

# **Χημεία**

**Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ**

**ΤΟΜΟΣ 1ος**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

**Επιστημονικός υπεύθυνος -  
Διεύθυνση ομάδων εργασίας: Στέλιος Λιοδάκης**

**Ομάδα Συγγραφής:**

Στέλιος Λιοδάκης,  
Δρ. Χημικός, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ  
Δημήτρης Γάκης,  
Δρ. Χημικός Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ  
Δημήτρης Θεοδωρόπουλος,  
Χημικός Μηχανικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης  
Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος,  
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης  
Αναστάσιος Κάλλης,  
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης

**Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:**

Στάθης Σιάνος, Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ  
Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής στη σχολή Χημικών  
Μηχανικών ΕΜΠ  
Άννα Γάκη, φοιτήτρια στη σχολή Χημικών  
Μηχανικών ΕΜΠ  
Βλάσσης Παπανικολάου, φοιτητής στη σχολή  
Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΕΜΠ

**Επιστημονικός Συνεργάτης:**

Μαρία Γιαλούση, Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης

**Γλωσσική Επιμέλεια: Ελένη Δημητρίου**

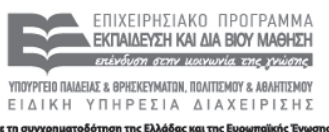
**Τεχνική Επιμέλεια: Στέλιος Λιοδάκης**

**Υπεύθυνος στο πλαίσιο του Παιδαγωγικού  
Ινστιτούτου:**

Αντώνιος Μπομπέτσης, Χημικός, M.Ed, Ph.D,  
Σύμβουλος Π.Ι.

## 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».



Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Η αξιολόγηση, η κρίση των προσαρμογών και η επιστημονική επιμέλεια του προσαρμοσμένου βιβλίου πραγματοποιείται από τη Μονάδα Ειδικής Αγωγής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

Η προσαρμογή του βιβλίου για μαθητές με μειωμένη όραση από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ πραγματοποιείται με βάση τις προδιαγραφές που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς εμπειρογνώμονες για το ΙΕΠ.

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ  
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**  
**ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ**





ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

# Χημεία

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

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

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με το βιβλίο αυτό αρχίζει μία νέα προσπάθεια για την ανανέωση και τον εκσυγχρονισμό των συγγραμμάτων του Λυκείου. Ανανέωση τόσο στο περιεχόμενο όσο και στο ύφος, ώστε να μην είναι το σχολικό βιβλίο μία ξερή μόνο παράθεση μέρους των γνώσεων που συσσωρεύονται από τους επιστήμονες αιώνες τώρα.

Με ένα πολύ απλό ύφος γίνεται προσπάθεια να δοθούν οι θεμελιώδεις αρχές της Χημείας και μέσα από παραδείγματα της καθημερινής ζωής, ώστε και πιο κατανοητές να γίνουν και επιπλέον να βοηθήσουν τον αναγνώστη-μαθητή να αναπτύξει ένα κριτικό βλέμμα για ό,τι συμβαίνει γύρω και μέσα του.

Η βασική αρχή που ακολουθήθηκε τόσο στην παράθεση της θεωρίας όσο και στην εκλογή των ασκήσεων και των προβλημάτων είναι ότι ο μαθητής, από το δίδυμο δάσκαλος-βιβλίο, πρέπει να μπορεί να μαθαίνει και όχι μόνο να διδάσκεται, να μπορεί να βρίσκει και όχι μόνο να του λένε.

Όσον αφορά τη θεωρία αυτού του βιβλίου έγινε προσπάθεια να είναι προσαρμοσμένη στις νοητικές δυνατότητες των μαθητών που προορίζεται, εξασφαλίζοντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό τη μετάπλαση της επιστημονικής γνώσης σε διδάξιμη ύλη.

Προσπαθήσαμε κατά το δυνατόν να ακολουθήσουμε τις σύγχρονες τάσεις συγγραφής διδακτικών βιβλίων, μέσα στα πλαίσια βέβαια του δεδομένου αναλυτικού προγράμματος.

Για να το πετύχουμε αυτό, στηριχτήκαμε:

- Σε σύγχρονη βιβλιογραφία η οποία περιλαμβάνει και εκπαιδευτικά περιοδικά.
- Σε ελκυστικό φωτογραφικό υλικό το οποίο σε κάποιο ποσοστό ικανοποιεί τον όρο πειραματική χημεία.

• Σε ιστορικές αναφορές με σκοπό να καταλάβει ο μαθητής-αναγνώστης ότι το θαυμάσιο αυτό οικοδόμημα της Χημείας στήθηκε από ανθρώπους αφοσιωμένους αλλά «ανθρώπινους», μέσα από λάθη, αντιγνωμίες, απογοητεύσεις αλλά και θριάμβους.

• Σε μεγάλο αριθμό των «γνωρίζεις ότι...» όπου αναφέρονται σύγχρονα θέματα τα οποία ενδιαφέρουν κάθε σκεπτόμενο άνθρωπο. Σε αυτά η χημεία είναι «εν δράσει» και αναδεικνύεται σαν η επιστήμη της «κάθε ημέρας». Χωρίς αυτά να είναι «εξεταστέα ύλη» ελπίζουμε να είναι «ύλη-πρόκληση» για περαιτέρω βιβλιογραφική έρευνα σε βιβλιοθήκες και υπολογιστές...

Η επιλογή των ασκήσεων και των προβλημάτων έγινε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει συμφωνία με τις δυνατότητες των μαθητών και ο βαθμός δυσκολίας να είναι τέτοιος, ώστε να είναι δυνατή η εξαγωγή της απάντησης μέσα από τη θεωρία του βιβλίου αυτού.

Ο ικανοποιητικός αριθμός των ασκήσεων και των προβλημάτων έχει στόχο, όχι την επίλυση όλων αυτών μέσα στην τάξη, αλλά την πλήρη παροχή ενός υλικού, ώστε μέσα από τη δημιουργική συνεργασία δασκάλου-μαθητή να επιτυγχάνεται η πλήρης αφομοίωση και εμπέδωση της ύλης που θα διδαχθεί. Ο πλούτος των προβλημάτων καθώς και των λυμένων εφαρμογών κάνει, για τον μέσο μαθητή, περιττό κάθε άλλο βοήθημα.

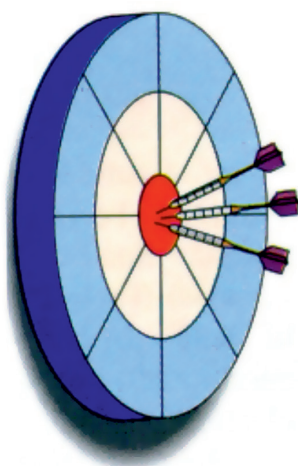
Η συγγραφική ομάδα

# (1) ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

## Οι Στόχοι

Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να αναγνωρίζεις τις οργανικές ενώσεις.
- Να αιτιολογείς το μεγάλο αριθμό οργανικών ενώσεων, στηριζόμενος στην ηλεκτρονιακή δομή και το μέγεθος της ατομικής ακτίνας του άνθρακα.
- Να ταξινομείς τις οργανικές ενώσεις με βάση: α) το είδος των δεσμών που αναπτύσσονται μεταξύ των ατόμων του άνθρακα β) τη διάταξη της ανθρακικής αλυσίδας γ) τη χαρακτηριστική ομάδα που έχουν δ) τις ομόλογες σειρές.
- Να ονομάζεις και να γράφεις, σύμφωνα με τις οδηγίες IUPAC, ορισμένες κατηγορίες άκυκλων οργανικών ενώσεων, όπως υδρογονανθράκων, αλκοολών, αιθέρων, αλδεϋδών, κετονών και καρβοξυλικών οξέων.
- Να ορίζεις το φαινόμενο της συντακτικής ισομέρειας, να διακρίνεις τα διάφορα είδη συντακτικής ισομέρειας (αλυσίδας, θέσης και ομόλογης σειράς) και να αναγνωρίζεις τη σημασία αυτής στην ανάπτυξη της οργανικής χημείας. Να καταγράφεις και να ονομάζεις τα ισομερή που αντιστοιχούν σε ορισμένο μοριακό τύπο.
- Να υπολογίζεις τον εμπειρικό τύπο μιας οργανικής ένωσης, με βάση την ποσοτική ανάλυσή της.
- Να υπολογίζεις το μοριακό τύπο μιας οργανικής ένωσης συνδέοντας την ποσοτική ανάλυση (εμπειρικό τύπο) με τη σχετική μοριακή μάζα της.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1.1 Εισαγωγή στην οργανική χημεία
  - 1.2 Ταξινόμηση οργανικών ενώσεων -  
Ομόλογες σειρές
  - 1.3 Ονοματολογία οργανικών ενώσεων
  - 1.4 Ισομέρεια
  - 1.5 Ανάλυση οργανικών ενώσεων
- Ερωτήσεις - προβλήματα



Έτος ορόσημο για την οργανική χημεία είναι το 1828. Τη χρονιά εκείνη ο Wöhler παρασκεύασε από ανόργανες πρώτες ύλες την πρώτη οργανική ένωση, την ουρία. Έτσι, κατέπεσε ο μύθος της ζωικής δύναμης, που αποτέλεσε τροχοπέδη στις φιλοδοξίες των χημικών για τη σύνθεση οργανικών ενώσεων. Στο πρώτο δημοσίευμα ο Wöhler ανέφερε «Το μη αναμενόμενο αποτέλεσμα αποτελεί αξιοσημείωτο γεγονός, επειδή συνιστά παράδειγμα τεχνητής παραγωγής μιας οργανικής δηλαδή ζωικής ουσίας».

Από το σημείο αυτό ξεκινά το κεφάλαιο της οργανικής σύνθεσης, που δεν έχει τελειωμό και από όπου παράγονται χιλιάδες χρήσιμα προϊόντα π.χ φάρμακα, πλαστικά.



Σήμερα υπολογίζεται ότι συντίθενται περίπου 300.000 ενώσεις το χρόνο. Ο Wöhler δε μπορούσε να κρατήσει τη χαρά του για το μεγάλο του επίτευγμα. Σ' ένα γράμμα του είχε εκμυστηρευθεί: «Αισθάνομαι σαν την κότα που έκανε το αυγό και πρέπει να το διαλαλήσει». Εξάλλου πολλές γενεές φοιτητών διδάχθηκαν χημική ανάλυση από το βιβλίο του «παραδείγματα για την εξάσκηση στην Αναλυτική Χημεία», που είχε εκδοθεί χωρίς να αναφέρεται το όνομά του από υπερβολική μετριοφροσύνη «Εμφανίζομαι χωρίς το όνομά μου, αφού ο καθένας θα μπορούσε να γράψει ένα τέτοιο βιβλίο» είχε πει.



# (1)

## ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

### [1.1] Εισαγωγή στην οργανική χημεία

Οργανική χημεία ονομάζεται ο κλάδος της χημείας που μελετά τις ενώσεις του άνθρακα. Εξαίρεση αποτελούν το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και τα ανθρακικά άλατα (π.χ. το ανθρακικό ασβέστιο CaCO<sub>3</sub>), που εξετάζονται στην ανόργανη χημεία (μαζί με τον C).

Οι πρώτες οργανικές ενώσεις απομονώθηκαν στις αρχές του 18ου αιώνα, παρόλο που ορισμένες απ' αυτές, όπως τα σάκχαρα και το οινόπνευμα, ήταν γνωστές χιλιάδες χρόνια πριν. Ο πρώτος που μελέτησε συστηματικά τις οργανικές ενώσεις, ήταν ο Σουηδός χημικός Scheele (1742-1786), ο οποίος απομόνωσε πλήθος οργανικών ενώσεων από φυτικές και ζωικές ύλες, π.χ. απομόνωσε το γαλακτικό οξύ από το γάλα.

Κατά τη διάρκεια του 18ου αιώνα, οι χημικοί πίστευαν ότι, για να συντεθεί μία οργανική ουσία, ήταν απαραίτητη η ζωική δύναμη (*vis vitalis*), την οποία διαθέτουν μόνο οι ζωντανοί οργανισμοί. Δηλαδή, επικρατούσε η βιταλιστική θεωρία, ότι οι ουσίες χωρίζονται σε ανόργανες και οργανικές και ότι, μόνο σε ζωντανούς οργανισμούς μπορούν να συντεθούν οι οργανικές ουσίες. Το 1828 ο Wöhler ανακάλυψε, ότι μία οργανική ουσία μπορεί να παρασκευασθεί εργαστηριακά. Αυτό το πέτυχε τυχαία, κατά την παρασκευή της οργανικής ένωσης ουρία, με θέρμανση κυανικού αμμωνίου NH<sub>4</sub>OCN (η οποία είναι ανόργανη ένωση).



Από τότε άνοιξε ο δρόμος της οργανικής σύνθεσης, της εργαστηριακής δηλαδή παρασκευής οργανικών ενώσεων, ενώ η βιταλιστική αντίληψη τέθηκε οριστικά στο περιθώριο των εξελίξεων.

Σήμερα η διάκριση της χημείας σε ανόργανη και οργανική γίνεται για συστηματικούς λόγους, παρόλο που στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στις ιδιότητες οργανικών και ανόργανων ενώσεων.

#### • ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΒΙΤΑΛΙΣΤΙΣΜΟΥ

Η «βιταλιστική θεωρία» δέχτηκε πολύ μεγάλο πλήγμα όταν ο Friedrich Wöhler ανακάλυψε, το 1828, ότι ένα ανόργανο άλας ήταν δυνατόν να μετατραπεί σε μια οργανική ένωση.

Από τα μέσα του 19ου αιώνα, όλες οι μαρτυρίες συνηγορούσαν κατά τις «βιταλιστικής θεωρίας», και ο Brande έγραφε, το 1848, ότι «δεν είναι δυνατόν να χαραχτεί καμιά καθοριστική γραμμή μεταξύ οργανικής και ανόργανης χημείας... Οποιοσδήποτε διαφορές... θα πρέπει προς το παρόν να λαμβάνονται υπ' όψιν απλώς για εκπαιδευτικούς λόγους».

Η χημεία σήμερα είναι ενοποιημένη. Οι ίδιες αρχές που διέπουν τις απλούστερες ανόργανες ενώσεις ισχύουν και για τις πιο περίπλοκες οργανικές ενώσεις. Το μόνο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των οργανικών ενώσεων είναι ότι όλες περιέχουν το στοιχείο του άνθρακα. Παρ' όλα αυτά η διάκριση μεταξύ οργανικής και ανόργανης χημείας, η οποία άρχισε για ιστορικούς

λόγους, διατηρεί «την πρακτική ευκολία της... για την περαιτέρω πρόοδο των μαθητών».

Απόσπασμα από Οργανική  
Χημεία τόμος I  
John McMurry



Τα βασικά συστατικά των τροφίμων είναι οργανικές ουσίες

## Σημασία της οργανικής χημείας

Είναι εύκολο να διαπιστώσουμε ότι η ζωή μας επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την οργανική χημεία. Τα τρόφιμα, τα ρούχα, τα φάρμακα, τα καύσιμα, τα απορρυπαντικά, τα καλλυντικά, τα εντομοκτόνα, τα πλαστικά και τόσα άλλα, είναι στη βάση τους οργανικές ενώσεις και η εξέλιξή τους είναι αντικείμενο μελέτης της οργανικής χημείας.

Ας δούμε όμως μερικά παραδείγματα. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει ριζικές μεταβολές στη διατροφή με τις σύγχρονες μεθόδους παρασκευής, συντήρησης και τυποποίησης των τροφίμων. Ακόμα μελετήθηκε η θρεπτική αξία των τροφίμων και ανακαλύφθηκαν οι βιταμίνες και η χρησιμότητά τους.

Μεγάλη πρόοδος έχει γίνει και στην ενδυμασία με την ανακάλυψη συνθετικών υλικών, όπως το νάιλον και το συνθετικό μετάξι. Ευρύτατα χρησιμοποιούνται σήμερα

τα τεχνητά δέρματα, οι τεχνητές βαφές και τα συνθετικά νήματα, μεγάλης αντοχής και ποικιλίας.

Στην ιατρική, νέα φάρμακα και νέες μέθοδοι εργαστηριακών αναλύσεων έχουν βελτιώσει σημαντικά την προφύλαξη, διάγνωση και θεραπεία των ασθενειών.

Αυτά, άλλα και όσα θα μπορούσε να απαριθμήσει ο καθένας μας από την καθημερινή του εμπειρία, κάνουν την οργανική χημεία έναν από τους πιο αναπτυγμένους κλάδους της χημείας, με εφαρμογές στη χημεία τροφίμων, τη φαρμακευτική χημεία, τη βιοχημεία, τη χημεία πολυμερών, την πετροχημεία κ.α.

## Γιατί ο άνθρακας ξεχωρίζει

Οι οργανικές ενώσεις που έχουν βρεθεί στη φύση ή έχουν παρασκευαστεί στα εργαστήρια μέχρι σήμερα είναι περισσότερες από 12.000.000, ενώ οι ανόργανες ενώσεις είναι περίπου 1.000.000, μετά το πλήθος των ενώσεων του πυριτίου που παρασκευάστηκαν τα τελευταία χρόνια.

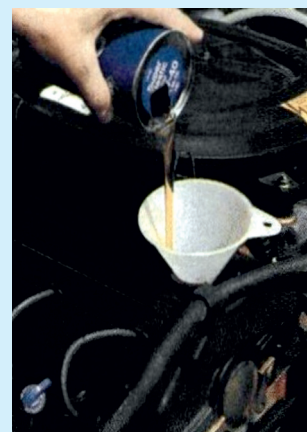
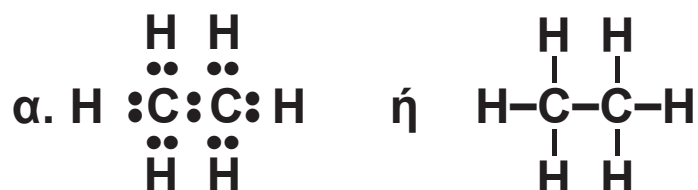
Γιατί όμως ο άνθρακας είναι τόσο ιδιαίτερος; Γιατί ξεχωρίζει από τα άλλα στοιχεία του περιοδικού πίνακα; Πού οφείλεται η ικανότητα του άνθρακα να σχηματίζει τόσες πολλές ενώσεις;

Ο άνθρακας έχει τα εξής ιδιαίτερα χαρακτηριστικά:

- Διαθέτει τέσσερα μονήρη (μοναχικά) ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα ή, όπως συνήθως λέμε, έχει τέσσερις μονάδες συγγένειας (που συμβολίζονται με μία παύλα η καθεμία). Γι' αυτό μπορεί να ενωθεί με άτομα άλλων στοιχείων (συνηθέστερα είναι τα H, O, N, S, αλογόνα) ή με άλλα άτομα άνθρακα. Έτσι, σχηματίζει απλές ενώσεις (π.χ. με ένα άτομο άνθρακα) ή πολύπλοκες ενώσεις (π.χ. με δεκάδες δισεκατομμύρια άτομα άνθρακα).

- Έχει μικρή ατομική ακτίνα γι' αυτό σχηματίζει σταθερούς ομοιοπολικούς δεσμούς (τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων συγκρατούνται ισχυρά, επειδή είναι κοντά στον πυρήνα του ατόμου του άνθρακα).

Επίσης τα άτομα του άνθρακα μπορεί να συνδεθούν μεταξύ τους με απλό, διπλό ή τριπλό δεσμό, όπως φαίνεται στα επόμενα παραδείγματα:



Φάρμακα, καύσιμα, λιπαντικά και πολλά άλλα προϊόντα καθημερινής χρήσης στην υπηρεσία της οργανικής χημείας.

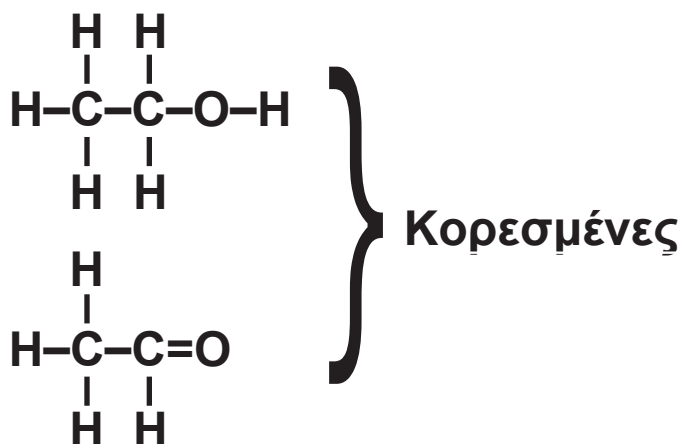
Ηλεκτρονιακή δομή C και Si

${}_6\text{C}$  (2,4)

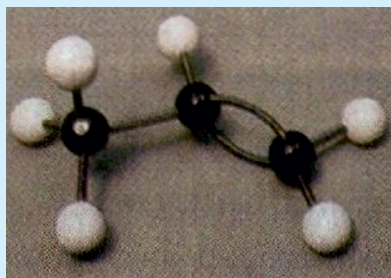
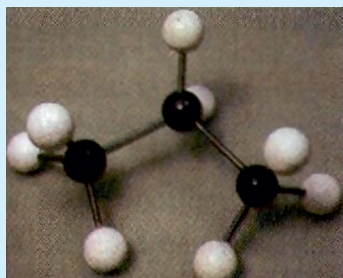
${}_{14}\text{Si}$  (2,8,4)



- Οι ενώσεις στις οποίες όλα τα άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με απλούς δεσμούς λέγονται **κορεσμένες**. Οι ενώσεις στις οποίες δύο τουλάχιστον άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με διπλό ή τριπλό δεσμό λέγονται **ακόρεστες**.



Να σημειωθεί ότι και η δεύτερη ένωση, στο παραπάνω πλαίσιο, χαρακτηρίζεται κορεσμένη, επειδή τα άτομα του άνθρακα συνδέονται με απλό δεσμό στο μόριο της ένωσης. Ο διπλός δεσμός δηλαδή μεταξύ άνθρακα και οξυγόνου δεν «μετράει» για το χαρακτηρισμό της ένωσης. Αντίθετα, η ένωση που αναγράφεται παρακάτω χαρακτηρίζεται ακόρεστη, επειδή μεταξύ των ατόμων άνθρακα υπάρχει ένας διπλός δεσμός.



Μεταξύ των ατόμων άνθρακα μπορούν να σχηματιστούν απλοί, διπλοί ή τριπλοί δεσμοί, όπως φαίνεται στα παραπάνω μοριακά μοντέλα.

## [1.2] Ταξινόμηση οργανικών ενώσεων - ομόλογες σειρές

Είναι φανερό, ότι η ταξινόμηση των οργανικών ενώσεων είναι απαραίτητη, ώστε να διευκολυνθεί η μελέτη του μεγάλου αυτού πλήθους των ενώσεων. Η ταξινόμηση αυτή μπορεί να γίνει με διάφορα κριτήρια:

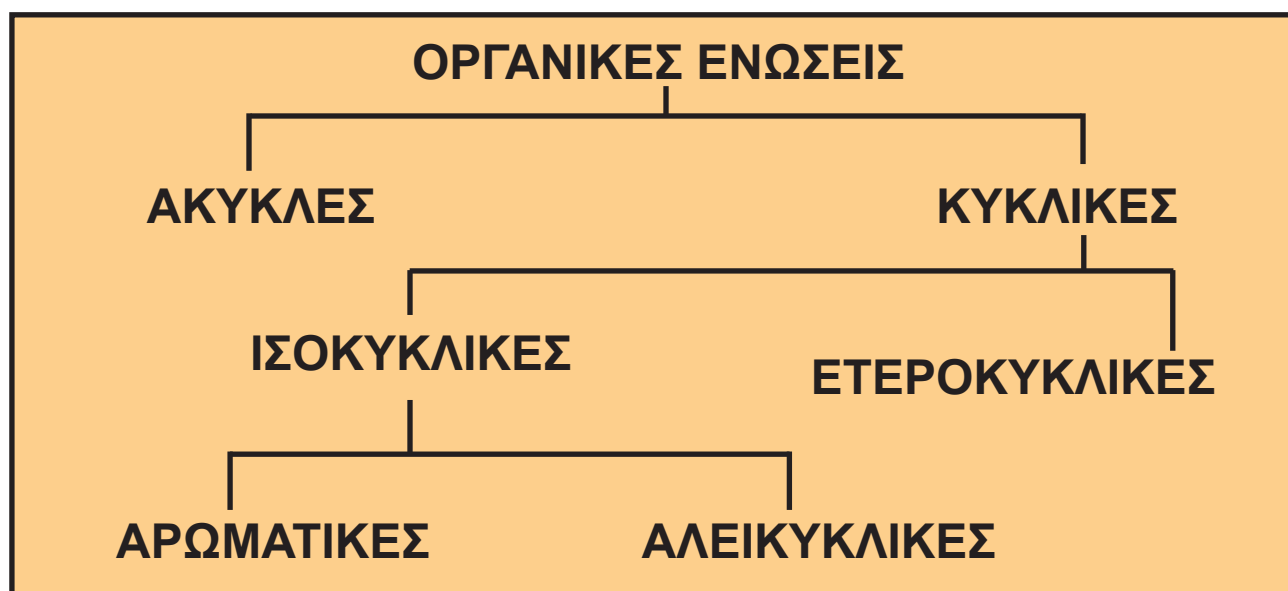
### 1. Με βάση το είδος των δεσμών που αναπτύσσονται μεταξύ των ατόμων άνθρακα

Κατ' αυτό τον τρόπο οι οργανικές ενώσεις διακρίνονται σε κορεσμένες και ακόρεστες. Στη λογική αυτής της ταξινόμησης έχουμε ήδη αναφερθεί σ' αυτό στην προηγούμενη ενότητα.

### 2. Με βάση τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων άνθρακα μεταξύ τους (διάταξη ανθρακικής αλυσίδας)

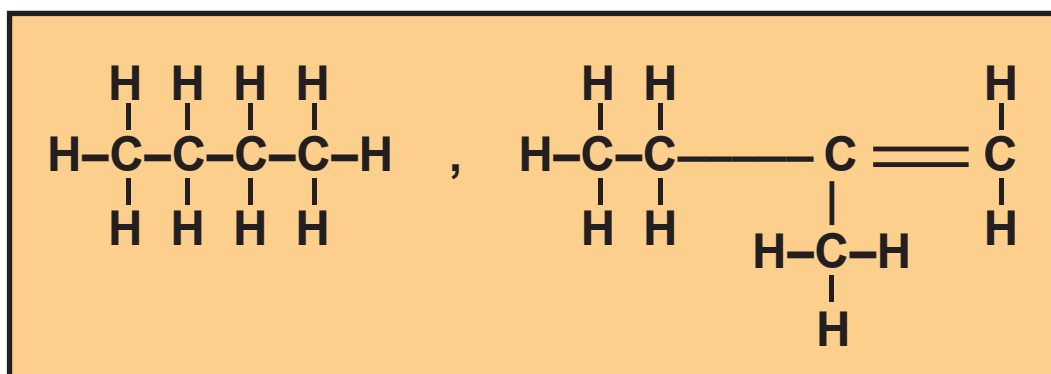
Στον ακόλουθο πίνακα φαίνεται η ταξινόμηση των οργανικών ενώσεων με βάση το τελευταίο αυτό κριτήριο:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1** Ταξινόμηση οργανικών ενώσεων ανάλογα με τη μορφή της ανθρακικής αλυσίδας



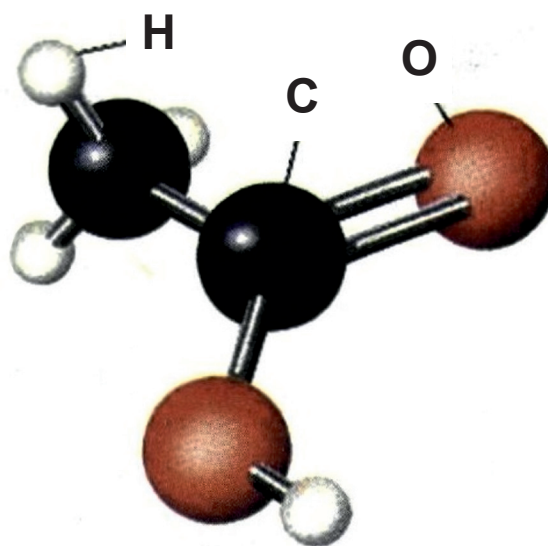
• **Άκυκλες** ονομάζονται οι ενώσεις στις οποίες τα άτομα του άνθρακα ενώνονται σε ευθεία ή διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται **αλειφατικές (ή λιπαρές)**, γιατί τα λίπη περιέχουν ενώσεις αυτού του είδους. Π.χ.

άλειφαρ = λίπος



### ΣΧΗΜΑ 1.1

Απεικόνιση με μοριακό μοντέλο του αιθανικού οξέος (οξικού οξέος), που είναι μία άκυκλη κορεσμένη οργανική ένωση



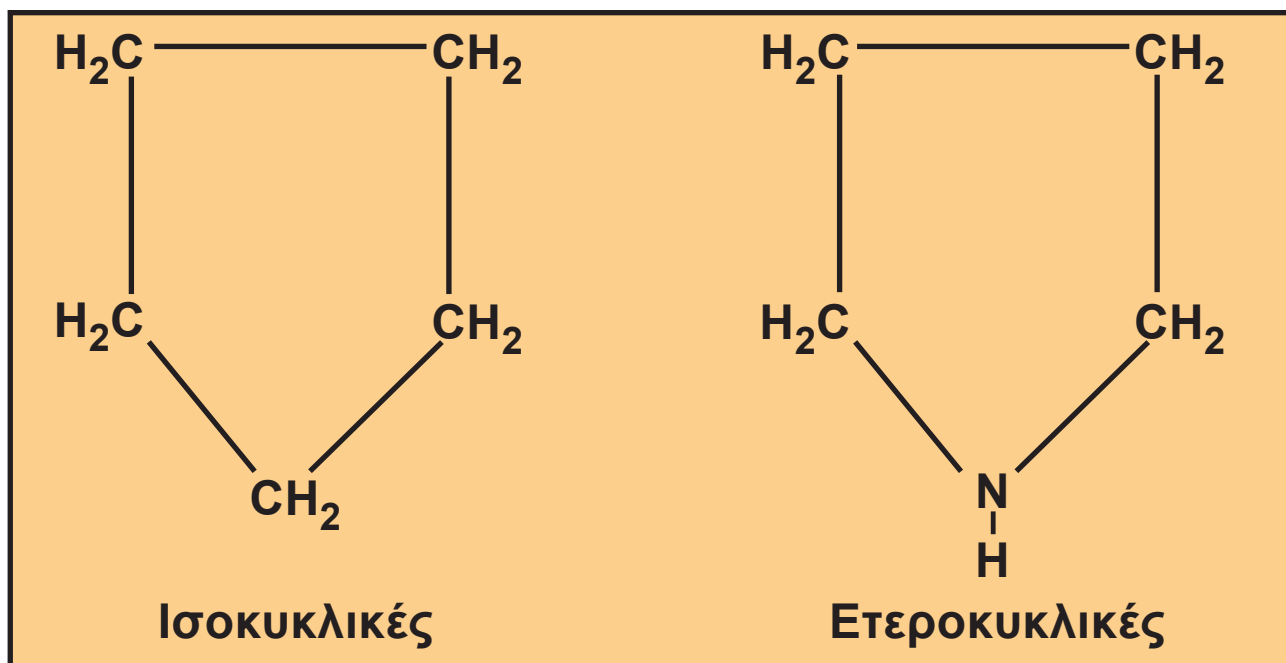
• Το ξίδι είναι διάλυμα οξικού οξέος.

• **Κυκλικές** ονομάζονται οι ενώσεις στο μόριο των οποίων υπάρχει ένας τουλάχιστον δακτύλιος, δηλαδή σχηματίζεται κλειστή αλυσίδα.

• **Ισοκυκλικές** ονομάζονται οι κυκλικές ενώσεις στις οποίες ο δακτύλιος σχηματίζεται αποκλειστικά και μόνο από άτομα άνθρακα.

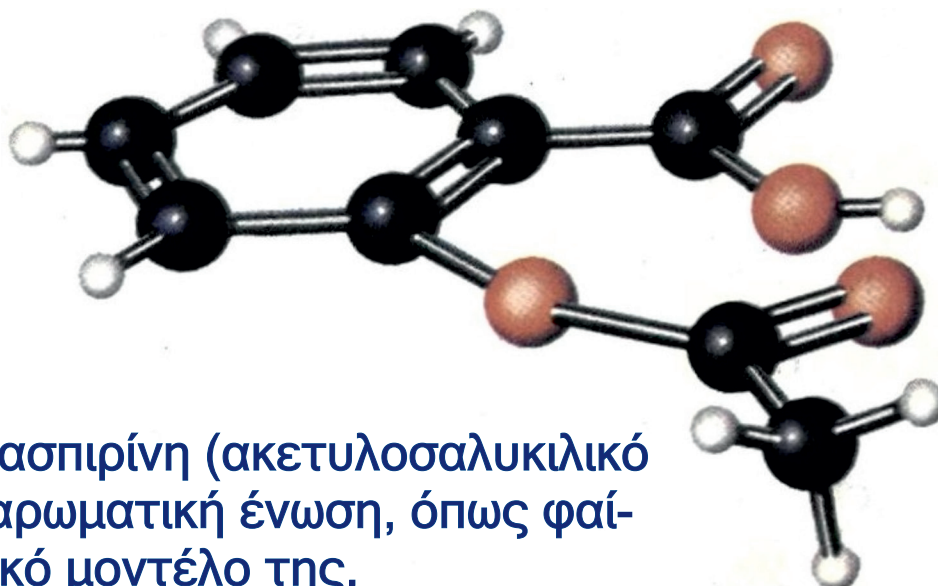


- **Ετεροκυκλικές** ονομάζονται οι κυκλικές ενώσεις στις οποίες ο δακτύλιος σχηματίζεται όχι μόνο από άτομα άνθρακα, αλλά και από άτομα άλλου στοιχείου, συνήθως O, N.



- **Αρωματικές** ονομάζονται (συνήθως) οι κυκλικές ενώσεις που περιέχουν τουλάχιστον ένα βενζολικό δακτύλιο.

Ο βενζολικός δακτύλιος σε μία απλούστατη (όχι και τόσο ακριβή) περιγραφή, είναι ένας εξαμελής δακτύλιος ατόμων άνθρακα στον οποίο εναλλάσσονται συνεχώς ένας απλός με ένα διπλό δεσμό.



**ΣΧΗΜΑ 1.2** Η ασπιρίνη (ακετυλοσαλικυλικό οξύ) είναι μία αρωματική ένωση, όπως φαίνεται σε μοριακό μοντέλο της.

- **Αλεικυκλικές** ονομάζονται όλες οι μη αρωματικές ισοκυκλικές ενώσεις.

### 3. Ταξινόμηση με βάση τη χαρακτηριστική ομάδα που βρίσκεται στο μόριο της ένωσης

- **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ** μιας οργανικής ένωσης είναι ένα άτομο ή ένα συγκρότημα ατόμων, η οποία προσδίδει τις χαρακτηριστικές ιδιότητες σε μία ένωση.

Ανάλογα με το είδος της χαρακτηριστικής ομάδας που έχει μία ένωση, η ένωση κατατάσσεται σε διάφορες κατηγορίες, γνωστές ως **χημικές τάξεις**. Οι σπουδαιότερες απ' αυτές εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2** Χαρακτηριστικές ομάδες

Ομάδα	Όνομα ομάδας	Χημική τάξη
-OH	υδροξύλιο	ΑΛΚΟΟΛΕΣ
-CH=O	αλδεϋδομάδα	ΑΛΔΕΪΔΕΣ
$\begin{array}{l} \text{-C} \\ \diagdown \\ \text{-C} \end{array} \text{C=O}$	κετονομάδα	ΚΕΤΟΝΕΣ
-COOH	καρβοξύλιο	ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ
-C-O-C-	αιθερομάδα	ΑΙΘΕΡΕΣ
-COOC-	εστερομάδα	ΕΣΤΕΡΕΣ
	στην ένωση περιέχεται μόνο C και H	ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΑΣ

## ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

- Είναι μοριακές ενώσεις (ομοιοπολικές).
- Διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες και ελάχιστα στο νερό.
- Έχουν χαμηλά σημεία βρασμού και σημεία τήξης.
- Είναι ευπαθείς στην υψηλή θερμοκρασία και πολλές φορές εύφλεκτες.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

- Μοριακές
- Αργές
- Με μικρή απόδοση

### 4. Ταξινόμηση των οργανικών ενώσεων με βάση τις ομόλογες σειρές

#### Ομόλογες σειρές

Για την απλούστευση και συστηματική μελέτη των οργανικών ενώσεων, οι οργανικές ενώσεις ταξινομούνται σε ομόλογες σειρές.

- Ομόλογη σειρά ονομάζεται ένα σύνολο οργανικών ενώσεων, των οποίων τα μέλη (οργανικές ενώσεις) έχουν τα εξής κοινά χαρακτηριστικά:

1. Έχουν τον ίδιο γενικό μοριακό τύπο.
2. Όλα τα μέλη έχουν ανάλογη σύνταξη και περιέχουν την ίδια χαρακτηριστική ομάδα.
3. Έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες, καθώς η χημική συμπεριφορά τους εξαρτάται από τη σύνταξη του μορίου και τις χαρακτηριστικές ομάδες.

4. Οι φυσικές τους ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με τη σχετική μοριακή τους μάζα ( $M_r$ ) και τη θέση της χαρακτηριστικής ομάδας.
5. Έχουν παρόμοιες παρασκευές.
6. Κάθε μέλος διαφέρει από το προηγούμενο και το επόμενο του κατά την ομάδα  $-\text{CH}_2-$ .

