

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Β ΕΚΔΟΣΗΣ

Σ' αυτήν την έκδοση η αρχή παρουσίασης των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων και των ενώσεών τους παραμένει ίδια με την προηγούμενη. Έχει, όμως, αλλάξει το περιεχόμενο της ύλης σε μια προσπάθεια να εκσυγχρονισθεί και να εμπλουτισθεί με τα νέα επιτεύγματα των τελευταίων χρόνων. Την τελευταία δεκαπενταετία έχουν παρασχευασθεί πολύ ενδιαφέρουσες νέες ενώσεις, όπως για παράδειγμα τα σύμπλοκα του διϋδρογόνου και του διοξυγόνου, των φουλερενίων και των υπεραγωγών υψηλών θερμοκρασιών.

Στο κεφάλαιο των αλκαλιμετάλλων έχουν συμπεριληφθεί τα σύμπλοκα του λιθίου, οι ενώσεις που περιέχουν το ανιόν Na^- καθώς επίσης και τα ηλεκτρίδια. Η χημεία του βορίου συνεχίζει να επεκτείνεται, όπως επίσης η χημεία του θείου, του αζώτου, των λανθανιδών και των ετεροπολυξέων.

Η μελέτη των ιδιοτήτων των μεταβατικών μετάλλων ακολουθεί τον ίδιο τρόπο ανάπτυξης όπως και των τυπικών στοιχείων. Ιδιαίτερα τα στοιχεία της ομάδας VIII_B εξετάζονται σε τρεις κάθετες στήλες που αποτελούν τις ομάδες 8, 9 και 10 του εκτεταμένου Περιοδικού Πίνακα. Με τον τρόπο αυτό συμπεριλήφθηκαν στις ομάδες και όσα νέα χημικά στοιχεία έχουν ανακαλυφθεί μέχρι το 1999. Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι σήμερα είναι γνωστά 52 στοιχεία περισσότερα από τα 63 που πρωτοπεριέλαβε στον Πίνακά του ο Mendeleev.

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2002

Πέτρος Π. Καραγιαννίδης

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Ανόργανη Χημεία παρουσιάζει εξαιρετικά ενδιαφέρουσες σύγχρονες πρακτικές εφαρμογές. Αρκεί να σκεφθεί κανείς ότι οι οκτώ στις δέκα κορυφαίες χημικές βιομηχανικές από την άποψη της ετήσιας παραγωγής είναι ανόργανες. Πιο συγκεκριμένα η ανόργανη χημεία έχει συμβάλει στη σύνθεση των ημιαγωγών και υπεραγωγών, των οπτικών κυματοδηγών, των κεραμικών υλικών και των προϊόντων φαρμακευτικής. Άμεσα λοιπόν προκύπτει η αναγκαιότητα της γνώσης της σύνθεσης, της δομής και της χρησιμότητας των διαφόρων ανόργανων υλικών.

Η έκδοση του βιβλίου “Ειδική Ανόργανη Χημεία” καλύπτει το μέρος εκείνο της ύλης της Ανόργανης Χημείας που αναφέρεται στα χημικά στοιχεία και τις ενώσεις τους. Η μεγαλύτερη έκταση του βιβλίου αυτού σε σχέση με το προηγούμενο, οφείλεται στην προσπάθεια που καταβλήθηκε για την πληρέστερη ενημέρωση πάνω στις πιο σημαντικές νεότερες εξελίξεις στην ανόργανη χημεία.

Ο καταμερισμός κάθε κεφαλαίου σε μικρότερες ενότητες και η συμπλήρωσή τους με νέα δεδομένα είναι κύριο χαρακτηριστικό της έκδοσης αυτής. Η παρουσίαση των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων και των ενώσεών τους γίνεται, όπως και στην προηγούμενη έκδοση, με τρόπο συστηματικό, σύμφωνα με τις ομάδες του περιοδικού πίνακα. Η μέθοδος παρουσίασης είναι συγκριτική και αντανακλά την αλλαγή που εμφανίζεται στην Ανόργανη Χημεία τα τελευταία χρόνια.

