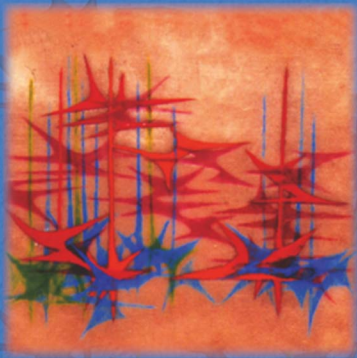


ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΒΑΡΒΟΓΛΗ



ΑΡΧΕΣ
ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το νέο αυτό βιβλίο Οργανικής Χημείας αποτελεί προϊόν εμπειρίας και προβληματισμού από τη μακροχρόνια πανεπιστημιακή διδασκαλία του σχετικού μαθήματος, σε διάφορα επίπεδα. Με εξαίρεση τους φοιτητές του χημικού και του φαρμακευτικού τμήματος, όλοι όσοι διδάσκονται την Οργανική Χημεία έπρεπε να αφομοιώσουν μια σεβαστή σε όγκο διδακτική ύλη, όπου η έμφαση ήταν στις παρασκευές και τις ιδιότητες των οργανικών ενώσεων, είτε τάξεων είτε συγκεκριμένων εκπροσώπων. Πολλές από αυτές, γνωστές από τον 19ο αιώνα, ήταν ήδη ξεπερασμένες από τις προόδους που έχουν συντελεστεί, ενώ άλλες ήταν εξειδικευμένες, χωρίς να παρουσιάζουν γενικότερο ενδιαφέρον. Τα νεώτερα επιτεύγματα, εξάλλου, δεν υπήρχε τρόπος να χωρέσουν μαζί με την παραδοσιακή ύλη, η οποία συνήθως δεν είχε επαρκή αιτιολόγηση. Ακόμη, επιφλοχωρούσαν αρκετοί τύποι ενώσεων ιστορικής σημασίας, μαζί με παράθεση βιομηχανικών και βιοχημικών προεκτάσεων. Το αποτέλεσμα ήταν μια απροθυμία εκ μέρους των φοιτητών στην προσέγγιση του μαθήματος με πραγματικό ενδιαφέρον.

Με βάση τα αρνητικά αυτά σημεία αφ' ενός και τις σύγχρονες απαιτήσεις αφ' ετέρου, προχώρησα στη συγγραφή ενός νέου βιβλίου αρκετά διαφορετικού από τα συνηθισμένα, με ελάχιστα εγκυκλοπαιδικό χαρακτήρα. Το βιβλίο αυτό προορίζεται να καλύψει τις βασικές ανάγκες ενός τριώρου εξαμηνιαίου μαθήματος Οργανικής Χημείας. Στις **Αρχές Οργανικής Χημείας** το πρώτο και μεγαλύτερο μέρος είναι αφιερωμένο σε γενικά χαρακτηριστικά που αναφέρονται σε όλες τις οργανικές ενώσεις και βοηθούν στην κατανόηση των ιδιοτήτων τους και της συμπεριφοράς τους. Η δομή και η δραστηριότητά τους παρουσιάζονται με αρκετά ολοκληρωμένο τρόπο, ώστε να εξοικειώνουν τον αναγνώστη με το σύγχρονο πνεύμα της Οργανικής Χημείας. Γι' αυτό υπάρχουν αρκετές αναφορές σε πρόσφατα επιτεύγματα και ανακαλύψεις. Σχετική έμφαση έχει δοθεί στις φασματοσκοπικές μεθόδους, οι οποίες έχουν γίνει απαραίτητο εργαλείο για την εμβάθυνση σε θέματα δομής και δραστηριότητας, καθώς και για την αντιμετώπιση ποικίλων αναλυτικών προβλημάτων. Το δεύτερο μέρος του βιβλίου αναφέρεται στο συνθετικό τμήμα της Οργανικής Χημείας, δηλαδή τις μεταμορφώσεις των ενώσεων. Εξετάζονται οι κυριότερες τάξεις ως προς τις γενικές παρασκευές και χημικές ιδιότητές τους, με έμφαση στις αρχές που τις διέπουν. Στην ουσία

πρόκειται για μια παράθεση των σπουδαιότερων απλών αντιδράσεων, με αρκετές επεξηγήσεις και προεκτάσεις, ώστε να γίνεται φανερή η αξία τους. Παρασκευές και ιδιότητες συχνά εμπλέκονται, αφού η παρασκευή μιας τάξης αποτελεί ιδιότητα μιας άλλης. Η επιλογή των αντιδράσεων έγινε με φροντίδα, ώστε να συμπεριληφθούν κατά προτίμηση εκείνες με το περισσότερο ενδιαφέρον και τις μεγαλύτερες προοπτικές. Δεδομένου ότι στις συνθέσεις πολλά στάδια είναι συνήθως απαραίτητα, έκρινα σκόπιμο σε αρκετές περιπτώσεις να παραθέσω στοιχειώδεις συνθετικές ακολουθίες 2-3 αντιδράσεων, με τις οποίες εμπεδώνονται καλύτερα οι αντιδράσεις και φαίνεται η σημασία τους.

Στην εισαγωγή που ακολουθεί παρουσιάζεται πιο διεξοδικά το αντικείμενο της σημερινής Οργανικής Χημείας, η οποία έχει σήμερα φτάσει σε ένα επίπεδο αξιολογής ωριμότητας. Ελπίζω οι επιλογές μου να συντελέσουν ώστε οι φοιτητές να κάνουν μια καλή γνωριμία με την Οργανική Χημεία και –γιατί όχι– να την αγαπήσουν.