- Η ρίζα  $-\text{CH}_2-$  ονομάζεται μεθυλένιο.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται μερικές από τις σημαντικότερες ομόλογες σειρές.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3** Χαρακτηριστικά παραδείγματα ομολόγων σειρών

Γενικός Μ.Τ.	Ομόλογη σειρά	Παράδειγμα / όνομα
$\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$	ΑΛΚΑΝΙΑ $v \geq 1$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ προπάνιο
$\text{C}_v\text{H}_{2v}$	ΑΛΚΕΝΙΑ $v \geq 2$	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ 2-βουτένιο
$\text{C}_v\text{H}_{2v-2}$	ΑΛΚΙΝΙΑ $v \geq 2$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CH}$ 1-πεντίνιο
	ΑΛΚΑΔΙΕΝΙΑ $v \geq 3$	$\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$ 1,3-βουταδιένιο
$\text{C}_v\text{H}_{2v+1}\text{X}$	ΑΛΚΥΛΑΛΟΓΟΝΙΔΙΑ $v \geq 1$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ 1-ιωδοπροπάνιο

$C_vH_{2v+2}O$	ΚΟΡΕΣΜΕΝΕΣ ΜΟΝΟΣΘΕΝΕΙΣ ΑΛΚΟΟΛΕΣ (R-OH) $v \geq 1$	$CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ 2-βουτανόλη
	ΚΟΡΕΣΜΕΝΟΙ ΜΟΝΟΑΙΘΕΡΕΣ (R-O-R') $v \geq 2$	$CH_3-O-CH_2CH_3$ αιθυλομεθυλαιθέρας ή μεθοξυαιθάνιο
$C_vH_{2v}O$	ΚΟΡΕΣΜΕΝΕΣ ΑΛΔΕΪΔΕΣ (RCHO) $v \geq 1$	$CH_3CHO$ αιθανάλη
	ΚΟΡΕΣΜΕΝΕΣ ΚΕΤΟΝΕΣ (R-CO-R') $v \geq 3$	$CH_3CH_2COCH_2CH_3$ 3-πεντανόνη
$C_vH_{2v}O_2$	ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ ΜΟΝΟΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ (RCOOH) $v \geq 1$	$CH_3CH_2COOH$ προπανικό οξύ
	ΕΣΤΕΡΕΣ (RCOOR') $v \geq 2$	$CH_3COOCH_3$ αιθανικός μεθυλεστέρας

Η ρίζα R- (Radical) ονομάζεται αλκύλιο και έχει το γενικό τύπο  $C_\mu H_{2\mu+1}-$  (βλέπε σελίδα 28).

- Οι εστέρες με τύπο:  $RCOOR'$  είναι εστέρες κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων με κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες.

## [1.3] Ονοματολογία άκυκλων οργανικών ενώσεων

Με το διεθνές σύστημα ονοματολογίας της IUPAC, οι οργανικές ενώσεις ονομάζονται με ονόματα που δείχνουν τη χημική τους σύνταξη. Η ονομασία μιας άκυκλης με συνεχή ανθρακική αλυσίδα ένωσης, προκύπτει από το συνδυασμό τριών συνθετικών. Το πρώτο συνθετικό δείχνει τον αριθμό των ατόμων άνθρακα της ανθρακικής αλυσίδας, το δεύτερο αν η ένωση είναι κορεσμένη ή ακόρεστη με έναν ή περισσότερους διπλούς ή τριπλούς δεσμούς και το τρίτο σε ποια κατηγορία ενώσεων ανήκει η ένωση.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4** Βασικοί κανόνες ονοματολογίας

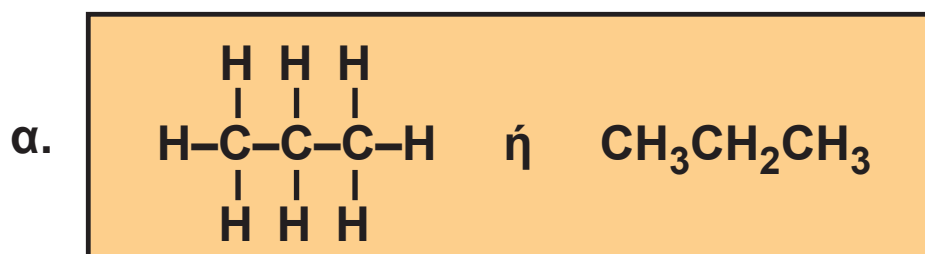
α' συνθετικό	β' συνθετικό	γ' συνθετικό
1 άτομο C: μεθ-	κορεσμένη ένωση: -αν-	Υδρογονάνθρακες: -ιο
2 άτομα C: αιθ-	ακόρεστη με 1 δ.δ.: -εν-	Αλκοόλες: -ολη
3 άτομα C: προπ-	ακόρεστη με 1 τ.δ.: -ιβ-	Αλδεΐδες: -αλη
4 άτομα C: βουτ-	ακόρεστη με 2 δ.δ.: -διεν-	Κετόνες: -ονη
5 άτομα C: πεντ-		καρβοξυλικά οξέα: -ικό οξύ
6 άτομα C: εξ- Κ.Ο.Κ.		

Στη συνέχεια δίνουμε παραδείγματα εφαρμογής των παραπάνω κανόνων ονοματολογίας, παίρνοντας ως βάση το συντακτικό τύπο των ενώσεων. Ξεκινάμε πρώτα με ενώσεις των οποίων τα άτομα άνθρακα σχηματίζουν ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα και ακολουθούν παραδείγματα ενώσεων με διακλαδισμένη αλυσίδα.

- Σταθμός στη δημιουργία του διεθνούς συστήματος ονοματολογίας ήταν το συνέδριο που οργάνωσε η IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) το 1947.

Στο συνέδριο αυτό καθιερώθηκε ένα ενιαίο σύστημα διεθνούς ονοματολογίας των οργανικών ενώσεων, το οποίο ονομάζεται διεθνές σύστημα ονοματολογίας της IUPAC. Το έργο της διεθνούς αυτής οργάνωσης (IUPAC) συνεχίζεται μέχρι σήμερα, δίνοντας κάθε τόσο νέες οδηγίες για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος ονοματολογίας που έχει προτείνει (π.χ. ονομασίες νέων οργανικών ενώσεων).

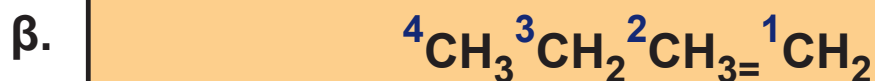
## 1. ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ



Ο δεύτερος τύπος που είναι και αυτός συντακτικός, δείχνει τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων μεταξύ τους, και μάλιστα, είναι πιο εύχρηστος (συμπυκνόμενος συντακτικός τύπος). Η ονομασία της ένωσης προκύπτει ως εξής:

Έχει 3 άτομα C: προπ-

Είναι κορεσμένη: **-αν-**  
Είναι υδρογονάνθρακας: **-ιο**  
Δηλαδή, **προπάνιο**.

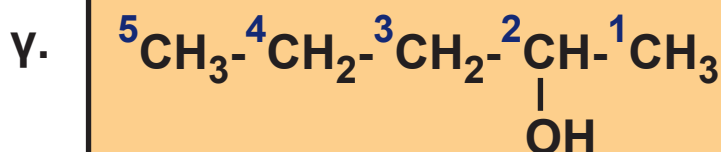


Έχει 4 άτομα C: **βουτ-**  
Έχει 1 διπλό δεσμό: **-εν-**  
Είναι υδρογονάνθρακας: **-ιο**

- Συντακτικός τύπος: είναι ο τύπος που δείχνει πώς συνδέονται τα άτομα των στοιχείων στο μόριο της ένωσης στο επίπεδο.

Ο διπλός δεσμός είναι στη θέση: **1**  
Δηλαδή, η ονομασία της ένωσης είναι: **1-βουτένιο**.

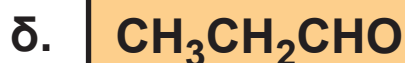
- Η αρίθμηση της ανθρακικής αλυσίδας αρχίζει από την άκρη που είναι πιο κοντά στο διπλό δεσμό ή γενικά στον πολλαπλό δεσμό.



Έχει 5 άτομα C: **πεντ-**  
Είναι κορεσμένη: **-αν-**  
Είναι αλκοόλη: **-ολη**.  
Η χαρακτηριστική ομάδα **-OH** βρίσκεται στη θέση **2**.  
Δηλαδή η ονομασία της ένωσης είναι: **2-πεντανόλη**.

- Η αρίθμηση της ανθρακικής αλυσίδας αρχίζει από την άκρη που είναι πιο κοντά στον άνθρακα, που περιέχει τη χαρακτηριστική ομάδα.





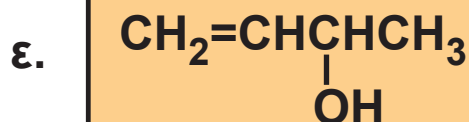
Έχει 3 άτομα C: προπ-

Είναι κορεσμένη: -αν-

Είναι αλδεΐδη: -αλη.

Άρα η ονομασία της ένωσης είναι: **προπανάλη**.

Εδώ να παρατηρήσουμε ότι, αν η χαρακτηριστική ομάδα (ΧΟ) είναι μονοσθενής και έχει άνθρακα, όπως η αλδεΐδομάδα  $-\text{CHO}$  ή το καρβοξύλιο  $-\text{COOH}$ , τότε η αρίθμηση της ευθύγραμμης αλυσίδας αρχίζει πάντα από τον άνθρακα της χαρακτηριστικής αυτής ομάδας (θέση 1). Γι' αυτό δεν χρειάζεται στην περίπτωση αυτή να καθορίζεται η θέση της ΧΟ.



Η ένωση ονομάζεται **3-βουτεν-2-όλη**.

Η αρίθμηση αρχίζει από το άκρο της αλυσίδας που είναι πιο κοντά στη χαρακτηριστική ομάδα και η θέση της ομάδας σημειώνεται πριν από το τρίτο συνθετικό της ονομασίας της ένωσης.



Η ένωση ονομάζεται **3-βουτινικό οξύ**.

Δε χρειάζεται να καθοριστεί η θέση της χαρακτηριστικής ομάδας  $-\text{COOH}$ , γιατί όπως έχουμε παρατηρήσει, ο άνθρακας του καρβοξυλίου είναι πάντοτε στη θέση 1.

Συνοψίζοντας ισχύουν οι εξής κανόνες IUPAC:

- Αν η ένωση περιέχει χαρακτηριστική ομάδα και πολλαπλό δεσμό, τότε η θέση τους χαρακτηρίζεται με αριθμούς

που μπαίνουν για μεν τον πολλαπλό δεσμό στην αρχή του ονόματος, για δε τη χαρακτηριστική ομάδα, πριν το τρίτο συνθετικό της ένωσης.

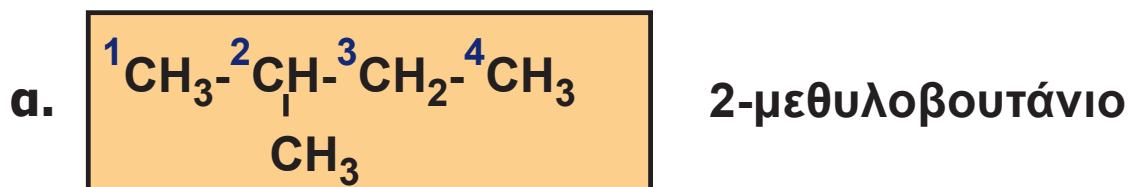
- Οι ομάδες  $-\text{COOH}$  και  $-\text{CH}=\text{O}$  καταλαμβάνουν πάντα τη θέση 1 της ανθρακικής αλυσίδας, γι' αυτό δε χρειάζεται ο καθορισμός της θέσης τους.

## 2. ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΔΙΑΚΛΑΔΙΣΜΕΝΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Πριν προχωρήσουμε στην ονοματολογία ενώσεων με διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα, θα πρέπει να γνωρίζουμε τους εξής κανόνες IUPAC:

- Η κύρια αλυσίδα περιλαμβάνει τα περισσότερα άτομα άνθρακα και τις περισσότερες χαρακτηριστικές ομάδες και πολλαπλούς δεσμούς.
- Οι διακλαδώσεις είναι συνήθως αλκύλια, δηλαδή ρίζες που προκύπτουν, όταν από ένα μόριο αλκανίου ( $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$ ) αφαιρέσουμε ένα άτομο υδρογόνου. Τα αλκύλια έχουν το γενικό τύπο  $\text{C}_v\text{H}_{2v+1}-$ , έχουν μία μονάδα συγγένειας και συμβολίζονται με R-. Τα απλούστερα αλκύλια είναι το  $\text{CH}_3-$ μεθύλιο και το  $\text{CH}_3\text{CH}_2-$  αιθύλιο.
- Τα ονόματα των διακλαδώσεων προτάσσονται του κυρίως ονόματος, με αλφαβητική σειρά, με αριθμούς που καθορίζουν τις θέσεις τους (αν είναι δυνατές περισσότερες από μία θέσεις).
- Αν υπάρχουν ίδιες διακλαδώσεις, τότε αναφέρονται ομαδικά και μπροστά στο όνομά τους μπαίνει αριθμητικό (δι-, τρι-, κ.λπ.) που δείχνει το πλήθος τους.

Δίνουμε χαρακτηριστικά παραδείγματα για την εμπέδωση των παραπάνω κανόνων.

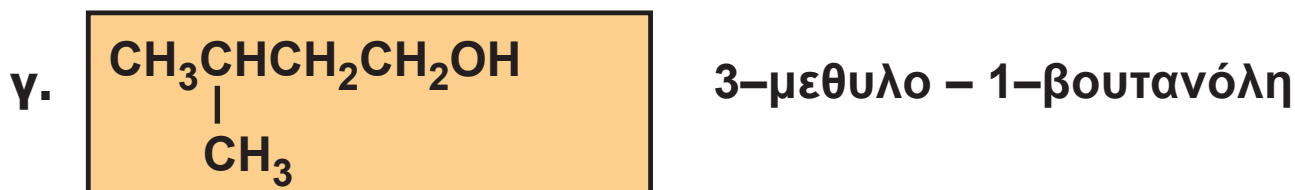
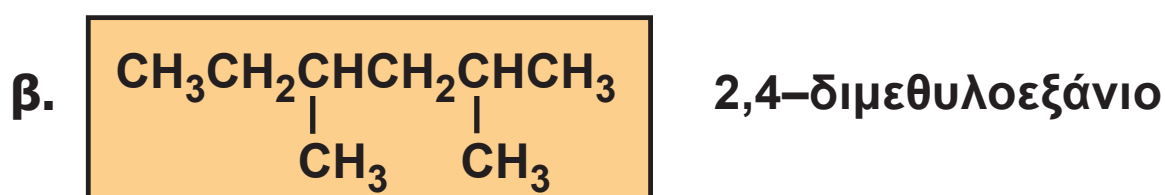


Η ρίζα  $\text{CH}_3-$  μεθύλιο αποτελεί διακλάδωση της κύριας ανθρακικής αλυσίδας. Η αρίθμηση αρχίζει από την αρχή της κύριας (ευθείας) αλυσίδας που είναι πιο κοντά στη διακλάδωση. Όμως, θα πρέπει να γνωρίζουμε,

- Αν η ένωση έχει χαρακτηριστική ομάδα (ΧΟ) και πολλαπλό δεσμό (ΠΔ) και διακλαδώση (Δ), τότε αρχίζουμε την αρίθμηση της ανθρακικής αλυσίδας από το ακραίο εκείνο άτομο άνθρακα που είναι πλησιέστερο στη ΧΟ. Αν η ένωση δεν έχει ΧΟ ή τα ακραία άτομα άνθρακα απέχουν εξίσου από τη ΧΟ, τότε αρχίζουμε την αρίθμηση από τον άνθρακα τον πλησιέστερο στον ΠΔ. Τέλος, αν η ένωση δεν έχει ούτε ΠΔ ούτε ΧΟ, τότε αρχίζουμε την αρίθμηση από το άτομο του άνθρακα τον πλησιέστερο στη Δ.

Δηλαδή κατά την αρίθμηση μιας διακλαδισμένης αλυσίδας η σειρά προτεραιότητας είναι: ΧΟ > ΠΔ > Δ.

Έτσι έχουμε,

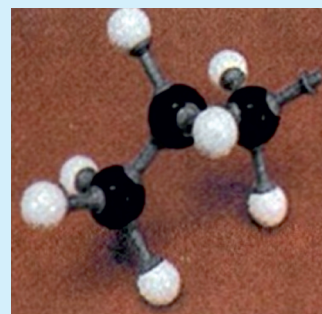




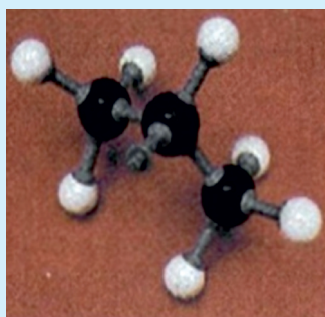
Η ρίζα  
 $\text{CH}_3-$  μεθύλιο



$\text{CH}_3\text{CH}_2-$   
αιθύλιο



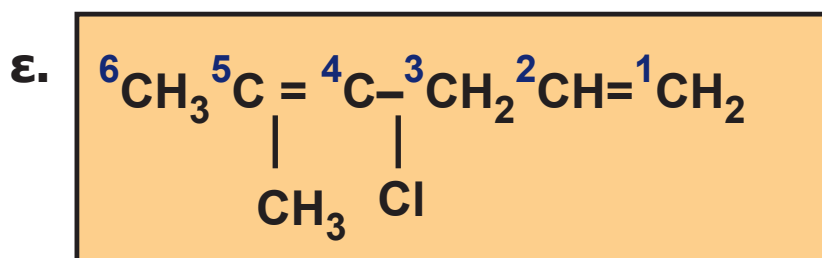
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$   
προπύλιο



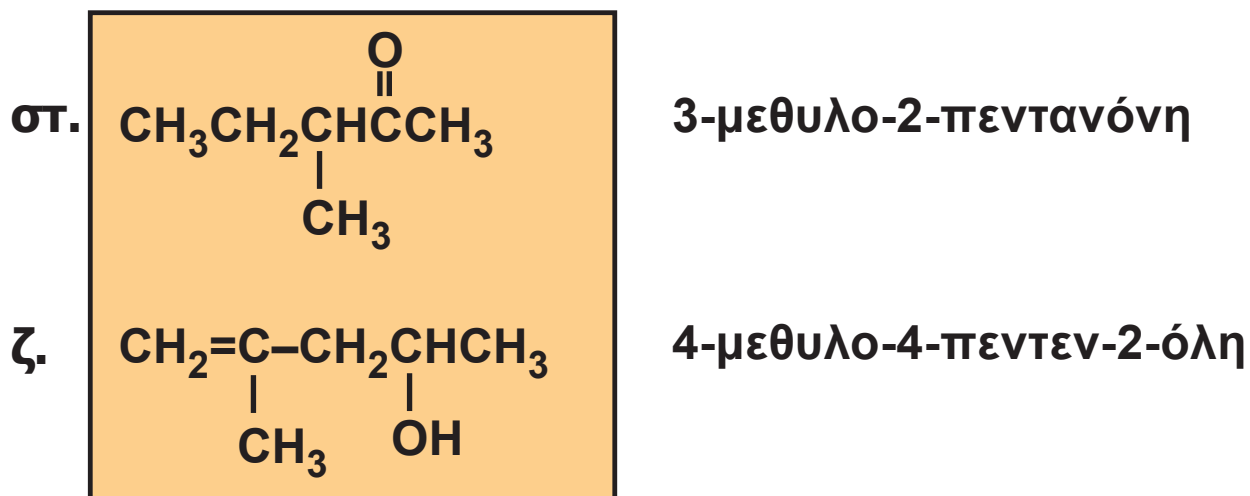
Ισοπροπύλιο  
 $\text{CH}_3-\text{CH}-$   
|  
 $\text{CH}_3$

Τα απλούστερα αλκύλια σε μορφή μοριακών μοντέλων.

- Τα αλογόνα (Cl-, Br-, F-, I-) διαβάζονται ως διακλαδώσεις, δηλαδή τα ονόματά τους μπαίνουν σαν πρόθεμα του κυρίου ονόματος.



4-χλωρο-5-μεθυλο-1,4-εξαδιένιο



## [1.4] Ισομέρεια

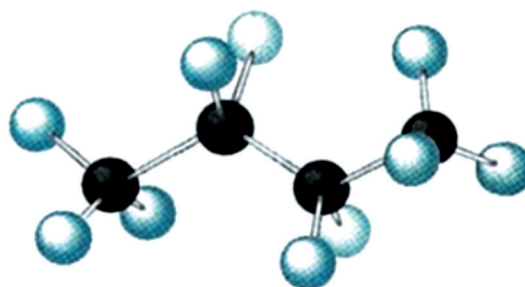
• Ισομέρεια είναι το φαινόμενο κατά το οποίο δύο ή περισσότερες ενώσεις με τον ίδιο μοριακό τύπο έχουν διαφορές στις ιδιότητές τους (φυσικές ή χημικές). Αυτό οφείλεται, είτε στη διαφορετική διάταξη των ατόμων άνθρακα στο επίπεδο (συντακτική ισομέρεια), είτε στη διαφορετική διάταξη των ατόμων στο χώρο (στερεοϊσομέρεια).

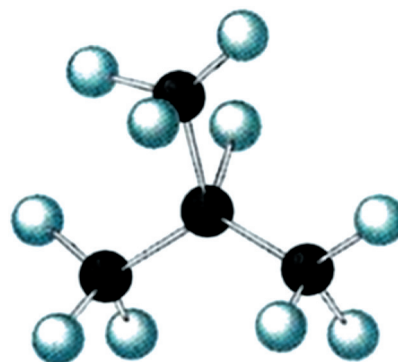
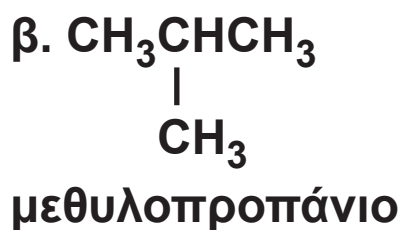
Από τις δύο αυτές κατηγορίες θα μας απασχολήσει μόνο η συντακτική ισομέρεια.

Μία ένωση που έχει μοριακό τύπο  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  έχει δύο δυνατούς συντακτικούς τύπους.

• Η ισομέρεια δεν αποτελεί αποκλειστικότητα της οργανικής χημείας. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις ισομέρειας ανόργανων ενώσεων.

α.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  βουτάνιο



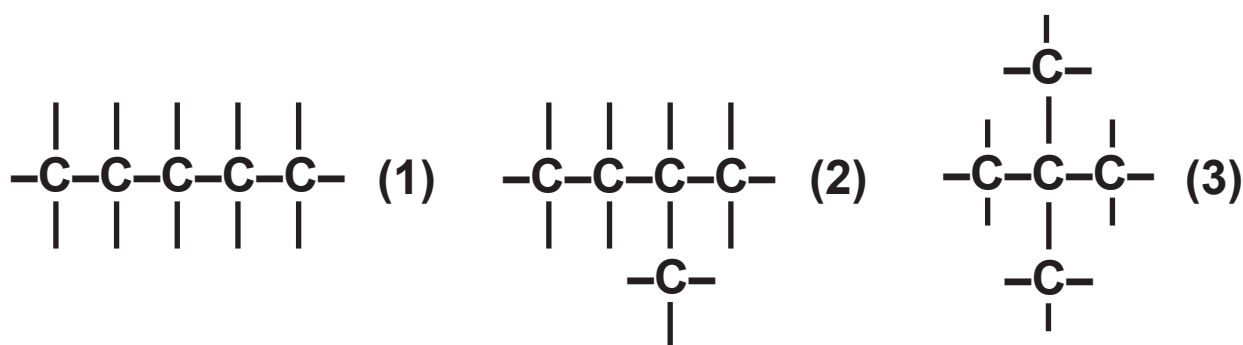


ΣΧΗΜΑ 1.3 Παράδειγμα ισομερών ενώσεων με μοριακό τύπο  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , με χρήση μοριακών μοντέλων.

Η συντακτική ισομέρεια διακρίνεται σε ισομέρεια αλυσίδας, ισομέρεια θέσης και ισομέρεια ομόλογης σειράς.

- Ισομέρεια αλυσίδας ονομάζεται ένα είδος συντακτικής ισομέρειας, που οφείλεται στο διαφορετικό τρόπο σύνδεσης (διάταξης) των ατόμων άνθρακα στα μόρια των ισομερών ενώσεων.

Ας δούμε για παράδειγμα τα ισομερή με μοριακό τύπο  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ . Η ένωση αυτή έχει γενικό τύπο  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , είναι δηλαδή αλκάνιο. Τα πέντε άτομα άνθρακα μπορεί να σχηματίσουν τρεις διαφορετικές ανθρακικές αλυσίδες, μία ευθεία και δύο διακλαδισμένες:

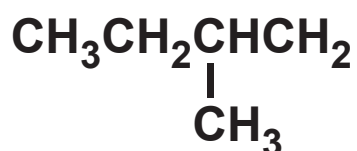




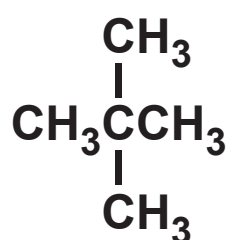
Συμπληρώνουμε τις μονάδες συγγένειας με H και έχουμε τα τρία ισομερή:



ΠΕΝΤΑΝΙΟ



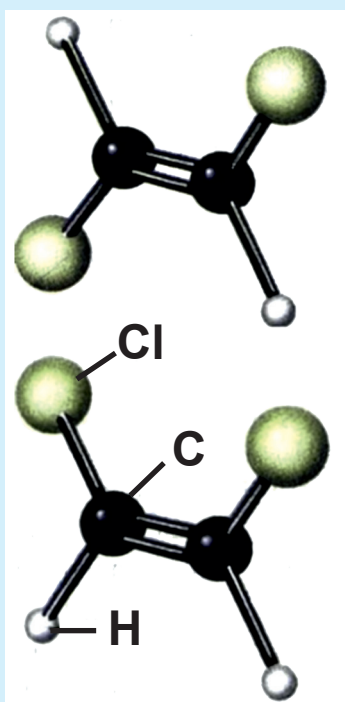
ΜΕΘΥΛΟΒΟΥΤΑΝΙΟ



ΔΙΜΕΘΥΛΟΠΡΟΠΑΝΙΟ

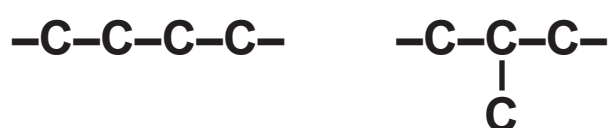
**Παρατήρηση:** Όταν η θέση της διακλάδωσης είναι μοναδική, τότε μπορούμε να παραλείψουμε τον αριθμό που καθορίζει τη θέση της.

- **Ισομέρεια θέσης** ονομάζεται ένα είδος συντακτικής ισομέρειας που οφείλεται στη διαφορετική θέση μιας χαρακτηριστικής ομάδας ή ενός πολλαπλού δεσμού στα μόρια των ισομερών ενώσεων.

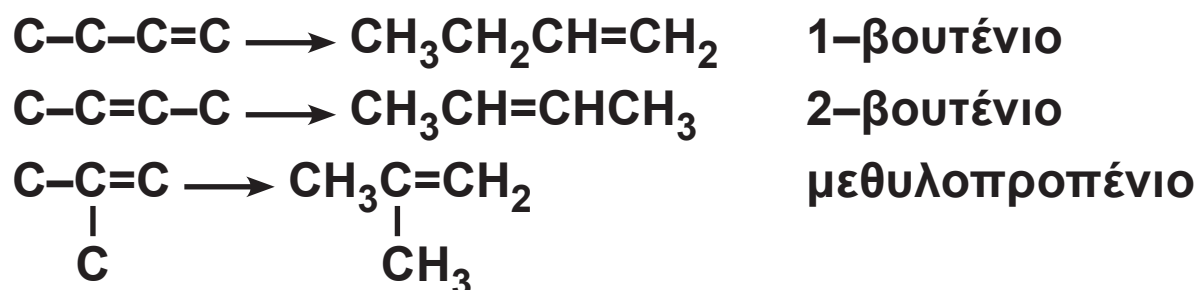


**Στερεοϊσομέρεια:** Υπάρχουν ενώσεις που έχουν τον ίδιο συντακτικό τύπο και διαφορετικούς στερεοχημικούς τύπους. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται στερεοϊσομερείς. Οι παραπάνω ενώσεις είναι στερεοϊσομερείς, καθώς δεν υπάρχει δυνατότητα ελεύθερης περιστροφής των ατόμων H και Cl περί τον άξονα του διπλού δεσμού.

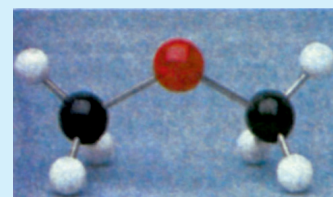
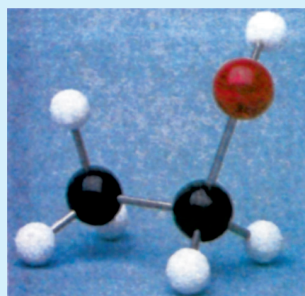
Ας δούμε για παράδειγμα τα άκυκλα ισομερή με μοριακό τύπο  $C_4H_8$ . Η ένωση αυτή έχει το γενικό τύπο  $C_nH_{2n}$ , είναι δηλαδή αλκένιο. Γράφουμε τις δυνατές ανθρακικές αλυσίδες



Τοποθετούμε το διπλό δεσμό σε όλες τις δυνατές διαφορετικές θέσεις και συμπληρώνουμε με τα άτομα του H που λείπουν.



- Ισομέρεια ομόλογης σειράς ονομάζεται ένα είδος συντακτικής ισομέρειας που εμφανίζουν ενώσεις που ανήκουν σε διαφορετικές ομόλογες σειρές.



Η αιθανόλη  $CH_3CH_2OH$  (πάνω) και ο διμεθυλοαιθέρας  $CH_3OCH_3$  (κάτω) είναι ισομερή ομόλογου σειράς

Ας δούμε για παράδειγμα τις ισομερείς ενώσεις με μοριακό τύπο  $C_3H_8O$ .

Η ένωση έχει γενικό τύπο  $C_nH_{2n+2}O$ . Στο γενικό τύ-



πο  $C_vH_{2v+2}O$  αντιστοιχούν οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες,  $(C_vH_{2v+1}OH)$  και οι κορεσμένοι αιθέρες  $(C_\lambda H_{2\lambda+1}OC_\mu H_{2\mu+1})$ . Με τρία άτομα άνθρακα έχουμε μία μόνο ανθρακική αλυσίδα:

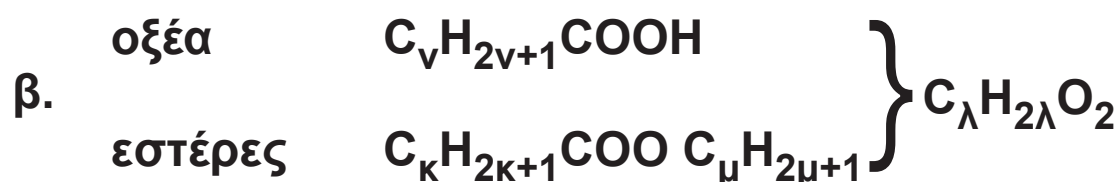
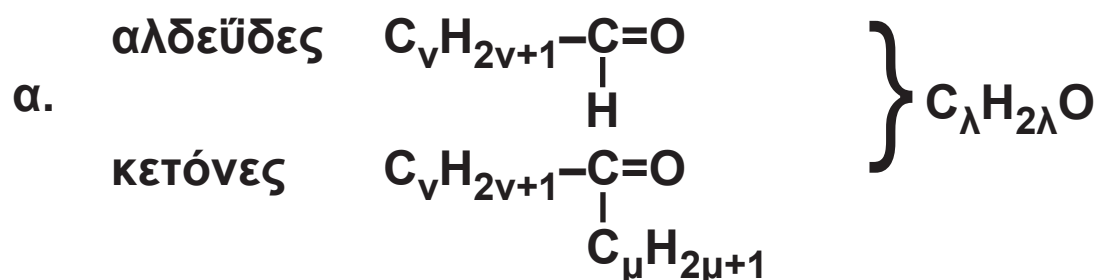


Βάζουμε το  $-OH$  σε κάθε δυνατή θέση και έχουμε τις αλκοόλες:



Αν τοποθετήσουμε το  $-O-$  ανάμεσα σε δύο άτομα άνθρακα, σχηματίζονται οι αιθέρες. Εδώ η θέση είναι μόνο μία:  $CH_3-O-CH_2-CH_3$  και ο αιθέρας ονομάζεται αιθυλομεθυλοαιθέρας. Δηλαδή, πρώτα δίνουμε τα ονόματα των δύο αλκυλίων κατ' αλφαβητική σειρά και ακολουθεί η λέξη αιθέρας.

Άλλες περιπτώσεις ισομέρειας ομόλογης σειράς είναι:



Για παράδειγμα, στο μοριακό τύπο  $C_2H_4O_2$  αντιστοιχούν οι ισομερείς ενώσεις:



HCOOCH<sub>3</sub> μεθανικός μεθυλεστέρας.



Για παράδειγμα, στο μοριακό τύπο C<sub>3</sub>H<sub>4</sub> αντιστοιχούν οι ισομερείς ενώσεις:

CH<sub>3</sub>C≡CH προπίνιο και

CH<sub>2</sub>=C=CH<sub>2</sub> προπαδιένιο.

Οι αιθέρες ονομάζονται με δύο τρόπους:

1) Με τα ονόματα των δύο ριζών που είναι συνδεδεμένοι στο οξυγόνο και τη λέξη αιθέρας. Αυτός είναι και ο πιο συνηθισμένος.

2) Κατά IUPAC οι κορεσμένοι μονοαιθέρες ονομάζονται ως αλκοξυαλκάνια. Π.χ. CH<sub>3</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> μεθοξυαιθάνιο

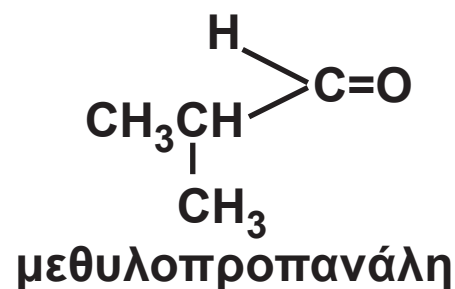
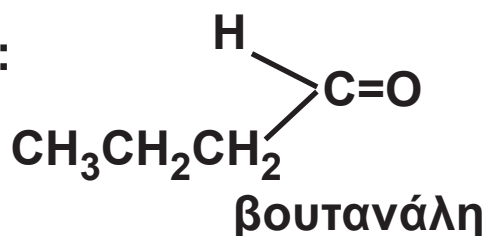
### [ Παράδειγμα 1.1 ]

Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των καρβονυλικών ενώσεων με μοριακό τύπο C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O.

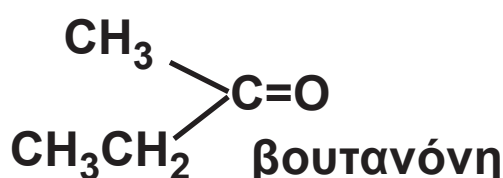
#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Σ' αυτό τον τύπο αντιστοιχούν οι αλδεΐδες και οι κετόνες, οπότε έχουμε:

Αλδεΐδες:



Κετόνες:



## Εφαρμογή

Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των καρβονυλικών ενώσεων με μοριακό τύπο  $C_3H_6O$ .

## [1.5] Ανάλυση των οργανικών ενώσεων

### Ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση

Η χημική ανάλυση είναι το σύνολο των εργασιών που γίνονται για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης μιας ένωσης. Η χημική ανάλυση περιλαμβάνει την ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση. Η ποιοτική ανάλυση μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε τα στοιχεία που περιέχονται στην ένωση. Με την ποσοτική ανάλυση προσδιορίζονται οι μάζες των στοιχείων που περιέχονται σε ορισμένη μάζα της ένωσης και απ' αυτές η εκατοστιαία περιεκτικότητα της ένωσης σε κάθε στοιχείο.

Οι οργανικές ενώσεις περιέχουν όλες άνθρακα, σχεδόν όλες υδρογόνο, οι περισσότερες οξυγόνο και πολλές άζωτο. Εκτός από τα τέσσερα αυτά στοιχεία, αρκετές οργανικές ενώσεις περιέχουν αλογόνο, θείο και σε μικρότερο ποσοστό P, Fe, Mg και άλλα στοιχεία.

### Ανίχνευση C και H

Η «άγνωστη» ουσία, αφού καθαριστεί από κάθε ξένη πρόσμειξη θερμαίνεται σε δοκιμαστικό σωλήνα με ποσότητα οξειδίου  $Cu(II)$ ,  $CuO$ . Αν υπάρχει C, αυτός καίγεται προς  $CO_2$ , το οποίο διαβιβάζεται σε σωλήνα που περιέχει διαυγές ακόρεστο διάλυμα  $Ca(OH)_2$ , οπότε σχηματίζεται αδιάλυτο  $CaCO_3$  (υπό μορφή θολώματος). Η παρουσία θολώματος είναι ένδειξη ότι η ένωση περιέχει άνθρακα. Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι οι εξής:



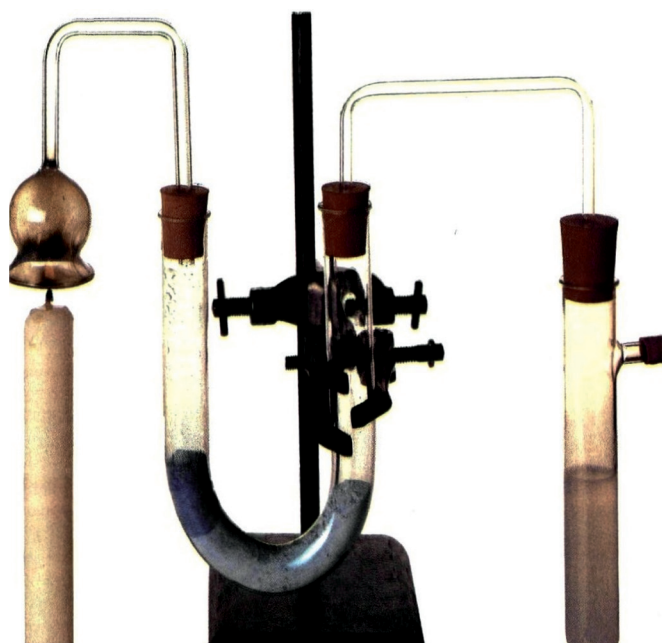
Αν στην άγνωστη ένωση περιέχεται υδρογόνο, αυτό καίγεται προς  $\text{H}_2\text{O}$ , το οποίο εμφανίζεται με τη μορφή σταγονιδίων στα ψυχρότερα μέρη του σωλήνα μέσα στον οποίο γίνεται η θέρμανση. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι:



Η παρουσία σταγονιδίων είναι ένδειξη, ότι η άγνωστη ένωση περιέχει υδρογόνο.

### Ποσοτικός προσδιορισμός των στοιχείων

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό του άνθρακα και του υδρογόνου καίγεται ορισμένη (ζυγισμένη) ποσότητα της ένωσης. Τότε, το μεν υδρογόνο μετατρέπεται σε  $\text{H}_2\text{O}$ , το οποίο δεσμεύεται συνήθως με αφυδατική ουσία π.χ. θειικός χαλκός ( $\text{CuSO}_4$ ), πυκνό διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$  κ.λπ, ο δε άνθρακας μετατρέπεται σε  $\text{CO}_2$ , το οποίο δεσμεύεται από διάλυμα βάσης π.χ.  $\text{KOH}$ . Από τις μάζες του  $\text{H}_2\text{O}$  και του  $\text{CO}_2$  που συλλέγονται υπολογίζεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα της οργανικής ένωσης σε C και H.