Σε κάθε κεφάλαιο αναπτύσσεται τόσο η κανονική όσο και η ασυνήθιστη συμπεριφορά ορισμένων στοιχείων. Στις μεθόδους παρασκευής αναφέρονται γενικά οι κυριότερες κατεργασίες που είναι απαραίτητες για την απομόνωση των στοιχείων. Παράλληλα γίνεται ιδιαίτερη μνεία για τις περιπτώσεις που παρουσιάζονται εξαιρέσεις από τη γενική μέθοδο.

Παράλληλα με την αναφορά στις νέες μεθόδους παρασκευής ορισμένων στοιχείων και των ενώσεών τους αναπτύσσονται οι πιο χαρακτηριστικές χημικές ιδιότητές τους καθώς επίσης και οι πιο σπουδαίες εφαρμογές της Ανόργανης Χημείας σε άλλα πεδία της επιστήμης και της τεχνολογίας.

Κάθε υπόδειξη σχετικά με παραλείψεις, λάθη καθώς και προτάσεις για τη βελτίωση της ύλης και του κειμένου θα είναι ευπρόσδεκτη.

Θεσσαλονίκη, Μάιος 1999

Πέτρος Π. Καραγιαννίδης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΥΔΡΟΓΟΝΟ

1.1. Γενικά	23
1.2. Αφθονία του υδρογόνου.....	24
1.3. Παρασκευή και χρήση.....	25
1.4. Ιδιότητες του υδρογόνου.....	27
1.5. Δραστικές μορφές του υδρογόνου.....	28
1.6. Ενώσεις του υδρογόνου	28
Αλατοειδή υδρογονίδια.....	29
Μη στοιχειομετρικά υδρογονίδια.....	30
1.7. Ενεργοποίηση του υδρογόνου	31
Ενεργοποίηση με το σύμπλοκο HCo(CO)_4	31
Ενεργοποίηση με το σύμπλοκο $\text{RhCl(PPh}_3)_3$	32
Ενεργοποίηση με οξύ και βάση.....	32
1.8. Ορθο-, και παρα-, υδρογόνο.....	33
1.9. Ισότοπα υδρογόνου	34
1.10. Σύμπλοκες ενώσεις	34
1.11. Ανίχνευση υδρογόνου.....	37

2. ΟΞΥΓΟΝΟ

2.1. Εισαγωγή. Αφθονία του οξυγόνου.....	39
2.2. Παρασκευή και χρήση.....	39
2.3. Ιδιότητες του οξυγόνου.....	40
2.4. Χημική συμπεριφορά	41
2.5. Ενεργοποιημένο οξυγόνο.....	42
2.6. Όζον.....	43
2.7. Ενώσεις του οξυγόνου. Οξειδία.....	44
i) Κανονικά οξειδία.....	45
ii) Υπεροξειδία.....	46
iii) Σουπεροξειδία.....	46
iv) Οξονίδια.....	47
2.8. Σύμπλοκα του διοξυγόνου	47
2.9. Υπεροξειδίο υδρογόνου	49
2.10. Νερό.....	51
2.11. Είδη κρυσταλλικού νερού.....	54

3. ΟΜΑΔΑ 1 (I_A)

Λίθιο, Νάτριο, Κάλιο, Ρουβίδιο, Καίσιο, Φράγγιο

3.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	55
3.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	57
3.3. Παραγωγή και χρήση.....	57
3.4. Χημική συμπεριφορά.....	59
3.5. Υδρογονούχες ενώσεις.....	60
3.6. Οξειδία και υδροξείδια.....	61
3.7. Αλογονούχες ενώσεις.....	62
3.8. Ανθρακικά.....	63
3.9. Διαλυτότητα των αλάτων.....	65
3.10. Διαλύματα σε υγρή αμμωνία.....	66
3.11. Σύμπλοκες ενώσεις.....	66
3.12. Κορωνοειδή σύμπλοκα. Κρυπτάτες.....	68
3.13. Διαγώνια συσχέτιση.....	71
3.14. Ανίχνευση.....	71