Μάρτιος 1996

Ο συγγραφέας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Α΄ ΔΟΜΗ, ΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΦΑΣΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 1: ΣΥΝΤΑΞΗ, ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

1.1	Σύνταξη.....	15
1.2	Ταξινόμηση.....	17
1.3	Ονοματολογία.....	18
1.4	Ονοματολογία αντιδράσεων.....	22

Κεφάλαιο 2: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ

2.1	Ατομικά τροχιακά.....	23
2.2	Μοριακά τροχιακά.....	25
2.3	Υβριδοποιημένα τροχιακά.....	26
2.4	Ο άνθρακας με μειωμένο σθένος.....	29
2.5	Είδη δεσμών.....	30
2.6	Διαμοριακές επιδράσεις.....	33
2.7	Υπερμοριακά φαινόμενα.....	35
2.8	Επαγωγικό φαινόμενο.....	36
2.9	Συντονισμός - Συζυγιακό φαινόμενο.....	39
2.10	Ταυτομέρεια.....	42

Κεφάλαιο 3: ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΕΙΑ

3.1	Γενικές έννοιες.....	44
3.2	Εναντιομέρεια.....	45
3.3	Διαστερομέρεια.....	49
3.4	Μοριακή ασυμμετρία.....	51
3.5	Οπτική ενεργότητα.....	52
3.6	Ρακεμικά μίγματα.....	52
3.7	Η προέλευση της φυσικής ασυμμετρίας.....	54
3.8	Στερεοχημεία του αζώτου.....	56
3.9	Διαμόρφωση.....	58
3.10	Γεωμετρική ισομέρεια.....	60

Κεφάλαιο 4: ΚΥΚΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

4.1	Δομή δακτυλίων - Ισομέρειες.....	64
-----	----------------------------------	----

4.2	Δικυκλικά συστήματα.....	67
4.3	Αρωματικές ενώσεις.....	68

Κεφάλαιο 5: ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

5.1	Ταξινόμηση αντιδραστηρίων.....	73
5.2	Ταξινόμηση αντιδράσεων.....	77
5.3	Μελέτη μηχανισμών αντιδράσεων.....	80

Κεφάλαιο 6: ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

6.1	Κινητική συμπεριφορά.....	86
6.2	Ενεργειακές μεταβολές.....	90
6.3	Πυρηνόφιλες υποκαταστάσεις.....	93
6.4	Αρωματική ηλεκτρονιόφιλη υποκατάσταση.....	96

Κεφάλαιο 7: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

7.1	Ενέργεια.....	101
7.2	Αντιδραστήρια γενικών χρήσεων.....	104
7.3	Διαλύτες.....	109
7.4	Καταλύτες.....	112
7.5	Μετά την αντίδραση.....	118

Κεφάλαιο 8: ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

8.1	Φάσματα απορρόφησης υπεριώδους - ορατού (UV-vis).....	124
8.1.1	Ηλεκτρονικές διεγέρσεις - Εξίσωση Beer-Lambert.....	125
8.1.2	Απορροφήσεις οργανικών ενώσεων.....	127
8.1.3	Στιγμιαία φωτόλυση.....	128
8.2	Φάσματα απορρόφησης υπερύθρου (IR).....	129
8.2.1	Μοριακές διεγέρσεις.....	130
8.2.2	Διαγνωστική σημασία των φασμάτων IR.....	131
8.3	Φάσματα πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR).....	134
8.3.1	Βασικές αρχές.....	134
8.3.2	Χημική μετατόπιση και δομή.....	135
8.4	Φάσματα μαζών (MS).....	141
8.5	Άλλα είδη μοριακής φασματοσκοπίας.....	144
8.5.1	Φάσματα Raman.....	144
8.5.2	Φάσματα μικροκυμάτων.....	144
8.5.3	Φάσματα EPR.....	144

ΜΕΡΟΣ Β'

ΤΑΞΕΙΣ ΕΝΩΣΕΩΝ

Κεφάλαιο 9: ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

9.1	Αλκάνια.....	149
9.1.1	Παρασκευές.....	149
9.1.2	Ιδιότητες.....	151
9.2	Αλκένια	153
9.2.1	Συνθέσεις.....	153
9.2.2	Προσθήκες.....	158
9.2.3	Προσθήκες με δημιουργία δεσμού C–C.....	161
9.3	Σύζυγιακά διένια.....	163
9.4	Κυκλοπροσθήκες και συμμετρία τροχιακών.....	165
9.5	Αλκύνια.....	167
9.5.1	Συνθέσεις.....	168
9.5.2	Δραστικότητα.....	168
9.5.3	Ακετυλένιο.....	170
9.6	Αρένια.....	171
9.6.1	Σύνθεση.....	171
9.6.2	Αρωματική ηλεκτρονιόφιλη υποκατάσταση.....	172
9.6.3	Δραστικότητα των αρενίων.....	174

Κεφάλαιο 10: ΑΛΟΓΟΝΩΜΕΝΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΑ

10.1	Αλκυλαλογονίδια	177
10.1.1	Παρασκευή.....	177
10.1.2	Δραστικότητα.....	178
10.2	Αλλυλαλογονίδια, βενζυλαλογονίδια και πολυαλογονίδια.....	179
10.3	Βινυλαλογονίδια και αρυλαλογονίδια.....	182
10.4	Οργανομαγνησιακές ενώσεις.....	184
10.5	Οργανολιθιακές ενώσεις.....	186

Κεφάλαιο 11: ΑΛΚΟΟΛΕΣ, ΦΑΙΝΟΛΕΣ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΕΣ

11.1	Αλκοόλες.....	188
11.2	Φαινόλες.....	193
11.3	Αιθέρες.....	195

Κεφάλαιο 12: ΑΖΩΤΟΥΧΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

12.1	Αμίνες.....	199
12.1.1	Παρασκευές.....	200
12.1.2	Δραστικότητα.....	201
12.2	Διαζωνιακά άλατα	204
12.3	Νιτροενώσεις.....	205
12.4	Διαζωμεθάνιο	207

Κεφάλαιο 13: ΘΕΙΟΥΧΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

13.1 Θειόλες ή Μερκαπτάνες	209
13.2 Θειαιθέρες ή Σουλφίδια	210
13.3 Σουλφοξειδία και Σουλφόνες	211
13.4 Σουλφονικά οξέα.....	213

Κεφάλαιο 14: ΚΑΡΒΟΝΥΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

14.1 Συνθέσεις	215
14.2 Γενικές ιδιότητες του καρβονυλίου.....	216
14.3 Αντιδράσεις του καρβονυλίου	218
14.4 Ακόρεστες καρβονυλικές ενώσεις.....	222
14.5 Δικαρβονυλικές ενώσεις.....	223
14.6 Αζωτούχα παράγωγα	223
14.7 Σάκχαρα.....	224

Κεφάλαιο 15: ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΑ

15.1 Μονοκαρβοξυλικά οξέα	227
15.2 Ακυλαλογονίδια	230
15.3 Ανυδρίτες οξέων	231
15.4 Εστέρες.....	232
15.5 Αμίδια.....	234
15.6 Νιτρίλια.....	235
15.7 Παράγωγα του ανθρακικού οξέος.....	236

Κεφάλαιο 16: ΔΙΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ ΟΞΕΑ

16.1 Δικαρβοξυλικά οξέα.....	237
16.2 Υδροξυοξέα.....	241
16.3 Κετοξέα	242
16.4 Αμινοξέα	244
16.5 Σύνθεση σε στερεά φάση.....	246

