (γεωμετρική και οπτική ισομέρεια).
64. 4 δυνατά στερεοϊσομερή (1 οπτική, 3 γεωμετρική).

65. Βλέπε θεωρία. Γράφουμε ένα παράδειγμα για να δείξουμε την εφαρμογή του κανόνα του Markovnikov:



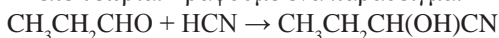
66. Βλέπε θεωρία.

Γράφουμε ένα παράδειγμα:



67. A:  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  B:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  Γ:  $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$

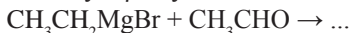
68. Βλέπε θεωρία. Γράφουμε ένα παράδειγμα.



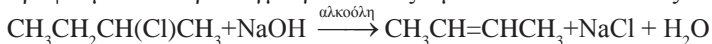
69. A:  $\text{CH}_3\text{CHO}$



70. Για να διαλέξουμε την καρβονυλική ένωση και το αντιδραστήριο Grignard προσέχουμε ποια είναι η αλκοόλη που θέλουμε να παρασκευάσουμε. Αναφέρουμε το παράδειγμα της 2-βουτανόλης όπου υπάρχουν 2 δυνατές πορείες.



71. Γράφουμε ένα παράδειγμα για να δείξουμε τον κανόνα του Saytseff.

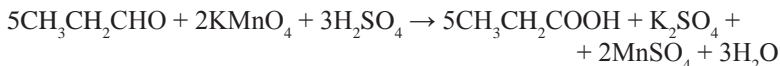


72. A:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  B:  $\text{CH}_3\text{ONa}$  Γ:  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3$

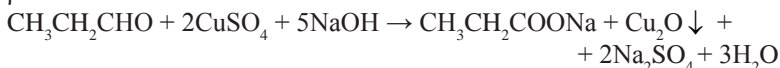
73. Βλέπε θεωρία.



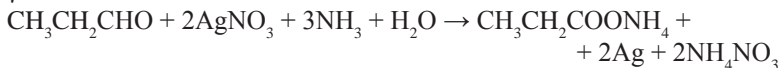
74. α.



β.

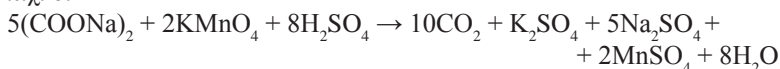


γ.



75. Βλέπε θεωρία.

π.χ. δ.

76. α.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ β.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ γ.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ 77.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$  $\text{CH}_3\text{NHCH}_3 + \text{HCl} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+\text{Cl}^-$ 

78. Είναι εύκολο να συμπληρώσουμε τα κενά με βάση τη θεωρία.

79. Απλή, βλέπε θεωρία.

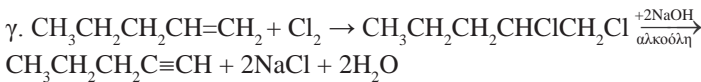
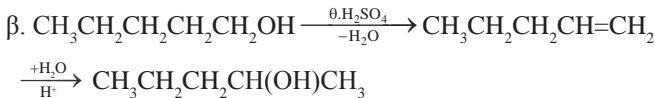
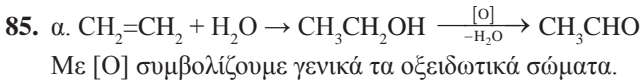
80. Απλή, βλέπε θεωρία.

81.  $\text{CH}_3^+$ : καρβοκατιόν $\text{CH}_3^-$ : καρβανιόν $\text{CH}_3$ : ελεύθερη ρίζα $\text{Cl}_2$ : μόριο

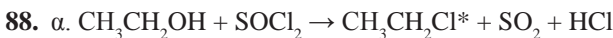
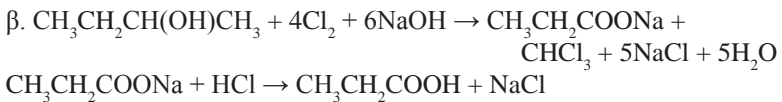
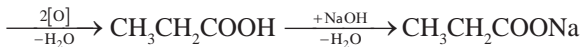
82.  $\text{NH}_3$ : πυρηνόφιλο, λόγω του μη δεσμικού ζεύγους ηλεκτρονίων.  
 $\text{OH}^-$ : πυρηνόφιλο αρνητικό ιόν.  
 $\text{CH}_3^+$ : ηλεκτρονιόφιλο (καρβοκατιόν).  
 $\text{AlCl}_3$ : ηλεκτρονιόφιλο, λόγω έλλειψης ηλεκτρονίων στο άτομο του αργιλίου.  
 $\text{NH}_2^-$ : πυρηνόφιλο αρνητικό ιόν.  
 $\text{NO}_2^+$ : ηλεκτρονιόφιλο θετικό ιόν.

