

**ΧΗΜΕΙΑ**  
**ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**  
**Β' Λυκείου**

Κάθε αντίτυπο φέρει την υπογραφή ενός εκ των συγγραφέων

Σειρά: Γενικό Λύκειο – Θετικές Επιστήμες  
Κάκια Δαγιόγλου – Μαρίνος Ιωάννου – Σπύρος Πάγκαλος, *Χημεία Β΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας*

Επιμέλεια Κειμένου: Δέσποινα Αγγελοπούλου  
Στοιχειοθεσία – Σελιδοποίηση – Εξώφυλλο: Γεωργία Λαμπροπούλου  
Σχήματα: Διπνεκές  
Υπεύθυνος Έκδοσης: Αποστόλης Αντωνόπουλος

e-mail συγγραφέων: [kakiadagioglou@yahoo.gr](mailto:kakiadagioglou@yahoo.gr)  
[ioannoupir@gmail.com](mailto:ioannoupir@gmail.com)  
[spangs@ath.forthnet.gr](mailto:spangs@ath.forthnet.gr)

Copyright 2010 ©: ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΟΥΚΑΜΙΣΑΣ,  
Κάκια Δαγιόγλου – Μαρίνος Ιωάννου – Σπύρος Πάγκαλος,  
για την ελληνική γλώσσα σε όλο τον κόσμο.

ISBN: 978-960-6881-13-8

Απαγορεύεται η με οποιονδήποτε τρόπο, μέσο και μέθοδο αναδημοσίευση, αναπαραγωγή, μετάφραση, διασκευή, θέση σε κυκλοφορία, παρουσίαση, διανομή και η εν γένει πάσης φύσεως χρήση και εκμετάλλευση του παρόντος έργου στο σύνολό του ή τμηματικά καθώς και της ολικής αισθητικής εμφάνισης του βιβλίου (στοιχειοθεσίας, σελιδοποίησης κ.λπ.) και του εξωφύλλου του, σύμφωνα με τις διατάξεις της υπάρχουσας νομοθεσίας περί προστασίας πνευματικής ιδιοκτησίας και των συγγενικών δικαιωμάτων περιλαμβανομένων και των σχετικών διεθνών συμβάσεων.



Σωτήρος και Αλκιβιάδου 132, Τ.Κ. 18535 Πειραιάς  
τηλ.: 210 4112507, fax: 210 4116752  
url: [www.poukamisas.gr](http://www.poukamisas.gr), e-mail: [publications@poukamisas.gr](mailto:publications@poukamisas.gr)

Κάκια Δαγιόγλου – Δρ. Μαρίνος Ιωάννου – Σπύρος Πάγκαλος

**ΧΗΜΕΙΑ**  
**ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**  
**Β΄ Λυκείου**



# Πρόλογος

Το βιβλίο αυτό απευθύνεται σε όλους τους μαθητές της Β΄ Λυκείου. Με τη συγγραφή του επιδιώξαμε να μυήσουμε τους μαθητές στον μαγικό κόσμο της Οργανικής Χημείας, να τους γνωρίσουμε χημικές ενώσεις και φαινόμενα που συναντούν καθημερινά στο περιβάλλον τους. Ταυτόχρονα, ο στόχος μας είναι οι μαθητές να αποκτήσουν βάσεις που θα τους βοηθήσουν στη μελέτη της Χημείας στο μέλλον.

Το βιβλίο περιέχει:

- ▶ Τη θεωρία με τη μορφή ερωτήσεων-απαντήσεων. Με τον τρόπο αυτό ο κάθε μαθητής μπορεί να εστιάσει την προσοχή του στα σημαντικότερα σημεία του κάθε μαθήματος και να κάνει μία γρήγορη επανάληψη όποτε το θεωρεί σκόπιμο.
- ▶ Θέματα κατανόησης που περιλαμβάνουν ερωτήσεις:  
ανάπτυξης  
πολλαπλής επιλογής  
τύπου «Σωστό-Λάθος»  
συμπλήρωσης κενού  
αντιστοίχισης
- ▶ Ασκήσεις και συνδυαστικά προβλήματα που καλύπτουν με πολλαπλούς τρόπους την ύλη των εννοιών και διευρύνουν το πεδίο των εφαρμογών μας.
- ▶ Κριτήρια αξιολόγησης για την εμπέδωση της ύλης.