Η ΧΗΜΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πρωτογενής βιβλιογραφία.....	249
Δευτερογενής βιβλιογραφία.....	250
Τριτογενής βιβλιογραφία	252

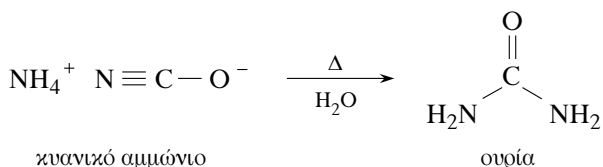
<i>Ενρετήριο όρων</i>	253
<i>Ξενόγλωσσοι όροι - Συγγραφείς</i>	258

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Οργανική Χημεία κατέχει κυρίαρχη θέση ανάμεσα στις Φυσικές και Βιολογικές Επιστήμες. Αφενός έχει στενούς δεσμούς με τη Φυσική και τα Μαθηματικά, που αποτελούν το θεωρητικό υπόβαθρο της Χημείας γενικά, και αφ' ετέρου είναι η βάση της Βιοχημείας, που με τη σειρά της αποτελεί την αφετηρία της Βιολογίας, της Φαρμακευτικής και της Ιατρικής.

Η Οργανική Χημεία είναι ο κλάδος της Χημείας που εξετάζει τις ενώσεις του άνθρακα. Ο όρος οργανική έχει παραμείνει από έναν παλιότερο διαχωρισμό των ενώσεων σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις ανόργανες ή ορυκτές, που προέρχονται από τα ορυκτά, και τις οργανικές, που προέρχονται από τους ζωντανούς οργανισμούς. Η διατήρηση αυτού του διαχωρισμού έχει επικρατήσει για συστηματικούς λόγους και στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν ουσιώδεις διαφορές μεταξύ ανοργάνων και οργανικών ενώσεων. Τελευταία, μεγάλη ανάπτυξη παρατηρείται στον κλάδο των οργανομεταλλικών ενώσεων. Όπως φαίνεται και από το όνομά τους, πρόκειται για οργανικές ενώσεις, στις οποίες υπάρχει κάποιο μέταλλο σε απ' ευθείας σύνδεση με άτομα άνθρακα.

Για αρκετό χρονικό διάστημα οι χημικοί πίστευαν ότι οι οργανικές ενώσεις δε μπορεί να συντεθούν στο εργαστήριο, επειδή ο άνθρωπος δεν είχε την απαραίτητη «ζωική δύναμη» (vis vitalis). Η βιταλιστική αυτή θεωρία καταρρίφθηκε, όταν ο Friedrich Wöhler το 1828 παρασκεύασε από μια ανόργανη ένωση, το κυανικό αμμώνιο, μια ζωική οργανική ένωση, την ουρία. Η μετατροπή ήταν ιδιαίτερα απλή, αφού βασιζόταν σε θέρμανση υδατικού διαλύματος του κυανικού αμμωνίου και εξάτμιση του νερού:



Από τότε έχουν συντεθεί πάνω από 12 εκατομμύρια οργανικών ενώσεων, οι περισσότερες των οποίων δεν απαντούν στη Φύση. Γενικά, η σύνθεση στοχεύει στη δημιουργία προϊόντων με συγκεκριμένη δομή ή προκαθορισμένες ιδιότητες. Επίσης, επιδιώκεται η εύρεση νέων μεθόδων, καθώς και η βελ-

τίωση των ήδη γνωστών. Ενώ παλιότερα οι συνθέσεις ήταν σε μεγάλο βαθμό μη κατευθυνόμενες, σήμερα οι χημικοί είναι σε θέση να προβλέπουν την έκβαση ενός μεγάλου αριθμού διαδοχικών αντιδράσεων, όπου το κάθε προϊόν αποτελεί την πρώτη ύλη για το επόμενο στάδιο. Έτσι, από απλές πρώτες συνθέτουν πολύπλοκες ενώσεις –στην πραγματικότητα, όσο περίεργη και αν είναι η δομή τους, δεν υπάρχουν μόρια που να μην είναι δυνατό να συντεθούν, αρκεί να είναι σταθερά.

Παράλληλα με τα συνθετικά προϊόντα, πλούσια πηγή οργανικών ενώσεων αποτελούν οι διάφοροι ζωντανοί οργανισμοί και κυρίως τα δευτερεύοντα προϊόντα του μεταβολισμού τους. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει εκατομμύρια ενώσεων με περίεργες δομές και ενδιαφέρουσες ιδιότητες, όπως τα αλκαλοειδή των φυτών και τα αντιβιοτικά των μικροοργανισμών. Ως σήμερα έχουν απομονωθεί «μόνο» 100.000 περίπου φυσικών προϊόντων, όπως ονομάζεται αυτή η κατηγορία των οργανικών ενώσεων, στις οποίες δεν συμπεριλαμβάνονται μεγαλομόρια, όπως οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα.

Ολοένα και περισσότερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάλυση των οργανικών ενώσεων, είτε πρόκειται για φυσικά προϊόντα είτε για συνθετικά. Χάρη στην εφαρμογή εκλεπτυσμένων αναλυτικών μεθόδων, με τη βοήθεια ειδικών οργάνων είμαστε σε θέση να επισημαίνουμε ελάχιστες ποσότητες, της τάξης μερών ανά δισεκατομμύριο (ppb). Επίσης, αναλύουμε τα συστατικά ενός μίγματος· για παράδειγμα, μπορούμε να «αποκρυπτογραφήσουμε» τις εκατοντάδες ενώσεις που αποτελούν το άρωμα των φρούτων ή τις χιλιάδες των συστατικών του πετρελαίου, χωρίς να χρειάζεται η απομόνωσή τους.

Μετά τη σύνθεση ή απομόνωση μιας ένωσης ακολουθεί η μελέτη των ιδιοτήτων της. Από τη χημική άποψη, το περισσότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι φυσικές, φασματοσκοπικές και χημικές ιδιότητες, οι οποίες αφ' ενός οδηγούν στην εύρεση ή επιβεβαίωση της ταυτότητάς της και αφ' ετέρου προσδιορίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κατά την αλληλεπίδραση με άλλες ενώσεις ή διάφορες μορφές ενέργειας.