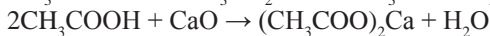
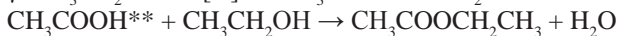
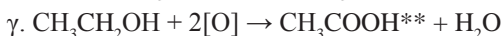
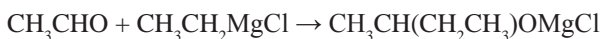
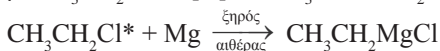
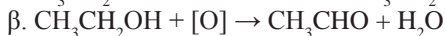
83. Βλέπε θεωρία στην ηλεκτρονιόφιλη προσθήκη.

84. Βλέπε θεωρία στην πυρηνόφιλη προσθήκη.

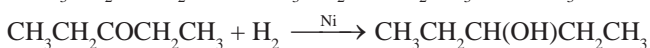
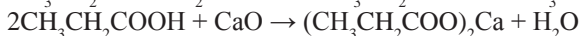
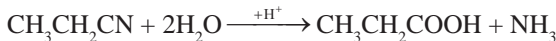
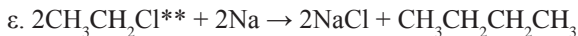
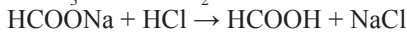
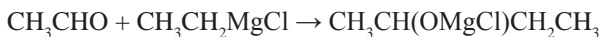
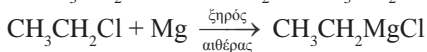
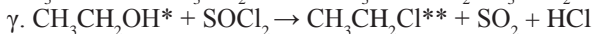
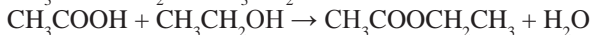
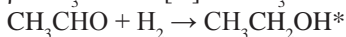


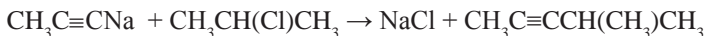
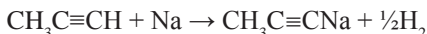
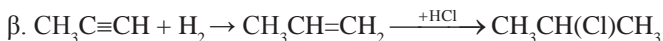
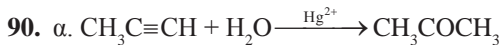
86. Α:  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$   
 Β:  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OCH}_3$   
 Γ:  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CN}$   
 Δ:  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$



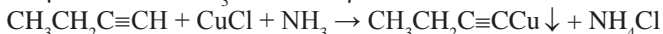


\* Το  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$  που παρασκευάσαμε στην πρώτη περίπτωση δεν το παρασκευάζουμε στις άλλες περιπτώσεις, απλώς το χαρακτηρίζουμε με \*, εννοώντας ότι γνωρίζουμε την παρασκευή του. Το ίδιο θα κάνουμε και στις επόμενες ασκήσεις.

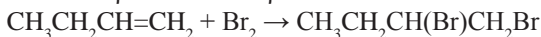




91. Διαβιβάζουμε το άγνωστο αέριο σε διάλυμα  $\text{CuCl}$  και  $\text{NH}_3$ . Αν αντιδράσει με  $\text{CuCl}$  και  $\text{NH}_3$  είναι το 1-βουτίνιο.



Αν δεν αντιδράσει θα είναι το 1-βουτένιο ή το βουτάνιο. Διαβιβάζουμε το αέριο σε διάλυμα  $\text{Br}_2$  σε  $\text{CCl}_4$ , οπότε αν αποχρωματιστεί το διάλυμα τότε το αέριο είναι το 1-βουτένιο:



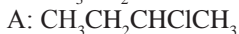
ενώ αν δεν αποχρωματιστεί είναι το βουτάνιο.



93. Αντιδρά με  $\text{Na}$ , είναι αλκοόλη, δεν οξειδώνεται, είναι τριτοταγής. Η 2-μεθυλο-2-βουτανόλη.

94. Ελέγχουμε τα περιεχόμενα ποιων δοχείων αντιδρούν με  $\text{Na}$ . Θα παρατηρήσουμε ότι το περιεχόμενο ενός δοχείου δεν αντιδρά. Εκεί περιέχεται ο αιθέρας. Στα άλλα δύο δοχεία, περιέχονται οι 2 αλκοόλες. Ελέγγω τυχαία αν το περιεχόμενο του ενός δοχείου δίνει κίτρινο ίζημα με διάλυμα  $\text{I}_2 + \text{NaOH}$ , αν δίνει εκεί είναι η 2-προπανόλη και στο άλλο η 1-προπανόλη. Αν δε δίνει κίτρινο ίζημα, θα είναι το αντίθετο.

95. Η μόνη από τις αλκοόλες του τύπου  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  που δίνει αλογονοφορμική αντίδραση είναι η 2-βουτανόλη, άρα:



96. Επειδή η Α δεν αντιδρά με αντιδραστήριο Fehling είναι κετόνη και επειδή δε δίνει αλογονοφορμική δεν είναι μεθυλοκετόνη, άρα είναι η  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$ : διαιθυλοκετόνη.

97. Επειδή η αλκοόλη Γ οξειδώνεται, δεν είναι τριτοταγής, οπότε η Α είναι αλδεϋδη.