4. ΟΜΑΔΑ 2 (II_A)

Βηρύλιο, Μαγνήσιο, Ασβέστιο, Στρόντιο, Βάριο, Ράδιο

4.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	73
4.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	74
4.3. Παραγωγή και χρήση.....	75
4.4. Χημική συμπεριφορά.....	77
4.5. Υδρογονούχες ενώσεις.....	78
4.6. Οξειδία και υδροξείδια.....	79
4.7. Ανθρακικά άλατα.....	81
4.8. Αλογονούχες ενώσεις.....	82
4.9. Διαλύματα σε υγρή αμμωνία.....	83
4.10. Σύμπλοκες ενώσεις.....	83
4.11. Διαγώνια συσχέτιση.....	86

5. ΟΜΑΔΑ 13 (III_A)

Βόριο, Αργίλιο, Γάλλιο, Ίνδιο, Θάλιο, Uut

5.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	89
5.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	91
5.3. Παραγωγή και χρήση.....	94
5.4. Χημική συμπεριφορά.....	96

5.5. Υδρογονούχες ενώσεις.....	97
5.6. Οξείδια. Βορικό οξύ.....	99
5.7. Τριαλογονούχες ενώσεις.....	101
Τριφθοριούχες ενώσεις.....	101
Χλωριούχα, βρωμιούχα, ιωδιούχα.....	102
5.8. Άλλες αλογονούχες ενώσεις.....	102
5.9. Βοράνια.....	105
5.10. Ονοματολογία βορανίων.....	107
5.11. Δομές των βορανίων.....	108
5.12. Αριθμοί Styx.....	109
5.13. Υπολογισμός των αριθμών Styx.....	111
5.14. Διβοράνιο.....	111
5.15. Τετραβοράνιο. Δεκαβοράνιο.....	114
5.16. Ανιονικά βοράνια.....	114
5.17. Ανθρακοβοράνια.....	116
5.18. Ενώσεις με δεσμό B–N.....	118
5.19. Ακόρεστες ενώσεις βορίου - αζώτου.....	120
Βοραζένια.....	120
5.20. Βορίδια.....	121
5.21. Διαγώνια συσχέτιση.....	122
5.22. Σύμπλοκες ενώσεις.....	123

6. ΟΜΑΔΑ 14 (IV_A)

Άνθρακας, Πυρίτιο, Γερμάνιο, Κασσίτερος, Μόλυβδος, Uun

6.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	127
6.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	129
6.3. Παραγωγή και χρήση.....	131
6.4. Αλλοτροπία άνθρακα.....	135
6.5. Μερικά κρυσταλλωμένους άνθρακας.....	138
6.6. Φουλερένια.....	138
6.7. Αλλοτροπία Si, Ge και Sn.....	140
6.8. Χημική συμπεριφορά.....	140
6.9. Οξειδωτική κατάσταση +2.....	143
6.10. Οξειδωτική κατάσταση +4.....	145
6.11. Υδρογονούχες ενώσεις.....	145
6.12. Οξείδια άνθρακα.....	148
6.13. Μονοξείδιο του άνθρακα, CO.....	149
6.14. Μεταλλοκαρβονύλια.....	150
6.15. Δεσμός μεταλλοκαρβονυλίων.....	151

6.16. Διοξείδιο άνθρακα.....	153
6.17. Οξείδια πυριτίου.....	155
6.18. Πυριτικά άλατα.....	157
6.19. Οξείδια Γερμανίου και Κασσιτέρου.....	160
6.20. Οξείδια Μολύβδου.....	160
6.21. Καρβίδια.....	161
6.22. Θειούχες ενώσεις.....	163
6.23. Ενώσεις με δεσμό άνθρακα - άζωτο.....	165
6.24. Αλογονούχες ενώσεις του άνθρακα.....	165
6.25. Φθοριάνθρακες.....	167
6.26. Διαλογονούχες ενώσεις.....	168
6.27. Τετραλογονούχα Si, Ge, Sn και Pb.....	169
6.28. Οργανοπυριτικές ενώσεις. Σιλκόνες.....	171
6.29. Σύμπλοκες ενώσεις.....	173
6.30. Ενώσεις του άνθρακα ως συναρμοτές.....	173
6.31. Σύμπλοκα αλκανίων.....	173
6.32. Συναρμογή αλκενίων και αλκινίων.....	174
6.33. Αλογονούχα σύμπλοκα.....	175
6.34. Οξυγονούχα σύμπλοκα.....	176