Με μια μεγάλη ποικιλία μεθόδων που έχουμε σήμερα στη διάθεσή μας μπορούμε να διερευνήσουμε τους μηχανισμούς των αντιδράσεων, δηλ. τις λεπτομερειακές μεταβολές που συμβαίνουν κατά τη μετατροπή των αντιδρώντων στα προϊόντα. Συνδυάζοντας τα ευρήματα αυτά με θεωρητικά δεδομένα, αναπτύσσονται οι γενικές θεωρίες που ερμηνεύουν τις σχέσεις δομής και δραστηριότητας των ενώσεων. Με βάση τα θεωρητικά αυτά μοντέλα γίνονται σωστές προβλέψεις για την πορεία νέων αντιδράσεων.

Η συμβολή των φυσικών μεθόδων υπήρξε ανεκτίμητη στη μελέτη γενικά των χημικών προβλημάτων. Οι προσδιορισμοί του μοριακού βάρους, κινητικές και θερμοδυναμικές μελέτες, εύρεση διπολικών ροπών, διερεύνηση οπτικών ιδιοτήτων αποτελούν διεργασίες που θα ήταν αδύνατες χωρίς την

εφαρμογή φυσικών μεθόδων. Ιδιαίτερα θεαματικά ήταν τα αποτελέσματα από την ανάπτυξη των φασματοσκοπικών μεθόδων και της κρυσταλλογραφίας ακτίνων Χ.

Οι γνώσεις που αποκομίζονται έτσι για τις οργανικές ενώσεις αποτελούν τις βάσεις άλλων επιστημών, ενώ ταυτόχρονα οι ίδιες οι ενώσεις μπορεί να αξιοποιηθούν από την τεχνολογία. Πραγματικά, χιλιάδες προϊόντα βρίσκουν καθημερινά χρησιμοποίηση σε τομείς, όπως οι βιομηχανίες τροφίμων, φαρμάκων, χρωμάτων, πλαστικών, υφανσίμων ινών, αγροχημικών, αρωμάτων, κλπ.

Η χρησιμοποίηση σε μεγάλη κλίμακα των οργανικών ενώσεων έχει βελτιώσει σημαντικά το βιοτικό επίπεδο του ανθρώπου, αλλά ταυτόχρονα δημιουργήσε και προβλήματα, όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος. Η γνώση της Οργανικής Χημείας πρέπει όχι μόνο να βοηθήσει το νέο επιστήμονα στην καλύτερη κατανόηση της επιστήμης του, αλλά και να τον κάνει ικανό να συμβάλει θετικά στην επίλυση διαφόρων προβλημάτων που θα έχει να αντιμετωπίσει.

Ανεξάρτητα από την προέλευσή της, μια οργανική ένωση απομονώνεται αρχικά σε ακάθαρτη μορφή, δηλ. συνοδεύεται κι από άλλες ενώσεις σε διάφορες ποσότητες, όπως ισομερή, αναλλοίωτες πρώτες ύλες, παραπροϊόντα πολυμερισμού κλπ. Απαραίτητη προϋπόθεση για μια σωστή μελέτη είναι ο καθαρισμός της ένωσης, που έχει σκοπό να την απαλλάξει από όλες τις προσμίξεις που την συνοδεύουν.

Όταν μια ένωση έχει άγνωστη δομή, πρέπει αρχικά να βρεθεί ο **συντακτικός τύπος** της, δηλ. ο τρόπος σύνδεσης των διαφόρων ατόμων που αποτελούν το μόριο. Για την εύρεση του συντακτικού τύπου απαιτείται σειρά εργασιών, που μπορούν να διαχωριστούν σε δύο στάδια: το πρώτο, προκαταρκτικό, στάδιο περιλαμβάνει ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση, καθώς και προσδιορισμό του μοριακού βάρους. Από τα αποτελέσματα που προκύπτουν εξάγεται ο **μοριακός τύπος της ένωσης**. Το δεύτερο στάδιο συνίσταται στη λεπτομερή εξέταση φυσικών, φασματοσκοπικών και χημικών ιδιοτήτων, με βάση τις οποίες προτείνεται ο συγκεκριμένος συντακτικός τύπος. Οι διεργασίες του δεύτερου σταδίου ενδέχεται να παρακαμφθούν με την απευθείας εύρεση του συντακτικού τύπου από διαγράμματα περίθλασης με ακτίνες Χ. Η κρυσταλλογραφική ανάλυση ακτίνων Χ δεν είναι πάντα εφαρμόσιμη. Επίσης, δε μειώνει τη σημασία των φυσικών και χημικών ευρημάτων, τα οποία είναι απαραίτητα για την κατανόηση της συμπεριφοράς κάθε νέας ένωσης. Πολύ συχνά χρειάζεται να επιβεβαιωθεί ένας συντακτικός τύπος με **ολική σύνθεση**, έτσι ονομάζεται η παρασκευή μιας ένωσης από απλές πρώτες ύλες. Είναι φανερό ότι εκτός από το ακαδημαϊκό ενδιαφέρον, οι συνθέσεις παρουσιάζουν και βιομηχανικό ενδιαφέρον, εφόσον η

ένωση έχει τέτοιες ιδιότητες, ώστε να μπορεί να αποτελέσει εμπορεύσιμο προϊόν.

Όταν μια ένωση είναι ήδη γνωστή, έχει σημασία η **ταυτοποίησή** της. Με τον όρο αυτό εννοούμε την ταύτιση της ένωσης που διαθέτουμε με την υποτιθέμενη γνωστή ένωση. Αυτό γίνεται είτε με άμεση σύγκριση των ιδιοτήτων των δύο ενώσεων, είτε με σύγκριση με βάση τις ιδιότητες της γνωστής ένωσης, όπως παρέχονται από τη βιβλιογραφία. Η ταύτιση των ιδιοτήτων συνεπάγεται, κατά γενικό κανόνα, και την ταύτιση των δύο ενώσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΥΝΤΑΞΗ, ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Ο τρόπος σύνδεσης των διαφόρων ατόμων που συνιστούν τις οργανικές ενώσεις, και ιδιαίτερα οι πολυάριθμοι συνδυασμοί του άνθρακα με το υδρογόνο, αποτέλεσε κατά τον περασμένο αιώνα ένα καινούριο θέμα συζητήσεων και προβληματισμών. Μετά από πολλές περιπέτειες, επικράτησαν οι «θεωρητικοί» A. Kekulé, A.S. Couper και J. Loschmidt, οι απόψεις των οποίων θεωρούνται σήμερα ως αυτονόητα δεδομένα. Η αποκρυπτογράφηση των μυστικών της συμπεριφοράς γενικότερα του άνθρακα χρησίμευσε ως αφετηρία για την ορθολογιστική ανάπτυξη της χημείας του, δηλαδή της Οργανικής Χημείας