ΣΧΗΜΑ 1.4

Πειραματική διάταξη για τον ποσοτικό προσδιορισμό C και H σε κερύ (οργανική ένωση). Οι  $\text{H}_2\text{O}$  (g) δεσμεύονται από  $\text{CuSO}_4$  (μπλε στερεό) και το  $\text{CO}_2$  από διάλυμα  $\text{KOH}$ .

## [ Παράδειγμα 1.2 ]

0,3 g οργανικής ουσίας εισάγονται σε κατάλληλη συσκευή που περιέχει επαρκή ποσότητα CuO. Η ουσία θερμαίνεται στους 600 °C. Ο άνθρακας και το υδρογόνο που περιέχονται σε αυτή καίγονται και σχηματίζουν 0,88 g CO<sub>2</sub> και 0,54 g H<sub>2</sub>O. Ποια είναι η εκατοστιαία περιεκτικότητα της ένωσης σε άνθρακα και υδρογόνο;

### ΛΥΣΗ

$$\frac{\text{Τα } 44 \text{ g CO}_2 \text{ περιέχουν}}{0,88 \text{ g}} = \frac{12 \text{ g C}}{x} \quad \text{ή}$$

$$x = 0,24 \text{ g.}$$

$$\frac{\text{Τα } 18 \text{ g H}_2\text{O} \text{ περιέχουν}}{0,54 \text{ g}} = \frac{2 \text{ g H}}{y} \quad \text{ή}$$

$$y = 0,06 \text{ g.}$$

$$\text{Επομένως } \frac{0,3 \text{ g}}{100 \text{ g}} \text{ ουσίας} = \frac{\text{περιέχουν } 0,24 \text{ g C}}{\varphi} = \frac{\text{και } 0,06 \text{ g H}}{\omega}$$

$$\varphi = 80 \text{ g, C και } \omega = 20 \text{ g H}$$

Δηλαδή, η ένωση περιέχει 80% C και 20% H.

52,17% - 13,04% - 34,78%

### Εφαρμογή

4,6 g οργανικής ουσίας, που περιέχει C, H και O, εισάγονται σε κατάλληλη συσκευή που περιέχει περίσσεια CuO σε υψηλή θερμοκρασία. Η ουσία καίγεται και τα καυσαέρια περιέχουν 8,8 g CO<sub>2</sub> και 5,4 g H<sub>2</sub>O.

Ποια είναι η εκατοστιαία περιεκτικότητα της ένωσης σε άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο;

## Εύρεση του χημικού τύπου οργανικής ένωσης

Για να ταυτοποιήσουμε μία «άγνωστη» οργανική ένωση θα πρέπει να προσδιορίσουμε το συντακτικό της τύπο. Για το σκοπό αυτό ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

- Κάνουμε ποιοτική στοιχειακή ανάλυση, δηλαδή βρίσκουμε από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση.
- Κάνουμε ποσοτική στοιχειακή ανάλυση, δηλαδή βρίσκουμε την % κατά βάρος σύσταση (εκατοστιαία σύσταση) της ένωσης σε κάθε στοιχείο. Στη συνέχεια προσδιορίζουμε τον εμπειρικό τύπο της ένωσης.
- Προσδιορίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας με διάφορες μεθόδους. Από τον εμπειρικό τύπο και τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας προσδιορίζεται ο μοριακός τύπος της.
- Τέλος, με βάση το μοριακό τύπο της ουσίας βρίσκουμε τους δυνατούς συντακτικούς τύπους της ένωσης και με βάση τη χημική συμπεριφορά της «άγνωστης» ένωσης (π.χ. όξινης χαρακτήρας) καταλήγουμε στην ταυτοποίησή της. Η τελευταία αυτή εργασία προϋποθέτει ότι γνωρίζουμε τη χημική συμπεριφορά των οργανικών ενώσεων. Το θέμα αυτό θα αναπτύξουμε εκτενώς σε επόμενα κεφάλαια.

## Εύρεση του εμπειρικού τύπου οργανικής ένωσης

Ο εμπειρικός τύπος δείχνει από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση και ποια είναι η αναλογία ατόμων στο μόριο αυτής. Δηλαδή, αν μία ένωση είναι υδρογονάνθρακας και η αναλογία ατόμων C και H είναι 1 προς 3, ο

εμπειρικός τύπος της ένωσης είναι:  $(\text{CH}_3)_v$ . Για να βρούμε τον εμπειρικό τύπο μιας ένωσης, αρκεί να βρούμε πόσα mol ατόμων από κάθε στοιχείο περιέχονται σε ορισμένη μάζα της ένωσης.

### [ Παράδειγμα 1.3 ]

Κατά τη στοιχειακή ανάλυση βρέθηκε ότι ο υδρογονάνθρακας περιέχει 75% C και 25% H. Να βρεθεί ο εμπειρικός τύπος της ένωσης.

#### ΛΥΣΗ

Σε 100g της ένωσης περιέχονται 75 g C και 25 g H. Υπολογίζουμε πόσα mol ατόμων C και H περιέχονται σε 100 g ένωσης.

$$\frac{1 \text{ mol C}}{x} \text{ είναι } \frac{12\text{g}}{75\text{g}} \quad \frac{1 \text{ mol H}}{y} \text{ είναι } \frac{1\text{g}}{25\text{g}}$$

$$x = 75/12 \text{ mol} = 6,25 \text{ mol} \quad y = 25/1 \text{ mol} = 25 \text{ mol}$$

Διαιρούμε τους αριθμούς των mol ατόμων που βρήκαμε με το μικρότερό τους, για να βρούμε την απλούστερη ακέραιη αναλογία.

$$\text{C: } 6,25 \text{ mol} \longrightarrow \frac{6,25}{6,25} = 1$$

$$\text{H: } 25 \text{ mol} \longrightarrow \frac{25}{6,25} = 4$$

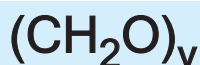
άρα ο εμπειρικός τύπος είναι  $(\text{CH}_4)_v$ .

**Παρατήρηση:** Αν μετά τη διαίρεση δε βρούμε ακέραιους αριθμούς, τότε πολλαπλασιάζουμε όλους τους αριθμούς με τον ίδιο, όσο το δυνατό μικρότερο ακέραιο, ώστε να προκύψουν ακέραιοι αριθμοί.



## Εφαρμογή

Κατά την ποσοτική ανάλυση βρέθηκε ότι ένωση περιέχει 40% C, 6,67% H και 53,33% O. Να βρεθεί ο εμπειρικός τύπος της ένωσης.



## Εύρεση του μοριακού τύπου οργανικής ένωσης

Μοριακός τύπος χημικής ένωσης είναι ο χημικός τύπος που δείχνει τον ακριβή αριθμό των ατόμων των διαφόρων στοιχείων στο μόριο της ένωσης.

### [ Παράδειγμα 1.4 ]

Η στοιχειακή ανάλυση έδειξε, ότι 0,46 g δείγματος οργανικής ένωσης αποτελείται από C, H, και O και ότι κατά την καύση της ίδιας ποσότητας παράγονται 0,88 g CO<sub>2</sub> και 0,54 g H<sub>2</sub>O. Η ένωση έχει M<sub>r</sub> = 46. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης και ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι αυτής;

## ΛΥΣΗ

Στην άσκηση αυτή ανακεφαλαιώνουμε ό,τι περίπου μάθαμε στο κεφάλαιο αυτό.

α. Από τη στοιχειακή ανάλυση βρίσκουμε τις ποσότητες άνθρακα και υδρογόνου που περιέχονται στα 0,46g της ένωσης:

$$\text{Τα } \frac{44 \text{ g CO}_2}{0,88 \text{ g}} \text{ περιέχουν } \frac{12 \text{ g C}}{x}$$

$$\text{ή } x = 0,24 \text{ g}$$

$$\text{Τα } \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{0,54 \text{ g}} \text{ περιέχουν } \frac{2 \text{ g H}}{y}$$

$$\text{ή } y = 0,06 \text{ g.}$$

Αθροίζουμε τις ποσότητες C και H:

$$0,24 \text{ g} + 0,06 \text{ g} = 0,3 \text{ g}.$$

Η ένωση ζυγίζει 0,46 g.

Επομένως  $0,46 \text{ g} - 0,3 \text{ g} = 0,16 \text{ g}$  είναι η ποσότητα του οξυγόνου.

β. Βρίσκουμε τον εμπειρικό τύπο της ένωσης:

$$\text{C: } \frac{0,24}{12} \text{ mol} = 0,02 \text{ mol} \longrightarrow \frac{0,02}{0,01} = 2$$

$$\text{H: } \frac{0,06}{1} \text{ mol} = 0,06 \text{ mol} \longrightarrow \frac{0,06}{0,01} = 6$$

$$\text{O: } \frac{0,16}{16} \text{ mol} = 0,01 \text{ mol} \longrightarrow \frac{0,01}{0,01} = 1$$

άρα ο εμπειρικός τύπος της ένωσης είναι:  $(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})_v$ .

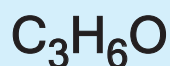
γ. Από τον εμπειρικό τύπο  $(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})_v$  με τη βοήθεια της σχετικής μοριακής μάζας υπολογίζουμε  $v = 1$ , και ο μοριακός τύπος είναι  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ .

δ. Η ένωση ανήκει στο γενικό τύπο  $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}\text{O}$ . Είναι αλκοόλη ή αιθέρας. Οι δυνατοί συντακτικοί τύποι είναι:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  αιθανόλη ή  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  διμεθυλαιθέρας. Αν γνωρίζαμε τις ιδιότητες αυτών των ουσιών, θα μπορούσαμε να διακρίνουμε αν η άγνωστη ένωση είναι αλκοόλη ή αιθέρας.

## Εφαρμογή

Η στοιχειακή ανάλυση έδειξε ότι 0,58 g οργανικής ένωσης αποτελούνται από C, H και O και ότι κατά την καύση της ίδιας ποσότητας οργανικής ένωσης παράγονται 1,32 g  $\text{CO}_2$  και 0,54 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Η ένωση έχει σχετική μοριακή μάζα

58. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης και ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της;



## Ανακεφαλαίωση

1. Οργανική χημεία ονομάζεται ο κλάδος της χημείας που μελετά όλες τις ενώσεις του άνθρακα, εκτός το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και τα ανθρακικά άλατα.
2. Οι δεσμοί που σχηματίζει ο C με άλλα στοιχεία ή με άλλα άτομα C είναι ισχυροί, λόγω της ηλεκτρονιακής δομής και της μικρής ατομικής ακτίνας του C.
3. Οι οργανικές ενώσεις διακρίνονται σε κορεσμένες και ακόρεστες καθώς και σε κυκλικές και άκυκλες.
4. Ομόλογη σειρά ονομάζεται ένα σύνολο οργανικών ενώσεων των οποίων τα μέλη έχουν τα εξής κοινά χαρακτηριστικά:
  - α. ίδιο γενικό μοριακό τύπο
  - β. ανάλογη σύνταξη και ίδια χαρακτηριστική ομάδα
  - γ. παρόμοιες χημικές ιδιότητες
  - δ. οι φυσικές τους ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με τη σχετική μοριακή τους μάζα και τη θέση της χαρακτηριστικής ομάδας
  - ε. παρόμοιες παρασκευές
  - στ. κάθε μέλος διαφέρει από το προηγούμενο και το επόμενο του κατά  $-\text{CH}_2-$
5. κορεσμένες μονοσθενείς ρίζες, που έχουν γενικό τύπο  $\text{C}_v\text{H}_{2v+1}-$ , ονομάζονται αλκύλια και συμβολίζονται με R-.

6. Μερικοί βασικοί κανόνες που έχει θεσπίσει η IUPAC για την ονομασία των άκυκλων οργανικών ενώσεων είναι:
- α. Αν μία ένωση έχει χαρακτηριστική ομάδα, διπλό (ή τριπλό) δεσμό και διακλαδώσεις, η αρίθμηση της κύριας αλυσίδας ξεκινά από το άκρο το πλησιέστερο: πρώτα στη χαρακτηριστική ομάδα, μετά στον πολλαπλό δεσμό και μετά στις διακλαδώσεις.
  - β. Οι ομάδες  $-\text{COOH}$  και  $-\text{CH}=\text{O}$  καταλαμβάνουν πάντα τη θέση 1 της ανθρακικής αλυσίδας γι' αυτό δε χρειάζεται ο καθορισμός της θέσης τους.
  - γ. Οι διακλαδώσεις είναι συνήθως αλκύλια. Τα ονόματα των διακλαδώσεων προτάσσονται του κυρίως ονόματος, με αλφαβητική σειρά, με αριθμούς που καθορίζουν τις θέσεις τους.
7. Συντακτική ισομέρεια έχουμε, όταν δύο ενώσεις έχουν τον ίδιο μοριακό αλλά διαφορετικό συντακτικό τύπο.
8. Στερεοϊσομέρεια έχουμε, όταν δύο ενώσεις έχουν τον ίδιο συντακτικό αλλά διαφορετικό στερεοχημικό τύπο.
9. Η συντακτική ισομέρεια διακρίνεται σε ισομέρεια αλυσίδας θέσης και ομόλογης σειράς.
10. Η χημική στοιχειακή ανάλυση είναι το σύνολο των εργασιών που γίνονται για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης μιας ένωσης και περιλαμβάνει την ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση.
11. Για να προσδιορίσουμε το συντακτικό τύπο μιας ένωσης εκτελούμε τις ακόλουθες εργασίες:
- α. ποιοτική στοιχειακή ανάλυση
  - β. ποσοτική στοιχειακή ανάλυση
  - γ. προσδιορισμός της σχετικής μοριακής μάζας της ένωσης
  - δ. μελέτη της χημικής συμπεριφοράς της ένωσης.



## Λέξεις - κλειδιά

κορεσμένες ενώσεις  
ακόρεστες ενώσεις  
άκυκλες ενώσεις  
κυκλικές ενώσεις  
ομόλογη σειρά  
συντακτική ισομέρεια

στερεοϊσομέρεια  
ποιοτική ανάλυση  
ποσοτική ανάλυση  
εμπειρικός τύπος  
μοριακός τύπος  
συντακτικός τύπος

## Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

### Ερωτήσεις επανάληψης

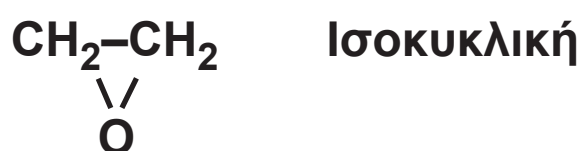
1. Τι μελετά η Οργανική Χημεία;
2. Πού οφείλεται ο μεγάλος αριθμός των οργανικών ενώσεων;
3. Ποιες οργανικές ενώσεις λέγονται κορεσμένες και ποιες ακόρεστες;
4. Ποιες οργανικές ενώσεις λέγονται ισοκυκλικές;
5. α. Τι ονομάζεται ομόλογη σειρά;  
β. Τι δείχνει ο εμπειρικός, ο μοριακός και ο συντακτικός τύπος;
6. Ποιες ενώσεις ονομάζονται συντακτικά ισομερείς και ποιες στερεοϊσομερείς;
7. Ποια είναι τα είδη της συντακτικής ισομέρειας;

8. Τι ονομάζεται ποιοτική και τι ποσοτική στοιχειακή ανάλυση;
9. Ποια είναι η σειρά των εργασιών που κάνουμε για να προσδιορίσουμε το συντακτικό τύπο μιας ένωσης;

## Ασκήσεις - Προβλήματα

### α. Ταξινόμηση οργανικών ενώσεων - Ισομέρεια - Ονοματολογία

10. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης με την οποία παρασκευάστηκε η πρώτη οργανική ένωση στο εργαστήριο και να ονομάσετε όλες τις ενώσεις που συμμετέχουν στην αντίδραση αυτή.
11. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:
  - α. Άκυκλες ονομάζονται οι ενώσεις .....
  - β. Κυκλικές ονομάζονται οι ενώσεις .....
  - γ. Ισοκυκλικές ονομάζονται .....
  - δ. Ετεροκυκλικές ονομάζονται .....
12. Να αντιστοιχίσετε σε κάθε τύπο της πρώτης στήλης την κατηγορία που ανήκει η ένωση και αναγράφεται στη δεύτερη στήλη.



13. Ο γενικός τύπος για τους κορεσμένους υδρογονάνθρακες είναι:



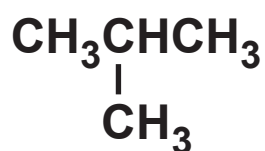
14. Ο γενικός τύπος για τις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες είναι:



15. Να αντιστοιχίσετε σε κάθε συντακτικό τύπο της πρώτης στήλης την ομόλογη σειρά που αναφέρεται στη δεύτερη στήλη και να ονομάσετε την κάθε ένωση.



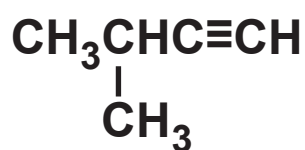
αλκίνιο



αλκένιο



αλκαδιένιο



αλκάνιο

16. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους για τις ακόλουθες ενώσεις:

αιθάνιο, προπένιο, 1-βουτίνιο, 1,3-πενταδιένιο, 2-βουτανόλη.



17. Να αντιστοιχίσετε σε κάθε τύπο της πρώτης στήλης το όνομα της ένωσης που αναφέρεται στη δεύτερη στήλη.

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$  1-βουτένιο

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  1,3-βουταδιένιο

$\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_3$  2-προπανόλη

$\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$  3-μεθυλο-1-βουτίνιο

$\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{C}\equiv\text{CH}$  προπάνιο

18. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους για τις ακόλουθες ενώσεις:

α. χλωροαιθάνιο                      β. 2-μεθυλοβουτάνιο  
γ. προπανικό οξύ                      δ. 2-βρωμοπροπανάλη  
ε. αιθυλομεθυλαιθέρας              στ. 1-βουτανόλη

19. Οι άκυκλες ενώσεις με μοριακό τύπο  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  είναι:

α. 3                      β. 4                      γ. 5                      δ. 6

20. Τι είναι η συντακτική ισομέρεια; Ποια είναι τα κυριότερα είδη της συντακτικής ισομέρειας; Να αναφέρετε ένα παράδειγμα ισομερών ενώσεων σε κάθε περίπτωση.

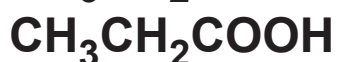
21. Ποια από τις επόμενες ενώσεις είναι ακόρεστη;

α. 2-προπανόλη                      γ. προπάνιο  
β. προπένιο                          δ. 2-μεθυλοβουτανικό οξύ

- 22.** Να διατάξετε κατά αυξανόμενη σχετική μοριακή μάζα ( $M_r$ ) όσες από τις παρακάτω ενώσεις είναι οργανικές:  
 α. προπένιο β. διοξείδιο του άνθρακα γ. αιθανόλη  
 δ. ανθρακικό νάτριο ε. αιθανάλη

- 23.** Ενώσεις που έχουν τον ίδιο μοριακό τύπο αλλά διαφορετικό συντακτικό τύπο είναι:  
 α. πολυμερείς β. ισομερείς  
 γ. ισότοπες δ. ισοβαρείς

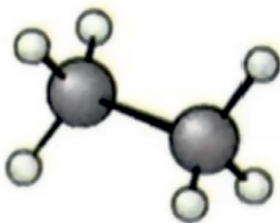
- 24.** Να αντιστοιχίσετε σε κάθε ένωση που αναφέρεται στην πρώτη στήλη μία ισομερή της που υπάρχει στη δεύτερη στήλη.



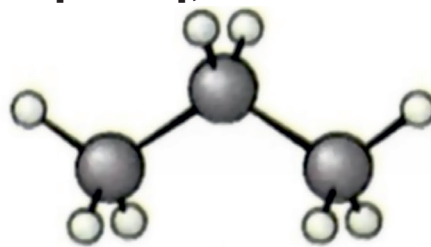
- 25.** Να ονομάσετε τα παρακάτω αλκάνια τα οποία δίνονται σε μορφή μοριακών μοντέλων. Τι παρατηρείτε με βάση τη απεικόνιση αυτή;



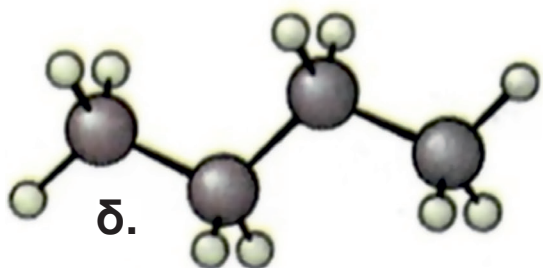
α.



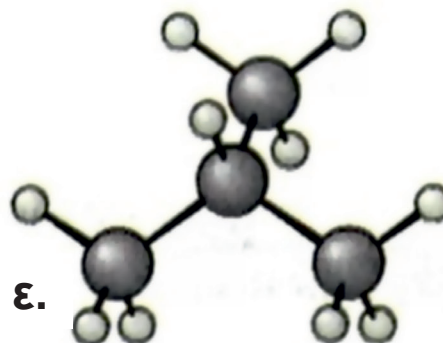
β.



γ.

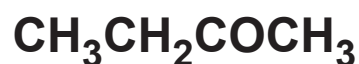
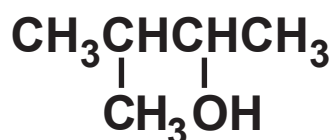
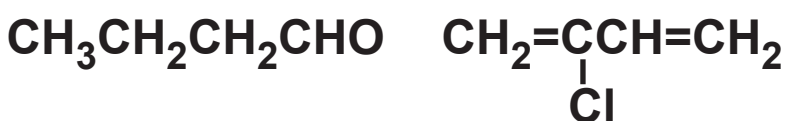
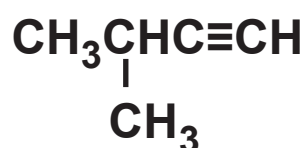
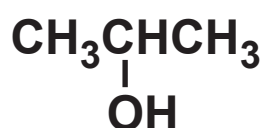


δ.



ε.

26. Να γράψετε τα ονόματα για τις ακόλουθες ενώσεις:



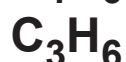
27. Οι ρίζες με τον τύπο  $\text{C}_4\text{H}_9-$  είναι:

α. 1    β. 2    γ. 3    δ. 4

28. Σε ποιον από τους ακόλουθους μοριακούς τύπους αντιστοιχούν περισσότεροι από ένας συντακτικοί;

α.  $\text{C}_3\text{H}_8$     β.  $\text{C}_2\text{H}_4$     γ.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$     δ.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

29. Σε ποια ή σε ποιες ομόλογες σειρές μπορούν να ανήκουν οι ενώσεις με τους παρακάτω μοριακούς τύπους:



30. Να γράψετε όλους τους συντακτικούς τύπους των παρακάτω οργανικών ενώσεων και τα αντίστοιχα ονόματά τους.

α. Αλκένια με 5 άτομα άνθρακα στο μόριό τους

β. Κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες με 5 άτομα άνθρακα στο μόριό τους

γ. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα με 4 άτομα άνθρακα στο μόριό τους

δ. Υδρογονάνθρακες με μοριακό τύπο  $\text{C}_4\text{H}_6$ .

31. Να γράψετε το γενικό τύπο για 8 διαφορετικές ομόλογες σειρές, το πρώτο μέλος για κάθε ομόλογη σειρά, και το όνομα κάθε ένωσης.

\*32. Να βρείτε τους συντακτικούς τύπους:

α. της κετόνης με τη μικρότερη σχετική μοριακή μάζα ( $M_r$ )

β. του κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος στο οποίο η μάζα του οξυγόνου στο μόριό του είναι οκταπλάσια της μάζας του υδρογόνου.

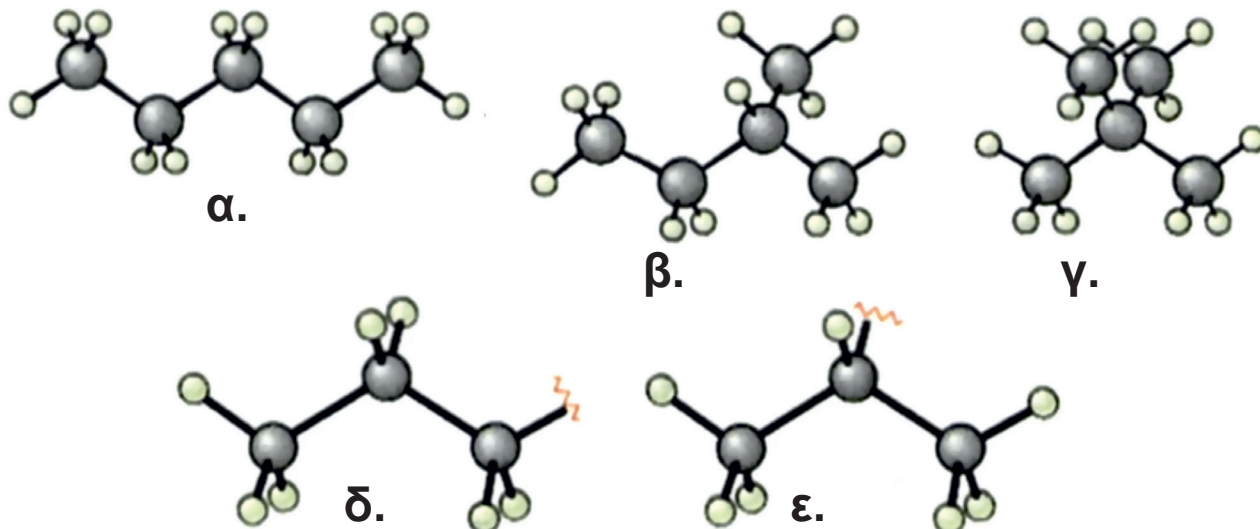
α.  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$

β.  $\text{CH}_3\text{COOH}$

33. Γιατί είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται οι συντακτικοί τύποι για το συμβολισμό των οργανικών ενώσεων;

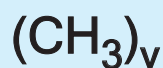
34. Σε ποια περίπτωση ο συντακτικός τύπος δεν αποκαλύπτει την ταυτότητα της οργανικής ένωσης;

35. Να ονομάσετε τις παρακάτω ουσίες (υδρογονάνθρακες και αλκύλια). Ποιες απ' αυτές είναι ισομερείς και τι ισομέρεια εμφανίζουν;



## β. Ανάλυση οργανικών ενώσεων

36. Να αναπτύξετε τη διαδικασία με την οποία μπορούμε να προσδιορίσουμε το μοριακό τύπο μιας ουσίας.
37. Τι πληροφορίες παρέχουν ο εμπειρικός, ο μοριακός και ο συντακτικός χημικός τύπος; Να δώσετε από ένα παράδειγμα.
38. Πού αποβλέπει η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση μιας ένωσης;
39. Πώς γίνεται ο ποιοτικός προσδιορισμός του άνθρακα και του υδρογόνου στις οργανικές ενώσεις;
40. Να διατάξετε κατά σειρά αυξανόμενης % κατά βάρος περιεκτικότητας σε C τις ενώσεις με τους παρακάτω μοριακούς τύπους:  
α.  $C_4H_8$    β.  $C_3H_4$    γ.  $C_6H_6$    δ.  $C_2H_6$
41. Υδρογονάνθρακας περιέχει 80% κ.β. C. Ποιος είναι ο εμπειρικός τύπος του υδρογονάνθρακα:



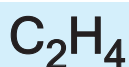
42. 9 g ουσίας περιέχουν 2,4 g C, 6,4 g O, και 0,2 g H. Ποιος είναι ο εμπειρικός τύπος της ουσίας;



43. Υδρογονάνθρακας που λαμβάνεται με κλασματική απόσταξη πετρελαίου, περιέχει 16% κ.β. Η και έχει  $M_r = 100$ . Ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα είναι:



\*44. Αέριο αλκένιο έχει πυκνότητα 1,24 g/L σε θερμοκρασία  $30^\circ C$  και πίεση 1,1 atm. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος και η ονομασία του. Δίνεται ότι:  $R = 0,082 \text{ L} \times \text{atm} \text{ K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .



\*45. Όταν καούν 4 g ενός αέριου υδρογονάνθρακα με άφθονο οξυγόνο, παράγονται διοξείδιο του άνθρακα και 9 g υδρατμών. Βρέθηκε ακόμα ότι ίδια ποσότητα από τον υδρογονάνθρακα αυτό καταλαμβάνει όγκο σε STP 5,6 L. Να καθοριστεί ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα.



\*46. Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

α. Κάθε οργανική ένωση περιέχει άνθρακα και αντι-στρόφως, κάθε χημική ένωση που περιέχει άνθρακα είναι οργανική.

β. Όλα τα αλκένια έχουν την ίδια % κατά βάρος περιεκτικότητα σε άνθρακα.

γ. Αν δύο υδρογονάνθρακες έχουν στο μόριό τους τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα, είναι ισομερείς.

δ. Οι υδρογονάνθρακες  $CH_2=CH-CH=CH_2$  και  $CH_3C\equiv C-CH_3$  είναι ισομερή ομόλογης σειράς.

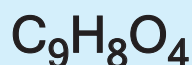
ε. Δεν υπάρχει οργανική ένωση που να ονομάζεται αιθανόνη.

στ. Αν τα μόρια 2 οργανικών ενώσεων διαφέρουν κατά 1 άτομο C και 2 άτομα H, τότε οι δύο αυτές ενώσεις ανήκουν στην ίδια ομόλογη σειρά.

47. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος οργανικής ένωσης της οποίας η κατά βάρος σύσταση είναι: 2,1% H, 12,8% C και 85,1% Br. Από το πείραμα βρέθηκε ότι 1 g των ατμών της ένωσης αυτής σε πίεση 765 mmHg και θερμοκρασία 140°C καταλαμβάνει όγκο 179 cm<sup>3</sup>.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} \quad R = 0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$
$$\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$$

- \*48. Η ασπιρίνη (Aspirin) είναι σήμερα το πιο συνηθισμένο και απλό παυσίπονο και αντιπυρετικό. Το κύριο συστατικό της είναι το ακετυλοσαλικυλικό οξύ. Ένα κουτί περιέχει 20 δισκία ασπιρίνης συνολικής μάζας 12 g, από τα οποία το 83,33% είναι καθαρό ακετυλοσαλικυλικό οξύ. Από ανάλυση όλου του περιεχομένου, βρέθηκε ότι στη συγκεκριμένη ποσότητα του ακετυλοσαλικυλικού οξέος υπάρχουν 6 g C, 0,44 g H και το υπόλοιπο είναι οξυγόνο. Αν η σχετική μοριακή μάζα του ακετυλοσαλικυλικού οξέος είναι 180, να βρεθεί ο μοριακός του τύπος.



49. Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.
- α. Το προπάνιο είναι κορεσμένος υδρογονάνθρακας.  
β. Το 1-βουτίνιο είναι ισομερές με το 1-βουτένιο.



γ. Τρία είναι τα ισομερή με μοριακό τύπο  $C_5H_{12}$ .

δ. Η προπανάλη είναι ακόρεστη ένωση.

ε. Ο γενικός τύπος των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών είναι  $C_vH_{2v}OH$ .

στ. Η ένωση  $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_3$  ονομάζεται 3-μεθυλοβουτάνιο.

ζ. Η ένωση  $CH_3CH(CH_3)CH_2CH(OH)CH_3$  ονομάζεται 4-μεθυλο-2-πεντανόλη.

η. Η προπανάλη είναι ισομερής με την προπανόνη.

θ. 10 g αιθενίου και 10 g αιθανίου καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο σε πρότυπες συνθήκες.

ι. Το 2,3-διμεθυλοβουτάνιο είναι κυκλική ένωση.

## Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού - λάθους

13. α

14. β

19. γ

21. β

22. προπένιο - αιθανάλη - αιθανόλη

23. β

27. δ

28. δ

43. α

46. α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Σ, στ. Λ

49. α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Λ, στ. Λ, ζ. Σ, η. Σ, θ. Λ, ι. Λ.



# (2)

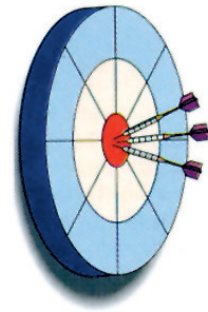
## ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

### Οι Στόχοι

Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να περιγράφεις συνοπτικά τι είναι διύλιση πετρελαίου και να εκθέτεις τα σημαντικότερα προϊόντα της.
- Να αναγνωρίζεις τη σημασία που έχει η νάφθα στη βιομηχανία πετροχημικών.
- Να περιγράφεις συνοπτικά τι είναι η πυρόλυση πετρελαίου και τι αναμόρφωση βενζίνης και να αιτιολογείς την τεχνολογική σημασία τους.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες των αλκανίων (και ειδικότερα του μεθανίου), των αλκενίων (και ειδικότερα του αιθινίου), των αλκινίων (και ειδικότερα του αιθινίου) και του βενζολίου, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να επιλύεις στοιχειομετρικά προβλήματα που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.
- Να εντοπίζεις τις διαφορές μεταξύ των κορεσμένων και ακόρεστων υδρογονανθράκων, καθώς και αυτές μεταξύ του βενζολίου και των άκυκλων υδρογονανθράκων και να τις δικαιολογείς αυτές με βάση τη χημική δομή τους.
- Να εξηγείς τη λειτουργία των καταλυτικών μετατροπών και να αναγνωρίζεις τη σημασία τους ως μέτρο για τη μείωση της ρύπανσης.

- Να περιγράψεις το φαινόμενο του θερμοκηπίου, της τρύπας του όζοντος και της φωτοχημικής ρύπανσης και να εκθέτεις τις συνέπειες που έχουν τα φαινόμενα αυτά στην καθημερινή μας ζωή.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 2.1 Πετρέλαιο - προϊόντα πετρελαίου. Βενζίνη. Καύση - καύσιμα
- 2.2 Νάφθα - Πετροχημικά
- 2.3 Αλκάνια - μεθάνιο, φυσικό αέριο, βιοαέριο
- 2.4 Καυσαέρια - καταλύτες αυτοκινήτων
- 2.5 Αλκένια - αιθένιο
- 2.6 Αλκίνια - αιθίνιο
- 2.7 Βενζόλιο
- 2.8 Ατμοσφαιρική ρύπανση - Φαινόμενο θερμοκηπίου - Τρύπα όζοντος Ερωτήσεις - προβλήματα

«...Και το πετρέλαιο και το κάρβουνο θα πήγαιναν στον καπνό αν δεν ερχόταν ο χημικός με την καλή ιδέα να πάρει αυτά τα στερεά νέφη και να φτιάξει αναρίθμητα χρήσιμα αντικείμενα.

Έτσι αυτά τα σκοτεινά υπολείμματα μεταμορφώνονται σε νέα υλικά...»

**Στίχοι από ποίημα του Queneau**





Ο παράξενος κόσμος της χημικής βιομηχανίας εκφρασμένος σε ένα διυλιστήριο πετρελαίου

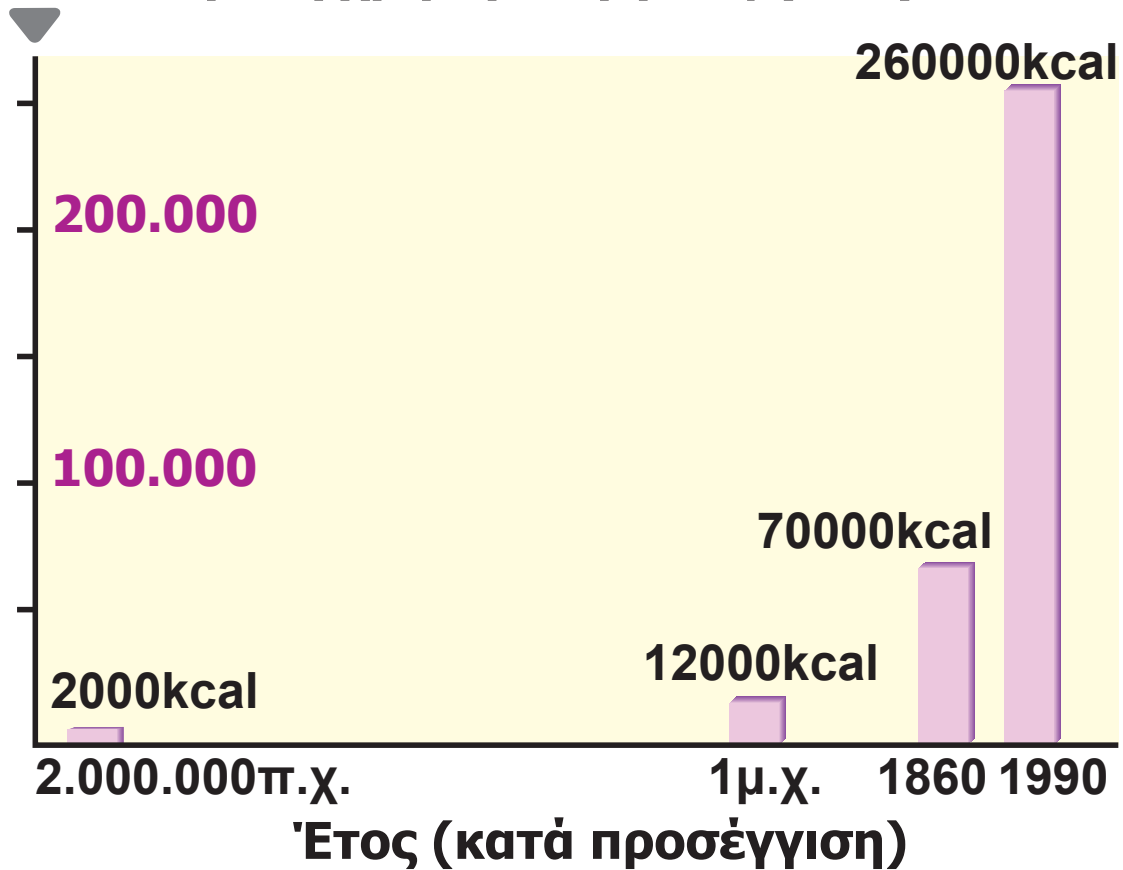
## (2) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ - ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

### Γνωρίζεις ότι...

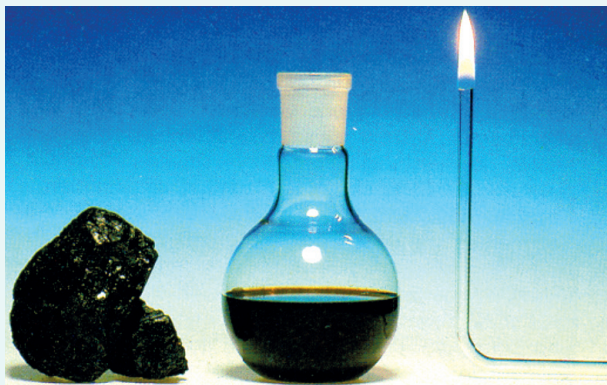
#### Ο σύγχρονος πολιτισμός - βιομηχανική επανάσταση και καύσιμα

Βασικό μοχλό της βιομηχανικής επανάστασης αποτέλεσε η συστηματική εκμετάλλευση ως πηγή ενέργειας, των ορυκτών καυσίμων, δηλαδή των γαιανθράκων, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Αποτέλεσμα της εντατικής αυτής εκμετάλλευσης των ορυκτών πηγών ήταν η αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής, η βελτίωση της διατροφής, η αύξηση του ορίου ηλικίας του ανθρώπου, η αύξηση του συνολικού πληθυσμού και η εμφάνιση νέου κοινωνικού και πολιτικού καθεστώτος. Η δυσανάλογη αύξηση του πληθυσμού και η συνεχής τάση για υπερκατανάλωση οδήγησαν στη λεγόμενη ενεργειακή κρίση. Ακολούθησαν η οικονομική κρίση (πληθωρισμός, ανεργία) και η οικολογική κρίση (υποβάθμιση περιβάλλοντος). Για να αυξηθεί η γεωργική παραγωγή, χρησιμοποιήθηκαν τα γεωργικά λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα. Για να καλυφθούν οι ανάγκες σε ρουχισμό και κατοικία, αναπτύχθηκε η βιομηχανία των πλαστικών και μία σειρά χημικών βιομηχανιών. Για να αυξηθεί η ταχύτητα επικοινωνίας και μεταφοράς, κατασκευάστηκαν τα διάφορα συγκοινωνιακά μέσα.