7. ΟΜΑΔΑ 15 (V_A)

Άζωτο, Φωσφόρος, Αρσενικό, Αντιμόνιο, Βισμούθιο, Ψυρ

7.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	177
7.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	179
7.3. Παραγωγή και χρήση.....	181
7.4. Χημική συμπεριφορά.....	181
7.5. Αλλοτροπία των στοιχείων της ομάδας 15.....	186
7.6. Υδρογονούχες ενώσεις.....	189
7.7. Αμμωνία.....	190
7.8. Φωσφίνη, Αρσίνη, Αντιμονίνη, Βισμούθινη.....	191
7.9. Υδραζίνη, NH ₂ NH ₂	192
7.10. Υδροξυλαμίνη, NH ₂ OH.....	193
7.11. Υδροαζωτικό οξύ, HN ₃	194
7.12. Οξείδια αζώτου.....	195
7.13. Οξείδια φωσφόρου.....	199
7.14. Οξείδια As, Sb, και Bi.....	201
7.15. Οξέα αζώτου.....	202
Νιτρικό οξύ, HNO ₃	203
7.16. Οξέα φωσφόρου.....	206

7.17. Οξέα Αρσενικού, Αντιμονίου και Βισμούθιου.....	207
7.18. Αλογονούχες ενώσεις.....	208
7.19. Νιτρίδια	209

8. ΟΜΑΔΑ 16 (VI_A)

Οξυγόνο, Θείο, Σελήνιο, Τελούριο, Πολόνιο, Uuh

8.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	211
8.2. Γενικά χαρακτηριστικά	212
8.3. Παραγωγή και χρήση.....	214
8.4. Αλλοτροπία των στοιχείων της ομάδας 16	217
8.5. Χημική συμπεριφορά	218
8.6. Υδρογονούχες ενώσεις	220
8.7. Σουλφίδια.....	222
8.8. Οξειδία	224
8.9. Άλλα οξειδία.....	227
8.10. Οξέα θείου.....	227
Θεικό οξύ.....	228
8.11. Οξέα Se και Te.....	231
8.12. Αλογονούχες ενώσεις.....	232
Διαλογονούχα	233
Τετραλογονούχα	233
Εξαφθοριούχα.....	234
Δεκαφθοριούχο διθείο.....	234
8.13. Οξοαλογονούχες ενώσεις	234
8.14. Ενώσεις θείου με άζωτο.....	235

9. ΟΜΑΔΑ 17 (VII_A)

Φθόριο, Χλώριο, Βρώμιο, Ιώδιο, Ασάτιο, Uus

9.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	237
9.2. Γενικά χαρακτηριστικά	239
9.3. Παραγωγή και χρήση.....	241
9.4. Χημική συμπεριφορά	244
9.5. Υδρογονούχες ενώσεις	249
9.6. Υδροφθόριο.....	252
9.7. Υδροχλώριο.....	253
9.8. Υδροβρώμιο και Υδροϊώδιο.....	254
9.9. Οξειδία	254
Οξειδία φθορίου	254

Οξειδία χλωρίου.....	255
Οξειδία βρωμίου.....	256
Οξειδία ιωδίου.....	256
9.10. Οξο-οξέα των αλογόνων.....	257
Υποαλογονούχα οξέα.....	257
Αλογονώδη οξέα.....	258
Αλογονικά οξέα.....	258
Υπεραλογονικά.....	259
9.11. Ψευδαλογόνα.....	261

10. ΟΜΑΔΑ 18 (VII_A) (Ευγενή αέρια)