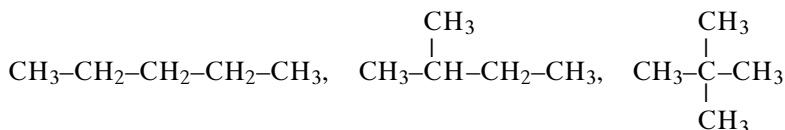
Η Οργανική Χημεία γρήγορα χάρη στις σύντονες έρευνες αναδείχθηκε στον μεγαλύτερο κλάδο της Χημείας, εξαιτίας του ξεχωριστού της ενδιαφέροντος, των πολυάριθμων φυσικών προϊόντων αλλά και των δυνατοτήτων της για εφαρμογές. Σήμερα έχουμε εμβαθύνει σε ικανοποιητικό βαθμό στις ιδιαιτερότητες των οργανικών ενώσεων, οι οποίες έχουν ξεπεράσει τα 12.000.000 (1995) και ολοένα αυξάνονται.

1.1 Σύνταξη

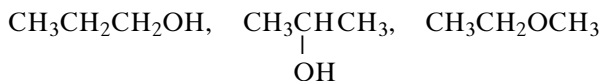
Ο άνθρακας, με ελάχιστες εξαιρέσεις, είναι στοιχείο τετρασθενές, που σχηματίζει σταθερούς ομοιοπολικούς δεσμούς με τα περισσότερα στοιχεία. Ιδιαίτερα σταθερός είναι επίσης ο δεσμός άνθρακα-άνθρακα, πράγμα που επιτρέπει τη δημιουργία μεγάλων ανθρακικών αλυσίδων ευθείας διάταξης, διακλαδισμένης ή κυκλικής. Σε αρκετά πολυμερή πολλές χιλιάδες άτομα άνθρακα σχηματίζουν ενωμένα μεταξύ τους γιγαντιαία μακρομόρια, σε γραμμική αλυσίδα. Η σταθερότητα των ανθρακικών αλυσίδων δεν έχει ανάλογο σε άλλα στοιχεία, ενώ η μειωμένη σταθερότητα των πολλαπλών δεσμών ($C=C$, $C\equiv C$) αποτελεί μια άλλη ιδιαιτερότητα.

Έτσι εξηγείται ο μεγάλος αριθμός των οργανικών ενώσεων, που θεωρητικά είναι απεριόριστος. Αν επιπλέον λάβουμε υπ' όψη και τη δομή τους στο χώρο, οι δυνατότητες ύπαρξης παρόμοιων αλλά διαφορετικής δομής μορίων αυξάνουν ακόμη περισσότερο.

Ισομέρειες. Τα άτομα C σε μια οργανική ένωση μπορεί να συνδυαστούν με διάφορους τρόπους, ενώ και τα άλλα στοιχεία, εκτός από το υδρογόνο (**ετεροάτομα**), συνδέονται με την ανθρακική αλυσίδα επίσης με ποικίλους τρόπους. Σε έναν λοιπόν συγκεκριμένο μοριακό τύπο αντιστοιχούν συχνά πολλές ενώσεις, που διαφέρουν ως προς τη σύνταξη, τον τρόπο δηλ. σύνδεσης των ατόμων από τα οποία αποτελούνται. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται ισομερείς και το φαινόμενο ισομέρεια. Παράδειγμα ισομερών ανθρακικών αλυσίδων αποτελούν οι υδρογονάνθρακες του τύπου C_5H_{12} , όπου αντιστοιχούν τρεις διαφορετικές ενώσεις (συντακτικά ισομερή):

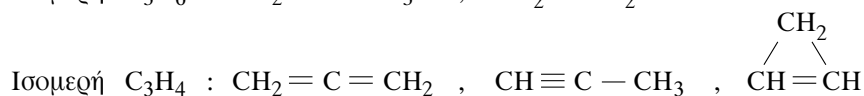
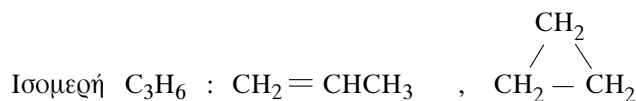


Παράδειγμα ισομέρειας όπου υπεισέρχεται ένα άτομο οξυγόνου αποτελούν οι ενώσεις του τύπου C_3H_8O (επίσης τρία συντακτικά ισομερή). Οι παύλες των απλών δεσμών συνήθως παραλείπονται:



Η ισομέρεια είναι πολύ συνηθισμένο φαινόμενο στις οργανικές ενώσεις, ενώ στις ανόργανες είναι σχετικά σπάνια. Εκτός από τις ισομέρειες του ανθρακικού σκελετού και της θέσης των ετεροατόμων, υπάρχουν και άλλα είδη ισομέρειας που θα εξεταστούν σε επόμενα κεφάλαια. Εδώ αναφέρεται ακόμη η ισομέρεια των πολλαπλών ανθρακικών δεσμών (διπλού και τριπλού), η θέση των οποίων στην ανθρακική αλυσίδα ποικίλλει.

Από το μοριακό τύπο μιας ένωσης και με βάση το γενικό τύπο των κορεσμένων υδρογονανθράκων C_nH_{2n+2} προκύπτει ο **βαθμός ακορεστότητας**, δηλ. ο αριθμός των διπλών ή τριπλών δεσμών της ένωσης. Έτσι, το προπένιο (C_3H_6) έχει 2H λιγότερα από τον αντίστοιχο κορεσμένο υδρογονάνθρακα προπάνιο (C_3H_8) και συνεπώς έχει βαθμό ακορεστότητας 1. Ο βαθμός ακορεστότητας ονομάζεται και **ισοδύναμο διπλού δεσμού**, γιατί μια ένωση με έναν διπλό δεσμό είναι ισομερής με μια κυκλική ένωση, ενώ μια ένωση με δύο διπλούς δεσμούς είναι ισομερής με μια κυκλική με έναν διπλό δεσμό, μια δικυκλική και μια άκυκλη με έναν τριπλό δεσμό. Στον υδρογονάνθρακα C_3H_6 αντιστοιχούν λοιπόν δυο ισομερή, ενώ στον C_3H_4 τρία:

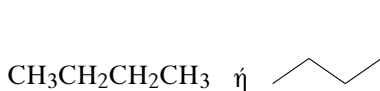


Αν η ένωση περιέχει αλογόνα, αυτά θεωρούνται σαν να ήταν άτομα H, ενώ αν περιέχει O και S, τα στοιχεία αυτά δεν υπολογίζονται. Στις αζωτούχες ενώσεις για κάθε άτομο N αφαιρείται ένα H κι ο βαθμός ακορεστότητας βρίσκεται από τα υπόλοιπα H.