## Κατά κεφαλή χρήση ενέργειας (kcal)



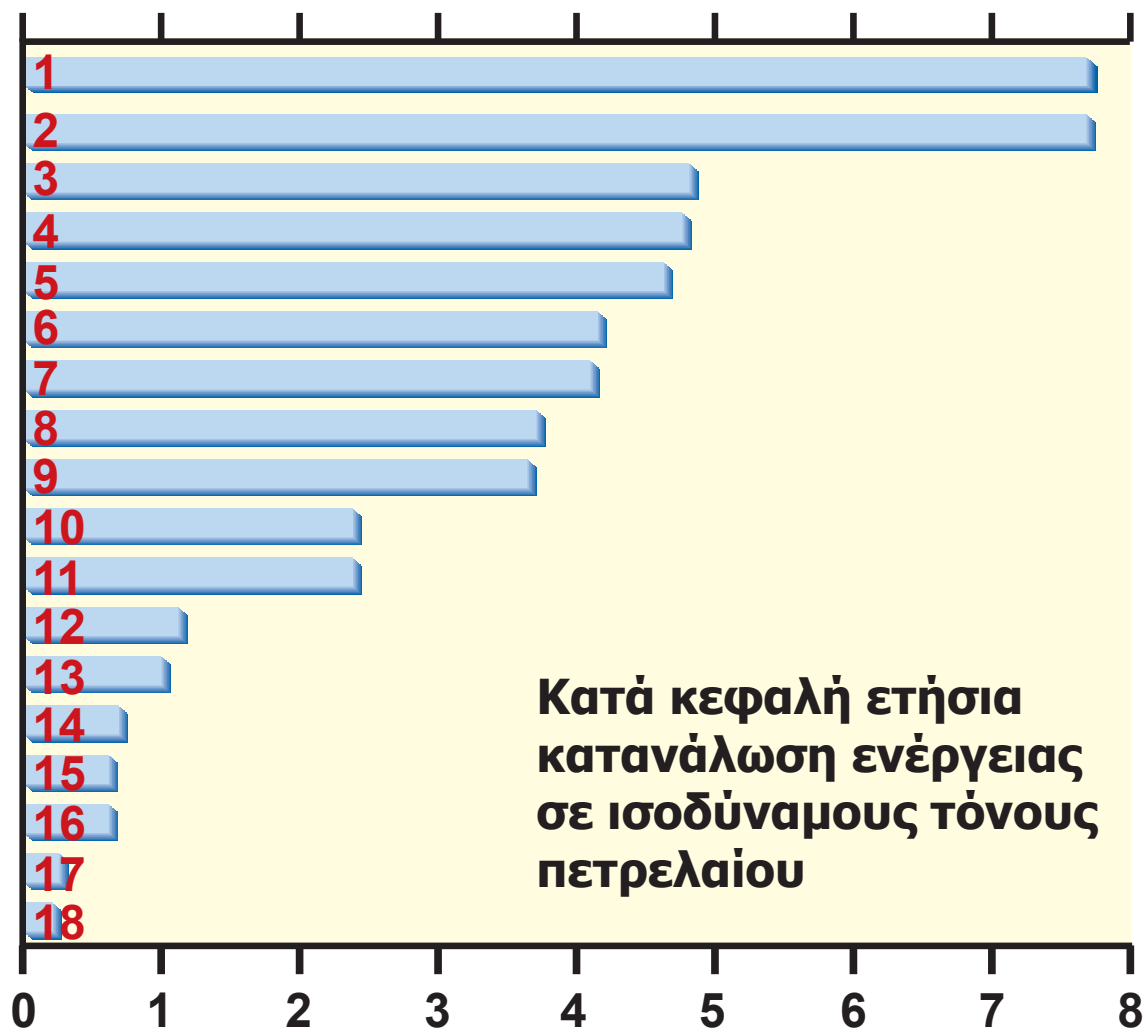
**ΣΧΗΜΑ 1** Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του ανθρώπου αλλάζουν συνέχεια. Η εξέλιξη του ανθρώπου συνοδεύτηκε με τρομακτική αύξηση των ενεργειακών του απαιτήσεων.



Βασικές πηγές ενέργειας είναι οι γαιάνθρακες, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

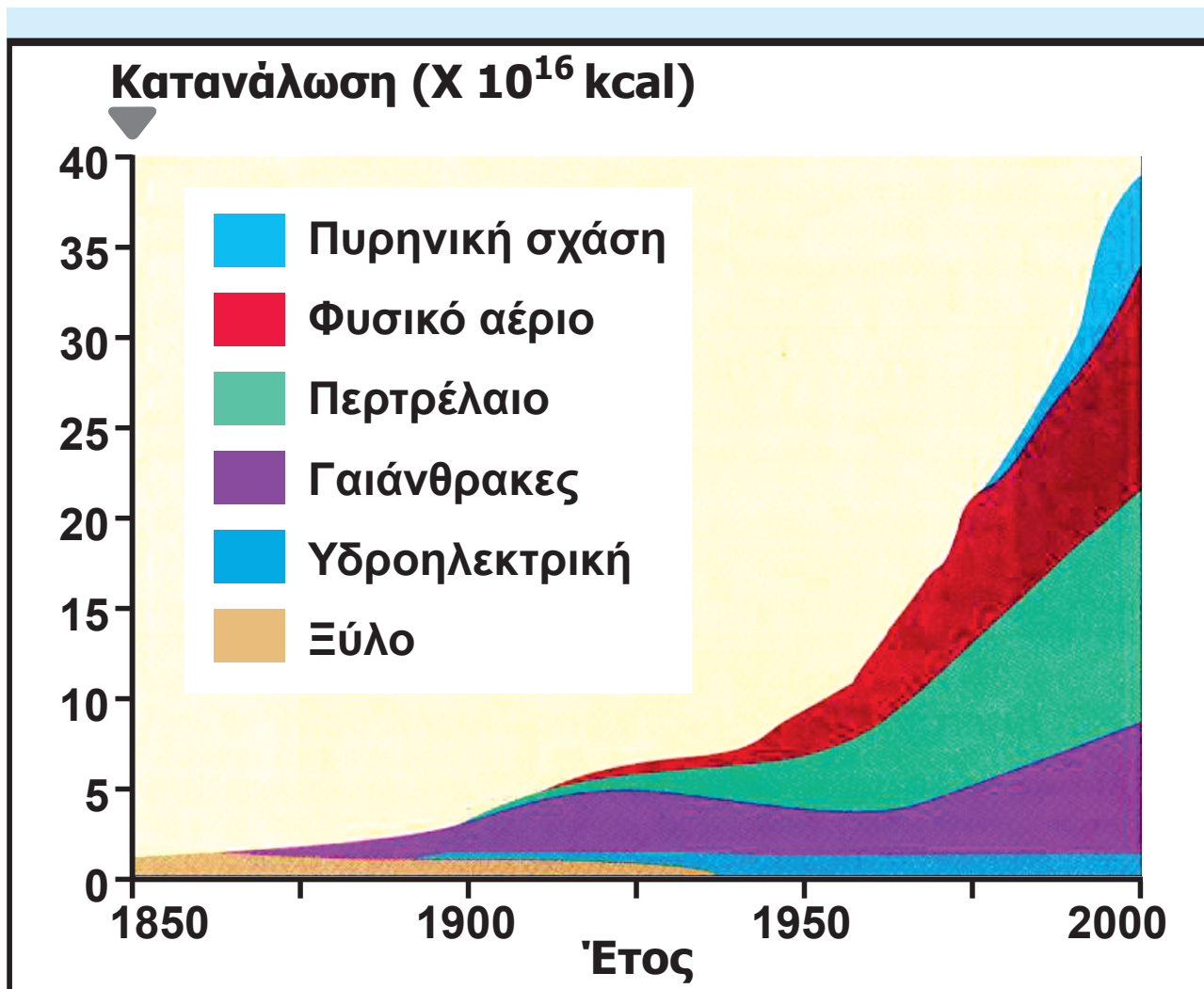


## Χώρα



ΣΧΗΜΑ 2 Η κατανάλωση σε ενέργεια ανά άτομο σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την ανάπτυξη της χώρας και σε μικρότερο βαθμό με τη γεωγραφική της θέση.





**ΣΧΗΜΑ 3** Σημαντικότερες πηγές ενέργειας και κατανομή αυτών στις ΗΠΑ την περίοδο 1850-1998.

Ορισμένα όμως από τα προϊόντα της χημικής βιομηχανίας και κυρίως τα παραπροϊόντα της γεωργικής, συγκοινωνιακής και βιομηχανικής δραστηριότητας, έχουν προκαλέσει σοβαρές διαταραχές στα οικολογικά συστήματα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η όξινη βροχή, το φωτοχημικό νέφος, η τρύπα του όζοντος. Όλα αυτά έχουν τεράστιες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μεταξύ των άλλων αναφέρουμε την παρατηρούμενη μείωση της βιολογικής ποικιλίας. Σκεφτείτε ότι τρία περίπου βιολογικά είδη χάνονται στον πλανήτη μας κάθε μέρα. Σε μία πρόσφατη συνέντευξή του ο Γκόντγουιν Ομπάσι, γενικός γραμματέας του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού, κάνει μία πολύ απαισιόδοξη πρόβλεψη: «Οι καταστροφές που έχει επιφέρει ο άνθρωπος στο περιβάλλον του είναι τέτοιες, που είναι βέβαιη η καταστροφή του πλανήτη, ενώ το μόνο που μπορούμε πλέον να κάνουμε είναι να την καθυστερήσουμε».

## [2.1.] Πετρέλαιο - προϊόντα πετρελαίου. Βενζίνη. Καύση- καύσιμα

### Καύσιμα - Καύση

Τα καύσιμα είναι υλικά που, όταν καίγονται, αποδίδουν σημαντικά και εκμεταλλεύσιμα ποσά θερμότητας. Τα καύσιμα που παίρνουμε έτοιμα από τη φύση λέγονται φυσικά, ενώ αυτά που παρασκευάζουμε με κατάλληλες διεργασίες από φυσικές πρώτες ύλες ονομάζονται τεχνητά. Οι κυριότερες πηγές καυσίμων στη φύση είναι: ο γαιάνθρακας (στερεό καύσιμο), το πετρέλαιο (υγρό καύσιμο) και το φυσικό αέριο (αέριο καύσιμο).

Φυσικά	Τεχνητά
Στερεά: Γαιάνθρακες - Ξύλα	Στερεά: Κωκ
Υγρά: Πετρέλαιο	Υγρά: Βενζίνη - Οινόπνευμα
Αέρια: Φυσικό Αέριο	Αέρια: Υγραέρια - Αέριο Νάφθας - Προπάνιο - Βουτάνιο

### ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Τα σημαντικότερα Ανθρακούχα καύσιμα

Καύση μιας ανόργανης ή οργανικής ουσίας είναι η αντίδραση αυτής με οξυγόνο (ή αέρα), όταν συνοδεύεται από παραγωγή φωτός και θερμότητας.

Κατά την καύση του **C** σχηματίζεται **CO<sub>2</sub>**, αν η καύση είναι πλήρης, και **CO**, αν είναι ατελής.





Αντίστοιχα, το  $\text{H}_2$  δίνει  $\text{H}_2\text{O}$



Κατά την πλήρη καύση υδρογονάνθρακα, π.χ. του προπανίου που περιέχεται στα «γκαζάκια», σχηματίζεται  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ .

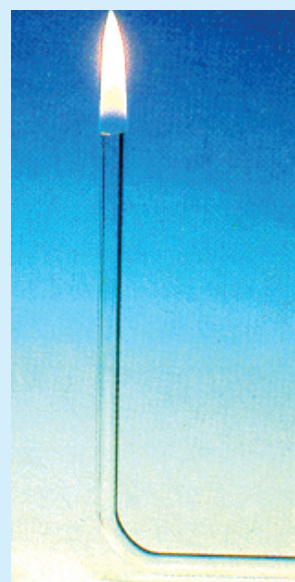
Σε όλες αυτές τις αντιδράσεις καύσης ελευθερώνεται θερμότητα (εξώθερμες αντιδράσεις).



Γαιάνθρακας



Πετρέλαιο



Φυσικό αέριο

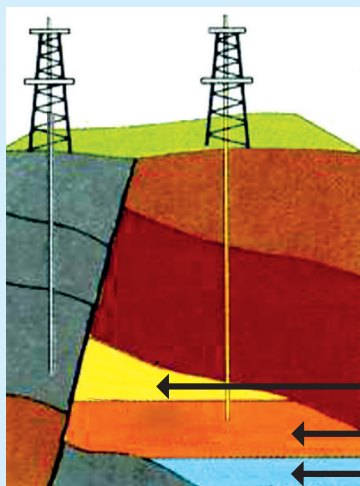
## Πετρέλαιο

«Μαύρος χρυσός» αποκαλείται συχνά το πετρέλαιο, αφού αποτελεί τη βάση για τη βιομηχανική ανάπτυξη κάθε χώρας. Το πετρέλαιο είναι ένα υγρό ορυκτό που περιέχει εκατοντάδες ουσίες. Η μεγάλη πλειοψηφία των ουσιών αυτών είναι υγροί υδρογονάνθρακες στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί μπορεί να είναι άκυκλοι κορεσμένοι (αλκάνια), κυκλικοί κορεσμένοι (κυκλοαλκάνια) και αρωματικοί. Η περιεκτικότητα του πετρελαίου στους διάφορους αυτούς υδρογονάνθρακες ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή προέλευσής του. Στο

πετρέλαιο, εκτός από τους υδρογονάνθρακες, υπάρχουν διαλυμένες και μικρές ποσότητες ενώσεων άλλων στοιχείων, συνηθέστερα από τα οποία είναι το θείο, το άζωτο και το οξυγόνο. Συνοψίζοντας, έχουμε:

- Πετρέλαιο είναι ένα υγρό ορυκτό με εκατοντάδες ουσίες, κυρίως υγρών υδρογονανθράκων στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.

- Ελληνικά: πετρέλαιο (από πέτρα + έλαιο)
- Αγγλικά: petroleum (από την ελληνική λέξη πέτρα και τη λατινική oleum, που σημαίνει έλαιο)



Η αριστερά εικονιζόμενη γεώτρηση πετρελαίου είναι αποτυχημένη, ενώ η δεξιά είναι επιτυχής.

Φυσικό αέριο  
Πετρέλαιο  
Νερό

	Πετρέλαιο	Φυσικό αέριο
Μέση Ανατολή	49,0	17,7
Ρωσία		
Αν. Ευρώπη		
Κίνα	14,5	37,0
Β. Αμερική	11,5	9,0
Αφρική	8,8	5,6
Δυτ. Ευρώπη	2,3	3,4
Υπόλοιποι	7,1	6,7
Αποθέματα	93,2	79,4

Παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου.

## Σχηματισμός πετρελαίου

Αν και υπάρχουν διάφορες θεωρίες για το σχηματισμό του πετρελαίου, αυτή που θεωρείται επικρατέστερη σήμερα είναι αυτή που στηρίζεται στη **φυτοζωική** του προέλευση. Πιστεύουμε δηλαδή ότι το πετρέλαιο σχηματίστηκε από ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς, κυρίως από το **πλαγκτόν**, πριν από πολλά εκατομμύρια χρόνια. Οι μικροοργανισμοί αυτοί καταπλακώθηκαν σε αμμώδεις ή αργιλώδεις εκτάσεις από το νερό των θαλασσών ή των λιμνών. Έτσι, με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων, έγιναν διάφορες χημικές αντιδράσεις που οδήγησαν τελικά στο μίγμα ουσιών που σήμερα ονομάζουμε πετρέλαιο.

## Διύλιση πετρελαίου

Η εξαγωγή του πετρελαίου γίνεται με άντληση μέσω γεωτρήσεων. Η διαδικασία άντλησης από το υπέδαφος στην ξηρά είναι σχετικά πιο εύκολη σε σχέση μ' αυτήν από τον υποθαλάσσιο χώρο. Στην τελευταία περίπτωση απαιτούνται ειδικές μεγάλες εξέδρες, όπως αυτή που εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Στην Ελλάδα, μικρής κλίμακας εκμετάλλευση πετρελαϊκών κοιτασμάτων γίνεται στην περιοχή της Θάσου.

Το πετρέλαιο που παίρνουμε με αυτόν τον τρόπο ονομάζεται **αργό πετρέλαιο** (ακάθαρτο) και είναι ένα υγρό καστανοκίτρινο ή καστανόμαυρο με χαρακτηριστική οσμή, αδιάλυτο στο νερό και με πυκνότητα  $0,8 \text{ g mL}^{-1} - 0,95 \text{ g mL}^{-1}$ . Το πετρέλαιο είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο μίγμα οργανικών κυρίως ουσιών, που το σημείο ζέσης τους κυμαίνεται από τους  $-160 \text{ }^{\circ}\text{C}$  έως και τους  $+400 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .





**ΣΧΗΜΑ 2.1** Άντληση πετρελαίου από υποθαλάσσιο χώρο.

Για να μετατραπεί το αργό πετρέλαιο σε εμπορεύσιμα προϊόντα, υποβάλλεται σε μία κατεργασία που ονομάζεται **διύλιση** και η οποία γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις που ονομάζονται διυλιστήρια. Η διύλιση περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Απομάκρυνση των ξένων προς τους υδρογονάνθρακες ουσιών και κυρίως του θείου.
2. **Κλασματική απόσταξη.** Κατά τη διεργασία αυτή το πετρέλαιο διαχωρίζεται σε κλάσματα με βάση τα σημεία ζέσεως των συστατικών του. Η κλασματική απόσταξη γίνεται σε ειδική στήλη που ονομάζεται **αποστακτική στήλη** (βλέπε σχήμα 2.2).

Όπως φαίνεται στο ίδιο σχήμα, το μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για την κίνηση μεταφορικών μέσων, θέρμανση χώρων, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κ.α.



Ένα άλλο μέρος των προϊόντων του πετρελαίου χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή άλλων χημικών ουσιών, κυρίως οργανικών. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται **πετροχημικά**. Το κεφάλαιο της χημείας που μελετά την παραγωγή αυτών των ουσιών από το πετρέλαιο ονομάζεται **πετροχημεία**.

## ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου και πετρελαίου αντιπροσωπεύουν τη συντριπτικά μεγαλύτερη φυσική πηγή αλκανίων στη Γη. Θαμμένα στα έγκατα της Γης για αρκετούς γεωλογικούς αιώνες, τα αποθέματα αυτά σχηματίστηκαν από την αποικοδόμηση ζωικής και φυτικής ύλης, κατά κανόνα θαλάσσιας προέλευσης.

Το **φυσικό αέριο** αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, αλλά περιέχει επίσης αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και ισοβουτάνιο.

Το **πετρέλαιο** είναι ένα περίπλοκο μίγμα υδρογονανθράκων που θα πρέπει να υποστεί κλασματική απόσταξη πριν χρησιμοποιηθεί.

Η **διύλιση** αρχίζει με απόσταξη του αργού πετρελαίου σε τρία κύρια κλάσματα:

- **βενζίνη κίνησης**
- **κηροζίνη**
- **ορυκτέλαια**

Περαιτέρω απόσταξη υπό ελαττωμένη πίεση δίνει

- **λιπαντικά έλαια**
- **κηρούς**

Η απόσταξη του πετρελαίου αποτελεί το πρώτο βήμα για την παραγωγή της βενζίνης. Η βενζίνη που προέρχεται από την απόσταξη του πετρελαίου θεωρείται κακής ποιότητας καύσιμο με λίγα οκτάνια, κα-

θώς δεν περιέχει μεγάλο ποσοστό διακλαδισμένων αλκανίων. Γι' αυτό οι χημικοί πετρελαίων έχουν επινοήσει αρκετές μεθόδους για την παραγωγή καυσίμων υψηλότερης ποιότητας. Μια από τις μεθόδους αυτές ονομάζεται **καταλυτική πυρόλυση** και συνίσταται στη διάσπαση κλάσματος της κηροζίνης με ( $C_{11} - C_{14}$ ) σε μικρότερα μόρια κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή της βενζίνης ( $C_7 - C_{10}$ ).

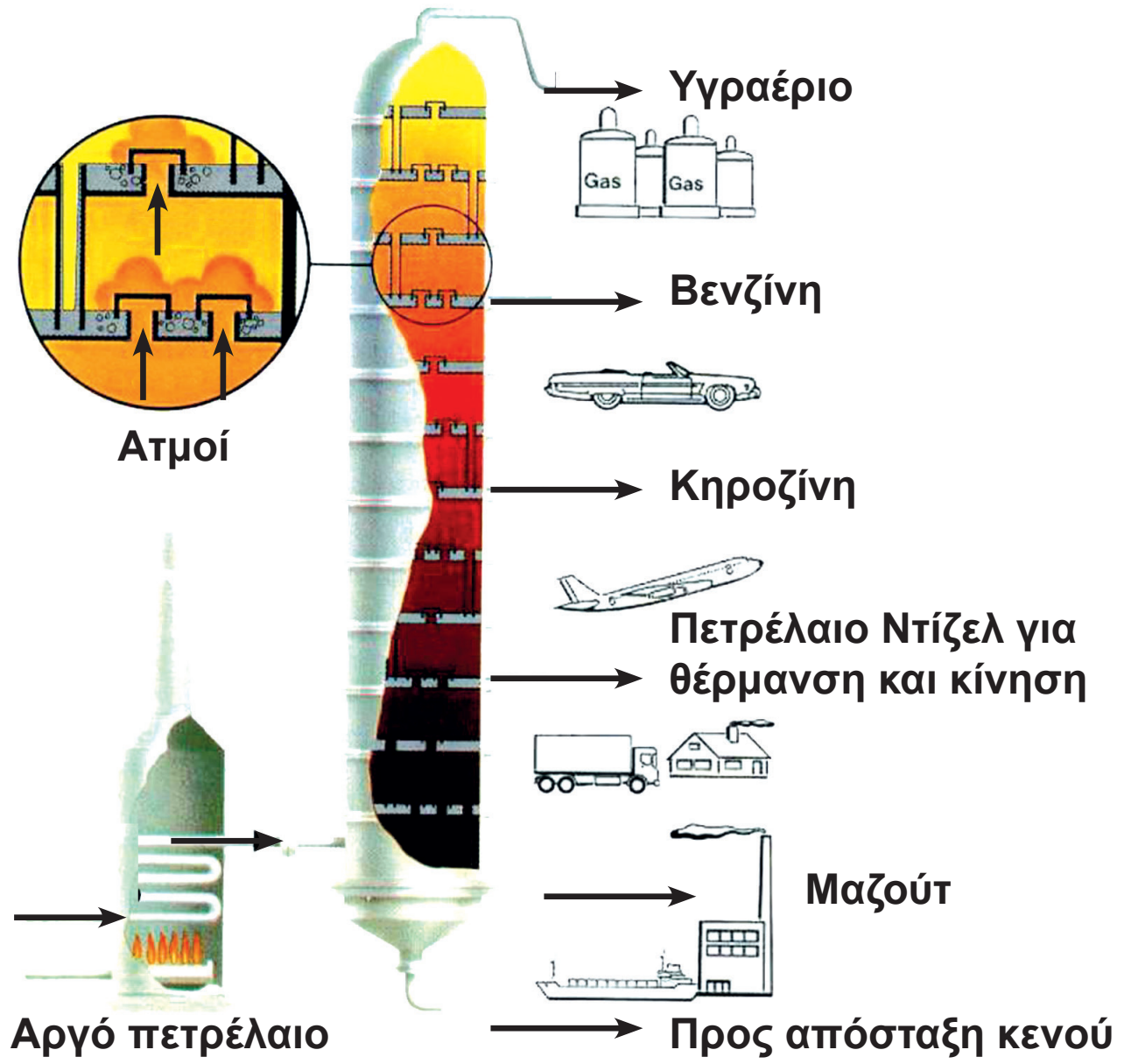
(Απόσπασμα από John McMurry  
Οργανική Χημεία , τόμος 1)

## Βενζίνη

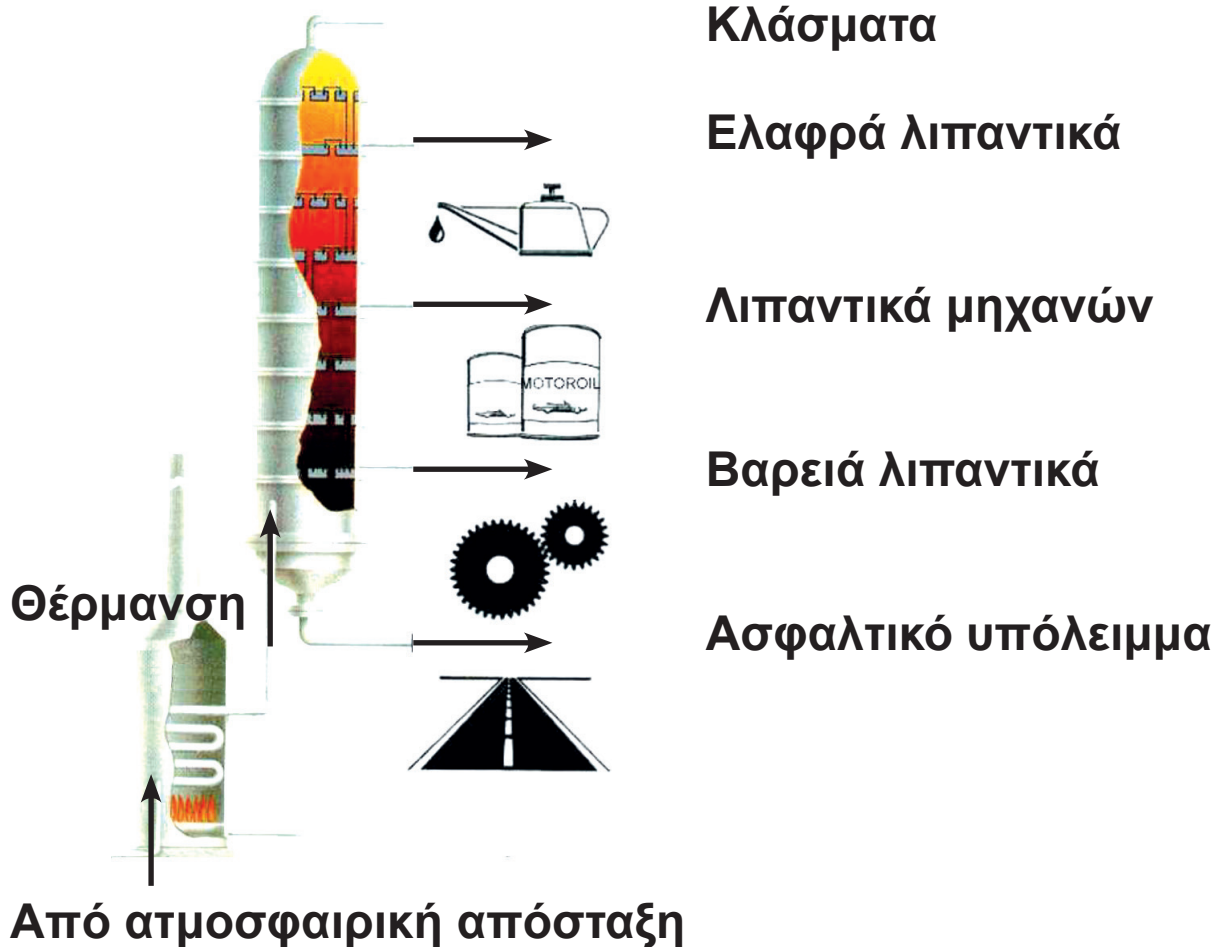
Η βενζίνη είναι το σημαντικότερο κλάσμα της διύλισης του πετρελαίου. Από χημική σκοπιά η βενζίνη είναι μίγμα υδρογονανθράκων με 5 έως 12 άτομα άνθρακα στο μόριό τους. Οι μέσες τιμές των ιδιοτήτων της βενζίνης πλησιάζουν αυτές του οκτανίου. Με την ανάπτυξη του σύγχρονου τεχνικού πολιτισμού και την τεράστια εξέλιξη της βιομηχανίας αυτοκινήτων και αεροπλάνων, η βενζίνη έγινε το πιο πολύτιμο κλάσμα του πετρελαίου. Η βενζίνη όμως που παίρνουμε από την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου δεν φτάνει για να καλύψει τις αυξανόμενες ανάγκες της αγοράς. Ο λόγος αυτός οδήγησε στην παραγωγή βενζίνης από ανώτερα κλάσματα του πετρελαίου. Ανώτερα κλάσματα ονομάζονται αυτά που τα παίρνουμε σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή που αποστάζει η βενζίνη.

Τα ανώτερα κλάσματα του πετρελαίου, που δεν έχουν τόσο μεγάλη ζήτηση όσο η βενζίνη, υποβάλλονται σε μία κατεργασία που ονομάζεται **πυρόλυση** (cracking). Κατά την πυρόλυση θερμαίνεται το κλάσμα του

# Α. Ατμοσφαιρική απόσταξη



## Β. Απόσταξη κενού



**ΣΧΗΜΑ 2.2** Κλασματική απόσταξη πετρελαίου, παραγόμενα προϊόντα και χρήσεις αυτών.

Η απόσταξη γίνεται σε δύο βήματα:

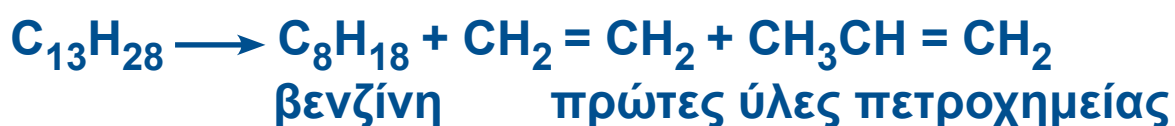
α. σε ατμοσφαιρική πίεση, όπου παραλαμβάνονται τα ελαφρά κλάσματα και

β. υπό κενό, όπου παραλαμβάνονται τα βαρύτερα κλάσματα του πετρελαίου.



Μια αποστακτική στήλη ατμοσφαιρικής πίεσης με ύψος 50 m και διάμετρο 9 m έχει ικανότητα διύλισης περίπου  $10^7$  τόνων πετρελαίου το χρόνο.

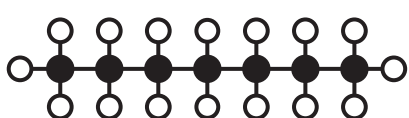
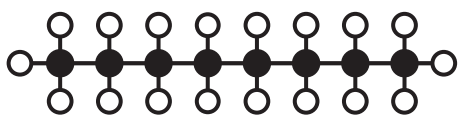
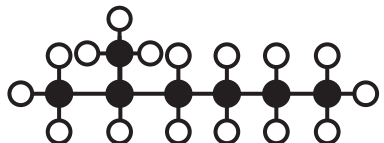
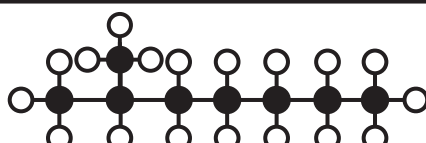
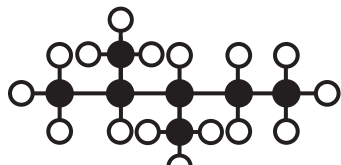
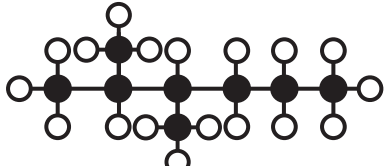
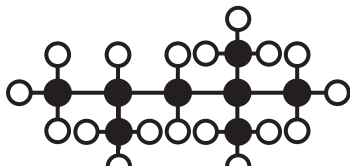
πετρελαίου παρουσία καταλυτών ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  και  $\text{SiO}_2$ ), οπότε διασπάται σε υδρογονάνθρακες με λιγότερα άτομα άνθρακα π.χ. το δεκατριάνιο μπορεί να διασπαστεί



Η βενζίνη που παίρνουμε από την πυρόλυση είναι καλύτερης ποιότητας από τη βενζίνη που παίρνουμε με κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου. Με ανάμειξη των δύο αυτών ειδών της βενζίνης παίρνουμε τη βενζίνη που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή.

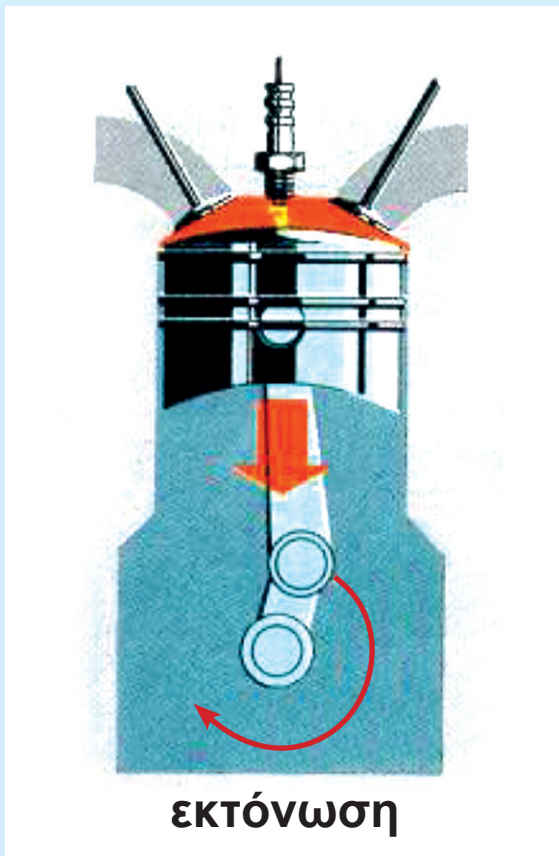
Η ποιότητα της βενζίνης καθορίζεται από τη συμπεριφορά της κατά την καύση σε πρότυπο βενζινοκινητήρα. Μετριέται δε με ένα δείκτη που ονομάζεται **αριθμός οκτανίου**. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός οκτανίου

μιας βενζίνης, τόσο καλύτερης ποιότητας είναι. Οι υδρογονάνθρακες με ευθύγραμμη αλυσίδα έχουν μικρό αριθμό οκτανίων. Αντίθετα, οι υδρογονάνθρακες με πολλές διακλαδώσεις έχουν μεγάλο αριθμό οκτανίων, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

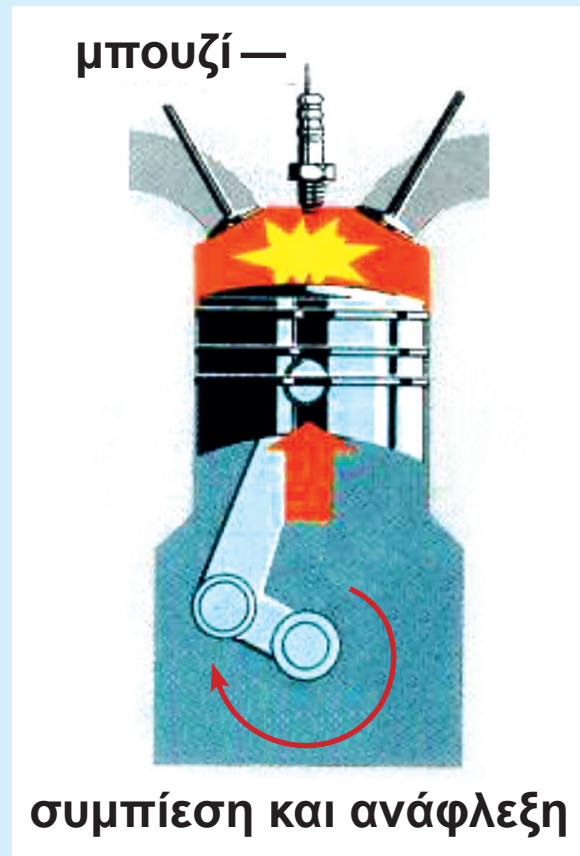
ισομερή επτανίου οκτάνια	ισομερή οκτανίου οκτάνια
 <p>0</p> <p>ΕΠΤΑΝΙΟ</p>	 <p>&lt;0</p> <p>ΟΚΤΑΝΙΟ</p>
 <p>46</p> <p>2 - μεθυλοεξάνιο</p>	 <p>24</p> <p>2 - μεθυλοεπτάνιο</p>
 <p>88</p> <p>2,3 - διμεθυλοπεντάνιο</p>	 <p>79</p> <p>2,3 - διμεθυλοεξάνιο</p>
	 <p>100</p> <p>2,2,4 - τριμεθυλοπεντάνιο</p>

Τέλος, δύο άλλα προϊόντα πυρόλυσης του πετρελαίου, το αιθένιο και το προπένιο, αποτελούν τις βασικές πρώτες ύλες στην οργανική χημική βιομηχανία (πετροχημεία).





εκτόνωση



μπουζί —  
συμπίεση και ανάφλεξη

Στις μηχανές εσωτερικής καύσεως το μίγμα βενζίνης και αέρα αναφλέγεται στους κυλίνδρους της μηχανής με τη βοήθεια ηλεκτρικού σπινθήρα, που προέρχεται π.χ. από το μπουζί. Μια βενζίνη θεωρείται καλής ποιότητας όταν η ανάφλεξη γίνεται ομαλά, χωρίς κτυπήματα (μικροεκρήξεις), ακόμα και κάτω από υψηλές συνθήκες συμπίεσης. Να σημειωθεί ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η συμπίεση του μίγματος αέρα - βενζίνη, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση του κινητήρα.