Ήλιο, Νέο, Αργό, Κρύπτο, Ξένο, Ραδόνιο, Υιο

10.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	263
10.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	264
10.3. Παραγωγή και χρήση.....	265
10.4. Χημική συμπεριφορά.....	266
10.5. Χημική συμπεριφορά του Ξένου.....	268
10.6. Αλογονούχες ενώσεις του Ξένου.....	269
10.7. Οξυγονούχες ενώσεις του Ξένου.....	272
10.8. Χημική συμπεριφορά των άλλων ευγενών αερίων.....	273

11. ΟΜΑΔΑ 11 (IB)

Χαλκός, Άργυρος, Χρυσός, Uun

11.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	275
11.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	276
11.3. Παραγωγή και χρήση.....	278
11.4. Χημική συμπεριφορά.....	280
11.5. Οξειδία.....	284
11.6. Αλογονούχες ενώσεις.....	286
Αλογονούχα χαλκού.....	286
Αλογονούχα Ag και Au.....	287
11.7. Φωτογραφία.....	288
11.8. Οξοάλατα.....	289
Θεικός χαλκός.....	290
Νιτρικός χαλκός.....	290
Νιτρικός άργυρος.....	290
Νιτρικός χρυσός.....	290
11.9. Σύμπλοκες ενώσεις του Cu (I).....	290
Μονοπτηνικά σύμπλοκα.....	290

Διπυρηνικά σύμπλοκα.....	292
Τετραπυρηνικά σύμπλοκα.....	293
11.10. Σύμπλοκες ενώσεις του Cu (II).....	294
11.11. Σύμπλοκες ενώσεις των Ag και Au.....	297
11.12. Άλλες οξειδωτικές καταστάσεις.....	298

12. ΟΜΑΔΑ 12 (II_B)

Ψευδάργυρος, Κάδμιο, Υδράργυρος, Uub

12.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	299
12.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	301
12.3. Παραγωγή και χρήση.....	303
12.4. Χημική συμπεριφορά.....	305
12.5. Ενώσεις των στοιχείων.....	307
12.6. Οξείδια και υδροξείδια.....	307
12.7. Αλογονούχες ενώσεις.....	309
Διαλογονούχα Zn και Cd.....	310
Διαλογονούχα υδραργύρου.....	310
Μονοαλογονούχα.....	311
12.8. Ισορροπία Hg ^I -Hg ^{II}	312
12.9. Χαμηλότερες οξειδωτικές καταστάσεις του Hg.....	314
12.10. Θειούχες ενώσεις.....	315
12.11. Αμαλγάματα.....	315
12.12. Σύμπλοκες ενώσεις.....	316
Αλογονούχα σύμπλοκα.....	317
Οξυγονούχα και θειούχα σύμπλοκα.....	318
Σύμπλοκα αζώτου και φωσφόρου.....	319

13. ΟΜΑΔΑ 3 (III_B)

Σκάνδιο, Ύτριο, Λανθάνιο, Ακτίνιο

13.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	321
13.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	323
13.3. Παραγωγή και χρήση.....	324
13.4. Χημική συμπεριφορά.....	325
13.5. Υδρογονούχες ενώσεις.....	326
13.6. Οξείδια και Υδροξείδια.....	326
13.7. Αλογονούχες ενώσεις.....	327
13.8. Σύμπλοκες ενώσεις.....	328

14. ΛΑΝΘΑΝΙΔΕΣ

14.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	329
14.2. Γενικά χαρακτηριστικά	331
14.3. Χρώμα των λανθανίδων	331
14.4. Παραγωγή και χρήση.....	334
14.5. Χημική συμπεριφορά	337
14.6. Ενώσεις των λανθανίδων.....	338
14.7. Οξειδία και υδροξείδια.....	339
14.8. Αλογονούχες ενώσεις.....	339
14.9. Σύμπλοκες ενώσεις	340