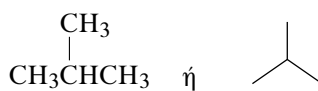
1.2 Ταξινόμηση

Ανάλογα με τη μορφή της ανθρακικής αλυσίδας, οι οργανικές ενώσεις υποδιαιρούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τις **άκυκλες** ή **αλειφατικές**, τις **ισοκυκλικές** και τις **ετεροκυκλικές**. Στις άκυκλες ενώσεις υπάγονται όλες οι περιπτώσεις ανοικτής αλυσίδας ευθείας ή διακλαδισμένης. Στις ισοκυκλικές ενώσεις σχηματίζεται δακτύλιος που αποτελείται μόνο από άτομα C, ενώ στις ετεροκυκλικές συμμετέχουν ως «κρίκοι», δηλ. μέλη του δακτυλίου, ένα ή περισσότερα ετεροάτομα. Οι κυκλικές ενώσεις απαντούν επίσης σε πολυκυκλικές μορφές, με συνδυασμούς δυο, τριών ή και περισσότερων δακτυλίων.

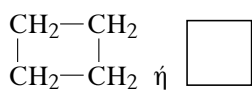
Οι υδρογονάνθρακες και τα παράγωγά τους γράφονται συχνά με ένα γεωμετρικό σχήμα που ενδέχεται να αποδίδει κατά προσέγγιση και το πραγματικό σχήμα του μορίου, αν και ο συμβολισμός αυτός επινοήθηκε για λόγους οικονομίας χώρου και ευκολίας. Τα ισομερή βουτάνιο και ισοβουτάνιο γράφονται με αυτό τον τρόπο ως **1** και **2**, αντίστοιχα, ενώ το τετραμελές κυκλοβουτάνιο, **3**, συμβολίζεται με ένα τετράγωνο, **3'**, παρόλο που στην πραγματικότητα δεν είναι επίπεδο μόριο.



1, βουτάνιο

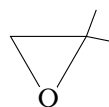


2, ισοβουτάνιο



3

3'



4

Κάθε γωνία στους τύπους-σχήματα αντιπροσωπεύει μια μεθυλενική ομάδα ($-\text{CH}_2-$), ενώ κάθε ανοικτή γραμμή συμβολίζει την μεθυλική ομάδα ($-\text{CH}_3$). Το σημείο συνάντησης τριών γραμμών είναι η μεθινική ομάδα

$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \end{array} \text{H}$ και το σημείο συνάντησης τεσσάρων γραμμών είναι ο άνθρακας χω-

ρίς κανένα υδρογόνο (τεταρτοταγής). Η γραφή αυτή προτιμάται κυρίως για τις ισοκυκλικές ενώσεις, όπως η **3'**, καθώς και για τις ετεροκυκλικές ενώσεις, όπως η **4**, που έχει τριμελή οξυγονούχο δακτύλιο ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$), με δυο μεθύλια στο ίδιο άτομο C.

Το H ενός υδρογονάνθρακα μπορεί να αντικατασταθεί από έναν υποκαταστάτη, δηλ. στοιχείο ή ομάδα στοιχείων, οπότε προκύπτουν παράγωγα που χαρακτηρίζονται ως τάξεις των οργανικών ενώσεων. Σε πιο σύνθετα παράγωγα πολλά H έχουν αντικατασταθεί από πολλούς υποκαταστάτες, με ακραία παραδείγματα τους φθοράνθρακες, στους οποίους όλα τα H έχουν αντικατασταθεί από F, και φυσικά προϊόντα με ως και 10 διαφορετικές ομάδες.

Ενώσεις που διαφέρουν μεταξύ τους κατά μια ή περισσότερες μεθυλενικές ομάδες ονομάζονται ομόλογες, όπως π.χ. οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες CH_4 , C_2H_6 και C_3H_8 ή τα χλωριωμένα τους παράγωγα CH_3Cl , $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ και $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$. Οι ομόλογες ενώσεις απαρτίζουν μια **ομόλογη σειρά**, που αποδίδεται συχνά με έναν γενικευμένο τύπο, όπως $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ για τους κορεσμένους υδρογονάνθρακες.

Η κατάταξη των οργανικών ενώσεων σε ομόλογες σειρές διευκολύνει και απλουστεύει σημαντικά τη μελέτη τους, γιατί όλα τα μέλη μιας ομόλογης σειράς έχουν παραπλήσιες ιδιότητες και παρασκευάζονται συνήθως με τις ίδιες γενικές μεθόδους.

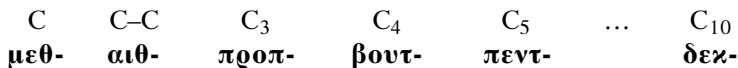
1.3 Ονοματολογία

Οι οργανικές ενώσεις ονομάζονταν παλιότερα με ένα ή και περισσότερα εμπειρικά ονόματα, προερχόμενα από ονόματα φυτών, χρωμάτων, προσώπων κλπ. Επειδή όμως τα ονόματα αυτά δεν έδιναν καμιά πληροφορία για τη δομή της ένωσης, αποφασίστηκε να ισχύει μια νέα συστηματική ονοματολογία, όπου το όνομα αποδίδει και την ακριβή σύνταξη κάθε ένωσης.

Οι πρώτοι κανόνες συστηματικής ονομασίας θεσπίστηκαν σ' ένα παγκόσμιο συνέδριο στη Γενεύη, το 1898 και αποτέλεσαν την **ονοματολογία κατά Γενεύη**. Στη συνέχεια οι κανόνες αυτοί συμπληρώθηκαν σε διάφορα συνέδρια της «Διεθνούς Ένωσης Καθαρής και Εφαρμοσμένης Χημείας» (International Union of Pure and Applied Chemistry, **IUPAC**) κι αποτελούν σήμερα την **ονοματολογία κατά IUPAC**.