## [2.2.] Νάφθα - Πετροχημικά

- Νάφθα είναι το κλάσμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου που βρίσκεται μεταξύ της βενζίνης και της κηροζίνης. Το κλάσμα αυτό αποτελείται κυρίως από αλκάνια με 5 έως 9 άτομα άνθρακα.

- Πετροχημεία είναι ο κλάδος της βιομηχανικής χημείας που περιλαμβάνει το σύνολο των μεθόδων παραγωγής χημικών προϊόντων με πρώτη ύλη το πετρέλαιο.

Οι πρώτες ύλες της πετροχημείας είναι αέριοι και υγροί υδρογονάνθρακες που προέρχονται κυρίως από το πετρέλαιο και ειδικότερα από τη νάφθα. Η σημαντικότερη διεργασία μέσω της οποίας η νάφθα δίνει τις κύριες πρώτες ύλες της πετροχημείας είναι η πυρόλυση.

Κατά την πυρόλυση της νάφθας προκύπτουν τα εξής προϊόντα:

1. Αέριο νάφθας, που χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο και περιέχει περίπου  $\text{CH}_4$  (75%),  $\text{H}_2$  (5%),

- $\text{C}_4\text{H}_{10}$  (5%).

2. Βενζίνη.

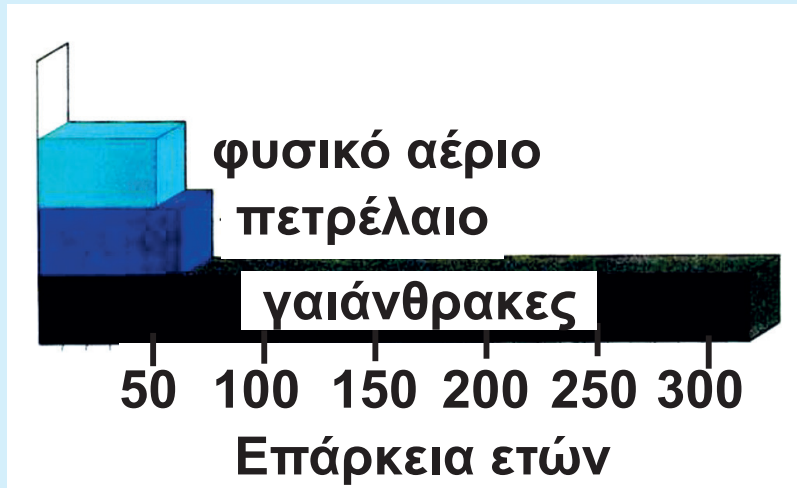
3. Κατώτεροι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, όπως αιθένιο, προπένιο, βουτένιο, 1,3 - βουταδιένιο. Μαζί μ' αυτούς παράγεται μικρή ποσότητα αρωματικών υδρογονανθράκων με σημαντικότερο το βενζόλιο.

- Με βάση τους «μικρούς» αυτούς υδρογονάνθρακες (μεθάνιο, αιθένιο, προπένιο, βουτένιο, 1,3 - βουταδιένιο, βενζόλιο) μπορούν να παρασκευαστούν πλήθος οργανικών προϊόντων, ακόμη και πολύπλοκης δομής μεγαλόμορια, μεγάλης τεχνολογικής και οικονομικής σημασίας. Ανάμεσα σ' αυτά αναφέρουμε τα απορρυπαντικά, αζωτούχα λιπάσματα, πολυμερή, υφάνσιμες ίνες κ.λπ.



**ΣΧΗΜΑ 2.3** Πολλοί υποστηρίζουν ότι «το πετρέλαιο είναι κρίμα να καίγεται».

Έχει υπολογιστεί ότι τα αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και γαιάνθρακων επαρκούν για τόσα έτη,



- Με την πάροδο του χρόνου ελπίζουμε, ότι οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, όπως η **αιολική** και η **ηλιακή**, θα αντικαθιστούν όλο και περισσότερο το πετρέλαιο και θα έχουμε τα εξής οφέλη:
  1. Μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος.

2. Εξοικονόμηση του πετρελαίου, ώστε τα αποθέματα αυτού να αξιοποιηθούν για την παρασκευή οργανικών πρώτων υλών, την παραγωγή φαρμάκων, πλαστικών, απορρυπαντικών, αρωμάτων κ.ά. Αν συμβούν αυτά, θα επιβεβαιωθεί ακόμη περισσότερο ο χαρακτηρισμός του πετρελαίου «μαύρος χρυσός».

## [2.3.] Αλκάνια - μεθάνιο, φυσικό αέριο, βιοαέριο

### Φυσικό αέριο

Συνήθως το πετρέλαιο συνυπάρχει με αέριο μίγμα, κυρίως υδρογονανθράκων, που ονομάζεται φυσικό αέριο.

• Το φυσικό αέριο είναι μίγμα αέριων υδρογονανθράκων με κύριο συστατικό το μεθάνιο,  $\text{CH}_4$  (μέχρι και 90%).

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο και παρουσιάζει δύο βασικά πλεονεκτήματα έναντι του πετρελαίου:

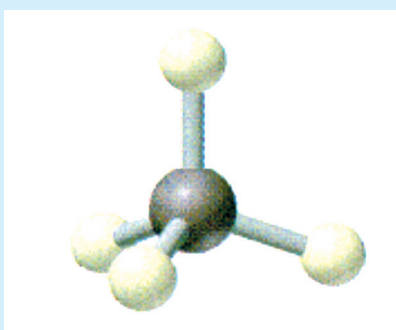
1. Είναι καθαρό καύσιμο, γιατί αφ' ενός μεν καίγεται πλήρως και με ευκολία προς  $\text{CO}_2$ , αφ' ετέρου δεν περιέχει  $\text{S}$  ή  $\text{N}_2$ , οπότε δε δίνει ρυπογόνα αέρια, όπως  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ .
2. Έχει μεγάλη θερμαντική ικανότητα (9000 – 12000 Kcal για κάθε  $1 \text{ m}^3$  καυσίμου).

Εκτός από καύσιμο το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται και ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία πετροχημικών προϊόντων.

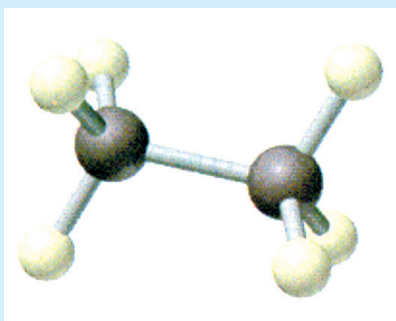
## Αλκάνια - μεθάνιο

### Γενικά

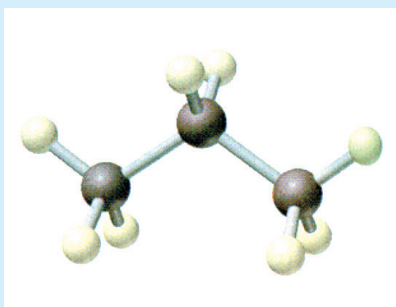
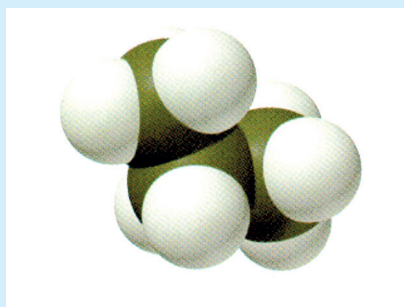
Όπως έχουμε αναφέρει, αλκάνια ονομάζονται οι άκυκλοι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες. Τα αλκάνια έχουν γενικό μοριακό τύπο:  $C_nH_{2n+2}$  και το πρώτο μέλος της ομόλογης σειράς των αλκανίων είναι το μεθάνιο  $CH_4$ . Στον πίνακα 2.3 που ακολουθεί φαίνονται οι μοριακοί και συντακτικοί τύποι των αλκανίων με 1 έως 5 άτομα άνθρακα.



Μεθάνιο  $CH_4$



Αιθάνιο  $CH_3CH_3$



Προπάνιο  
 $CH_3CH_2CH_3$

Μοριακά μοντέλα αλκανίων  
αριστερά: η συμπαγής μορφή  
δεξιά: η εκτεταμένη μορφή μοντέλων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Μοριακοί, συντακτικοί και ονόματα των πρώτων μελών

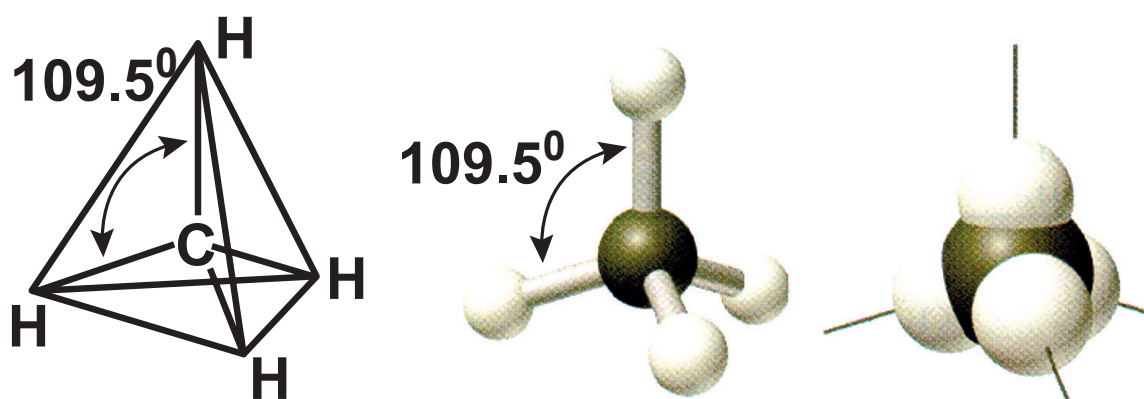
N	$C_vH_{2v+2}$	Συντακτικοί τύποι
1	$CH_4$	$CH_4$ μεθάνιο
2	$C_2H_6$	$CH_3 - CH_3$ αιθάνιο
3	$C_3H_8$	$CH_3 - CH_2 - CH_3$ προπάνιο
4	$C_4H_{10}$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$ βουτάνιο $CH_3CHCH_3$ $\quad  $ $\quad CH_3$ μεθυλοπροπάνιο
	$C_5H_{12}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ πεντάνιο $CH_3CHCH_2CH_3$ πεντάνιο $\quad  $ $\quad CH_3$ μεθυλοβουτάνιο $CH_3 - C - CH_3$ $\quad  $ $\quad CH_3$ διμεθυλοπροπάνιο

**Τα αλκάνια εμφανίζουν τετραεδρική διάταξη στο χώρο.** Δηλαδή, στο κέντρο του τετραέδρου τοποθετείται ένα άτομο άνθρακα και στις κορυφές τοποθετούνται οι υποκαταστάτες του.

## Προέλευση

Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες βρίσκονται άφθονοι στο φυσικό αέριο και στο πετρέλαιο. Επίσης το μεθάνιο αποτελεί το κύριο συστατικό του **βιοαερίου**.

• **Βιοαέριο** είναι το αέριο που παράγεται από τη σήψη της βιομάζας (το σύνολο της οργανικής ύλης που παράγουν τα ζώα και τα φυτά) και του οποίου το κύριο συστατικό είναι το μεθάνιο.

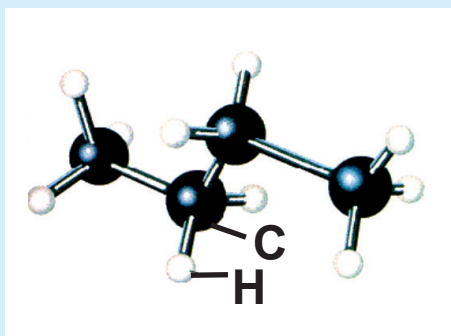


ΣΧΗΜΑ 2.4 Στερεοχημική διάταξη μεθανίου.

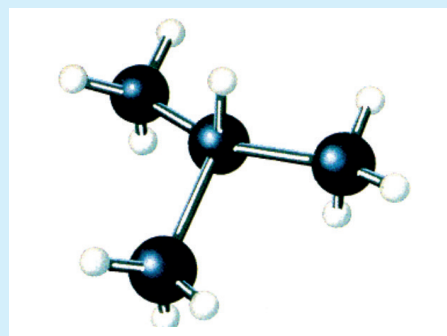
## Παρασκευές

Τα αλκάνια, ως φυσικές πρώτες ύλες, δεν παράγονται βιομηχανικά. Αντίθετα, αποτελούν τις πρώτες ύλες για την παραγωγή άλλων ενώσεων (πετροχημεία). Τα απλούστερα αλκάνια (μεθάνιο έως πεντάνιο) μπορούν να παραχθούν σε καθαρή κατάσταση με κλασματική απόσταξη του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου. Τα υπόλοιπα αλκάνια μπορούν να συντεθούν με μια από τις μεθόδους που περιγράφονται παρακάτω, οι οποίες έχουν καθαρό εργαστηριακό χαρακτήρα.

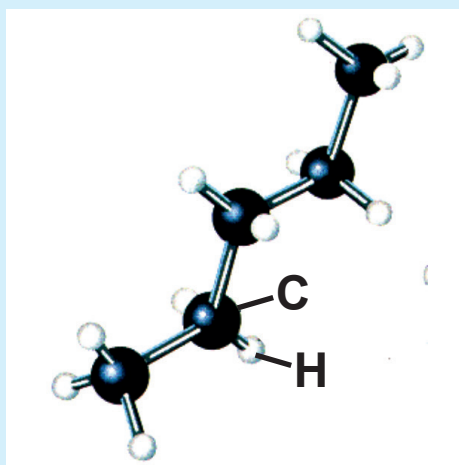




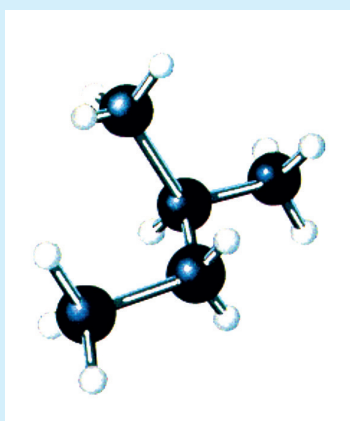
**Βουτάνιο**



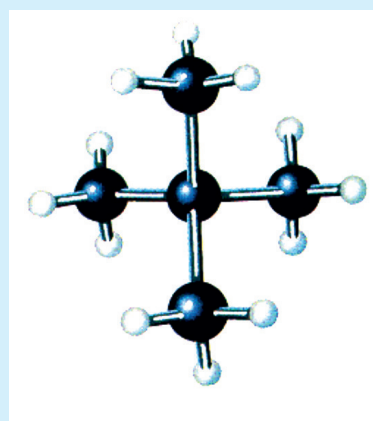
**Μεθυλοπροπάνιο**



**Πεντάνιο**



**Μεθυλοβουτάνιο**



**Διμεθυλοπροπάνιο**

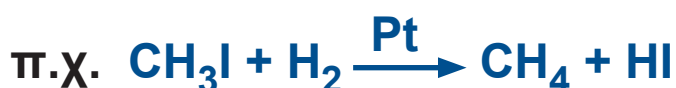


## Γενικές παρασκευές αλκανίων

1. Από τα αλκυλαλογονίδια  $RX$  με αντικατάσταση του αλογόνου από υδρογόνο.



Από τα αλκυλαλογονίδια δραστικότερα είναι τα αλκυλοϊωδίδια, ακολουθούν τα αλκυλοβρωμίδια και αλκυλοχλωρίδια, ενώ τα αλκυλοφθορίδια είναι τελείως αδρανή.



2. Με επίδραση νατρίου σε αλκυλαλογονίδια διαλυμένα σε ξηρό αιθέρα (μέθοδος Wurtz).



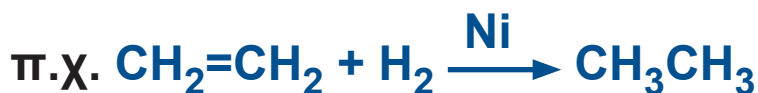
3. Με θέρμανση των με νάτριο ή κάλιο αλάτων κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων ( $RCOONa$  ή  $RCOOK$ ) με στερεό  $NaOH$  ή  $KOH$ .



Η μέθοδος αυτή ονομάζεται αποκαρβοξυλίωση και το αλκάνιο που προκύπτει έχει 1 άτομο  $C$  λιγότερο από το άλας.



4. Με καταλυτική υδρογόνωση ακόρεστων υδρογονανθράκων.



## Φυσικές ιδιότητες

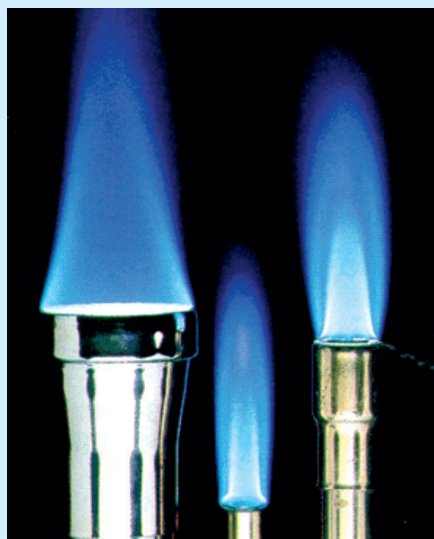
Τα κατώτερα μέλη των αλκανίων ( $C_1 - C_4$ ) είναι αέρια, άχρωμα, άοσμα και αδιάλυτα στο νερό. Τα μέσα μέλη ( $C_5 - C_{16}$ ) είναι υγρά με χαρακτηριστική οσμή πετρελαίου και τα ανώτερα ( $C_{17}$  και άνω) είναι στερεά, άχρωμα με υφή κεριού, όπως η βαζελίνη.

## Χημικές ιδιότητες

Το  $CH_4$  και όλα **τα αλκάνια είναι αδρανείς ενώσεις**. Σε κατάλληλες όμως συνθήκες μπορούν να δώσουν ορισμένες αντιδράσεις, σημαντικότερες από τις οποίες είναι: η καύση, η πυρόλυση και η υποκατάσταση.

- Το **βιοαέριο** προέρχεται από βιολογικές δράσεις, όταν υπάρχει έλλειψη οξυγόνου, όπως συμβαίνει κατά την αποσύνθεση (σήψη) οργανικών ενώσεων στα έλη. Η βιομάζα ανανεώνεται πολύ γρήγορα και είναι πρώτη ύλη ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Οι αγελάδες αποτελούν μία σημαντική πηγή βιοαερίου, όχι ακριβώς οι ίδιες, αλλά τα βακτήρια με τα οποία συμβιώνουν. Επίσης οι πυρκαγιές που γίνονται στις «χωματερές» προέρχονται κυρίως από την ανάφλεξη του βιοαερίου.

Οι καύσεις του φυσικού αερίου ( $CH_4$ ) και του υγραερίου ( $C_3H_8$  και  $C_4H_{10}$ ) δίνουν πολύ καθαρές φλόγες, εφόσον γίνονται τέλεια (με περίσσεια αέρα).



## α. Καύση

Τα αλκάνια καίγονται με περίσσεια οξυγόνου (ή αέρα) προς διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Για την έναρξη της αντίδρασης απαιτείται σπινθήρας, ο οποίος ενεργοποιεί τα αντιδρώντα.



Όταν η ποσότητα οξυγόνου δεν είναι επαρκής, η καύση είναι ατελής, οπότε σχηματίζονται διάφορα προϊόντα όπως C, CO.

## β. Πυρόλυση

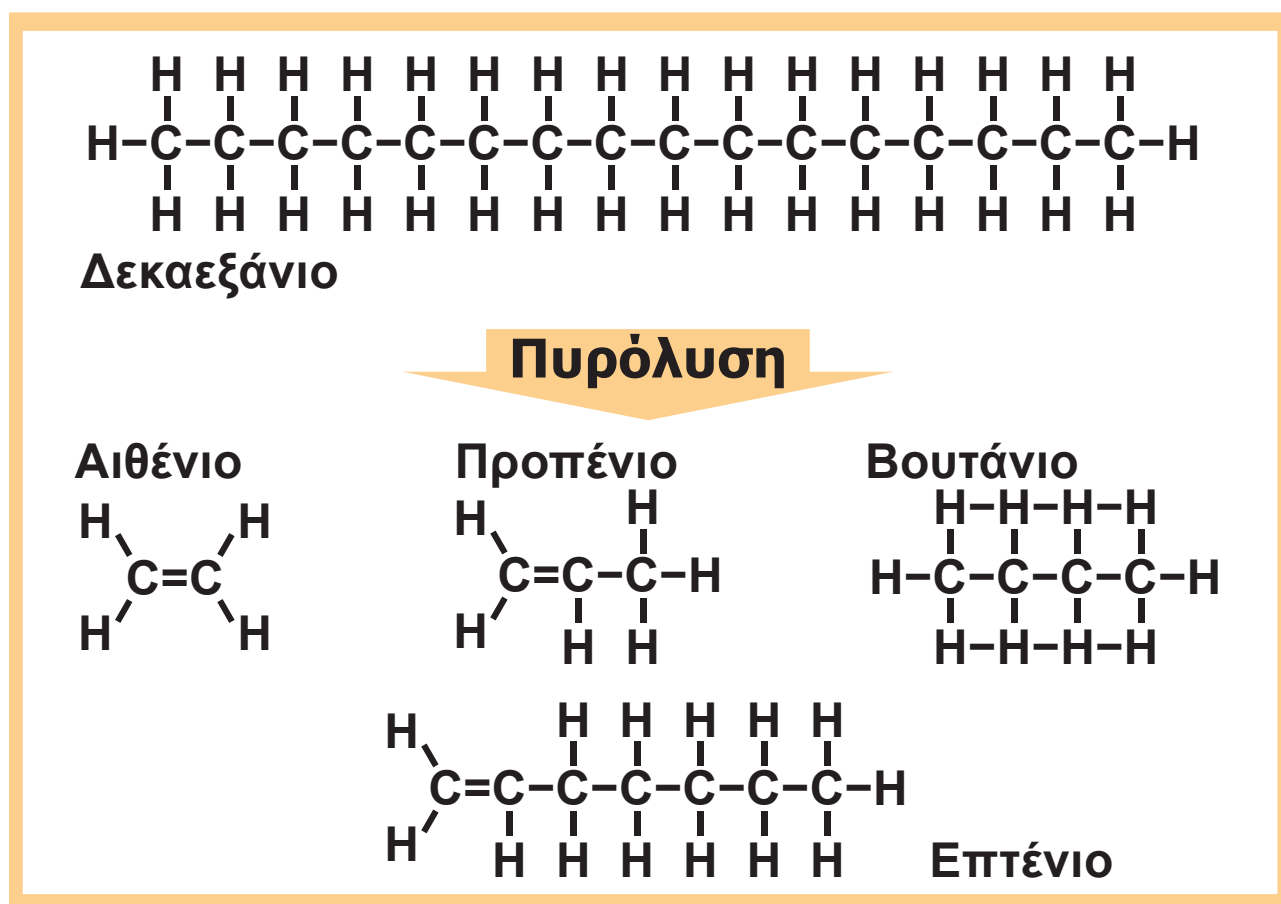
Έχουμε ήδη τονίσει τη σημασία της πυρόλυσης για την παρασκευή βενζίνης και για την παρασκευή των ακόρεστων και αρωματικών υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες στα πετροχημικά εργοστάσια. Υπενθυμίζουμε ότι η πυρόλυση γίνεται με θέρμανση παρουσία καταλυτών και απουσία αέρα. Κατά την πυρόλυση γίνονται πολλές αντιδράσεις, όπως σχάση αλυσίδας, κυκλοποίηση, ισομερείωση και αφυδρογόνωση. Αντιδράσεις που οδηγούν σε προϊόντα με διακλαδισμένη αλυσίδα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ποιότητας μιας βενζίνης (**αναμόρφωση βενζίνης**).

- Πυρόλυση αλκανίων είναι η θερμική διάσπαση απουσία αέρα κάτω από πίεση, με ή χωρίς καταλύτη, που οδηγεί σε μίγματα κορεσμένων και ακόρεστων υδρογονανθράκων με μικρότερη σχετική μοριακή μάζα ή σε ισομερείς με διακλαδισμένη αλυσίδα.

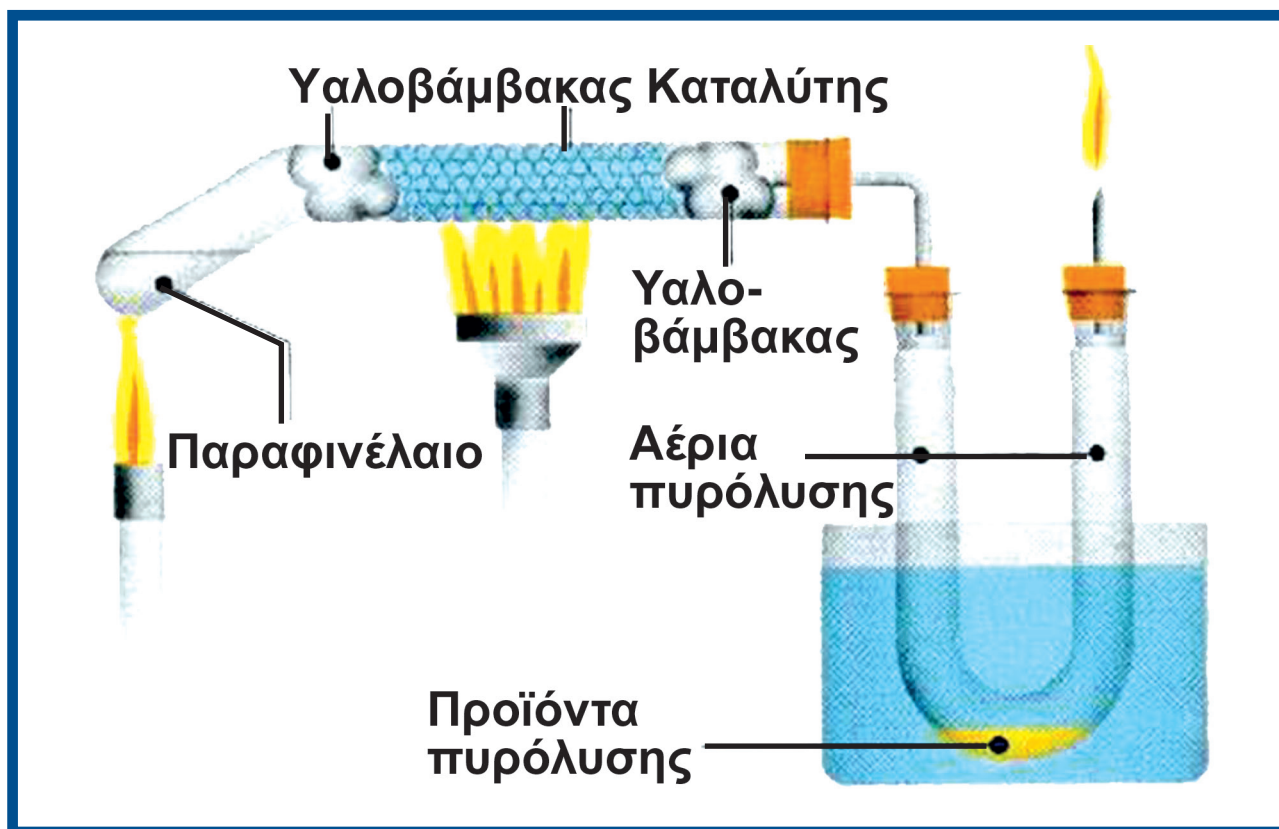
- Πυρόλυση από τις λέξεις πυρ (φωτιά) και λύση (διάσπαση).

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

- Τα μικρής σχετικής μοριακής μάζας προϊόντα που παράγονται από την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου μπορούν να διαχωριστούν και να καθαριστούν, και αποτελούν τις πλέον σημαντικές πρώτες ύλες για τη σύνθεση άκυκλων οργανικών ενώσεων σε μεγάλη κλίμακα.
- Η σπουδαιότερη όμως πυρολυτική διάσπαση των αλκανίων κατευθύνεται στην παραγωγή καυσίμων, π.χ. παραγωγή βενζίνης ή βελτίωση ποιότητας βενζίνης.



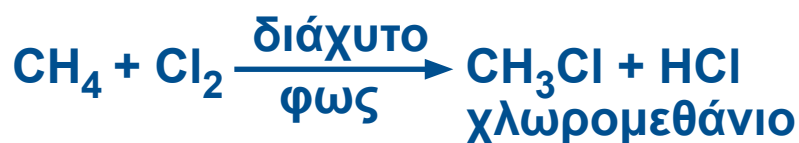
ΣΧΗΜΑ 2.5 Διαγραμματική απεικόνιση πιθανών προϊόντων πυρόλυσης δεκαεξανίου.



ΣΧΗΜΑ 2.6 Εργαστηριακή διάταξη πυρόλυσης αλκανίων.

### γ. Υποκατάσταση

Σε ορισμένες συνθήκες είναι δυνατό να υποκατασταθούν ένα ή περισσότερα υδρογόνα ενός αλκανίου από άλλα στοιχεία ή ομάδες στοιχείων. Από όλες αυτές τις αντιδράσεις ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η **αλογόνωση** (και ειδικότερα η χλωρίωση), η οποία είναι μία **φωτοχημική αντίδραση**, δηλαδή γίνεται παρουσία φωτός. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αλογόνωσης είναι η χλωρίωση του μεθανίου. Στο διάχυτο φως γίνεται σταδιακή υποκατάσταση των ατόμων υδρογόνου του μεθανίου από άτομα χλωρίου.





## Χρήσεις

Με βάση όσα ήδη έχουν αναφερθεί, προκύπτει ότι τα αλκάνια χρησιμοποιούνται ή ως καύσιμα ή ως πρώτες ύλες στη βιομηχανία των πετροχημικών. Παρακάτω δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα χρήσεων.

- $\text{CH}_4$  : χρησιμοποιείται ως καύσιμο (φυσικό αέριο – βιοαέριο – αέριο νάφθας) και ως πρώτη ύλη στην πετροχημεία.
- $\text{C}_3\text{H}_8$  –  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  : χρησιμοποιείται ως υγραέριο στις γνωστές μας φιάλες «πετρογκάζ» ή τα κοινά «γκαζάκια», τα οποία περιέχουν μίγμα  $\text{C}_3\text{H}_8$  και  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  υγροποιημένο υπό πίεση.
- $\text{C}_5\text{H}_{12}$ – $\text{C}_6\text{H}_{12}$  : χρησιμοποιείται υπό μορφή μίγματος κυρίως ως διαλύτης με το όνομα πετρελαϊκός αιθέρας.
- $\text{C}_7\text{H}_{16}$ – $\text{C}_9\text{H}_{20}$  : χρησιμοποιείται υπό μορφή μίγματος ως καύσιμο (βενζίνη).
- Αλκάνια με 20 και πάνω άτομα άνθρακα στο μόριό τους: χρησιμοποιούνται στη φαρμακευτική (βαζελίνη) και για την κατασκευή κεριών (παραφίνη).



## [ Παράδειγμα 2.1 ]

Ποιος από τους παρακάτω μοριακούς τύπους αντιστοιχεί σε αλκάνιο, ποιοι είναι δυνατοί συντακτικοί τύποι αυτού και πώς ονομάζονται οι αντίστοιχες ενώσεις;

(α)  $C_2H_4$  (β)  $C_3H_4$  (γ)  $C_4H_{10}$  (δ)  $C_2H_2$

### Απάντηση

Τα αλκάνια έχουν γενικό τύπο  $C_nH_{2n+2}$ . Άρα το  $C_4H_{10}$  αντιστοιχεί σε αλκάνιο. Οι δυνατοί συντακτικοί τύποι είναι:

$CH_3CH_2CH_2CH_3$  βουτάνιο και  $CH_3\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}CH_3$  μεθυλο-  
προπάνιο

### Εφαρμογή

Ποιος από τους παρακάτω μοριακούς τύπους αντιστοιχεί σε αλκάνιο, ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι και πώς ονομάζονται οι αντίστοιχες ενώσεις;

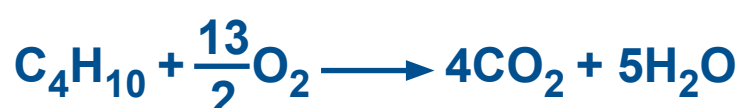
(α)  $C_3H_6$  (β)  $C_4H_6$  (γ)  $C_5H_{12}$  (δ)  $C_5H_{10}$

## [ Παράδειγμα 2.2 ]

Το «γκαζάκι», που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή μας, πολλές φορές περιέχει καθαρό βουτάνιο. Πόσα λίτρα  $CO_2$  σε STP θα σχηματιστούν, όταν καεί πλήρως το περιεχόμενο μιας τέτοιας φιάλης που ζυγίζει 116 g;

### Λύση

Γράφουμε την αντίδραση καύσης.



$$\frac{1 \text{ mol}}{\text{ή } 58 \text{ g}} \quad \text{δίνει} \quad = \quad \frac{4 \text{ mol}}{4 \cdot 22,4 \text{ L (STP)}} \\ \frac{116 \text{ gr}}{\quad} \quad = \quad \frac{\quad}{x}$$


---

$x = 179,2 \text{ L CO}_2 \text{ σε STP.}$

## Εφαρμογή

Πόσα γραμμάρια  $\text{H}_2\text{O}$  θα σχηματιστούν κατά την πλήρη καύση 3 g αιθανίου;

5,4 g

## [ Παράδειγμα 2.3 ]

Από τα έλη εκλύεται ένας κορεσμένος υδρογονάνθρακας που διαπιστώθηκε ότι περιέχει 25% H. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα.

## Λύση

Από το γενικό τύπο των αλκανίων  $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$  προκύπτει ότι:

αλλά  $\frac{(14_v + 2) \text{ g C}_v\text{H}_{2v+2}}{100 \text{ g}}$  περιέχουν  $\frac{(2_v + 2) \text{ g H}}{25 \text{ g}}$

ή  $v = 1$  Συνεπώς, ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα είναι  $\text{CH}_4$ , δηλαδή πρόκειται για το μεθάνιο.

## Εφαρμογή

Αλκάνιο περιέχει 80% C. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκανίου;

$\text{C}_2\text{H}_6$

## [2.4.] Καυσαέρια - καταλύτες αυτοκινήτων

Το ενεργειακό πρόβλημα οφείλεται στα τεράστια ποσά ενέργειας που χάνονται καθημερινά. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται έντονα, όταν μία μορφή ενέργειας, για παράδειγμα η χημική, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, όπως συμβαίνει στην καύση. Η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθεί «εξ ολοκλήρου», για να παραχθεί μηχανικό έργο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι αποδόσεις να μη ξεπερνούν το 40%, ακόμα και στις πιο σύγχρονες μονάδες παραγωγής ισχύος.

Τα σημερινά αυτοκίνητα λειτουργούν με την αναλογία μίγματος αέρα και βενζίνης, με την οποία εξασφαλίζεται η μέγιστη οικονομία και η καλύτερη απόδοση της μηχανής. Ταυτόχρονα όμως, παράγεται μεγάλη ποσότητα ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι ατμοσφαιρικοί αυτοί ρύποι προκαλούν κατά κύριο λόγο το φωτοχημικό νέφος, που τόσο έχει ταλαιπωρήσει τα τελευταία χρόνια τους κατοίκους των μεγαλουπόλεων.

Τα καυσαέρια των αυτοκινήτων αποτελούνται κυρίως από άζωτο ( $N_2$ ), διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ), υδρατμούς ( $H_2O$ ), οξυγόνο ( $O_2$ ), άκαυστους υδρογονάνθρακες οξειδία του αζώτου ( $NO$ ,  $NO_2$ ). Στα καυσαέρια περιέχονται επίσης μικρές ποσότητες διοξειδίου του θείου ( $SO_2$ ). Απ' αυτά σχετικά αδρανή (μη τοξικά) είναι τα  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2O$  και  $CO_2$ , ενώ τα  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ ,  $SO_2$  και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες, που προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, χαρακτηρίζονται περιβαλλοντικοί ρύποι.

Το **διοξείδιο του άνθρακα** ( $CO_2$ ) προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όπως ακριβώς το γυαλί του θερ-

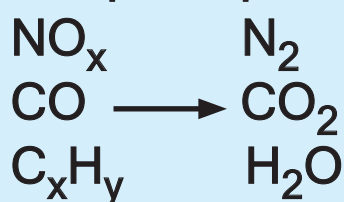
μοκηπίου επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να περνούν μέσα, αλλά δεν επιτρέπει τη διαφυγή της θερμικής ακτινοβολίας προς τα έξω, έτσι και το  $\text{CO}_2$  δημιουργεί ατμόσφαιρα θερμομόνωσης. Κατ' αυτό τον τρόπο αυξάνεται η μέση θερμοκρασία της Γης και προκαλούνται μεταβολές στο κλίμα.

Το **μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ )**, ο αποκαλούμενος «σιωπηλός δολοφόνος» (είναι άχρωμο, άοσμο, άγευστο), δεσμεύει την αιμογλοβίνη του αίματος και έτσι εμποδίζει τη μεταφορά του αίματος στους ιστούς, προκαλώντας το θάνατο.

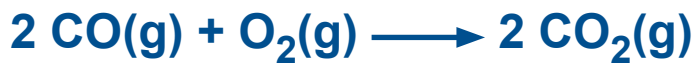
Τα **οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ )**, πλην του φωτοχημικού νέφους, προκαλούν την όξινη βροχή. Επίσης προκαλούν το σχηματισμό όζοντος ( $\text{O}_3$ ) στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα).

• Οι καταλυτικοί μετατροπείς (ή καταλύτες) των αυτοκινήτων περιέχουν ευγενή μέταλλα (π.χ. Pt και Rh), σε μορφή μικρών κόκκων, τα οποία επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις για τη μετατροπή των επικίνδυνων ρύπων σε αβλαβή για την ατμόσφαιρα καυσαέρια.