15. ΑΚΤΙΝΙΔΕΣ

15.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	345
15.2. Γενικά χαρακτηριστικά	346
15.3. Χρώμα των ακτινίδων.....	349
15.4. Παραγωγή των ακτινίδων.....	349
15.5. Χημική συμπεριφορά	350
15.6. Οξειδία και υδροξείδια.....	351
15.7. Αλογονούχες ενώσεις.....	351
Διαλογονούχα.....	351
Τριαλογονούχα.....	352
Τετραλογονούχα.....	352
Πενταλογονούχα	352
Εξαλογονούχα	353
Ουράνιο	353
Θόριο	353
Πλουτώνιο.....	354
15.8. Σύμπλοκες ενώσεις	354
Οξειδωτική κατάσταση +5	354
Οξειδωτική κατάσταση +4	355

16. ΟΜΑΔΑ 4 (IV_B)**Τιτάνιο, Ζιρκόνιο, Άφνιο, Ραδερφόρδιο**

16.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	357
16.2. Γενικά χαρακτηριστικά	358
16.3. Παραγωγή και χρήση.....	360
16.4. Χημική συμπεριφορά	362
16.5. Οξειδία	363

16.6. Τιτανικά άλατα.....	365
16.7. Ενώσεις με οξοανιόντα	366
16.8. Αλογονούχες ενώσεις.....	366
Διαλογονούχα	366
Τριαλογονούχα.....	367
Τετραλογονούχα	368
16.9. Σύμπλοκες ενώσεις	370
Οξειδωτική κατάσταση +3.....	371
Οξειδωτική κατάσταση +4.....	372
Χαμηλότερες οξειδωτικές καταστάσεις.....	375

17. ΟΜΑΔΑ 5 (V_B)

Βανάδιο, Νιόβιο, Ταντάλιο, Δούβνιο

17.1. Εισαγωγή. Αφθονία στοιχείων.....	377
17.2. Γενικά χαρακτηριστικά	378
17.3. Παραγωγή και χρήση.....	379
17.4. Χημική συμπεριφορά	381
17.5. Οξείδια και οξοανιόντα.....	382
17.6. Βαναδικά	384
17.7. Αλογονούχες ενώσεις.....	385
Διαλογονούχα	385
Τριαλογονούχα.....	385
Τετραλογονούχα	387
Πενταλογονούχα.....	388
17.8. Σύμπλοκες ενώσεις	386
Οξειδωτική κατάσταση +2.....	389
Οξειδωτική κατάσταση +3.....	391
Οξειδωτική κατάσταση +4.....	391
Οξειδωτική κατάσταση +5.....	392
Άλλες οξειδωτικές καταστάσεις.....	393

18. ΟΜΑΔΑ 6 (VI_B)

Χρόμιο, Μολυβδαίνιο, Βολφράμιο, Σημπόργκιο

18.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων	394
18.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	394
18.3. Παραγωγή και χρήση.....	397
18.4. Χημική συμπεριφορά.....	400
18.5. Οξείδια.....	401
18.6. Αλογονούχες ενώσεις	403
Διαλογονούχα.....	403
Τριαλογονούχα.....	405

Τετραλογονούχα.....	405
Πενταλογονούχα.....	405
Εξαλογονούχα.....	406
18.7. Χρωμικά, μολυβδαινικά και βολφραμικά.....	407
Χρωμικό νάτριο.....	409
18.8. Κυανά οξειδία.....	409
18.9. Βρούντζοι Μο και W.....	410
18.10. Σύμπλοκες ενώσεις.....	411
Οξειδωτική κατάσταση +2.....	411
Οξειδωτική κατάσταση +3.....	413
Οξειδωτική κατάσταση +4.....	415
Οξειδωτική κατάσταση +5.....	416
Οξειδωτική κατάσταση +6.....	416
Άλλες οξειδωτικές καταστάσεις.....	417

19. ΟΜΑΔΑ 7 (VII_B)