Στο τέλος του βιβλίου υπάρχουν οι απαντήσεις των ερωτήσεων, καθώς και οι λύσεις των ασκήσεων.

Ευχαριστούμε πολύ όσους με τη γνώση τους, τις ιδέες τους, τις συμβουλές τους ή ακόμα και με την υπομονή τους μας βοήθησαν να ολοκληρώσουμε αυτό το βιβλίο.

Το βιβλίο αυτό το αφιερώνουμε στους γονείς μας, στα παιδιά μας και σε όλους όσους μας αγαπάνε.

*Οι συγγραφείς*



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

<b>1.1 Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία .....</b>	<b>13</b>
1.1.1 Σημασία της Οργανικής Χημείας	15
1.1.2 Γιατί ο Άνθρακας Ξεχωρίζει; Ερωτήσεις αξιολόγησης	15 19
<b>1.2 Ταξινόμηση των Οργανικών Ενώσεων .....</b>	<b>23</b>
Λυμένες ασκήσεις	29
Ερωτήσεις αξιολόγησης	31
Ασκήσεις για λύση	40
1ο Κριτήριο Αξιολόγησης (1.1 και 1.2)	42
<b>1.3 Ονοματολογία Οργανικών Ενώσεων .....</b>	<b>44</b>
1.3.1 Ονοματολογία αλκυλίων	56
1.3.2 Ονοματολογία αιθέρων	56
1.3.3 Ονοματολογία εστέρων	57
1.3.4 Γραφή του συντακτικού τύπου από το όνομα της ένωσης	57
1.3.5 Εμπειρικά ονόματα	58
Ερωτήσεις αξιολόγησης	59
Ασκήσεις για λύση	67
2ο Κριτήριο Αξιολόγησης (1.3)	71
<b>1.4 Ισομέρεια .....</b>	<b>73</b>
Μεθοδολογία εύρεσης ισομερών-(Λυμένες εφαρμογές)	76
Ερωτήσεις αξιολόγησης	87
Ασκήσεις για λύση	94
3ο Κριτήριο Αξιολόγησης (1.4)	95
4ο Κριτήριο Αξιολόγησης (1.1-1.4)	97
<b>1.5 Ανάλυση Οργανικών Ενώσεων.....</b>	<b>100</b>
1.5.1 Ποιοτική ανάλυση του άνθρακα και του υδρογόνου	101
1.5.2 Ποσοτική ανάλυση του άνθρακα και του υδρογόνου	102
Λυμένες ασκήσεις	103
1.5.3 Εύρεση εμπειρικού τύπου οργανικής ένωσης	105
1.5.4 Εύρεση μοριακού τύπου οργανικής ένωσης	106
1.5.5 Εύρεση σχετικής μοριακής μάζας οργανικής ένωσης	107
Λυμένες ασκήσεις	109
Ερωτήσεις αξιολόγησης	113
Ασκήσεις για λύση	117
5ο Κριτήριο Αξιολόγησης (1.1-1.5)	121

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ, ΚΑΥΣΙΜΑ, ΚΑΥΣΗ, ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