Οι βασικές αρχές για την ονομασία μιας απλής ένωσης έχουν ως εξής:

1. Το μέγεθος της άκυκλης ανθρακικής αλυσίδας δηλώνεται για ενώσεις με πάνω από τέσσερα άτομα C με το ελληνικό αριθμητικό. Για τα τέσσερα πρώτα μέλη ισχύουν ειδικά προθέματα. Έτσι οι παρακάτω ευθείες αλυσίδες ονομάζονται αντίστοιχα:



2. Μετά το πρόθεμα του μεγέθους της αλυσίδας ακολουθεί μια συλλαβή (μόρφημα) που δείχνει το βαθμό κορεσμού της ένωσης:

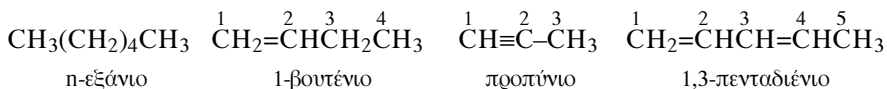
-αν- όταν δεν υπάρχει πολλαπλός δεσμός

-εν- όταν υπάρχει διπλός δεσμός (C=C)

-υν- όταν υπάρχει τριπλός δεσμός (C≡C)

3. Οι υδρογονάνθρακες έχουν πάντα την κατάληξη **-ιο**. Πολλές φορές οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες ευθείας αλυσίδας για να διακριθούν από τα ισομερή τους με διακλαδισμένη αλυσίδα παίρνουν πριν από το όνομα το γράμμα n- (normal). Οι διάφορες τάξεις χαρακτηρίζονται από ειδική κατάληξη, που δηλώνει το είδος του υποκαταστάτη. Σε ενώσεις με πολλούς υποκαταστάτες χρησιμοποιείται μια μόνο κατάληξη, ενώ οι υπόλοιποι υποκαταστάτες δηλώνονται με προθέματα.

Από τις παραπάνω αρχές προκύπτουν οι εξής ονομασίες για μερικούς απλούς υδρογονάνθρακες, όπου σημειώνεται κι η αρίθμηση της αλυσίδας, που κανονικά παραλείπεται:

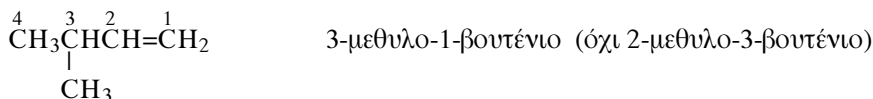
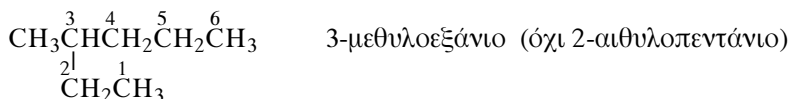
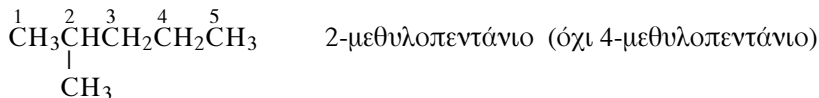


Παρατηρούμε ότι, όταν υπάρχει δυνατότητα ισομέρειας λόγω θέσης του διπλού δεσμού, στο όνομα προτάσσεται ένας αριθμός που δείχνει από πού αρχίζει ο διπλός δεσμός. Το 1-βουτένιο γράφεται και με τον ισοδύναμο τύπο $\overset{4}{\text{C}}\text{H}_3\overset{3}{\text{C}}\text{H}_2\overset{2}{\text{C}}\text{H}=\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2$, αλλά είναι διαφορετικό από το 2-βουτένιο, που έχει το διπλό δεσμό στη μέση ($\overset{1}{\text{C}}\text{H}_3\overset{2}{\text{C}}\text{H}=\overset{3}{\text{C}}\text{H}\overset{4}{\text{C}}\text{H}_3$). Όταν υπάρχουν δύο διπλοί δεσμοί, η κατάληξη γίνεται -διένιο, όταν συνυπάρχουν διπλός και τριπλός δεσμός γίνεται -ενίνιο, κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές το άθροισμα των αριθμών που δείχνουν τις θέσεις των πολλαπλών δεσμών πρέπει να είναι το ελάχιστο δυνατό.

Οι ανθρακούχες ομάδες που προκύπτουν αν από έναν κορεσμένο υδρογονάνθρακα (αλκάνιο) αφαιρεθεί ένα άτομο H ονομάζονται **αλκύλια**. Τα αλκύλια, του γενικού τύπου C_vH_{2v+1}, παριστάνονται με το γράμμα R κι η

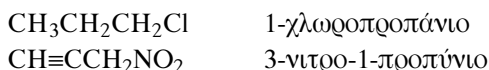
ονομασία τους αποτελείται από το πρόθεμα που δηλώνει το μέγεθος της αλυσίδας και την κατάληξη **-ύλιο**, π.χ. CH₃ μεθύλιο, C₈H₁₇ οκτύλιο κλπ.

Υδρογονάνθρακες που αποτελούνται από διακλαδισμένη αλυσίδα ονομάζονται με βάση τη μεγαλύτερη ευθεία αλυσίδα. Οι πλευρικές αλυσίδες θεωρούνται ως υποκαταστάτες, οπότε προτάσσονται με το όνομα του αλκυλίου κι έναν αριθμό που δείχνουν από πού γίνεται η σύνδεση, π.χ.

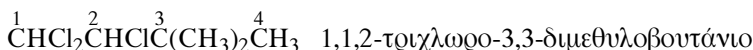


Γενικά, δίνουμε τους μικρότερους δυνατούς αριθμούς στα άτομα C των διακλαδώσεων, ενώ όταν συνυπάρχουν πολλαπλοί δεσμοί, αυτοί παίρνουν προτεραιότητα στην αρίθμηση.

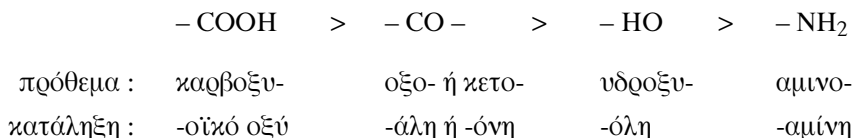
Αν αντί για αλκύλια υπάρχουν αλογόνα ή νιτροομάδα (–NO₂), η ονοματολογία είναι παρόμοια, επειδή θεωρούνται ως απλοί υποκαταστάτες, π.χ.



Όμοιοι υποκαταστάτες δηλώνονται με αριθμητικό πρόθεμα και αριθμούς που δείχνουν από πού γίνεται η σύνδεση, π.χ.