Μαγγάνιο, Τεχνήτιο, Ρήνιο, Μπόριο

19.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	419
19.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	420
19.3. Παραγωγή και χρήση.....	421
19.4. Χημική συμπεριφορά.....	423
19.5. Οξειδία μαγγανίου.....	426
19.6. Οξειδία τεχνητίου και ρηνίου.....	427
19.7. Οξοανιόντα.....	429
Μαγγανικά ιόντα.....	429
Υπερμαγγανικά ιόντα.....	430
Υπερτεχνικά, Υπερρηνικά.....	430
19.8. Αλογονούχες ενώσεις.....	431
Διαλογονούχα.....	431
Τριαλογονούχα.....	431
Τετραλογονούχα.....	433
19.9. Σύμπλοκες ενώσεις.....	433
Οξειδωτική κατάσταση +2.....	433
Οξειδωτική κατάσταση +3.....	434
Οξειδωτική κατάσταση +4.....	436
Άλλες οξειδωτικές καταστάσεις.....	436

20. ΟΜΑΔΑ 8 (VIII_B)

Σίδηρος, Ρουθίνιο, Όσμιο, Χάσιο

20.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων.....	437
20.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	438

20.3. Παραγωγή και χρήση.....	439
Χάλυβας.....	441
Διαχωρισμός των στοιχείων της ομάδας λευκοχρύσου	442
20.4. Χημική συμπεριφορά	445
20.5. Οξειδία	447
Οξειδία σιδήρου.....	447
Οξειδία ρουθηνίου και οσμίου.....	449
20.6. Αλογονούχες ενώσεις.....	450
Διαλογονούχες ενώσεις του σιδήρου.....	450
Τριαλογονούχες ενώσεις του σιδήρου	451
Αλογονούχες ενώσεις Ru και Os.....	451
20.7. Σύμπλοκες ενώσεις	452
Οξειδωτική κατάσταση +2.....	453
Οξειδωτική κατάσταση +3.....	455
Άλλες οξειδωτικές καταστάσεις.....	457

21. ΟΜΑΔΑ 9 (VIII_B)

Κοβάλτιο, Ρόδιο, Ιρίδιο, Μείτνέριο

21.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων	459
21.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	460
21.3. Παραγωγή και χρήση.....	461
21.4. Χημική συμπεριφορά.....	462
21.5. Ενώσεις των Co, Rh και Ir.....	463
21.6. Οξειδία Κοβαλτίου.....	464
21.7. Οξειδία Rh και Ir.....	464
21.8. Αλογονούχες ενώσεις	465
Αλογονούχα καβαλτίου	466
Αλογονούχα Rh και Ir.....	466
21.9. Σύμπλοκες ενώσεις.....	467
Οξειδωτική κατάσταση +2.....	467
Οξειδωτική κατάσταση +3.....	470
Οξειδωτική κατάσταση +4.....	472
Άλλες οξειδωτικές καταστάσεις.....	473

22. ΟΜΑΔΑ 10 (VIII_B)

Νικέλιο, Παλλάδιο, Λευκόχρυσος, Uun

22.1. Εισαγωγή. Αφθονία των στοιχείων	475
---	-----

22.2. Γενικά χαρακτηριστικά.....	476
22.3. Παραγωγή και χρήση.....	477
22.4. Χημική συμπεριφορά.....	480
22.5. Οξειδία.....	481
22.6. Αλογονούχες ενώσεις.....	481
Διαλογονούχα.....	482
Τριαλογονούχα.....	483
22.7. Σύμπλοκες ενώσεις.....	483
Οξειδωτική κατάσταση +2.....	483
Άλλες οξειδωτικές καταστάσεις.....	488

Παράρτημα Α

Μεταλλουργία

Αφθονία των μετάλλων.....	489
Εξαγωγή των μετάλλων.....	490
Χημικές διεργασίες.....	490
Εξευγενισμός.....	491
Ιδιότητες των μετάλλων.....	491

Παράρτημα Β

Πολύτιμοι και Ημιπολίτιμοι λίθοι (Πετράδια).....	493
--	-----

Παράρτημα Γ

Μέση χημική σύσταση του στερεού φλοιού της γης.....	494
---	-----

Παράρτημα Δ

Ατομικά βάρη των στοιχείων.....	496
---------------------------------	-----

Βιβλιογραφία.....	501
-------------------	-----

Ευρετήριο όρων.....	505
---------------------	-----