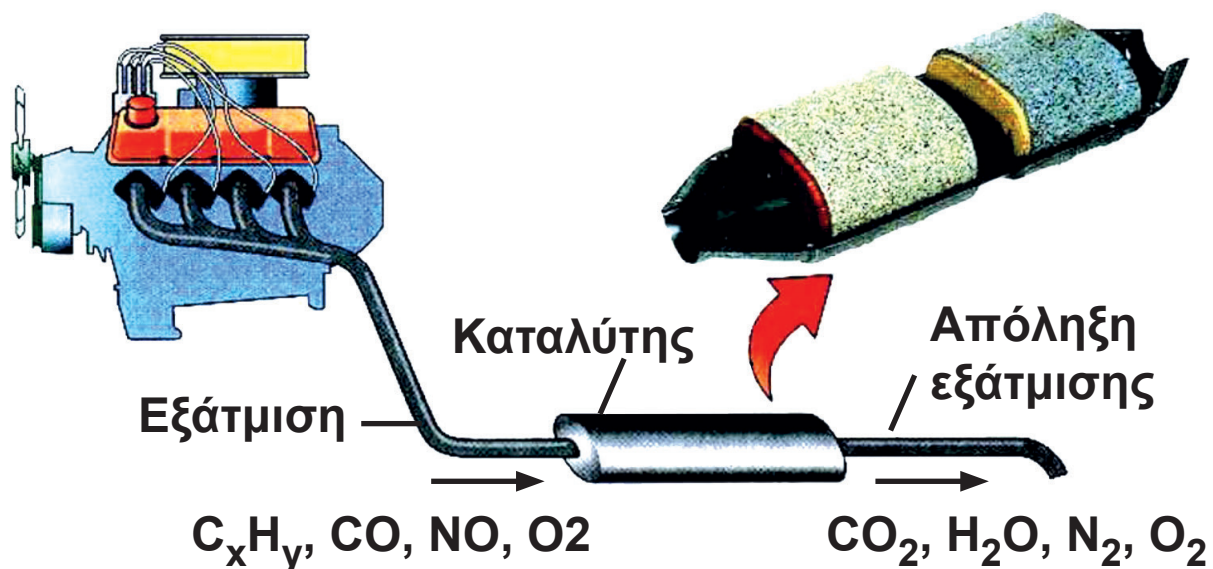
- Οι καταλύτες είναι ουσίες που επιταχύνουν μία χημική αντίδραση χωρίς οι ίδιοι να παθαίνουν καμιά αλλοίωση.
- Οι στερεοί καταλύτες, για να είναι αποτελεσματικοί, πρέπει να έχουν όσο το δυνατόν λεπτότερη μορφή κόκκων, ώστε να παρουσιάζουν μεγίστη επιφάνεια.
- Το τελικό αποτέλεσμα της δράσης των καταλυτών είναι οι μετατροπές:



Έτσι το μονοξείδιο του άνθρακα και τα υπολείμματα από άκαυστους υδρογονάνθρακες καίονται προς διοξείδιο του άνθρακα (π.χ. με τη βοήθεια του **Pt** ή **Pd**), σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



Ενώ, τα οξειδία του αζώτου (**NO**, **NO<sub>2</sub>**) ανάγονται (π.χ. με τη βοήθεια του **Rh**) διασπώμενα προς άζωτο και οξυγόνο, σύμφωνα με το σχήμα:



**ΣΧΗΜΑ 2.7** Καταλυτικός μετατροπέας προσαρμοσμένος στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων (εξάτμιση) του αυτοκινήτου.

Η χρήση της αμόλυβδης βενζίνης σε αυτοκίνητα με καταλύτες επιβάλλεται για τους παρακάτω σοβαρούς λόγους:

1. Ο μόλυβδος σχηματίζει κράματα με τα ευγενή μέταλλα (π.χ. Pt και Pd). Έτσι ο καταλύτης δηλητηριάζεται (απενεργοποιείται).

2. Ο μόλυβδος φράζει τους διαύλους του κεραμικού υποστρώματος πάνω στο οποίο βρίσκεται ο καταλύτης (τα ευγενή μέταλλα). Έτσι, τα μόρια των καυσαερίων δε βρίσκουν το δρόμο τους προς τον καταλύτη.



**ΣΧΗΜΑ 2.8** Κατασκευαστικές λεπτομέρειες καταλυτικού μετατροπέα. Το κέλυφος είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Ο καταλύτης συνήθως αποτελείται από λευκόχρυσο (Pt) και ρόδιο (Rh) πάνω σε υπόστρωμα από κεραμικό υλικό με ενδιάμεση επίστρωση αλουμίνας ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).



## [2.5] Αλκένια - αιθένιο ή αιθυλένιο

### Γενικά

**Αλκένια** ονομάζονται οι άκυκλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι περιέχουν ένα διπλό δεσμό στο μόριο. Ο γενικός τύπος των αλκενίων είναι  $C_vH_{2v}$  ( $v \geq 2$ ). Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι μοριακοί, συντακτικοί τύποι και τα ονόματα των τριών πρώτων μελών των αλκενίων.

Μοριακοί Τύποι	Συντακτικοί τύποι
$C_2H_4$	$CH_2=CH_2$ αιθένιο ή αιθυλένιο
$C_3H_6$	$CH_3CH=CH_2$ προπένιο ή προπυλένιο
$C_4H_8$	$CH_3CH_2CH=CH_2$ 1-βουτένιο $CH_3CH=CH-CH_3$ 2-βουτένιο $CH_2=C(CH_3)-CH_3$ μεθυλοπροπένιο

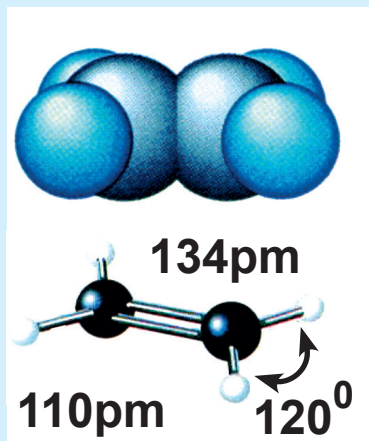
- Τα αλκένια ονομάζονται και ολεφίνες από την ιδιότητα που έχουν τα κατώτερα μέλη τους, που είναι αέρια, να δίνουν ελαιώδη υγρά, όταν αντιδρούν με  $Cl_2$  ή  $Br_2$ . Εκ των oleum = έλαιον και fio = δημιουργώ



### Καρότα - αλκένια και χημεία της όρασης

Τα καρότα είναι πλούσια σε β-καροτένιο (ένα πορτοκαλόχρωμο αλκένιο) το οποίο μετατρέπεται ενζυμικά στο ήπαρ σε μία

φωτοευαίσθητη χρωστική στην οποία βασίζονται τα συστήματα όρασης όλων των ζώντων οργανισμών.



Η γεωμετρία του μορίου του αιθενίου. Γενικώς, η στερεοχημεία των αλκενίων είναι επίπεδη. Δηλαδή, ο άξονας του διπλού δεσμού και οι υποκαταστάτες των ατόμων άνθρακα του διπλού δεσμού βρίσκονται σ' ένα επίπεδο.

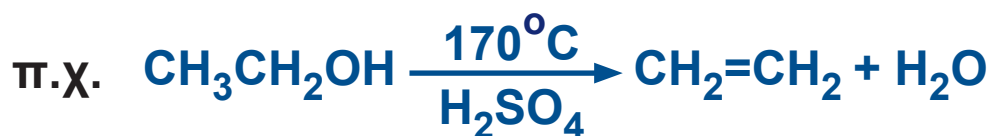
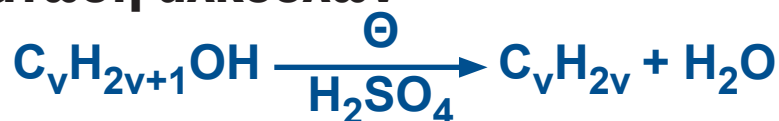
## Προέλευση - Παρασκευές

Σε αντίθεση με τα αλκάνια, τα αλκένια λόγω δραστηκότητας δεν είναι τόσο διαδεδομένα στη φύση. Ορισμένα απ' αυτά έχουν σπουδαίο βιολογικό ρόλο, για παράδειγμα το αιθυλένιο είναι μία φυτική ορμόνη που προκαλεί την ωρίμανση των φρούτων.

Τα αλκένια παρασκευάζονται:

- 1. Στη βιομηχανία, με πυρόλυση πετρελαίου (αλκανίων).** Τα αλκένια που έχουν μέχρι τέσσερα άτομα άνθρακα μπορούν να παραχθούν σε καθαρή μορφή από τη βιομηχανία πετρελαίου. Κατ' αυτό τον τρόπο παράγονται περισσότερα από 24 εκατομμύρια τόνοι αιθένιο και 14 εκατομμύρια τόνοι προπένιο το χρόνο στις ΗΠΑ (πρώτες ύλες για την παρασκευή κυρίως πλαστικών). Για πολυπλοκότερα αλκένια μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω εργαστηριακοί μέθοδοι παρασκευής.
- 2. Στο εργαστήριο,** με αντιδράσεις απόσπασης. Συνήθως αποσπούμε ένα μόριο νερού από κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη (αφυδάτωση) ή ένα μόριο υδροχλωρίου από αλκυλοχλωρίδια (αφυδραλογόνωση).

- Αφυδάτωση αλκοολών



- Αφυδραλογόνωση αλκυλοχλωριδίων

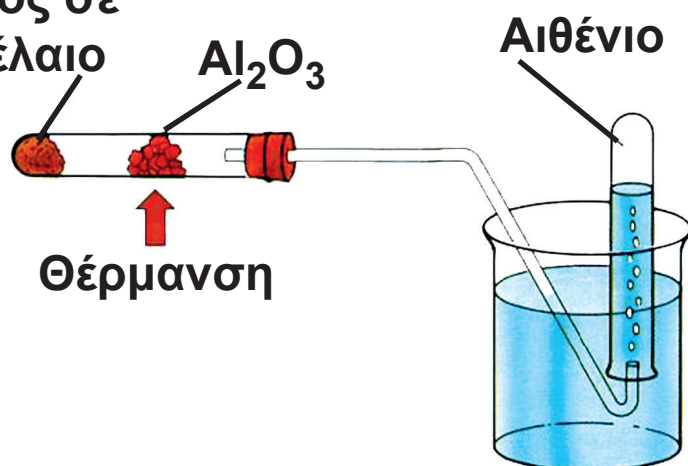
Η αφυδραλογόνωση γίνεται με αλκοολικό διάλυμα NaOH ή KOH.



π.χ.



Υαλοβάμβακας  
ποτισμένος σε  
παραφινέλαιο



ΣΧΗΜΑ 2.9 Διάταξη για την παρασκευή αιθενίου με πυρόλυση αλκανίων.

- Η αφυδάτωση και αφυδραλογόνωση δεν περιορίζεται μόνο στις παρασκευές αλκανίων, αλλά αποτελεί γενικότερη μέθοδο για την εισαγωγή διπλού δεσμού άνθρακα – άνθρακα στο μόριο μιας ένωσης.

## Φυσικές ιδιότητες

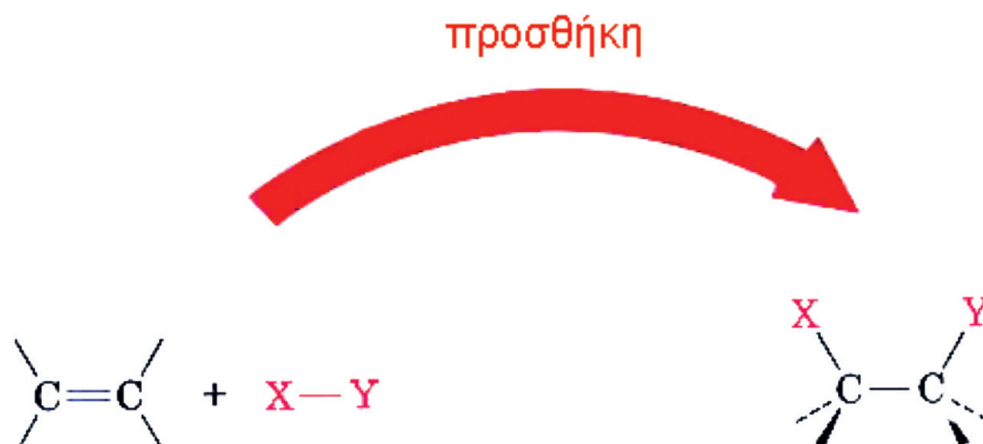
Τα αλκένια έχουν ουσιαστικά τις ίδιες φυσικές ιδιότητες με τα αλκάνια. Τα πρώτα μέλη είναι αέρια ( $C_2 - C_4$ ), τα μεσαία μέλη είναι υγρά ( $C_5 - C_{14}$ ) και τα ανώτερα είναι στερεά. Είναι αδιάλυτα στο νερό και διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες. Το αιθένιο είναι αέριο άχρωμο με ασθενή χαρακτηριστική οσμή.

## Χημικές ιδιότητες

Τα αλκένια είναι ενώσεις πολύ πιο δραστικές από τα αλκάνια. Η δραστικότητά τους οφείλεται στο διπλό δεσμό και οι ιδιότητες τους είναι στην ουσία ιδιότητες του διπλού δεσμού. Έτσι, τα αλκένια δίνουν:

### α. Αντιδράσεις προσθήκης:

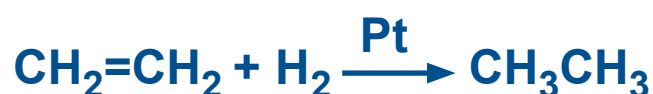
Οι αντιδράσεις αυτές είναι της γενικής μορφής:



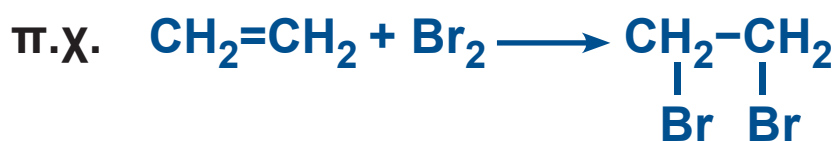
Όπου  $X-Y$  μπορεί να είναι  $H-H$ ,  $Br-Br$ ,  $H-Cl$ ,  $H-OH$ .

#### • με υδρογόνο

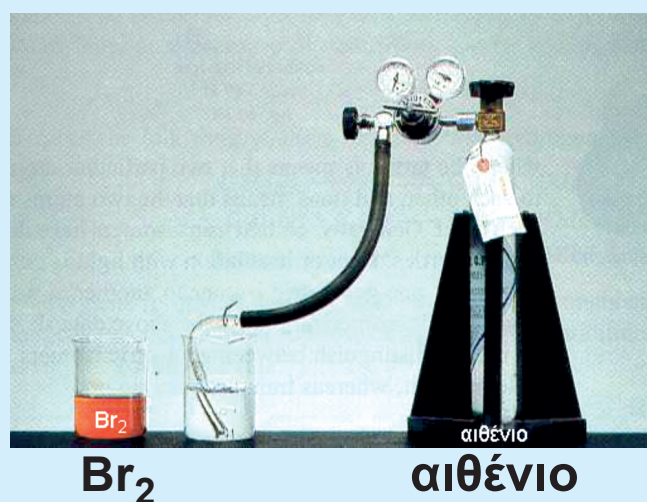
Η αντίδραση αυτή γίνεται παρουσία καταλύτη, συνήθως Pt και Pd, και ονομάζεται υδρογόνωση.



- με αλογόνο



Αν προσθέσουμε αλκένιο σε διάλυμα  $\text{Br}_2$  σε τετραχλωράνθρακα, τότε το αλκένιο αντιδρά με το  $\text{Br}_2$  και το διάλυμα του  $\text{Br}_2$  από κόκκινο που είναι, αποχρωματίζεται. Την αντίδραση αυτή δεν τη δίνουν τα αλκάνια. Ανάλογες αντιδράσεις προσθήκης με  $\text{Br}_2$  δίνουν και άλλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες. Γενικότερα, η προσθήκη  $\text{Br}_2$  αποτελεί έναν απλό εργαστηριακό έλεγχο της ακορεστότητας, καθώς η άμεση εξαφάνιση της κόκκινης χροιάς του  $\text{Br}_2$  σημαίνει ότι η ένωση είναι ακόρεστη.



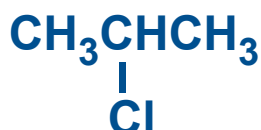
ΣΧΗΜΑ 2.10

Πειραματική διάταξη για την επίδειξη του αποχρωματισμού που προκαλεί το αέριο αιθυλένιο στο διάλυμα  $\text{Br}_2$  σε τετραχλωράνθρακα.

- με υδραλογόνο



Αν αντιδράσει  $\text{HCl}$  με προπένιο  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  είναι δυνατόν να σχηματιστούν δύο προϊόντα:

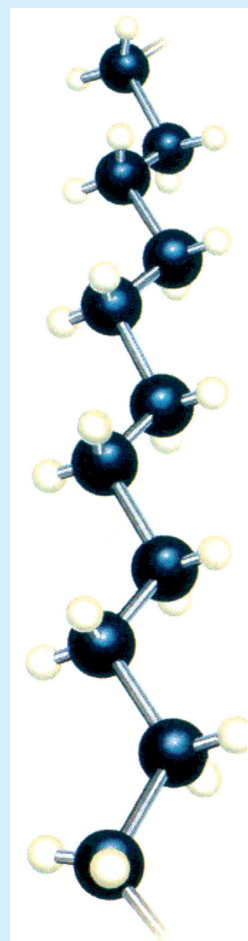




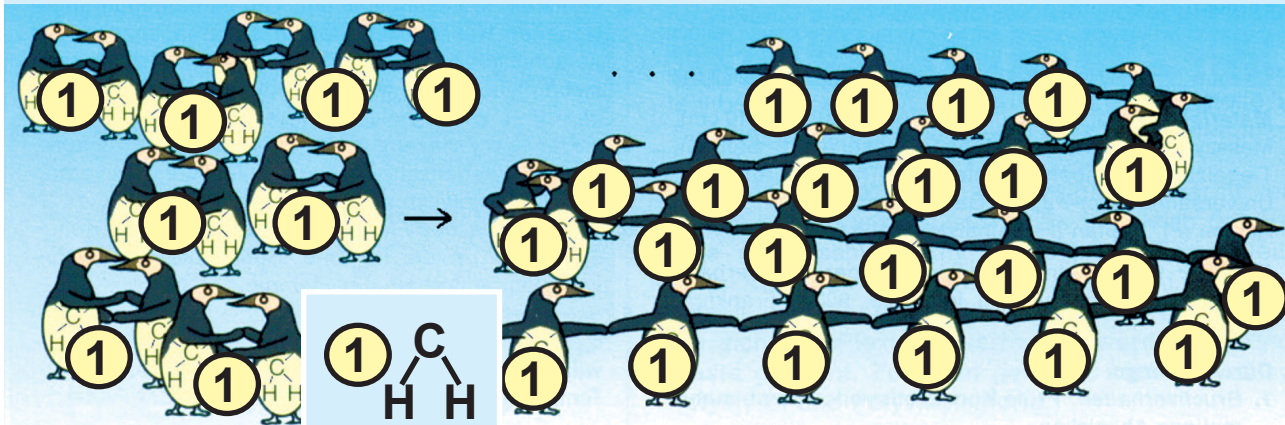
Το κύριο προϊόν της παραπάνω αντίδρασης μεταξύ του προπενίου και υδροχλωρίου προβλέπεται ως εξής:

- Σύμφωνα με τον κανόνα του Markovnikov, στις αντιδράσεις προσθήκης μορίων της μορφής HA σε αλκένια, το H προστίθεται κατά προτίμηση στο άτομο του C του διπλού δεσμού που έχει τα περισσότερα άτομα H.

• Ο κανόνας του Markovnikov: καθορίζει την τοποχημεία της προσθήκης.



Απεικόνιση πολυαιθυλενίου σε μοριακό μοντέλο και από κάτω μια πιο μοντέρνα αντίληψη στο ίδιο θέμα.

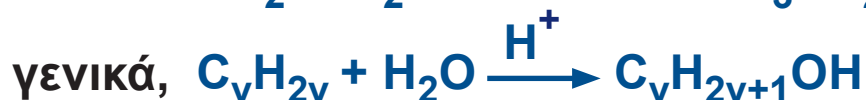
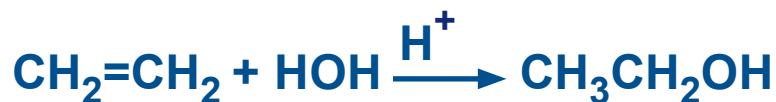




Έτσι, έχουμε:



• με νερό (ενυδάτωση αλκενίων)



Η αντίδραση αυτή γίνεται παρουσία όξινου καταλύτη (π.χ.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

• Η προσθήκη στα αλκένια είναι μία πολύ χρήσιμη αντίδραση, καθώς αποτελεί τη βάση για τη σύνθεση πολλών οργανικών ενώσεων, όπως

- Αλκοόλων
- Ακλανίων
- Διαλογονιδίων κ.λπ.

## β. Πολυμερισμός

• Πολυμερισμός ονομάζεται η συνένωση μικρών μορίων, που ονομάζονται μονομερή, προς σχηματισμό ενός μεγαλύτερου μορίου, που ονομάζεται πολυμερές.

Η γενική αντίδραση πολυμερισμού μιας ένωσης με τύπο  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{A}$  είναι η εξής:



Ο πολυμερισμός αυτός ονομάζεται **πολυμερισμός προσθήκης**. Χαρακτηριστικά παραδείγματα πολυμερισμού δίνονται στον επόμενο πίνακα:

Μονομερές	Πολυμερές	Όνομα πολυμερούς	Χρήση
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ Αιθένιο	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_v$	πολυαιθυλένιο ή πολυαιθένιο	πλαστικές σακούλες, πλαστικά δοχεία
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$ Προπένιο	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-)_v \end{array}$	πολυπροπυλένιο ή πολυπροπένιο	πλαστικά σχοινιά, αδιάβροχα
$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$ Βινυλοχλωρίδιο	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-)_v \end{array}$	πολυβινυλοχλωρίδιο	δίσκοι γραμμοφώνου, πλαστικοί σωλήνες
$\begin{array}{c} \text{CN} \\   \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$ Ακρυλονιτρίλιο	$\begin{array}{c} \text{CN} \\   \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-)_v \end{array}$	πολυακρυλονιτρίλιο	τεχνητό μαλλί (orlon)
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\   \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$ Στυρόλιο	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\   \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-)_v \end{array}$	πολυστυρόλιο	διογκωμένα πλαστικά για μόνωση

## γ. Καύση

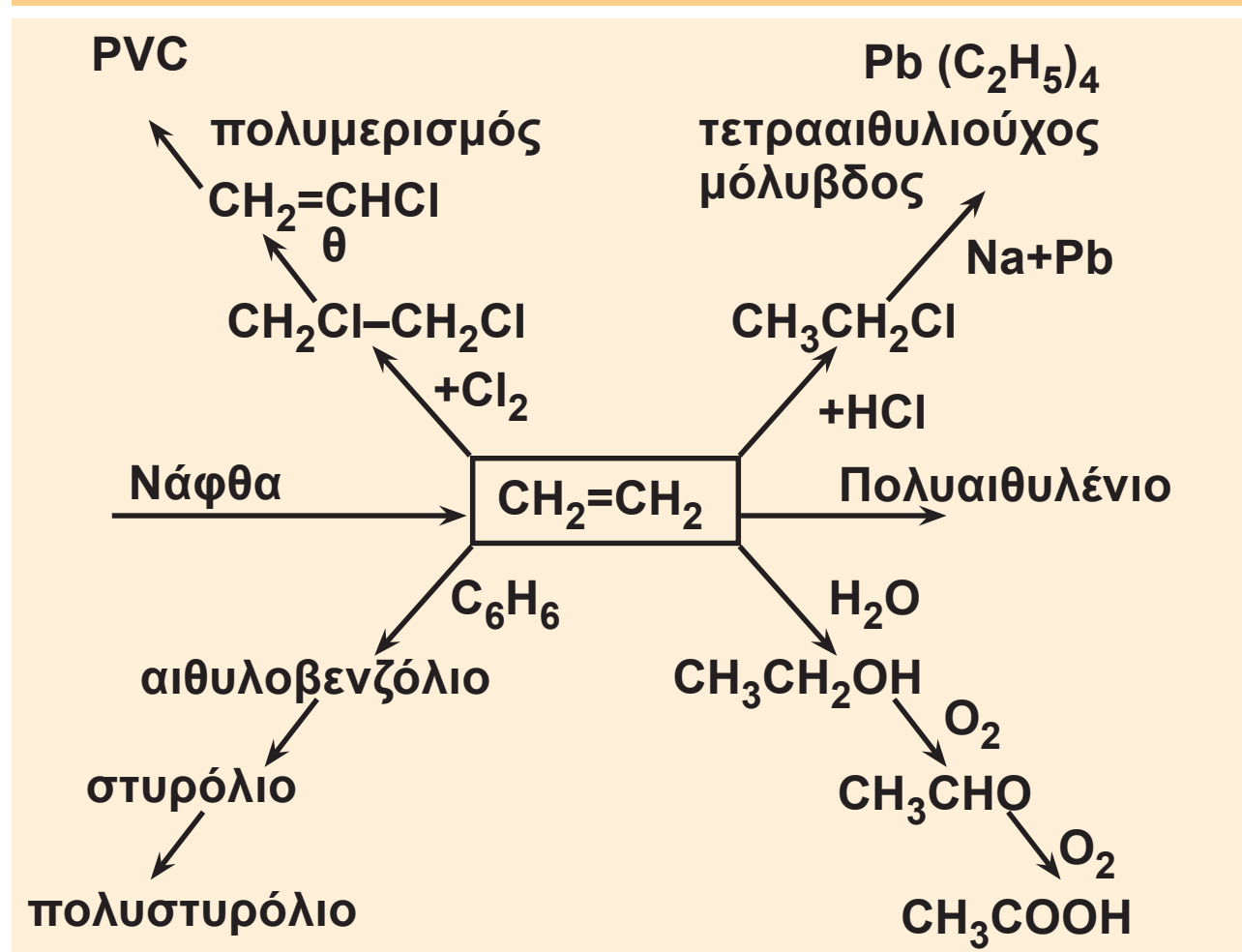
Τα αλκένια όταν καίγονται πλήρως δίνουν  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ .



## Χρήσεις αλκενίων και αιθυλενίου

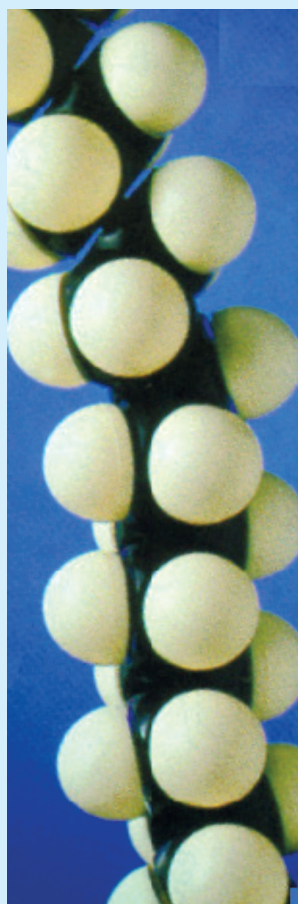
Το αιθυλένιο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή άλλων οργανικών ουσιών. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται μερικές από τις πιο σημαντικές βιομηχανικές χρήσεις του αιθυλενίου.

### Βιομηχανικές χρήσεις αιθυλενίου



- Η ρίζα  $\text{CH}_2=\text{CH}-$  ονομάζεται βινύλιο.

Απεικόνιση πολυαιθυλενίου με μοριακό μοντέλο σε συμπυκνωμένη μορφή.



Το παραγόμενο πολυαιθυλένιο σε μορφή αιωρήματος με διαλύτη.

## [ Παράδειγμα 2.4 ]

Ποσότητα αιθυλενίου αντιδρά πλήρως με  $\text{H}_2$  παρουσία νικελίου και δίνει αιθάνιο. Το αιθάνιο καίγεται πλήρως, οπότε παράγονται 8,96L  $\text{CO}_2$  σε STP. Ποια είναι η μάζα του αιθυλενίου που υδρογονώθηκε;

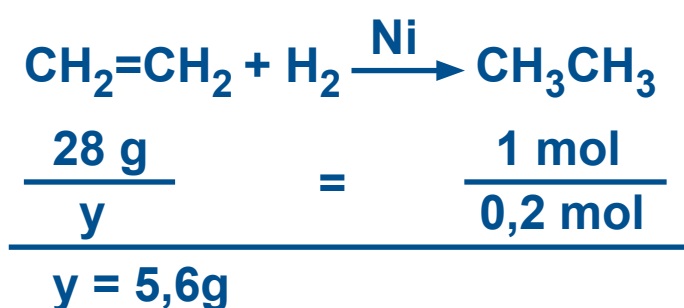
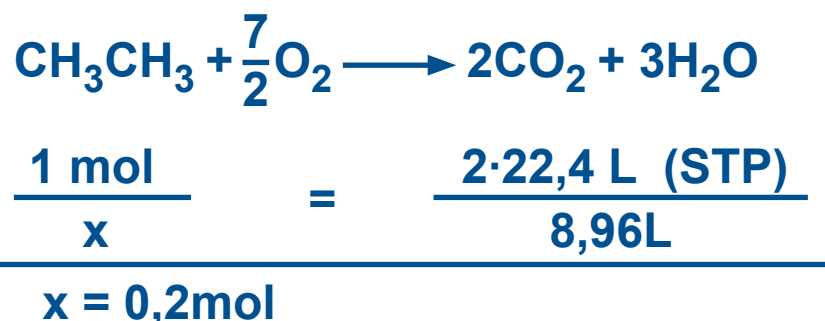
### Λύση

#### 1ος τρόπος

Γράφουμε τις σχετικές αντιδράσεις



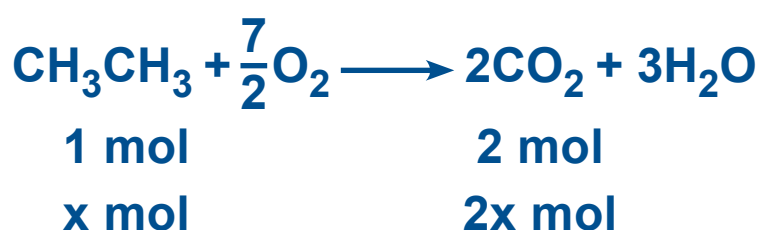
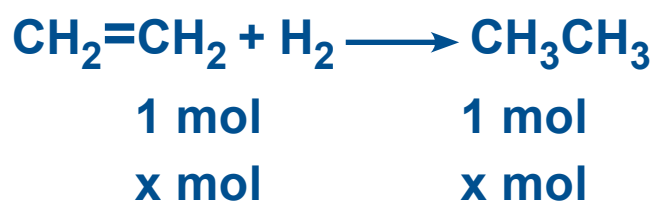
Από την ποσότητα του  $\text{CO}_2$  υπολογίζουμε την ποσότητα του αιθανίου και από την ποσότητα του αιθανίου υπολογίζουμε την ποσότητα του αιθυλενίου.



## 2ος τρόπος

Ο δεύτερος τρόπος είναι γενικότερος και τον προτιμάμε για σχετικά «δυσκολότερες» ασκήσεις.

Έστω ότι αντιδρούν  $x$  mol αιθυλενίου. Από τις αντιδράσεις έχουμε:



Από την άσκηση δίνεται ότι:

$V_{\text{CO}_2} = 8,96\text{L}$  σε STP, οπότε  $2x \cdot 22,4 = 8,96$  ή  $x = 0,2$ .

Άρα αντιδρούν  $0,2 \text{ mol CH}_2 = \text{CH}_2$  ή  $0,2 \cdot 28 \text{ g} = 5,6 \text{ g}$ .

## Εφαρμογή

Ποσότητα προπενίου αντιδρά πλήρως με  $\text{H}_2$  παρουσία  $\text{Ni}$  και παράγεται προπάνιο, που καίγεται πλήρως οπότε σχηματίζονται  $7,2 \text{ g H}_2\text{O}$ . Ποια η μάζα του προπενίου που αντέδρασε;

(4,2 g)



Το πολυαιθυλένιο δε σχηματίζει αποκλειστικά ευθείες αλυσίδες, όπως θα περίμενε κανείς, αλλά και διακλαδώσεις. Εξαιτίας αυτού παρουσιάζει μεγάλη πλαστικότητα (κατασκευή πλαστικών σακουλών κ.λπ.). Όσο μεγαλώνει η ευθύγραμμη αλυσίδα, δηλαδή η σχετική μοριακή μάζα ( $M_r$ ) τόσο πιο σκληρό γίνεται το πολυαιθυλένιο (κατασκευή πλαστικών δοχείων τροφίμων, ποτών κ.λπ.). Μάλιστα από πολύ μεγάλου  $M_r$  πολυαιθυλένιο φτιάχτηκαν ίνες ανθεκτικότερες από το χάλυβα.



## [ Παράδειγμα 2.5 ]

2,24 L αερίου αλκενίου μετρημένα σε STP καίγονται πλήρως και παράγονται 8,8 g  $\text{CO}_2$ . Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου;

### Λύση

Γράφουμε τη γενική αντίδραση πλήρους καύσης των αλκενίων:



από την αντίδραση έχουμε:  $\frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ L}}$  από την άσκηση:  $\frac{2,24 \text{ L}}{2,24 \text{ L}}$   $=$   $\frac{v \text{ mol}}{44 \text{ vg}}$   $\frac{8,8 \text{ g}}{8,8 \text{ g}}$

$$v = 2$$

και ο μοριακός τύπος είναι  $\text{C}_2\text{H}_4$

Κ.Σ. ή STP

### Εφαρμογή

4,48 L αερίου αλκενίου μετρημένα σε STP καίγονται πλήρως και παράγονται 10,8 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου;

$(\text{C}_3\text{H}_6)$

## [2.6.] Αλκίνια - αιθίνιο ή ακετυλένιο

### Γενικά

Αλκίνια ονομάζονται οι άκυκλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι στο μόριό τους περιέχουν ένα τριπλό δεσμό. Το ακετυλένιο, που είναι το απλούστερο μέλος της σειράς, παλαιότερα έβρισκε μεγάλη βιομηχανική χρήση για την παρασκευή ακεταλδεΐδης, οξικού οξέος κ.λπ. Σήμερα, όμως, οι μέθοδοι αυτοί έχουν αντικατασταθεί από άλλες πιο οικονομικές με πρώτη ύλη το αιθυλένιο. Ο γενικός τύπος των αλκινίων είναι  $C_nH_{2n-2}$  ( $n \geq 2$ ). Στον επόμενο πίνακα γράφουμε τους μοριακούς και συντακτικούς τύπους των πρώτων μελών των αλκινίων.

Μοριακοί Τύποι	Συντακτικοί Τύποι
$C_2H_2$	$HC \equiv CH$ αιθίνιο ή ακετυλένιο
$C_3H_4$	$HC \equiv C - CH_3$ προπίνιο
$C_4H_6$	$HC \equiv C - CH_2CH_3$ 1-βουτίνιο
	$CH_3 - C \equiv C - CH_3$ 2-βουτίνιο

### Προέλευση - Παρασκευές

Τα αλκίνια λόγω δραστηριότητας απαντούν σε μικρές ποσότητες στη φύση. Το μέλος της ομόλογης σειράς που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι το ακετυλένιο το οποίο και θα εξετάσουμε αναλυτικότερα.

### Παρασκευές ακετυλενίου

1. Βιομηχανικά, με πυρόλυση του μεθανίου στους  $1200^\circ C$

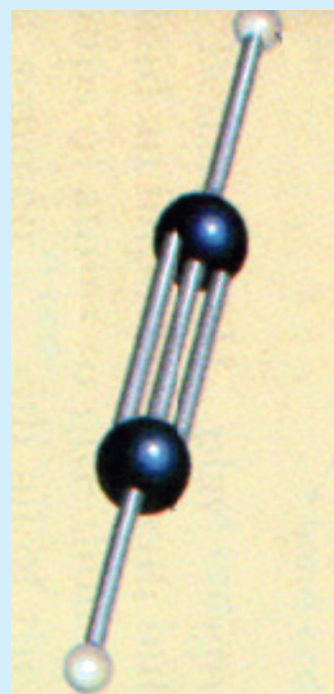


2. Με υδρόλυση του  $CaC_2$ . Παλαιότερα η μέθοδος αυτή

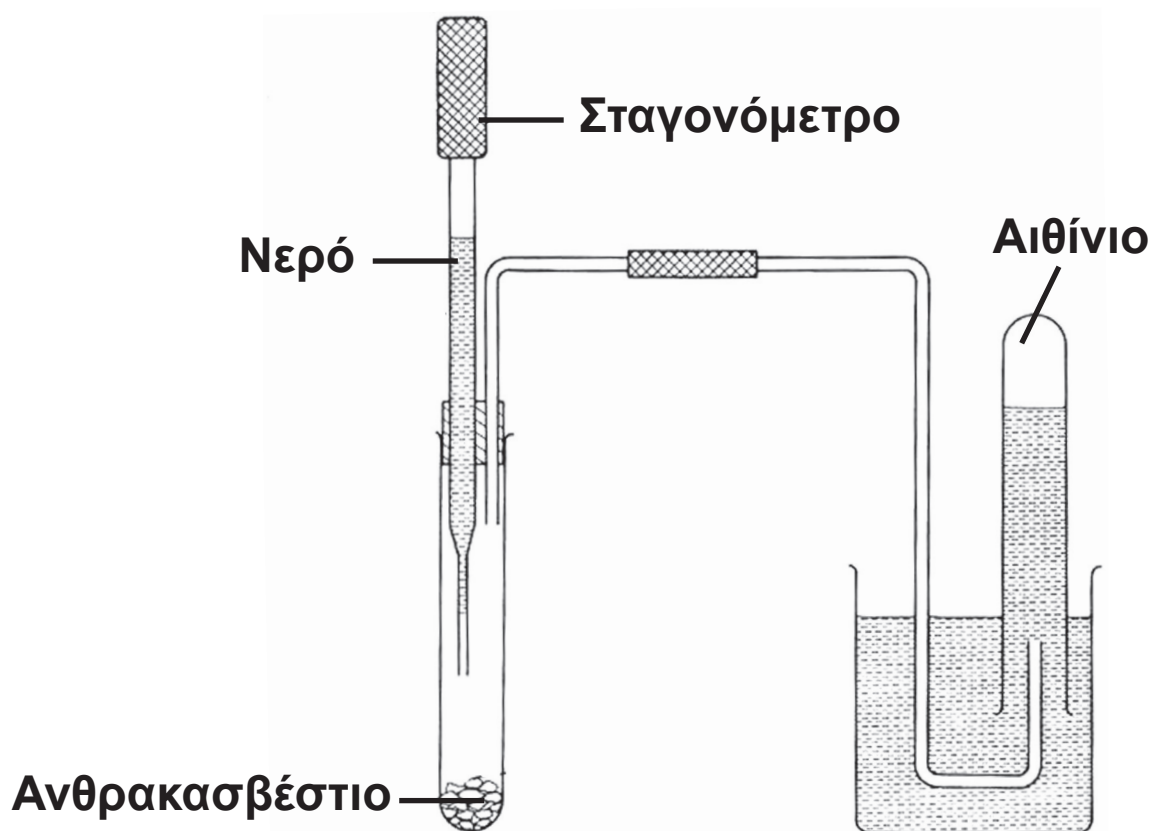
είχε βιομηχανικό ενδιαφέρον, σήμερα έχει μόνο εφαρμογή.



3. Με αφυδραλογόνωση 1,2-διχλωροαιθανίου με αλκοολικό διάλυμα NaOH ή KOH.