<b>2.1 Υδρογονάνθρακες</b> .....	<b>125</b>
2.1.1 Καύσιμα – Καύση	125
Χημική εξίσωση αντίδρασης πλήρους καύσης	127
Μεθοδολογία επίλυσης στοιχειομετρικών προβλημάτων καύσης	128
Λυμένες ασκήσεις	129
2.1.2 Πετρέλαιο	137
2.1.3 Βενζίνη	140
Ερωτήσεις αξιολόγησης	143
Ασκήσεις για λύση	146
<b>2.2 Νάφθα – Πετροχημεία</b> .....	<b>151</b>
Ερωτήσεις αξιολόγησης	152
<b>2.3 Αλκάνια – Μεθάνιο, Φυσικό Αέριο, Βιοαέριο, Υγραέριο</b> .....	<b>154</b>
Λυμένες ασκήσεις	162
Ερωτήσεις αξιολόγησης	168
Ασκήσεις για λύση	173
1ο Κριτήριο Αξιολόγησης (2.3)	176
<b>2.4 Καταλύτες Αυτοκινήτων</b> .....	<b>178</b>
Ερωτήσεις αξιολόγησης	182
<b>2.5 Αλκένια – Αιθίνιο</b> .....	<b>184</b>
Λυμένες ασκήσεις	193
Ερωτήσεις αξιολόγησης	199
Ασκήσεις για λύση	203
2ο Κριτήριο Αξιολόγησης (2.5)	208
<b>2.6 Αλκίνια – Αιθίνιο</b> .....	<b>210</b>
Λυμένες ασκήσεις	219
Ερωτήσεις αξιολόγησης	223
Ασκήσεις για λύση	228
3ο Κριτήριο Αξιολόγησης (2.6)	231
<b>2.7 Αρωματικές Ενώσεις – Βενζόλιο</b> .....	<b>233</b>
Ερωτήσεις αξιολόγησης	239
Ασκήσεις για λύση	242
<b>2.8 Ατμοσφαιρική Ρύπανση</b> .....	<b>243</b>
2.8.1 Φωτοχημική ρύπανση	243

2.8.2 Τρύπα όζοντος	245
2.8.3 Φαινόμενο θερμοκηπίου	247
Ερωτήσεις αξιολόγησης	249
Ασκήσεις για λύση	252
4ο Κριτήριο Αξιολόγησης (2.1-2.8)	255

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΛΚΟΟΛΕΣ – ΦΑΙΝΟΛΕΣ

<b>3.1 Αλκοόλες – Φαινόλες.....</b>	<b>259</b>
Ερωτήσεις αξιολόγησης	263
<b>3.2 Κορεσμένες Μονοσθενείς Αλκοόλες – Αιθανόλη.....</b>	<b>266</b>
Λυμένες ασκήσεις	278
Ερωτήσεις αξιολόγησης	287
Ασκήσεις για λύση	294
1ο Κριτήριο Αξιολόγησης (3.1 και 3.2)	300
<b>3.3 Καρβονυλικές Ενώσεις – Φαινόλες .....</b>	<b>302</b>
Λυμένες ασκήσεις	313
Ερωτήσεις αξιολόγησης	316
Ασκήσεις για λύση	320
2ο Κριτήριο Αξιολόγησης (3.1-3.3)	324

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

<b>4.1 Καρβοξυλικά Οξέα.....</b>	<b>329</b>
4.1.1 Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα – Αιθανικό οξύ	330
Λυμένες ασκήσεις	336
Ερωτήσεις αξιολόγησης	338
Ασκήσεις για λύση	344
1ο Κριτήριο Αξιολόγησης (4.1)	347
<b>4.2. Υδροξυοξέα – Γαλακτικό Οξύ.....</b>	<b>349</b>
Λυμένη άσκηση	352
Ερωτήσεις αξιολόγησης	354
Ασκήσεις για λύση	357
<b>4.3 Βενζοϊκό Οξύ .....</b>	<b>358</b>
Ερωτήσεις αξιολόγησης	360
Ασκήσεις για λύση	363
2ο Κριτήριο Αξιολόγησης (4.1-4.3)	364

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΒΙΟΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΟΡΙΑ

<b>5.1 Υδατάνθρακες .....</b>	<b>369</b>
5.1.1 Κατάταξη των μονοσακχαριτών	372
5.1.2 Μορφές του μορίου των μονοσακχαριτών	372
5.1.3 Δισακχαρίτες	375
5.1.4 Πολυσακχαρίτες	376
5.1.5 Φωτοσύνθεση και βιολογικός ρόλος των υδατανθράκων	377
Ερωτήσεις αξιολόγησης	380
Ασκήσεις για λύση	385
<b>5.2 Λίπη και έλαια.....</b>	<b>386</b>
5.2.1 Τριγλυκερίδια	386
5.2.2 Σαπωνοποίηση τριγλυκεριδίων	389
5.2.3 Βιολογικός ρόλος των λιπών και ελαίων	392
Ερωτήσεις αξιολόγησης	393
Ασκήσεις για λύση	396
<b>5.3 Πρωτεΐνες – Αμινοξέα.....</b>	<b>397</b>
5.3.1 Αμινοξέα	397
5.3.2 Πρωτεΐνες	402
Ερωτήσεις αξιολόγησης	404
Ασκήσεις για λύση	407
<b>5.4 Πολυμερή.....</b>	<b>408</b>
5.4.1 Πολυμερή προσθήκης	409
5.4.2 Πολυμερή συμπύκνωσης	412
Ερωτήσεις αξιολόγησης	414
Ασκήσεις για λύση	418
<b>5.5 Υφάνσιμες Ίνες .....</b>	<b>419</b>
Ερωτήσεις αξιολόγησης	421
1ο Κριτήριο Αξιολόγησης (5.1-5.5)	424
<b>Διαγράμματα χημικών μετατροπών .....</b>	<b>429</b>
<b>Απαντήσεις – Λύσεις .....</b>	<b>435</b>



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ





## 1.1 Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία

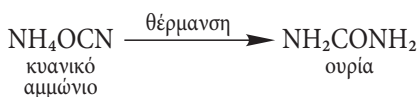
### 1. Γιατί οι ενώσεις του άνθρακα ονομάζονται οργανικές;

Ο όρος Οργανική Χημεία έχει διατηρηθεί από έναν παλαιότερο διαχωρισμό των χημικών ενώσεων. Στα τέλη του 18<sup>ου</sup> αιώνα, οι χημικοί της εποχής ονόμαζαν ανόργανες τις ενώσεις που προέρχονταν από ορυκτές πρώτες ύλες, ενώ οργανικές αυτές που παράγονταν μόνο από ζωντανούς οργανισμούς.

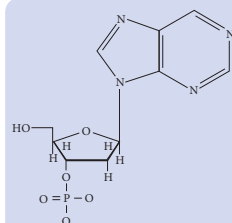
Για πολλά χρόνια, πίστευαν ότι οι οργανικές ενώσεις δεν μπορούν να συντεθούν στο εργαστήριο γιατί ο άνθρωπος δεν διαθέτει την απαραίτητη ζωική δύναμη (*vis vitalis*) την οποία διαθέτουν οι ζωντανοί οργανισμοί. Η **Βιταλιστική Θεωρία**, αναμφίβολα καθυστέρησε την ανάπτυξη της Οργανικής Χημείας.

Η Βιταλιστική Θεωρία κατέρρευσε το 1828, όταν ο χημικός Wöhler απέδειξε ότι οργανικές ενώσεις μπορούν να παρασκευαστούν και στο εργαστήριο. Συγκεκριμένα, προσπαθώντας να παρασκευάσει την ένωση κυανικό αμμώνιο απομόνωσε ένα λευκό στερεό που δεν παρουσίαζε τις ιδιότητες του κυανικού αμμωνίου παρόλο που είχε την ίδια χημική σύσταση. Αποδείχτηκε τελικά ότι το λευκό στερεό ήταν η ουρία, που είναι προϊόν του μεταβολισμού των αζωτούχων ενώσεων στον άνθρωπο και στα ζώα και η οποία παράχθηκε σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:

Ήταν όμως τόσο μεγάλη η πίστη στη θεωρία της ζωικής δύναμης, που ακόμα και ο Wöhler διατύπωσε ενδιαασμούς για τη γενίκευση της



παρασκευής οργανικών ενώσεων στο εργαστήριο. Με την παρασκευή όμως και άλλων ενώσεων η θεωρία αυτή σταδιακά εγκαταλείφθηκε και σήμερα η Χημεία είναι ενοποιημένη, καθώς οι ίδιες αρχές διέπουν όλες τις χημικές ενώσεις. Πάντως, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι οργανικές ενώσεις έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό που είναι η ύπαρξη του στοιχείου άνθρακα (C).



Ένα οργανικό μόριο που συμμετέχει στη σύνθεση του DNA!

Friedrich Wöhler (31 Ιουλίου 1800 - 23 Σεπτεμβρίου 1882). Γερμανός χημικός, γνωστός για τη σύνθεση της ουρίας, αλλά και για την απομόνωση αρκετών χημικών στοιχείων.

#### Οι πρώτοι οργανικοί χημικοί:

- > Wöhler
- > Berthelot
- > Berzelius
- > Kekulé
- > Fischer
- > Grignard

Ορισμένες ενώσεις όπως ο τετραχλωράνθρακας ( $\text{CCl}_4$ ), ο διθειάνθρακας ( $\text{CS}_2$ ), το υδροκυάνιο ( $\text{HCN}$ ) και τα άλατά του ( $\text{NaCN}$ ,  $\text{KCN}$ ) αποτελούν αντικείμενο μελέτης τόσο της οργανικής όσο και της ανόργανης χημείας.

Οι περισσότερες ανόργανες χημικές ενώσεις είναι ιοντικές, με υψηλό σημείο βρασμού και τήξεως και διαλύονται συνήθως στο νερό.

Οι περισσότερες χημικές αντιδράσεις μεταξύ ανόργανων ενώσεων είναι ιοντικές, γρήγορες, με μεγάλη απόδοση και οδηγούν στο σχηματισμό ενός προϊόντος.

## 2. Ποιο είναι το αντικείμενο της Οργανικής Χημείας;

**Οργανική Χημεία** είναι ο κλάδος της Χημείας που μελετά τις περισσότερες από τις ενώσεις του άνθρακα, τις οργανικές ενώσεις, εκτός από τις ενώσεις: μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ ), διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), ανθρακικό οξύ ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), τα ανθρακικά και κυανιούχα άλατα, όπως για παράδειγμα το ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ) και το κυανιούχο νάτριο ( $\text{NaCN}$ ), τις οποίες θεωρούμε ανόργανες.

## 3. Ποια τα κοινά χαρακτηριστικά των οργανικών ενώσεων;

Όμως, ο παλιός διαχωρισμός και ο όρος Οργανική Χημεία διατηρούνται ακόμα και σήμερα γιατί οι οργανικές ενώσεις εμφανίζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά:

- Οι περισσότερες είναι **ομοιοπολικές** (μοριακές) ενώσεις με χαμηλό σημείο βρασμού και σημείο τήξης.
- **Δεν είναι ηλεκτρολύτες**, δηλαδή τα διαλύματά τους δεν εμφανίζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα, με εξαίρεση τα οργανικά οξέα, τα άλατα των οργανικών οξέων και τις αμίνες.
- Συνήθως είναι δυσδιάλυτες στο νερό, ενώ διαλύονται καλύτερα σε **οργανικούς διαλύτες** όπως, για παράδειγμα, το βενζόλιο, το οινόπνευμα, η ακετόνη.
- Είναι **ευπαθείς** σε υψηλές θερμοκρασίες. Όλες οι οργανικές ενώσεις με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπως για παράδειγμα ο τετραχλωράνθρακας ( $\text{CCl}_4$ ), καίγονται όταν θερμαίνονται παρουσία οξυγόνου.
- Λόγω του μεγάλου αριθμού τους, ταξινομούνται σε **ομόλογες σειρές** που είναι ομάδες ενώσεων με παραπλήσιες χημικές ιδιότητες.
- Εμφανίζουν το φαινόμενο της **ισομέρειας** και της πολυμέρειας.