Αν οι υποκαταστάτες είναι άλλες ομάδες, όπως το καρβοξύλιο (–COOH), το καρβονύλιο (–CO–) ή το υδροξύλιο (–OH), τότε ανάλογα με την περίπτωση οι ενώσεις ονομάζονται είτε με τα κατάλληλα προθέματα είτε με χαρακτηριστικές καταλήξεις. Οι ομάδες αυτές έχουν προτεραιότητα στην αρίθμηση σε σχέση με τους πολλαπλούς δεσμούς. Τα ονόματα και η προτεραιότητα μερικών κοινών υποκαταστατών, που ονομάζονται συνήθως **χαρκτηριστικές ομάδες**, έχουν ως εξής:

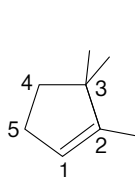


Ακολουθούν μερικά παραδείγματα ονομάτων πολυυποκατεστημένων παραγώγων, όπου η προτεραιότητα καθορίζει και την κατάληξη:

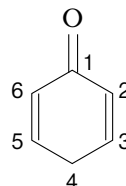
$\text{HOCH}_2\text{CH}=\text{CHCOOH}$	4-υδροξυ-2-βουτεν-οϊκό οξύ
$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COCH}=\text{O}$	5-αμινο-4-μεθυλο-2-κετοπεντανάλη
$\text{CHCl}_2\text{COCH}_2\text{OCH}_3$	1-μεθοξυ-3,3-διχλωρο-2-προπανόνη

Σε μερικές περιπτώσεις η θέση ενός υποκαταστάτη ως προς τη θεμελιώδη ομάδα υποδηλώνεται με τα γράμματα α, β, γ, ..., ω, όπως π.χ. στο οξύ 3-χλωροβουτανοϊκό οξύ, $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{COOH}$, που ονομάζεται και β-χλωροβουτανοϊκό οξύ. Τα μονοακόρεστα (με έναν διπλό δεσμό) οξέα που συναντάμε στα ψάρια και θεωρούνται πολύτιμα από διαιτητική άποψη έχουν το γενικό τύπο $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_\nu\text{COOH}$ και είναι γνωστά ως ω-3 λιπαρά οξέα.

Οι κυκλικές ενώσεις ονομάζονται όπως και οι άκυκλες, με τη διαφορά ότι στο όνομα του ανθρακικού σκελετού, που εδώ αναφέρεται στους κρίκους του δακτυλίου, προσθέτουμε το πρόθεμα **κυκλο-**, π.χ.:



2,3,3-τριμεθυλο-κυκλοπεντένιο



κυκλοεξα-2,5-διενόνη

Με βάση τους κανόνες της IUPAC είναι δυνατό να ονομαστεί οποιαδήποτε ένωση, χωρίς να δημιουργείται αμφιβολία για τη σύνταξη της. Σε πολύπλοκες όμως ενώσεις, όπως π.χ. στα περισσότερα φυσικά προϊόντα, επειδή η συστηματική ονομασία είναι εξαιρετικά πολυσύλλαβη, χρησιμοποιούνται αποκλειστικά τα εμπειρικά ονόματα.

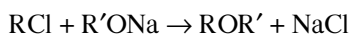
Συντομογραφίες. Μερικές ομάδες έχει καθιερωθεί να παριστάνονται συντομογραφικά, με δύο ή τρία γράμματα. Μεταξύ των απλούστερων, αναφέρονται οι ακόλουθες:

Me	, για το μεθύλιο CH_3
Et	, για το αιθύλιο C_2H_5
Pr	, για το n-προπίλιο C_3H_7
t-Bu ή Bu^t	, για το τριτοταγές βουτύλιο, Me_3C
Ac ή MeCO	, για το ακετύλιο CH_3CO

Σε ορισμένες περιπτώσεις ολόκληρα μόρια γράφονται συντομογραφικά, π.χ. για το αιθάνιο χρησιμοποιείται η γραφή MeMe ή EtH.

1.4 Ονοματολογία αντιδράσεων

Ενώ η ονοματολογία κατά IUPAC των σχετικά απλών ενώσεων έχει γενικά γίνει αποδεκτή, ως πρόσφατα δεν υπήρχε κάποιος συστηματικός τρόπος για την ανάλογη ονομασία των αντιδράσεων, οι περισσότερες από τις οποίες ισχύουν για πολλά ζεύγη ομοειδών αντιδρώντων. Αρχικά δινόταν ένα όνομα στην αντίδραση από τους χημικούς που την ανακάλυψαν και αυτή η συνήθεια εξακολούθει να ισχύει ως κάποιο βαθμό και σήμερα. Η χρήση των ονομάτων των αντιδρώντων και του κύριου προϊόντος είναι βέβαια ο πληρέστερος τρόπος περιγραφής μιας αντίδρασης, έχει όμως το μειονέκτημα ότι χρειάζεται να μεταχειριστούμε πολλές λέξεις. Για παράδειγμα, η αντίδραση



είναι γνωστή ως αντίδραση Williamson ή, με πλήρη περιγραφή, ως "σχηματισμός αιθέρων από αλκυλοχλωρίδια και αλκοξείδια του νατρίου". Για να διευκολυνθεί η κατάσταση, αποφασίστηκε να ισχύει ένας πιο συστηματικός και περιεκτικός τρόπος ονομασίας –όχι ακριβώς των αντιδράσεων– αλλά των μετασχηματισμών του κύριου αντιδρώντος, που ονομάζεται συνήθως υπόστρωμα. Έτσι, η παραπάνω αντίδραση κατατάσσεται στην κατηγορία, κατά την οποία επιτελείται

αλκοξυ-απο-χλωρίωση

Το πρώτο συστατικό (αλκοξυ) δηλώνει την εισερχόμενη ομάδα (RO) και τα υπόλοιπα την αποχωρούσα ομάδα (Cl), με την πρόθεση από (de) και την ονομασία της αντίθετης διεργασίας (χλωρίωση). Το όνομα του υποστρώματος δεν υπεισέρχεται στο χαρακτηρισμό των μετασχηματισμών, οι οποίοι ισχύουν για διαφόρων ειδών ενώσεις (όλα σχεδόν τα χλωροπαράγωγα είναι δυνατό να υποστούν την αλκοξυ-απο-χλωρίωση από πολλά άλατα αλκοολών). Συνολικά έχουν αναγνωριστεί οκτώ γενικοί τύποι μετασχηματισμών, για τους οποίους ισχύουν ανάλογοι χαρακτηρισμοί.