98. Η ουσία Α συμπεραίνουμε εύκολα ότι είναι εστέρας, οπότε από τη συνέχεια φαίνεται ότι η Β είναι άλας και μάλιστα το  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , οπότε η Γ έχει Μ.Τ.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  και επειδή δίνει αλογονοφορμική είναι η 2-προπανόλη. Δηλαδή έχουμε:



99. Η ένωση Δ περιέχει 2 άτομα C στο μόριό της και η ένωση  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  είναι εστέρας.



100. Η Α είναι εστέρας με γενικό τύπο  $\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{COOC}_\mu\text{H}_{2\mu+1}$ .



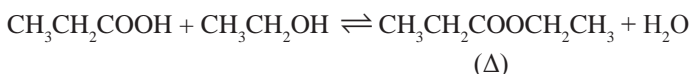
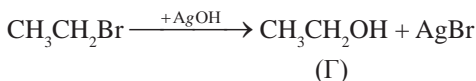
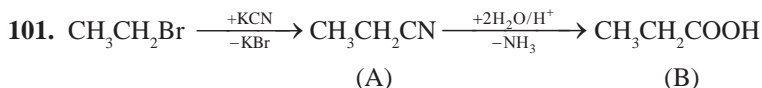
Λύνουμε το σύστημα:

$$v + \mu + 1 = 7$$

$$14v + 46 = 14\mu + 18$$

και βρίσκουμε  $v = 2$ ,  $\mu = 4$ .

Η αλκοόλη πρέπει να είναι δευτεροταγής, άρα ο εστέρας είναι ο  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ : προπανικός δευτεροταγής βουτυλεστέρας.



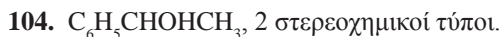
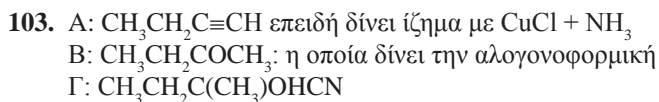
102. α.  $\Delta T_f = K_f \cdot m$

$$1,2 = 4,8 \cdot \frac{4,71 \cdot 1000}{M_r \cdot 200} \quad \text{ή} \quad M_r = 94,2$$

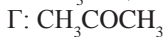
β.  $(\text{C}_6\text{H}_6\text{O})_x \rightarrow 94x = 94,2 \rightarrow x = 1,02$

Πρέπει  $x = 1$  και ο Μ.Τ.  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$

γ. Η ένωση δεν είναι ακόρεστη, και είναι οξύ, άρα είναι η φαινόλη  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .

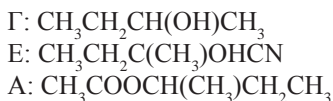


105. Από τη Β που δίνει την αλογονοφορμική προσδιορίζονται εύκολα οι τύποι:



106. Είναι εύκολο να διαπιστώσουμε ότι η ένωση Α είναι εστέρας, η Γ είναι αλκοόλη ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ) που δίνει αλογονοφορμική, οπότε προσδιορίζουμε εύκολα ότι





107. α., β. Η αλκοόλη  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  (Α) είναι οπτικά ενεργή και είναι η  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$  με 2 στερεοχημικούς τύπους:  
 η Β είναι το  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$  αφού δίνει βενζόλιο ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) με θέρμανση με  $\text{NaOH}$  και η Α:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$  – βενζοϊκός δευτεροταγής βουτυλεστέρας.  
 γ. Βλέπε θεωρία.

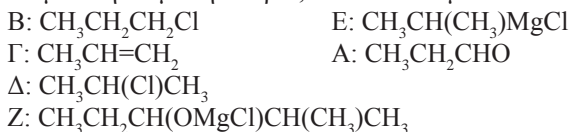
108. Πίνακας:

Ενώσεις/Ιδιότητες	α	β	γ	δ
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	3 – 5 – 6	2 – 4 – 5		
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	3 – 5 – 6	1 – 3 – 6		
$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	1 – 2 – 4	2 – 4 – 5		
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	1 – 2 – 4	1 – 3 – 6		
$\text{CH}_3\text{CHO}$	1 – 2 – 4	2 – 4 – 5		4
$\text{CH}_3\text{COOH}$	3 – 5 – 6	1 – 3 – 6	6	

Εύκολα συμπεραίνουμε:

- 6:  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
 5:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$   
 4:  $\text{CH}_3\text{CHO}$   
 3:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$   
 2:  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$   
 1:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$

109. Αν μελετήσουμε τη θεωρία, διαπιστώνουμε εύκολα ότι:



110. Το αλκένιο έχει γενικό τύπο  $\text{C}_v\text{H}_{2v} \rightarrow 14v = 70$  ή  $v = 5$ .  
 Η αλκοόλη που παράγεται είναι η  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  και είναι τριτοταγής (Β).





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, Έρευνας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.*



Κωδικός Βιβλίου: 0-22-0232

ISBN: 978-960-06-5118-8



(01) 000000 0 22 0232 7