Επίσης, οι αντιδράσεις των οργανικών ενώσεων εμφανίζουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που είναι τα εξής:

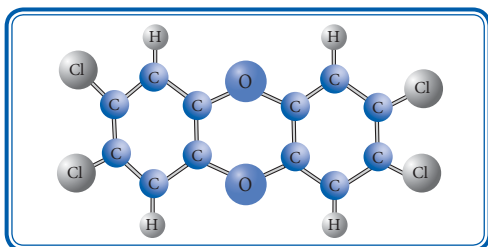
- Είναι μοριακές.
- Έχουν συνήθως μικρή ταχύτητα.
- Έχουν μικρή απόδοση.
- Συνήθως, εκτός από την κύρια αντίδραση, λαμβάνουν χώρα και παράπλευρες αντιδράσεις που οδηγούν στο σχηματισμό παραπροϊόντων.

### 1.1.1 Σημασία της Οργανικής Χημείας

#### 4. Ποια είναι η σημασία της Οργανικής Χημείας στην καθημερινή ζωή;

Η Οργανική Χημεία έχει πολύ μεγάλη σπουδαιότητα για τον άνθρωπο:

- Είναι η Χημεία των ενώσεων που αποτελούν την έμβια ύλη, όπως οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες, τα λίπη, τα νουκλεϊνικά οξέα, οι βιταμίνες και πολλές άλλες κατηγορίες ενώσεων.
- Είναι η Χημεία των φαρμάκων, των λιπασμάτων, των τροφίμων, των αρωμάτων και των καλλυντικών.
- Είναι η Χημεία των πλαστικών και των καυσίμων.
- Είναι η Χημεία των υφασμάτων και των χρωμάτων.
- Είναι όμως και η Χημεία των ναρκωτικών (μορφίνη, ηρωίνη), των χημικών όπλων (υπερίτης, αέριο μουστάρδας) και των τοξικών αποβλήτων βιομηχανιών, όπως για παράδειγμα η διοξίνη που το μόριό της φαίνεται στο σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1: Το μόριο της διοξίνης.

Οι οργανικές ενώσεις είτε απομονώνονται από φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς, όπως οι βιταμίνες, τα ένζυμα και οι χρωστικές ουσίες, είτε παρασκευάζονται συνθετικά στο εργαστήριο με πρώτες ύλες που προέρχονται κυρίως από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

### 1.1.2 Γιατί ο Άνθρακας Ξεχωρίζει

#### 5. Πού οφείλεται ο πολύ μεγαλύτερος αριθμός των οργανικών ενώσεων σε σχέση με τις ανόργανες;

Το πλήθος των γνωστών οργανικών ενώσεων έχει ξεπεράσει σήμερα τα 14.000.000, ενώ θεωρητικά ο αριθμός των οργανικών ενώσεων

Η μορφίνη είναι το κυριότερο αναλγητικό φάρμακο που περιέχεται στο ακατέργαστο όπιο και προκαλεί ανακούφιση από τον πόνο χωρίς απώλεια συνείδησης. Η καταστολή της αναπνευστικής λειτουργίας αποτελεί τη συνηθέστερη αιτία θανάτου σε περίπτωση οξείας λήψης υπερβολικής δόσης οπιοειδών. Επαναλαμβανόμενη χρήση προκαλεί έντονη σωματική και ψυχική εξάρτηση.