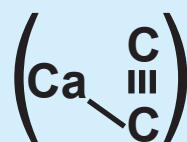
Η δομή του ακετυλενίου με μοριακά μοντέλα. Γενικώς τα αλκίνια εμφανίζουν ευθύγραμμη διάταξη. Δηλαδή, ο άξονας του τριπλού δεσμού και ο υποκαταστάτης του C του τριπλού δεσμού (π.χ. H) βρίσκονται σε μία ευθεία.



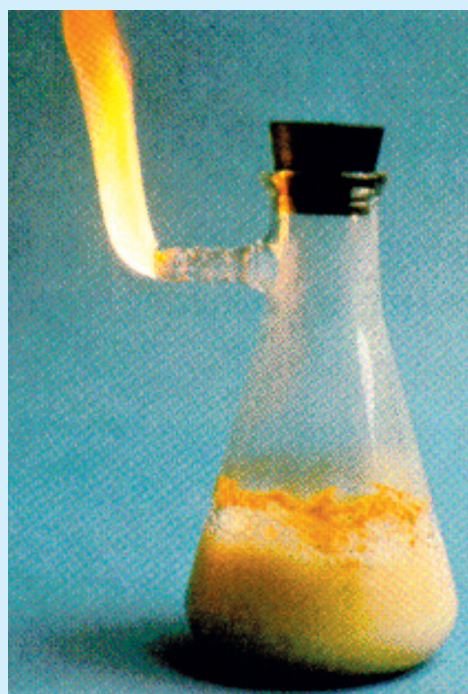
## ΣΧΗΜΑ 2.12

Εργαστηριακή διάταξη για την παρασκευή ακετυλενίου από  $\text{CaC}_2$ .

- Ο συντακτικός τύπος του ανθρακασβεστίου είναι



Προσθήκη νερού σε ανθρακασβέστιο. Το παραγόμενο ακετυλένιο καίγεται με φλόγα εξαιρετική φωτιστική.



Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί γενικότερα για την παρασκευή αλκινίων.



## Φυσικές ιδιότητες ακετυλενίου

Οι φυσικές ιδιότητες των αλκινίων μοιάζουν με αυτές των αλκανίων και αλκινίων. Ειδικότερα, το ακετυλένιο είναι αέριο, άχρωμο, άοσμο, ελάχιστα διαλυτό στο νερό.

## Χημικές ιδιότητες

Τα αλκίνια γενικώς, όπως τα αλκένια, είναι δραστικές ενώσεις. Οι χαρακτηριστικότερες αντιδράσεις που δίνουν είναι στην ουσία αντιδράσεις του τριπλού δεσμού άνθρακα – άνθρακα:

### α. Αντιδράσεις προσθήκης

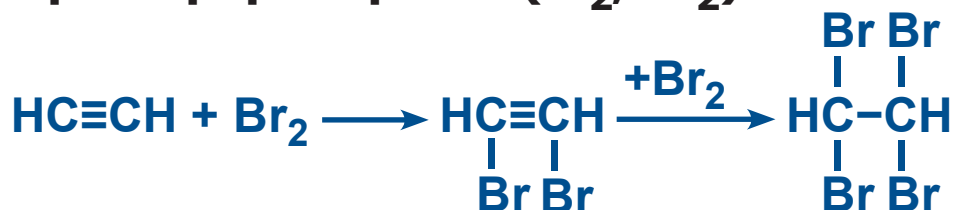
Η προσθήκη γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο ο τριπλός δεσμός μετατρέπεται σε διπλό και στη συνέχεια ο διπλός ανορθώνεται σε απλό.

- Προσθήκη υδρογόνου

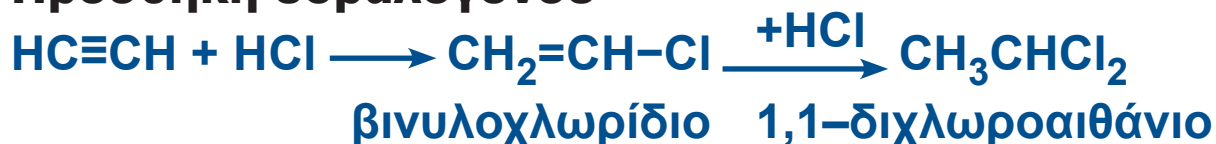
Αυτή γίνεται παρουσία καταλύτη **Pt**, **Pd** ή **Ni**.



- Προσθήκη αλογόνου ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ )



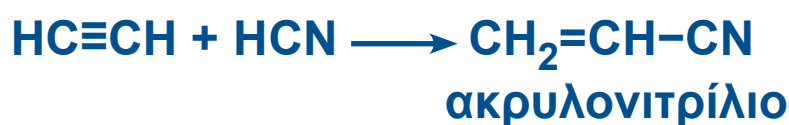
- Προσθήκη υδραλογόνου



Το ενδιάμεσο προϊόν (βινυλοχλωρίδιο) μπορεί να απομονωθεί και να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του πολυμερούς PVC.

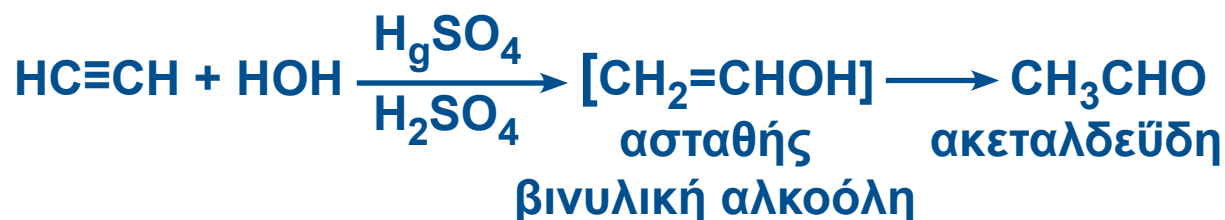
- Η δεύτερη προσθήκη ακολουθεί τον κανόνα του Markovnikov.

- Προσθήκη HCN



Ο πολυμερισμός του ακρυλονιτριλίου δίνει προϊόν που χρησιμοποιείται ως τεχνητή υφάνσιμη ύλη (Orlon).

- Προσθήκη H<sub>2</sub>O (ενυδάτωση αλκινίων)



Η βινυλική αλκοόλη που σχηματίζεται αρχικά είναι ασταθής, επειδή στο ίδιο άτομο C υπάρχει και διπλός δεσμός και -OH ομάδα (ενόλη), και μετατρέπεται γρήγορα σε καρβονυλική ένωση.

## β. Καύση

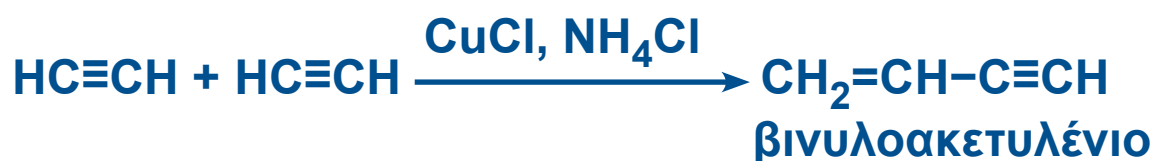
Η τέλεια καύση του  $\text{HC}\equiv\text{CH}$  δημιουργεί γαλάζια φλόγα υψηλής θερμοκρασίας (3000 °C), η οποία ονομάζεται οξυακετυλενική φλόγα και χρησιμοποιείται για την κόλληση και κόψιμο των μετάλλων.





### γ. Πολυμερισμός

Το  $\text{HC}\equiv\text{CH}$  μπορεί να πολυμεριστεί σε κατάλληλες συνθήκες σε βενζόλιο (τριμερισμός) ή σε βινυλοακετυλένιο (διμερισμός).



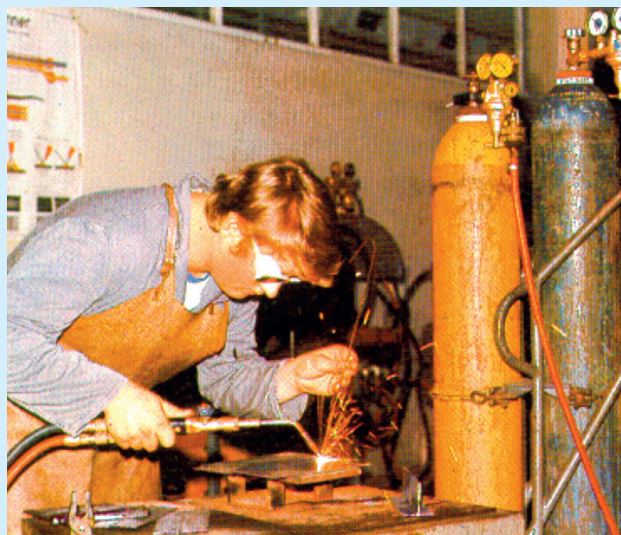
### δ. Αντιδράσεις όξινου υδρογόνου

Τα υδρογόνα του  $\text{HC}\equiv\text{CH}$ , και γενικότερα τα υδρογόνα που είναι συνδεδεμένα με τον **C** του τριπλού δεσμού, είναι ευκίνητα (όξινα H) και εύκολα μπορούν να αντικατασταθούν από άτομα μετάλλων. Τα προϊόντα αυτής της αντικατάστασης ονομάζονται **ακετυλενίδια**. Απ' αυτά σημαντικότερο είναι το ανθρακασβέστιο ( $\text{CaC}_2$ ). Άλλα χαρακτηριστικά παραδείγματα ακετυλενιδίων είναι αυτά του **Na** ή **K**.



Τέλος, ο σχηματισμός του χαλκοακετυλενιδίου (καστανέρυθρο ίζημα) χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του ακετυλενίου ή γενικότερα των αλκινίων με όξινο υδρογόνο.



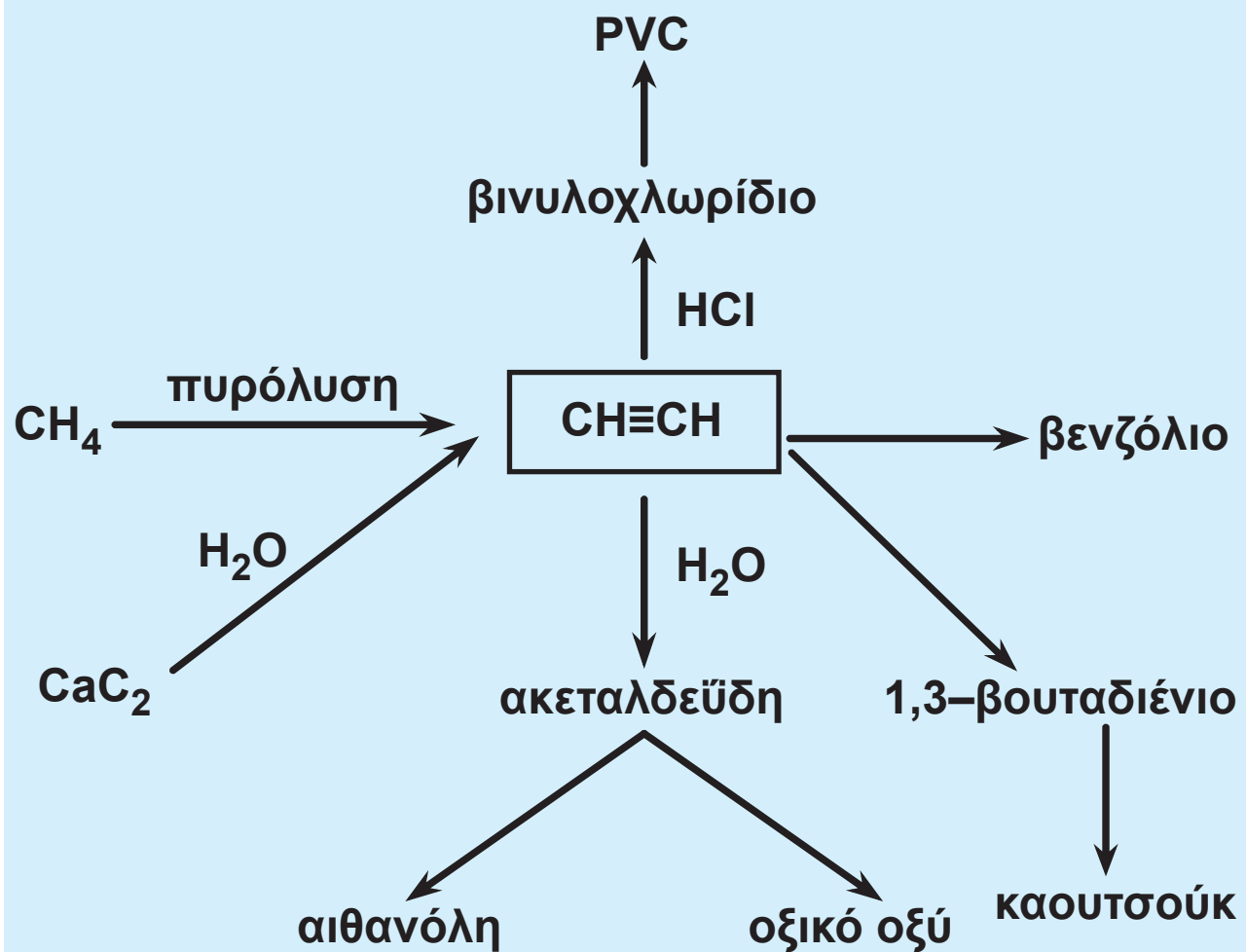


Η φλόγα από την καύση του ακετυλενίου έχει πολύ υψηλή θερμοκρασία και γι' αυτό χρησιμοποιείται για την κοπή και συγκόλληση των πολύ δύσσηκτων μετάλλων.

## Χρήσεις

Το ακετυλένιο χρησιμοποιείται στη συγκόλληση των μετάλλων (οξυακετυλενική φλόγα). Παλαιότερα το ακετυλένιο αποτελούσε τη βάση για τη βιομηχανική παρασκευή πολλών οργανικών ενώσεων με μεγάλες πρακτικές εφαρμογές. Μετά το 1970 και μέχρι σήμερα, ο ρόλος του ακετυλενίου έχει περιοριστεί, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις έχει αντικατασταθεί από το φτηνότερο αιθυλένιο. Στον επόμενο πίνακα δίνονται διάφορες συνθέσεις με βάση το ακετυλένιο, οι οποίες έχουν σήμερα θεωρητικό χαρακτήρα.

## Συνθέσεις ακετυλενίου

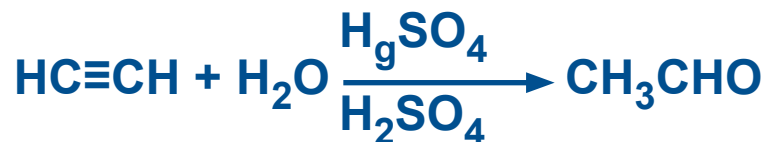


### [ Παράδειγμα 2.6 ]

Να παρασκευαστεί αιθανάλη (ακεταλδεΐδη)  $\text{CH}_3\text{CHO}$  με πρώτη ύλη ανθρακασβέστιο.

#### Απάντηση

Όπως είδαμε από  $\text{CaC}_2$  μπορούμε να παρασκευάσουμε ακετυλένιο  $\text{HC}\equiv\text{CH}$ , το οποίο όταν αντιδράσει με  $\text{H}_2\text{O}$  δίνει ακεταλδεΐδη.



## Εφαρμογή

Να παρασκευαστεί πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) με πρώτη ύλη ανθρακασβέστιο.

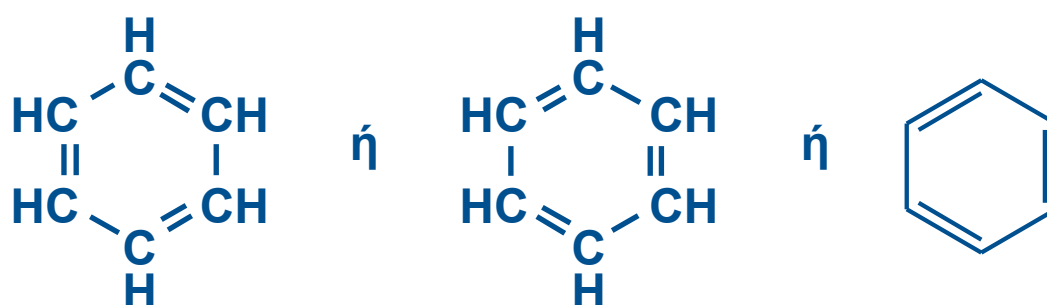
### [2.7.] Αρωματικές ενώσεις - Βενζόλιο

#### Γενικά - Τύπος του βενζολίου

Στα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης της οργανικής χημείας, ο όρος αρωματικές ενώσεις αφορούσε τις ενώσεις που είχαν ευχάριστη οσμή, όπως η βενζαλδεΐδη (από τα κεράσια, τα ροδάκινα και τα αμύγδαλα). Σήμερα, χρησιμοποιούμε τον όρο αρωματικός αναφερόμενοι στο βενζόλιο και στις ενώσεις που περιέχουν ένα τουλάχιστον βενζολικό δακτύλιο. Να επισημάνουμε ότι οι αρωματικές ενώσεις έχουν χημική συμπεριφορά πολύ διαφορετική από εκείνη των άκυκλων που μελετήσαμε έως τώρα (αρωματικός χαρακτήρας). Όμως, η συσχέτιση του αρωματικού χαρακτήρα με την ευχάριστη οσμή θεωρείται ατυχής.

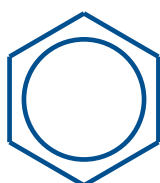
Το βενζόλιο είναι η απλούστερη αρωματική ένωση και είναι ένας υδρογονάνθρακας με μοριακό τύπο  $C_6H_6$ . Επί σαράντα χρόνια, μετά την ανακάλυψή του από το Faraday το 1825, η δομή του μορίου του ήταν ένα μυστήριο, παρ' όλο που ήταν ήδη βιομηχανικό προϊόν με πολλά και χρήσιμα παράγωγα. Το πρόβλημα ήταν ότι ο μοριακός τύπος του βενζολίου ταίριαζε με ακόρεστη ένωση, ενώ η χημική του συμπεριφορά με κορεσμένη (σταθερή ένωση). Τη λύση στη δομή του βενζολίου έδωσε ο Kekule. Σύμφωνα με τη θεωρία του, τα 6 άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με τρεις διπλούς και τρεις απλούς δεσμούς, που δε μένουν σε σταθερές θέσεις

αλλά εναλλάσσονται, σχηματίζοντας έτσι ένα εξαμελή κυκλικό δακτύλιο, σύμφωνα με το σχήμα:



Σήμερα, σύμφωνα με νεότερες αντιλήψεις, θεωρούμε ότι,

- τα άτομα του άνθρακα του βενζολίου συνδέονται μεταξύ τους ανά δύο με τον ίδιο τρόπο που δεν είναι ούτε απλός ούτε διπλός δεσμός. Ο δεσμός αυτός είναι δηλαδή ένας ενδιάμεσος δεσμός μεταξύ αυτού του απλού και διπλού δεσμού και γι' αυτό το μόριο του βενζολίου συμβολίζεται:

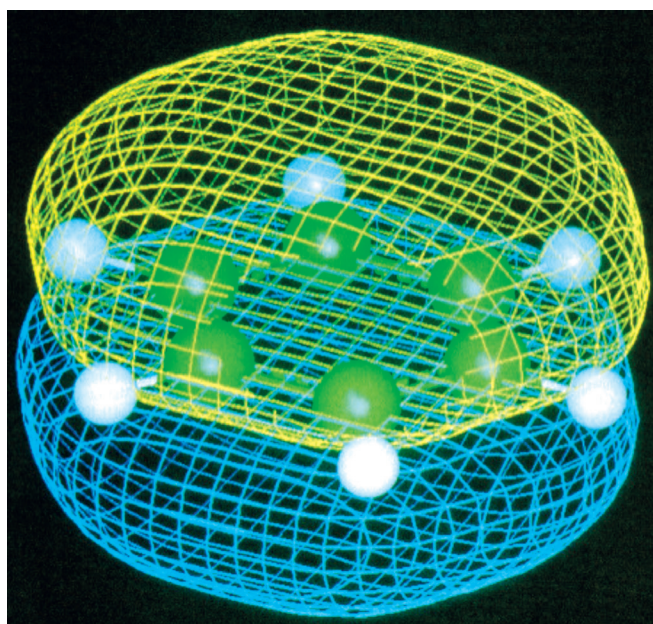




### **F. A. Kekule: 1829 – 1896**

Ξεκίνησε τις σπουδές του με αρχιτεκτονική, όταν όμως άκουσε μία διάλεξη του μεγάλου χημικού Liebig μαγεύτηκε. Παρά τις αντιδράσεις του ίδιου του Liebig «αν θέλετε να σπουδάσετε χημεία θα πρέπει να καταστρέψετε την υγεία σας» (υπονοώντας κυρίως την ανάγκη για πολύ σκληρή δουλειά και λιγότερο τις ανθυγιεινές συνθήκες στο εργαστήριο) αποφάσισε να αλλάξει αντικείμενο και να σπουδάσει χημεία. Ο Kekule ανταποκρίθηκε πλήρως στα λόγια του δασκάλου του, αφού για πολλά χρόνια περιόρισε τον ύπνο του σε 3–4 ώρες τη μέρα. Αναμφισβήτητα το όνομα του Kekule έχει συνδεθεί με το βενζόλιο και την κυκλική δομή που του απέδωσε. Πέρα όμως απ' αυτό πρόσφερε πολλά στην επιστήμη της χημείας, όπως είναι η διατύπωση της θεωρίας τετρασθένιας του ατόμου του άνθρακα και η ερμηνεία του σχηματισμού ανθρακικών αλυσίδων με απλούς διπλούς ή τριπλούς δεσμούς. Σ' αυτόν επίσης οφείλεται η διάδοση των μοριακών μοντέλων σαν εποπτικό μέσο αναπαράστασης των μορίων (με σφαίρες και συνδέσμους). Τέλος, μνημειώδες ήταν το τρίτομο συγγραφικό του έργο «Εγχειρίδιο Οργανικής Χημείας».





## ΣΧΗΜΑ 2.13

Η σύγχρονη άποψη σχετικά με τη δομή του βενζολίου, όπως αυτή απεικονίζεται σε κομπιούτερ. Τα δεσμικά ηλεκτρόνια των ατόμων C (αυτά που σχηματίζουν δεσμούς) δημιουργούν ένα μη εντοπισμένο ηλεκτρονικό νέφος που «δένει» τα άτομα μεταξύ τους.

...άλλη μία εικονική παράσταση του βενζολικού δακτυλίου.



## Παρασκευές βενζολίου και αλκυλοβενζολίων

Πρώτα απ' όλα θα πρέπει να τονίσουμε τη μεγάλη οικονομική σημασία που έχει η βιομηχανική παραγωγή του βενζολίου και αλκυλοβενζολίων. Οι ενώσεις αυτές αποτελούν την πρώτη ύλη για τη σύνθεση όλων σχεδόν των αρωματικών ενώσεων, όπως ακριβώς τα αλκάνια (που λαμβάνονται από το πετρέλαιο) που αποτελούν τη βάση για τη σύνθεση των αλειφατικών (άκυκλων) ενώσεων.

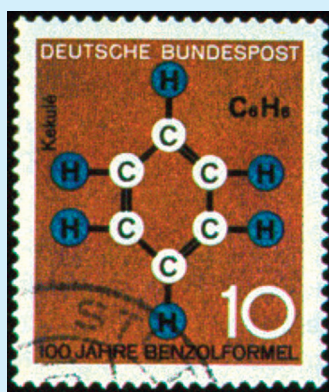
Δύο είναι οι κύριες πηγές των απλών αρωματικών υδρογονανθράκων: το κάρβουνο και το πετρέλαιο.

**1. Το κάρβουνο (λιθάνθρακες)** είναι εξαιρετικά πολύπλοκο μίγμα αποτελούμενο κυρίως από εκτεταμένες αλυσίδες δακτυλίων που μοιάζουν με του βενζολίου. Όταν θερμανθεί στους 1000 °C απουσία αέρα (ξηρά απόσταξη), το κάρβουνο διασπάται σε ένα μίγμα πτητικών προϊόντων που ονομάζεται λιθανθρακόπισσα. Με κλασματική απόσταξη της λιθανθρακόπισσας προκύπτει το βενζόλιο, καθώς και πολλοί άλλοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (π.χ. μεθυλοβενζόλιο, διμεθυλοβενζόλιο).

**2. Το πετρέλαιο,** ως γνωστό, αποτελείται κυρίως από αλκάνια. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης και παρουσία καταλυτών, γίνεται αφυδρογόνωση και κυκλοποίηση των αλκανίων και μετατροπή τους σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες, π.χ. το εξάνιο μετατρέπεται σε βενζόλιο.



Σήμερα οι μεγαλύτερες ποσότητες βενζολίου παρασκευάζονται στη βιομηχανία από το πετρέλαιο με πυρόλυση.



Η δομή του βενζολίου διερευνήθηκε από το Γερμανό χημικό Kekulé το 1865. 25 χρόνια μετά, στο

«φεστιβάλ βενζολίου» που διοργάνωσε η Γερμανική Χημική Ένωση ο Kekule σε κατάσταση ευφορίας διηγήθηκε πώς έφτασε στη σύλληψη του τύπου του βενζολίου: «Γύριζα την καρέκλα μου προς το τζάκι και λαγοκοιμήθηκα. Πάλι τα άτομα χοροπηδούσαν μπρος στα μάτια μου. Αυτή τη φορά οι μικρότερες ομάδες παρέμεναν από σεμνότητα στο πίσω μέρος. Μπορούσα τώρα να διακρίνω μεγαλύτερους συντακτικούς τύπους. Οι μακριές αλυσίδες στριφογύριζαν σαν φίδια. Αλλά δεξ! Τι ήταν αυτό; Ένα από τα φίδια δάγκωσε την ουρά του. Σαν να κτύπησε μια αστραπή! Ξύπνησα. Πέρασα, για μια ακόμα φορά, το υπόλοιπο της νύχτας επεξεργαζόμενος αυτή την εικόνα».

- Το βενζόλιο (ή καλύτερα ο βενζολικός δακτύλιος) αποτελεί τη βάση για τη σύνθεση των αρωματικών ενώσεων. Αν θέλει ο χημικός να συνθέσει μια πολύπλοκη αρωματική ένωση είτε στο εργαστήριο είτε στη βιομηχανία, δεν οικοδομεί ένα βενζολικό δακτύλιο, αλλά ξεκινά από μία απλή ένωση που περιέχει ήδη ένα βενζολικό δακτύλιο και την αυξάνει βήμα προς βήμα μέχρι να οικοδομήσει την επιθυμητή ένωση.

## Φυσικές ιδιότητες

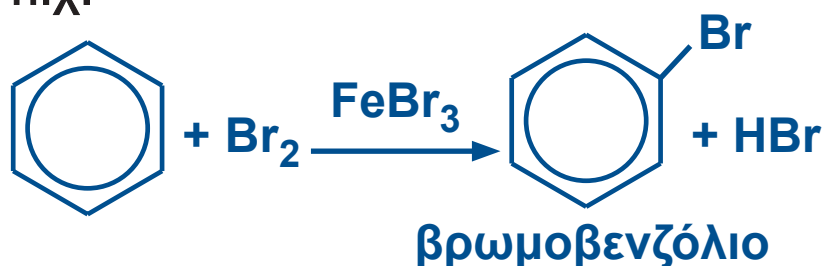
Το βενζόλιο είναι άχρωμο υγρό με χαρακτηριστική οσμή βενζίνης, αδιάλυτο στο νερό, αλλά διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες. Το ίδιο είναι άριστος διαλύτης πολλών ουσιών. Είναι ισχυρά τοξική ουσία. Περιέχεται στα καυσαέρια οχημάτων που χρησιμοποιούν ως καύσιμο αμόλυβδη βενζίνη.

## Χημικές ιδιότητες

Η δομή που έδωσε ο Kekule για το βενζόλιο προσέκρουε στη ερμηνεία τη χημικής του συμπεριφοράς των αρωματικών ενώσεων (**αρωματικός χαρακτήρας**), καθώς ο βενζολικός δακτύλιος παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:

- έχει ελάχιστη δραστικότητα, μεγάλη δηλαδή σταθερότητα (σε αντίθεση με τα αλκένια)
- δίνει δύσκολα αντιδράσεις προσθήκης (σε αντίθεση με τα αλκένια)
- δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης (με αλογόνο, αλκύλια κ.λπ.)

π.χ.



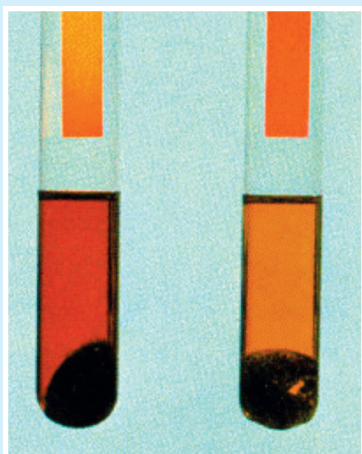
Με βάση τις ιδιότητες αυτές του βενζολικού δακτύλιου διαφοροποιούνται οι αρωματικές ενώσεις από τις υπόλοιπες οργανικές ενώσεις.

## Χρήσεις

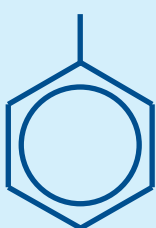
Το βενζόλιο χρησιμοποιείται ως διαλύτης ή ως πρώτη ύλη για την παρασκευή αρωματικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται στα χρώματα, φάρμακα, πλαστικά κ.λπ.



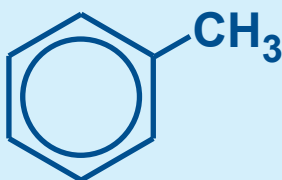
Ο καπνός του τσιγάρου περιέχει πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, ενώσεις καρκινογόνες, οι οποίες αντιδρούν με το κυτταρικό DNA.



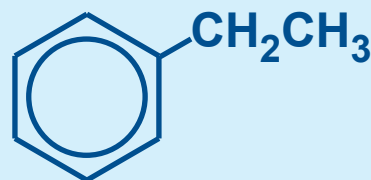
Το βενζόλιο αντιδρά με το  $\text{Br}_2$  και αρχίζει να το αποχρωματίζει. Το  $\text{HBr}$  που ελευθερώνεται χρωματίζει κόκκινο το δείκτη χάρτου.



Η ρίζα  $\text{C}_6\text{H}_5$ -  
φαινύλιο



μεθυλοβενζόλιο  
ή τολουόλιο



αιθυλοβενζόλιο

## [ 2.8. ] Ατμοσφαιρική ρύπανση - Φαινόμενο θερμοκηπίου - Τρύπα όζοντος

### Φωτοχημική ρύπανση

Ο αέρας αποτελείται κυρίως από άζωτο (78% v/v), οξυγόνο (21% v/v), διοξείδιο του άνθρακα (0,03% v/v) και ευγενή αέρια (0,9% v/v). Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η αλλοίωση της παραπάνω σύστασης (ποιοτικής και ποσοτικής), που μπορεί να έχει βλαβερές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς, καθώς και στο υλικό και πολιτισμικό περιβάλλον.

Τα υγρά και στερεά καύσιμα, καθώς καίγονται, επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με πολλούς ρυπαντές, όπως



τα αιωρούμενα σωματίδια, το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άκαυστοι υδρογονάνθρακες και άλλους. Οι ενώσεις αυτές, που χαρακτηρίζονται πρωτογενείς ρυπαντές, υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, σχηματίζουν άλλους ρυπαντές, τους δευτερογενείς, όπως είναι το όζον (O<sub>3</sub>), διάφορες αλδεΐδες, τα πολύπλοκα PAN's (νιτρικά υπεροξυακετύλια) κ.λπ.

Στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των λεγόμενων φωτοχημικών ρύπων, όπως είναι οι υδρογονάνθρακες, τα οξείδια του αζώτου και το «τροποσφαιρικό» (ή «κακό» όζον). Η φωτοχημική ρύπανση προέρχεται κυρίως από τα καυσαέρια των εξατμίσεων των αυτοκινήτων.

Τα οξείδια του αζώτου είναι βασικά συστατικά της φωτοχημικής ρύπανσης. Απ' αυτά, το διοξείδιο του αζώτου πρωτογενώς προσβάλλει τα μάτια και προκαλεί αναπνευστικές επιπλοκές. Επίσης διασπάται με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας:



Τα άτομα οξυγόνου, με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, αντιδρούν με το αέριο οξυγόνο της ατμόσφαιρας και σχηματίζουν το όζον.



Το όζον αποτελεί φωτοχημικό ρύπο και συγκεντρώνεται στην ατμόσφαιρα μέχρι το ύψος των 10 km περίπου (τροπόσφαιρα), ενώ στην παραγωγή του συμβάλλουν οι μεγάλες συγκεντρώσεις οξειδίου του αζώτου, οργανικών πτητικών ενώσεων, καθώς επίσης η υψηλή ηλιοφάνεια και η θερμοκρασία. Το όζον της τροπόσφαιρας είναι



το κυριότερο συστατικό της φωτοχημικής ρύπανσης. Προκαλεί ισχυρούς ερεθισμούς σε ζωτικά όργανα του ανθρώπινου σώματος, όπως είναι το αναπνευστικό σύστημα. Ακόμα προκαλεί έντονο ερεθισμό στα μάτια. Μαζί με το όζον σχηματίζονται τα τοξικά PAN's.

Στη λεκάνη της Μεσογείου το πρόβλημα της φωτοχημικής ρύπανσης είναι πολύ πιο σοβαρό από ό,τι στην υπόλοιπη Ευρώπη, κυρίως λόγω της έντονης ηλιοφάνειας. Ειδικά η Αθήνα θεωρείται μαζί με το Λος Άντζελες «πόλη-μοντέλο» φωτοχημικής ρύπανσης, στην οποία συμβάλλουν πολλοί λόγοι, όπως είναι ο υπερπληθυσμός και το κυκλοφοριακό.



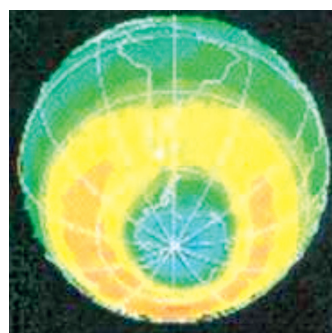
Εντυπωσιακή αλλαγή στο τοπίο του Λος Άντζελες μετά τη λήψη δραστικών μέτρων κατά της φωτοχημικής ρύπανσης.

## Όζον - Τρύπα Όζοντος

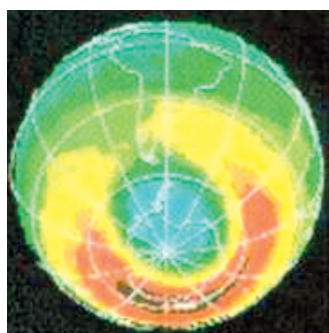
Το όζον ( $O_3$ ) αποτελεί ένα από τα συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας και, παρόλο που συνιστά μικρό μόνο ποσοστό των συστατικών της, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την ύπαρξη της ζωής πάνω στον πλανήτη.

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις όζοντος στον αέρα παρατηρούνται στη στρατόσφαιρα σε ύψος 20-25 km (1 100.000). Αυτό μας προστατεύει από τις επικίνδυνες

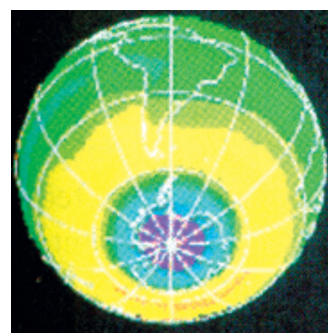
υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV) και ιδιαίτερα από τις υπεριώδεις B (UV-B). Οι ακτινοβολίες αυτές μπορούν να προκαλέσουν καρκίνους του δέρματος, βλάβες στους οφθαλμούς, σημαντικά προβλήματα στο ανοσοποιητικό σύστημα ή ακόμα να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές στα οικοσυστήματα και στη γεωργία.



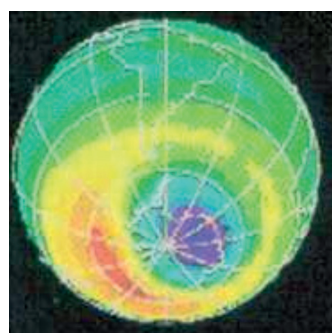
Οκτώβριος 86



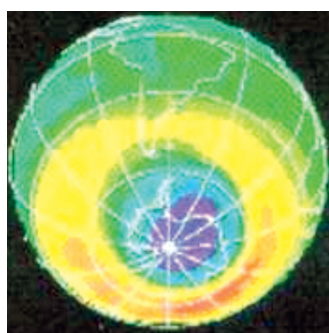
Οκτώβριος 88



Οκτώβριος 90



Οκτώβριος 92



Οκτώβριος 94

Η εξέλιξη του φαινομένου της τρύπας όζοντος (μοβ χρώμα) στο νότιο πόλο, όπως καταγράφηκε από δορυφόρο (αρχεία NASA).

Το όζον ( $O_3$ ) στην ατμόσφαιρα διασπάται, όταν απορροφήσει υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτή η φυσική διαδικασία διαταράσσεται από την παρουσία ρύπων. Το χλώριο (Cl) και το βρώμιο (Br) για παράδειγμα, επιταχύνουν τη διάσπαση των μορίων του όζοντος, καταστρέφοντας έτσι τη στιβάδα του όζοντος, στην περιοχή της στρατόσφαιρας.

Οι χλωροφθοράνθρακες (**CFCs**) είναι μία ομάδα οργανικών ενώσεων, οι οποίες ευθύνονται κατά πολύ για την εμφάνιση της τρύπας του όζοντος. Οι **CFCs** αποτελούνται από άτομα χλωρίου, φθορίου και άνθρακα, είναι μη τοξικοί, δεν αντιδρούν με το νερό, δεν είναι εύφλεκτοι και γενικά είναι χημικά αδρανείς. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μιας σειράς βιομηχανικών προϊόντων, όπως είναι τα αεροζόλ, τα διογκωτικά για πολυουρεθάνες και άλλα πλαστικά. Χρησιμοποιούνται επίσης σε συστήματα ψύξης και κλιματισμού και ως διαλύτες στη βιομηχανία και το χημικό καθαρισμό. Οι **CFCs** έχουν μεγάλο χρόνο ζωής (55 - 140 χρόνια) και έχουν χαμηλό κόστος παραγωγής.

Δύο σημαντικοί χλωροφθοράνθρακες	
CFC-12	CFC-11
Freon 12	Freon 11
$\text{CF}_2\text{Cl}_2$	$\text{CFCl}_3$
$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{F} \\   \\ \text{F} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{F} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$
διχλωροδιφθορομεθάνιο	τριχλωροφθορομεθάνιο

Οι αέριοι CFCs στα ανώτερα στρώματα (στρατόσφαιρα) διασπώνται με την υπεριώδη ακτινοβολία και δίνουν ρίζες χλωρίου (**Cl•**).