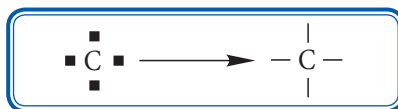
Το αέριο μουστάρδας ( $C_4H_8Cl_2S$ ) είναι ελάχιστα διαλυτό στο νερό αλλά έντονα λιποδιαλυτό, γεγονός στο οποίο οφείλεται και η ταχεία απορρόφηση του από το δέρμα. Εμφανίζει έντονη μεταλλαξιογόνο και καρκινογόνο δράση. Χρησιμοποιήθηκε ως χημικό όπλο για πρώτη φορά στον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο από τα γερμανικά στρατεύματα κατά των βρετανικών στρατιωτικών δυνάμεων κοντά στην περιοχή Ypres το 1917.

είναι απεριόριστος. Σε αντίθεση, οι γνωστές ανόργανες ενώσεις είναι περίπου 1.000.000 μετά το πλήθος των ενώσεων του πυριτίου που παρασκευάστηκαν τα τελευταία χρόνια.

Ο μεγάλος αριθμός των οργανικών ενώσεων, σε σχέση με τον αριθμό των ενώσεων όλων των άλλων στοιχείων, οφείλεται στα παρακάτω ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του άνθρακα:

Τα στοιχεία στον Περιοδικό Πίνακα κατατάσσονται σε 18 ομάδες και σε 7 περιόδους.

- **Στη δομή της εξωτερικής του στοιβάδας.** Ο άνθρακας ανήκει στη  $IV_A$  ( $14^{\text{η}}$ ) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και έχει ατομικό αριθμό  $Z = 6$ , άρα ηλεκτρονιακή δομή:  $K(2), L(4)$ . Έτσι, ο άνθρακας διαθέτει 4 μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα του, άρα μπορεί να σχηματίσει 4 ομοιοπολικούς δεσμούς (σχήμα 1.2) με άτομα άλλων στοιχείων (H, O, S, N, αλογόνα) ή με άλλα άτομα C σε διάφορους συνδυασμούς.

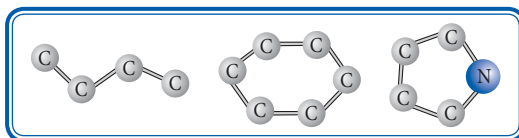


**Σχήμα 1.2:** Ο άνθρακας έχει 4 ηλεκτρόνια στη εξωτερική του στοιβάδα και σχηματίζει 4 ομοιοπολικούς δεσμούς.

Ο δεσμός C – C είναι δύο φορές ισχυρότερος από το δεσμό Si – Si που ανήκει στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα!

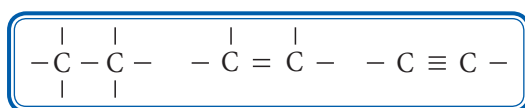
- **Στη μικρή ατομική του ακτίνα.** Λόγω του μικρού μεγέθους του ατόμου του άνθρακα, αναπτύσσονται ισχυρές ελκτικές δυνάμεις από τον πυρήνα στα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων των δεσμών που σχηματίζει, με αποτέλεσμα οι δεσμοί να είναι πολύ σταθεροί. Έτσι:
  - i. Ο άνθρακας σχηματίζει σταθερούς ομοιοπολικούς δεσμούς με τα περισσότερα αμέταλλα στοιχεία του περιοδικού πίνακα.
  - ii. Ο δεσμός C – C είναι πολύ σταθερός, με αποτέλεσμα ο άνθρακας να μπορεί να σχηματίσει ανθρακικές αλυσίδες διάφορων μορφών.

Η ανθρακική αλυσίδα που σχηματίζεται μπορεί να είναι **ανοικτή** (ευθεία ή διακλαδισμένη) ή **κλειστή** (σχηματίζει έναν ή περισσότερους δακτυλίους). Επίσης, μπορεί μεταξύ των ατόμων άνθρακα μιας κλειστής ανθρακικής αλυσίδας να παρεμβάλλονται ένα ή περισσότερα άτομα άλλων στοιχείων (ετεροάτομα), οπότε ονομάζεται ετεροκυκλική. Παραδείγματα των παραπάνω ανθρακικών αλυσίδων φαίνονται στο σχήμα 1.3.



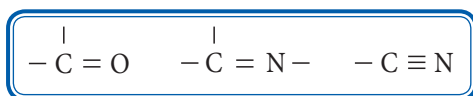
**Σχήμα 1.3:** Ανοικτή, κλειστή, κλειστή, ετεροκυκλική ανθρακική αλυσίδα.

- Στους πολλαπλούς τρόπους σύνδεσης δύο ατόμων άνθρακα μεταξύ τους. Δύο άτομα άνθρακα, εκτός από τη σύνδεσή τους με απλό ομοιοπολικό δεσμό, συνδέονται και με διπλό ή τριπλό δεσμό όπως φαίνεται στο σχήμα 1.4. Ο **απλός δεσμός** σχηματίζεται με την αμοιβαία συνεισφορά ενός ηλεκτρονίου από κάθε άτομο άνθρακα, οπότε δημιουργείται μεταξύ τους ένας απλός ομοιοπολικός δεσμός. Ο **διπλός δεσμός** σχηματίζεται με αμοιβαία συνεισφορά δύο ηλεκτρονίων, οπότε δημιουργούνται δύο ομοιοπολικοί δεσμοί και ο **τριπλός** με αμοιβαία συνεισφορά τριών ηλεκτρονίων, οπότε σχηματίζονται τρεις ομοιοπολικοί δεσμοί όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.4.



Σχήμα 1.4: Απλός, διπλός και τριπλός δεσμός μεταξύ ανθράκων.

Επίσης, ο άνθρακας μπορεί να σχηματίσει πολλαπλούς δεσμούς και με άτομα άλλων στοιχείων, όπως για παράδειγμα με το οξυγόνο (διπλός δεσμός) ή το άζωτο (διπλός ή τριπλός δεσμός), όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.5.

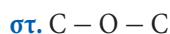
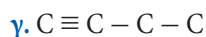
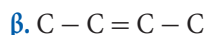
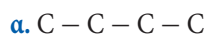


Σχήμα 1.5: Πολλαπλοί δεσμοί που σχηματίζει ο άνθρακας με το οξυγόνο και το άζωτο.

- Στο φαινόμενο της **ισομέρειας**: Ένας ορισμένος αριθμός ατόμων άνθρακα και ένας ορισμένος αριθμός άλλων ατόμων μπορούν να ενωθούν μεταξύ τους με περισσότερους από έναν τρόπους, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ενώσεις με διαφορετικές ιδιότητες (ισομερείς ενώσεις). Το φαινόμενο αυτό που παρουσιάζεται στην Οργανική Χημεία ονομάζεται **ισομέρεια**.

## Εφαρμογή 1

Να συμπληρώσετε με άτομα Η τις ανθρακικές αλυσίδες στις παρακάτω οργανικές ενώσεις.



Τα άτομα κάθε στοιχείου σχηματίζουν τόσους ομοιοπολικούς δεσμούς όσα είναι τα μονήρη ηλεκτρόνια που διαθέτουν στην εξωτερική τους στιβάδα. Έτσι, το υδρογόνο και τα αλογόνα σχηματίζουν έναν ομοιοπολικό δεσμό, το οξυγόνο δύο και το άζωτο τρεις.

Ο τριπλός δεσμός είναι ισχυρότερος από τον διπλό και αυτός από τον απλό, με αποτέλεσμα η απόσταση μεταξύ των ανθράκων να μειώνεται πηγαίνοντας από τον απλό στον διπλό και, στη συνέχεια, στον τριπλό δεσμό.