Οι ρίζες Cl χλωρίου, που σχηματίζονται, αντιδρούν με το όζον (**O<sub>3</sub>**) στη στρατόσφαιρα και σχηματίζουν

οξυγόνο ( $O_2$ ) και ρίζες ( $ClO\bullet$ ). Στη συνέχεια οι ρίζες  $ClO\bullet$  αντιδρούν με ρίζες ( $O\bullet$ ) που βρίσκονται σ' αυτή την περιοχή και σχηματίζουν μοριακό οξυγόνο ( $O_2$ ) και ρίζες χλωρίου. Όταν απελευθερωθεί μία μοναδική ρίζα χλωρίου ( $Cl\bullet$ ), καταστρέφει



1.000.000 περίπου μόρια όζοντος, πριν κατακαθίσει στην επιφάνεια της Γης, ύστερα από χρόνια. Έτσι το ατμοσφαιρικό όζον ελαττώνεται με ταχύ ρυθμό και στη θέση απομένει μία «τρύπα», απ' όπου η επικίνδυνη υπεριώδης ακτινοβολία διέρχεται ανενόχλητη και φθάνει ως την επιφάνεια της Γης. Η στιβάδα του όζοντος μειώθηκε κατά 6-7% την τελευταία δεκαετία και προβλέπεται να μειωθεί κατά 10% έως το 2000. Ακόμα κι αν εφαρμοστούν από σήμερα οι διεθνείς συνθήκες για την προστασία του όζοντος, θα χρειαστούν τουλάχιστον 70 χρόνια, για να ανακοπεί η μείωσή του. Η διαδικασία αντικατάστασης των ουσιών που καταστρέφουν το όζον, με περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον ουσίες π.χ HFCs (υδροφθοράνθρακες) γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς, και δεν προβλέπεται να ολοκληρωθεί νωρίτερα από το 2030.

- Δεν πρέπει να συγχέουμε το στρώμα του όζοντος, που βρίσκεται στη **στρατόσφαιρα** σε απόσταση 25 - 30 km από την επιφάνεια της Γης και το οποίο είναι ευεργετικό, με το όζον της **τροπόσφαιρας** που βρίσκεται σε ύψος 0 - 10 km από την επιφάνεια της Γης. Το τελευταίο είναι ρυπαντής και προκαλεί βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Επειδή οι δύο αυτές ποσότητες του όζοντος δεν επικοινωνούν, μπορούμε



να πούμε ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν ως συνέπεια να ελαττώνεται το ωφέλιμο όζον της στρατόσφαιρας (τρύπα όζοντος) και να αυξάνεται το επιβλαβές όζον της τροπόσφαιρας (φωτοχημική ρύπανση).

## Φαινόμενο Θερμοκηπίου

Τα αέρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, όπως οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το οξείδιο του αζώτου, οι χλωροφθοράνθρακες, είναι διαφανή στην προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, που τα διαπερνά. Απορροφούν όμως μέρος της ανακλούμενης ακτινοβολίας από τη Γη και την επιστρέφουν, θερμαίνοντας έτσι το σύστημα Γη - κατώτερη ατμόσφαιρα. Αν δεν υπήρχε αυτό το προστατευτικό κάλυμμα των αερίων της ατμόσφαιρας, που λειτουργεί όπως η κάλυψη από γυαλί του θερμοκηπίου, η ανακλούμενη από τη Γη ακτινοβολία θα διέφευγε στο διάστημα και η μέση επιφανειακή θερμοκρασία του πλανήτη μας θα ήταν αρκετές δεκάδες βαθμοί χαμηλότερη.

Τα σημαντικότερα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου:

Αέριο	Συμμετοχή στο φαινόμενο
CO <sub>2</sub>	50%
CH <sub>4</sub>	18%
CFCs	14 - 16%
NO <sub>x</sub>	8%
O <sub>3</sub>	12%

Βλέπουμε δηλαδή, ότι το αποτέλεσμα αυτής της δράσης κάτω από αυτές τις συνθήκες και χωρίς την έκλυση

των αερίων ανθρώπινης προέλευσης είναι πολύ ευεργετικό. Σήμερα, όμως, με την αύξηση των συγκεντρώσεων διαφόρων «θερμοκηπικών» αερίων στην ατμόσφαιρα, το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει ενισχυθεί και δημιουργεί πολλά προβλήματα. Τα κυριότερα ανθρωπογενούς προέλευσης αέρια που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι:

**Το διοξείδιο του άνθρακα.** Θεωρείται υπεύθυνο για το 50% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Σε λιγότερο από 2 αιώνες οι άνθρωποι αύξησαν κατά 25% τη συνολική ποσότητα CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας με τη χρήση των φυσικών καυσίμων (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και με την καταστροφή των δασών. Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο οι άνθρωποι επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με 6 δισεκατομμύρια τόνους CO<sub>2</sub>.



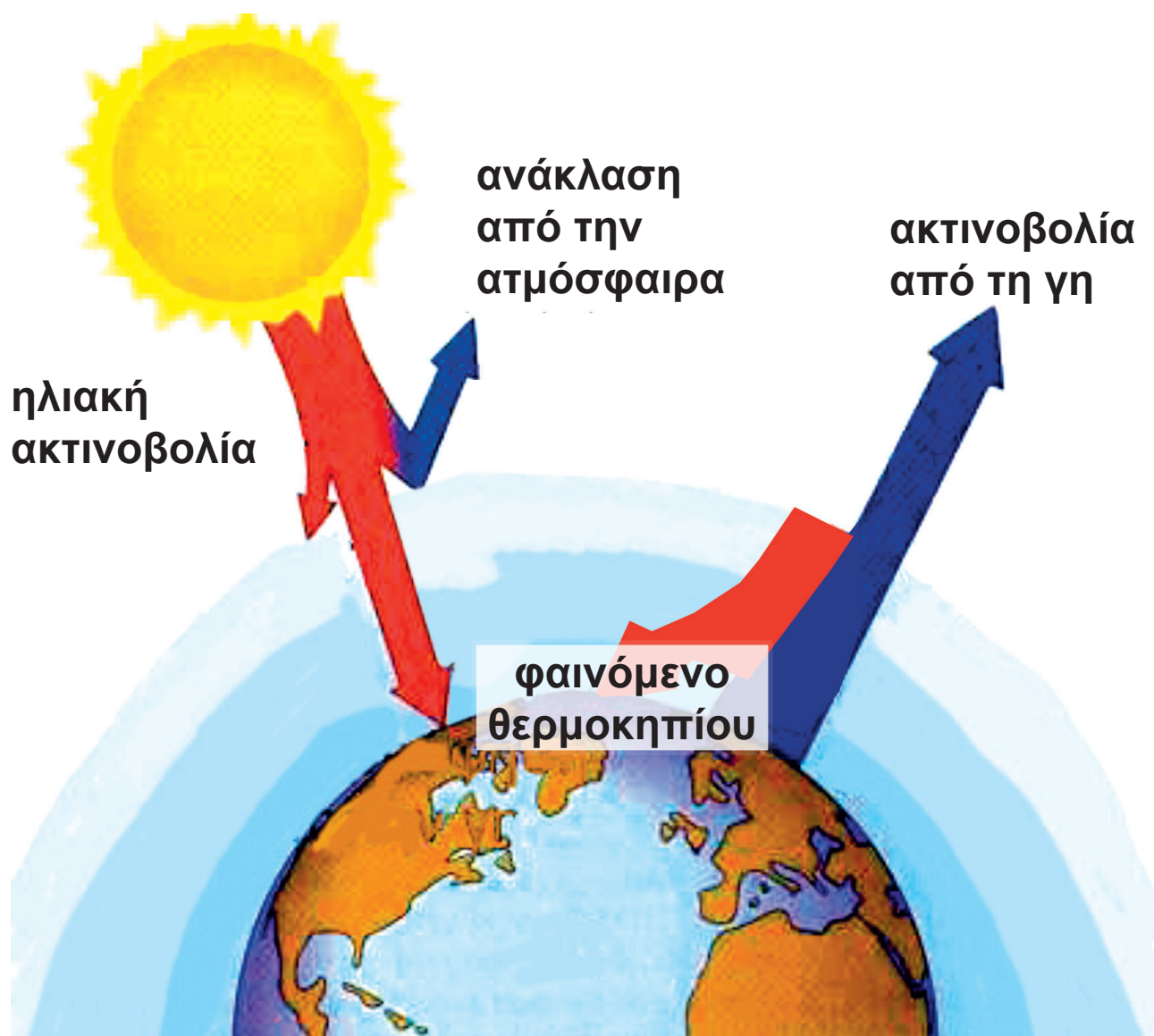
Οι τεράστιες ποσότητες CO<sub>2</sub> που παράγονται συνεχώς από τις διάφορες καύσεις, δυστυχώς δεν ισοσταθμίζονται από τη φωτοσύνθεση (μετατροπή CO<sub>2</sub> σε O<sub>2</sub>) κυρίως λόγω των μεγάλων καταστροφών στα δάση. Το CO<sub>2</sub> που δημιουργείται εμποδίζει τη μεταφορά θερμότητας από τα κατώτερα στα ανώτερα στρώματα (θερμοκήπιο). Έτσι, υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης θα ανέβει τα επόμενα 100 χρόνια 2 - 6 °C. Τεράστιες μάζες πάγου θα λιώσουν στους πόλους, επιφέροντας άνοδο στη στάθμη της θάλασσας με συνέπεια μεγάλες εκτάσεις της Γης να καλυφθούν με νερά (πλημμύρες). Πόσο αληθινά είναι τα σενάρια αυτά κανείς δεν μπορεί να είναι σίγουρος για πολλούς λόγους. Ο κυριότερος είναι ότι οι υπολογισμοί γίνονται με προσεγγίσεις με μεγάλα περιθώρια λάθους.



**Το μεθάνιο** ευθύνεται για το 18% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Έχει βρεθεί ότι 1 kg CH<sub>4</sub> απορροφά 70 φορές περισσότερη ενέργεια από 1 kg CO<sub>2</sub>.

**Οι χλωροφθοράνθρακες** συμβάλλουν κατά 14 –16%, **τα οξείδια του αζώτου** κατά 8% και **το όζον** κατά 12%.

Οι συνέπειες της υπερθέρμανσης της Γης δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένες σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη. Πρόσφατες έρευνες σε Αμερική και Ευρώπη δείχνουν ότι κάτω από τις συνθήκες αυτές προβληματικά κλιματολογικά φαινόμενα, όπως οι ξηρασίες, οι πλημμύρες, το El Niño και άλλα, αναμένεται να εμφανίζονται πιο συχνά. Οι σίγουρες συνέπειες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης είναι: 1) η μείωση στα αποθέματα του νερού. 2) Οι απότομες μεταβολές στη θερμοκρασία του αέρα. 3) Οι υψηλές θερμοκρασίες στη θερινή περίοδο. 4) Η είσοδος των θαλάσσιων υδάτων στον παράκτιο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και η υποβάθμισή του. 5) Οι σημαντικές μετακινήσεις πληθυσμού και αγαθών.



## ΣΧΗΜΑ 2.14

Σχηματική παρουσίαση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

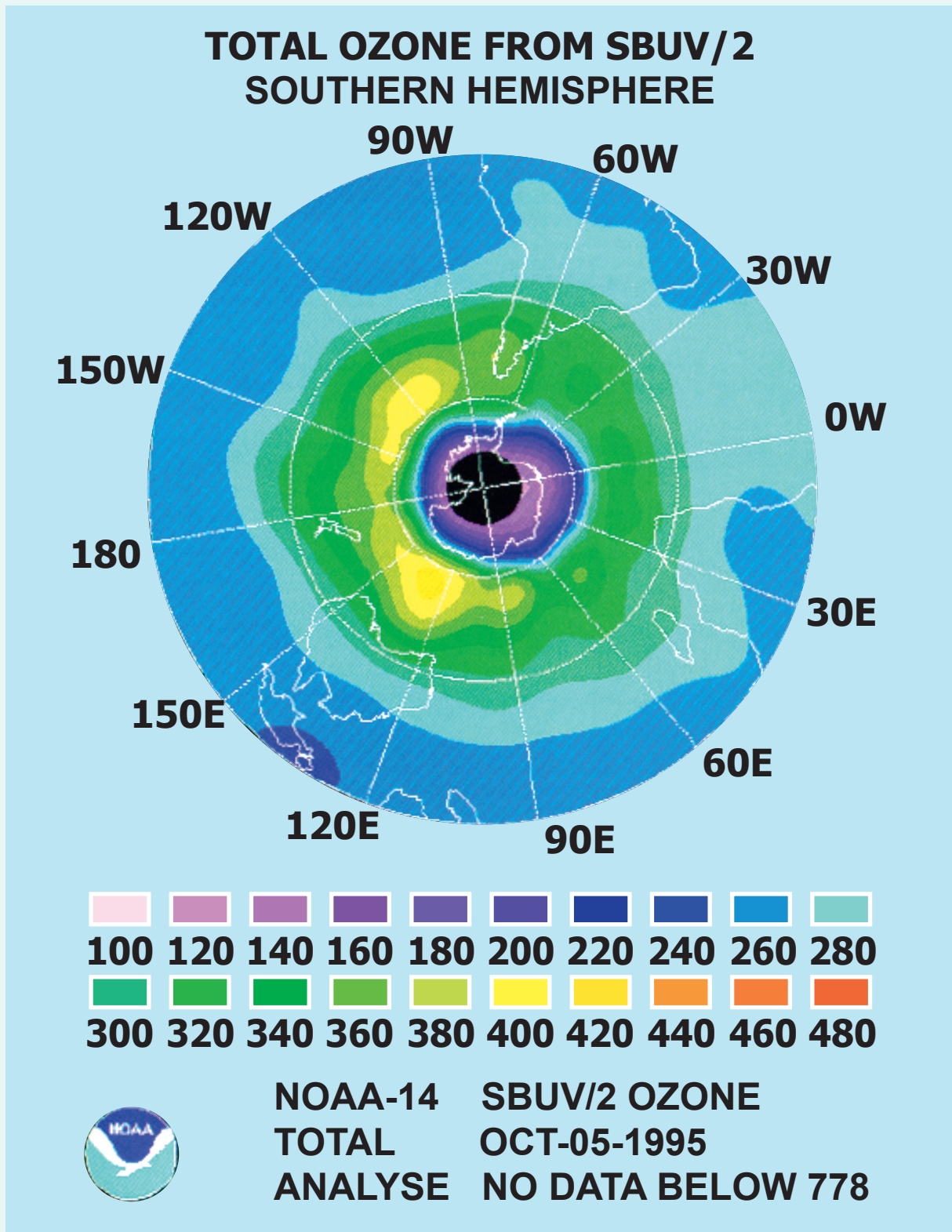
## Γνωρίζεις ότι...

### Ένα ψυγείο χωρίς CFCs από την Greenpeace

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια να αντικατασταθούν οι αδρανείς χλωροφθοράνθρακες από άλλες ουσίες δραστικότερες, που δεν παραμένουν αμετάβλητες στην ατμόσφαιρα για πολύ καιρό και δεν προκαλούν μείωση του όζοντος της στρατόσφαιρας. Τέτοιες ουσίες είναι οι υδροφθοράνθρακες και οι υδρογονάνθρακες, που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό ψυγείο που κατασκευάστηκε από την Greenpeace.

Το Βρετανικό Γραφείο της Greenpeace, σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Περιβαλλοντικής Μηχανικής του South Bank Polytechnic, κατασκεύασε ένα οικιακό ψυγείο χωρίς CFCs. Συγκεκριμένα, το ψυκτικό αέριο CFC-12 αντικαταστάθηκε από προπάνιο, ενώ και το διογκωμένο CFC-11 μονωτικό, που χρησιμοποιείται συνήθως, αντικαταστάθηκε από μονωτικό διογκωμένο με διοξείδιο του άνθρακα.

Το Βρετανικό Ινστιτούτο Ψύξης θεωρεί πως η χρήση προπανίου και μονωτικού διογκωμένου με διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί μία ρεαλιστική άμεση λύση στα προβλήματα της χρήσης των CFCs. Το νέο ψυγείο χρησιμοποιεί μόλις 20 g ενός μίγματος βουτανίου - προπανίου σε ίσες αναλογίες, όση είναι δηλαδή η ποσότητα υγραερίου που περιέχεται σε 3 αναπτήρες. Εξάλλου, η ενεργειακή του κατανάλωση είναι χαμηλότερη από αυτή των αντίστοιχων συμβατικών ψυγείων.



**ΣΧΗΜΑ 2.15**  
 Η τρύπα του όζοντος, όπως καταγράφηκε από τη NASA τον Οκτώβριο του 1995, καλύπτει στο νότιο πόλο μια περιοχή όσο περίπου είναι η έκταση της Νοτίου Αμερικής (κόκκινο - βιολετί χρώμα).

# Ανακεφαλαίωση

1. Καύση μιας ανόργανης ή οργανικής ουσίας είναι η αντίδρασή της με οξυγόνο (ή αέρα), όταν συνοδεύεται από παραγωγή φωτός και θερμότητας.
2. Τα καύσιμα είναι υλικά που, όταν καίγονται, αποδίδουν σημαντικά και εκμεταλλεύσιμα ποσά ενέργειας.
3. Η καύση είναι αντίδραση εξώθερμη.
4. Το πετρέλαιο είναι μίγμα υγρών υδρογονανθράκων στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.
5. Ηκατεργασία μετατροπής του αργού πετρελαίου σε εμπορεύσιμα προϊόντα ονομάζεται διύλιση.
6. Η βενζίνη είναι μίγμα υδρογονανθράκων με 5 έως 12 άτομα άνθρακα στο μόριό τους.
7. Η ποιότητα της βενζίνης καθορίζεται από ένα δείκτη που ονομάζεται αριθμός οκτανίου.
8. Νάφθα είναι το κλάσμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου που αποτελείται κυρίως από αλκάνια με 5 έως 9 άτομα άνθρακα στο μόριό τους.
9. Πετροχημεία είναι ο κλάδος της βιομηχανικής χημείας που περιλαμβάνει το σύνολο των μεθόδων παραγωγής χημικών προϊόντων με πρώτη ύλη το πετρέλαιο.
10. Το φυσικό αέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων που συνυπάρχει με το πετρέλαιο και έχει ως κύριο συστατικό του το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ).
11. Τα αλκάνια βρίσκονται άφθονα στο φυσικό αέριο και στο πετρέλαιο. Το μεθάνιο αποτελεί επίσης το κύριο συστατικό του βιοαερίου.
12. Το  $\text{CH}_4$  και όλα τα αλκάνια είναι ενώσεις αδρανείς. Σε κατάλληλες συνθήκες δίνουν λίγες αντιδράσεις,



- όπως είναι η καύση, η πυρόλυση και η υποκατάσταση.
- 13.** Ο καταλύτης στα αυτοκίνητα μετατρέπει μερικά επικίνδυνα συστατικά των καυσαερίων σε λιγότερο βλαβερά και σε ακίνδυνα αέρια.
  - 14.** Τα αλκένια λόγω δραστηριότητας δεν είναι διαδεδομένα στη φύση, παρασκευάζονται στη βιομηχανία με πυρόλυση των αλκανίων και στο εργαστήριο με αφυδάτωση αλκοολών ή αφυδραλογόνωση αλκυλαλογονιδίων.
  - 15.** Τα αλκένια είναι ενώσεις πολύ πιο δραστικές από τα αλκάνια, λόγω της μεγάλης ενέργειας του διπλού δεσμού. Οι χαρακτηριστικές τους αντιδράσεις είναι η προσθήκη, ο πολυμερισμός και η καύση.
  - 16.** Τα αλκίνια λόγω δραστηριότητας δε βρίσκονται στη φύση. Το πιο ενδιαφέρον μέλος της σειράς είναι το ακετυλένιο.
  - 17.** Το ακετυλένιο βιομηχανικά παρασκευάζεται με πυρόλυση του μεθανίου, που αποτελεί συστατικό του φυσικού αερίου.
  - 18.** Τα αλκίνια είναι ενώσεις δραστικές εξαιτίας του τριπλού δεσμού. Οι χαρακτηριστικές τους αντιδράσεις είναι η προσθήκη, η καύση, ο πολυμερισμός και οι αντιδράσεις του όξινου υδρογόνου.
  - 19.** Το βενζόλιο είναι ο κύριος εκπρόσωπος των αρωματικών υδρογονανθράκων. Στο βενζολικό δακτύλιο τα άτομα του άνθρακα του βενζολίου συνδέονται μεταξύ τους με δεσμό ενδιάμεσο του απλού και διπλού δεσμού.
  - 20.** Δύο είναι οι πηγές από όπου προέρχονται οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (π.χ. το βενζόλιο): το κάρβουνο (λιθάνθρακες) και το πετρέλαιο.
  - 21.** Το σύνολο των ιδιοτήτων του βενζολίου και των παραγώγων του ονομάζεται αρωματικός χαρακτήρας.



Το βενζόλιο είναι ελάχιστα δραστικό, δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης και πολύ δύσκολα αντιδράσεις προσθήκης.

- 22.** Οι ρυπαντές που προέρχονται από την καύση των υγρών και στερεών καυσίμων π.χ. **NO**, **SO<sub>2</sub>**, **CO** και άκαυστοι υδρογονάνθρακες (πρωτογενείς ρυπαντές) με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας σχηματίζουν δευτερογενείς ρυπαντές, όπως π.χ. όζον, αλδεΐδες και PAN. Έτσι, προκαλείται φωτοχημική ρύπανση.
- 23.** Η ταχεία ελάττωση του ατμοσφαιρικού όζοντος, με κύρια αιτία τους χλωροφθοράνθρακες (**CFCs**), διευκολύνει τη διέλευση της επικίνδυνης υπεριώδους ακτινοβολίας προς την επιφάνεια της γης. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως τρύπα του όζοντος.
- 24.** Τα κυριότερα ανθρωπογενούς προέλευσης αέρια που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και οι χλωροφθοράνθρακες (**CFCs**).

## Λέξεις-κλειδιά

- καύση
- καύσιμο
- πετρέλαιο
- διύλιση
- κλασματική απόσταξη
- πετροχημεία
- βενζίνη
- αριθμός οκτανίου
- νάφθα
- φυσικό αέριο
- βιοαέριο
- αλκάνια
- μεθάνιο
- καταλυτικός μετατροπέας
- αλκένια
- αιθυλένιο
- αλκίνια
- ακετυλένιο

- προσθήκη
- πολυμερισμός
- υποκατάσταση
- αρωματικές ενώσεις
- βενζόλιο
- αρωματικός χαρακτήρας
- ατμοσφαιρική ρύπανση
- φαινόμενο θερμοκηπίου
- τρύπα του όζοντος

## Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

### Ερωτήσεις επανάληψης

1. Να δώσετε τους ορισμούς: α) καύση, β) καύσιμο, γ) φυσικό καύσιμο, δ) τεχνητό καύσιμο.
2. Ποιες είναι οι κυριότερες πηγές καυσίμων στη φύση;
3. Περιγράψτε τη θεωρία που θεωρείται επικρατέστερη σήμερα για το σχηματισμό του πετρελαίου.
4. α) Τι είναι η νάφθα; β) Τι είναι ο αριθμός οκτανίου; γ) Τι είναι το φυσικό αέριο και ποιο το κύριο συστατικό του; δ) Να αναφέρετε δύο βασικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου ως καυσίμου.
5. Τι είναι το βιοαέριο και τι είναι η βιομάζα;
6. Ποιοι είναι οι γενικοί τύποι των: α) αλκανίων, β) αλκενίων, γ) αλκινίων. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του 1ου μέλους κάθε ομόλογης σειράς από τους παραπάνω υδρογονάνθρακες;
7. Ποια είναι η προέλευση των κορεσμένων υδρογονανθράκων;
8. Να αναφέρετε μερικές φυσικές ιδιότητες των αλκανίων.
9. Τι γνωρίζετε για την πυρόλυση των αλκανίων; Ποια είναι η βιομηχανική της σημασία;
10. Να αναφέρετε μερικές φυσικές ιδιότητες των αλκενίων.

11. Να διατυπώσετε τον κανόνα του Markovnikov και να δώσετε ένα παράδειγμα εφαρμογής του.
12. Τι είναι ο πολυμερισμός; Τι είναι το πολυμερές;
13. Ποιο είναι το γενικό σχήμα των αντιδράσεων πολυμερισμού των αλκενίων; Να δώσετε σχετικά παραδείγματα.
14. Ποιες είναι οι κυριότερες βιομηχανικές χρήσεις του αιθυλενίου;
15. Πώς καίγεται το ακετυλένιο και ποια είναι τα αποτελέσματα της καύσης του;
16. Να γράψετε μερικές αντιδράσεις που να αποδεικνύουν τον όξινο χαρακτήρα του H του ακετυλενίου.
17. Τι είναι το βενζόλιο; Τι ονομάζουμε σήμερα αρωματικές ενώσεις;
18. Να αναφέρετε μερικές ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και να εξηγήσετε τα οφέλη που θα προκύψουν από τη χρήση τους.
19. Ποια από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων είναι ακίνδυνα και ποια είναι τοξικά;
20. Από τι αποτελείται ο καταλύτης ενός αυτοκινήτου και ποιος είναι ο ρόλος του;



## Ασκήσεις – Προβλήματα

### α. Πετρέλαιο -Βενζίνη

21. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ τις προτάσεις που είναι λανθασμένες.
- α. Η καύση είναι εξώθερμη αντίδραση.
  - β. Η βενζίνη λαμβάνεται μόνο από την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου.
  - γ. Η νάφθα με πυρόλυση δίνει αέριο νάφθας, βενζίνη και μίγμα κατώτερων υδρογονανθράκων.
- \* 22. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ τις προτάσεις που είναι λανθασμένες.
- α. Στα αυτοκίνητα με καταλύτη επιβάλλεται η χρήση αμόλυβδης βενζίνης.
  - β. Το αργό πετρέλαιο μετατρέπεται σε εμπορεύσιμα καύσιμα με τη διύλιση.
  - γ. Το πετρέλαιο αποτελείται μόνο από υγρούς υδρογονάνθρακες.
  - δ. Τα προϊόντα της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου ονομάζονται πετροχημικά.
- Να εξηγήσετε την απάντησή σας μόνο στην πρόταση α.

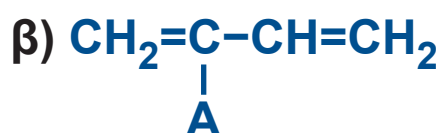
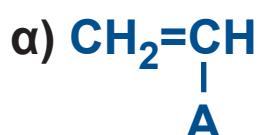
### β. Αλκάνια - Αλκένια - Αλκίνια - Αρωματικές ενώσεις - Βενζόλιο

23. Να γράψετε μερικές χημικές αντιδράσεις με τις οποίες παράγονται αλκάνια σε καθαρή κατάσταση.
24. Τι γνωρίζετε για την καύση των αλκανίων;
25. Τι είναι η πυρόλυση των αλκανίων; Γράψτε μία χημική αντίδραση πυρόλυσης αλκανίου. Τι είναι η ισομερίωση;
26. Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις του μεθανίου με χλώριο: α) σε διάχυτο φως, β) με άμεσο ηλιακό φως.

27. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις παρασκευής ενός αλκενίου με πρώτη ύλη: α) ένα αλκυλαλογονίδιο, β) μία αλκοόλη.

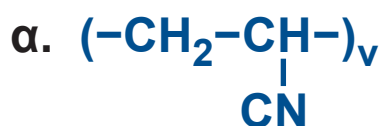
28. Να δώσετε από δύο παραδείγματα χημικών αντιδράσεων: α) προσθήκης, β) πολυμερισμού, γ) όξι-νου υδρογόνου στο ακετυλένιο, αναφέροντας και τις κατάλληλες συνθήκες κάτω από τις οποίες αυτές πραγματοποιούνται.

29. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων πολυμερισμού των ουσιών με τους παρακάτω χημικούς τύπους.

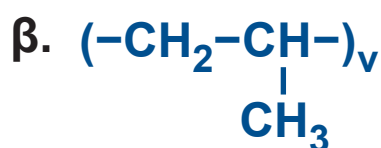


30. Να αντιστοιχίσετε τους αριθμούς με τα γράμματα.

1. πολυαιθυλένιο



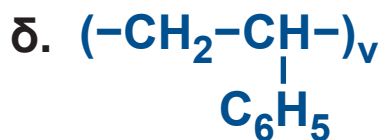
2. πολυβινυλοχλωρίδιο



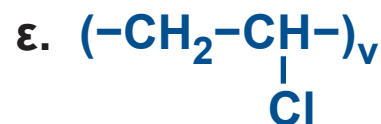
3. πολυπροπυλένιο



4. πολυακρυλονιτρίλιο



5. πολυστυρόλιο



31. Το ακετυλένιο μπορεί να παρασκευαστεί με τις παρακάτω διαδικασίες:
- Το μεθάνιο θερμαίνεται στους  $1500^{\circ}\text{C}$ .
  - Με υδρόλυση  $\text{CaC}_2$ .
  - Από την αντίδραση ενός διχλωροπαραγώγου του αιθανίου με αλκοολικό διάλυμα  $\text{NaOH}$ .
- Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των παραπάνω αντιδράσεων.
32. Τι τύπο έδωσε ο Kekule για το βενζόλιο και ποιος είναι ο τύπος του βενζολίου σύμφωνα με τις νεότερες απόψεις;
33. Πώς παρασκευάζεται σήμερα το βενζόλιο;
34. Να γράψετε μία χημική αντίδραση υποκατάστασης του βενζολίου.
35. Να αντιστοιχίσετε τα αντιδρώντα σώματα της στήλης (A) με τα οργανικά προϊόντα της στήλης (B):

A		B
$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH}$		$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I} + \text{H}_2$		$\text{CH}_3\text{CH}_3$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I} + \text{Na}$		$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
$\text{CH}_3\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2$		$\text{CH}_4$

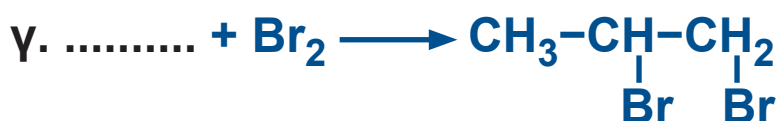
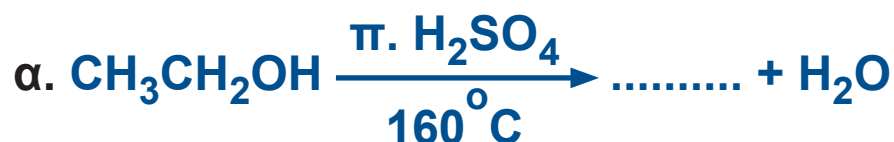
- \*36. Να συμπληρώσετε τα διάστικτα στις παρακάτω χημικές εξισώσεις:
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} + \dots \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3 + \dots$
  - $\text{CH}_3\text{I} + \dots \rightarrow \dots + \text{NaI}$
  - $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \dots \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
  - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I} + \dots \rightarrow \dots + \text{I}_2$
37. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις προσθήκης:
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \dots$
  - $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$





Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας στην αντίδραση γ.

\* 38. Να συμπληρώσετε τα διάστικτα στις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



39. Να σημειώσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ αυτές που είναι λανθασμένες:

α) Τα αλκάνια και τα αλκένια έχουν γενικούς εμπειρικούς τύπους  $\text{C}_v\text{H}_{2v}$  και  $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$  αντιστοίχως.

β) Άκυκλοι υδρογονάνθρακες είναι αυτοί που σχηματίζουν ανοικτή ανθρακική αλυσίδα στο μόριό τους.

γ) Οι υδρογονάνθρακες είναι σώματα υγρά.

δ) Τα αλκυλαλογονίδια αποτελούνται από ένα αλκύλιο που έχει τύπο  $\text{C}_v\text{H}_{2v+1}-$  και αλογόνο, όπως **Cl**, **Br**, ή **I**.

ε) Γενικά η πυρόλυση μετατρέπει μικρά μόρια υδρογονανθράκων σε μεγαλύτερα.

40. Να σημειώσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ αυτές που είναι λανθασμένες:

α) Το ακετυλένιο βρίσκεται άφθονο στη φύση.

β) Τα υδρογόνα του ακετυλενίου μπορούν να αντικατασταθούν από μέταλλα (όξινος χαρακτήρας).

γ) Το ακετυλένιο δεν πολυμερίζεται, διότι έχει τριπλό δεσμό και όχι διπλό, όπως το αιθένιο.

δ) Από το ακετυλένιο μπορούμε να παρασκευάσουμε  $C_6H_6$ .

41. Να αντιστοιχίσετε κάθε ουσία της στήλης (A) με την ομόλογη σειρά στην οποία ανήκει η ουσία της στήλης (B).

A	B
1-βουτίνιο	Αλκάνιο
αιθένιο	Αλκένιο
μεθυλοπροπάνιο	αρωματικός υδρογονάνθρακας
βενζόλιο	αλκίνιο

42. Δίνεται αλκίνιο με μοριακό τύπο  $C_5H_8$ :
- Να γράψετε τα συντακτικά ισομερή και να τα ονομάσετε.
  - Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ισομερών που έχουν διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα, ανήκουν σε άλλη ομόλογη σειρά και έχουν μοριακό τύπο  $C_5H_8$ .
43. Τα συντακτικά ισομερή του υδρογονάνθρακα με μοριακό τύπο  $C_4H_6$  είναι:
- α: 3,      β: 4,      γ: 5,      δ: 6.
- Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.
44. Δίνεται η ουσία με μοριακό τύπο  $C_4H_{10}$ .
- Σε ποια ομόλογη σειρά ανήκει και ποιος είναι ο γενικός εμπειρικός τύπος της σειράς αυτής;
  - Να γράψετε τα συντακτικά ισομερή και να τα ονομάσετε.
  - Να παρασκευάσετε το ισομερές που έχει ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα με πρώτη ύλη  $CH_3CH_2I$ .

**\*45.** Αν διαβιβάσουμε ένα μίγμα μεθανίου, αιθενίου, προπινίου και αιθανίου σε περίσσεια διαλύματος  $\text{Br}_2$  σε  $\text{CCl}_4$ , τότε τα αέρια που εξέρχονται από το διάλυμα αυτό είναι:

- α. μεθάνιο και αιθάνιο
- β. αιθένιο και προπίνιο
- γ. αιθάνιο
- δ. αιθάνιο και αιθένιο

Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

**\*46.** Δίνονται οι πιο κάτω πληροφορίες που αφορούν την άγνωστη ουσία X:

- 1. Αποχρωματίζει διάλυμα  $\text{Br}_2$  σε  $\text{CCl}_4$ .
- 2. Μπορεί να πολυμεριστεί.
- 3. Παρασκευάζεται από αλκυλοχλωρίδιο με επίδραση αλκοολικού διαλύματος  $\text{NaOH}$ .

Επομένως η ένωση X είναι:

- α. το προπίνιο
- β. το αιθένιο
- γ. το αιθάνιο
- δ. το βουτάνιο

Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

**47.** Επιδρά αλκοολικό διάλυμα υδροξειδίου του καλίου σε 1,2-διχλωροβουτάνιο και σχηματίζεται:

- α. βουτάνιο, β. 1-βουτένιο,
- γ. 1-βουτίνιο, δ. 2-βουτίνιο.

Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

**48.** Τα συντακτικά ισομερή του υδρογονάνθρακα με μοριακό τύπο  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ :

- α:3 β:4 γ:5 δ:6

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

49. Δίνεται η άκυκλη ένωση με τύπο  $C_4H_8$ .
- α. Σε ποια ομόλογη σειρά ανήκει και ποιος είναι ο γενικός εμπειρικός τύπος της σειράς αυτής;
- β. Να γράψετε τα συντακτικά ισομερή και να τα ονομάσετε.
- γ. Να γράψετε για κάθε ισομερές την αντίδραση προσθήκης με νερό.
50. Τα συντακτικά ισομερή της ένωσης με μοριακό τύπο  $C_5H_{10}$  είναι:
- α:4      β:5      γ:6      δ:7.
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
51. Το κύριο προϊόν της αντίδρασης του HCl με το 1-βουτένιο είναι:
- α. 1-χλωροβουτάνιο, β. 2-χλωροβουτάνιο, γ. 1,1-διχλωροβουτάνιο, δ. 2χλωρο-1-βουτένιο.
- Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.
52. Να αντιστοιχίσετε τις διεργασίες που αναφέρονται στη στήλη Α με τα προϊόντα που είναι γραμμένα στη στήλη Β:

A	B
αφυδραλογόνωση ισοπροπυλοχλωριδίου	$(-CH_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$
προσθήκη HBr σε 1-βουτένιο	προπένιο
πολυμερισμός βινιλοχλωριδίου	$CH_2=CH_2$
προσθήκη $H_2$ σε αιθίνιο	$CH_3CH_2\underset{\text{Br}}{\text{CH}}CH_3$

- 53.** Ποια αλκάνια μπορείτε να παρασκευάσετε με πρώτη ύλη το αιθυλοϊωδίδιο; Να γράψετε τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις.
- 54.** Ένα από τα προϊόντα της πυρόλυσης του αργού πετρελαίου είναι το αιθένιο. Πώς μπορούμε να παρασκευάσουμε από το αργό πετρέλαιο:  
α) πολυαιθυλένιο, β) αιθάνιο, γ) αιθυλική αλκοόλη, δ) βουτάνιο;  
Να δώσετε τις σχετικές αντιδράσεις χρησιμοποιώντας και ανόργανα υλικά.
- 55.** Πώς από ανθρακασβέστιο και ανόργανα υλικά μπορούμε να παρασκευάσουμε:  
α) βενζόλιο, β) χλωροαιθάνιο, γ) πολυβινυλοχλωρίδιο (**PVC**);
- 56.** Να παρασκευάσετε το αιθάνιο σύμφωνα με τις γενικές μεθόδους παρασκευής των αλκανίων.  
3g αιθανίου καίγονται πλήρως. Πόσα λίτρα **CO<sub>2</sub>** θα παραχθούν σε πρότυπες συνθήκες (STP);

4,48 L

- \*57.** Ένας υδρογονάνθρακας έχει στο μόριό του 8 άτομα υδρογόνου και η σχετική μοριακή μάζα του είναι ίση με 56. Ο υδρογονάνθρακας αυτός αντιδρά με **Br<sub>2</sub>**. Από αυτές τις πληροφορίες να δείξετε τι θα ισχύει από τα παρακάτω:  
α) έχει μοριακό τύπο **C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>**  
β) είναι ακόρεστη οργανική ένωση  
γ) μπορεί να έχει συντακτικό τύπο: 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$$
  
δ) πιθανώς πολυμερίζεται.
- \*58.** Αιθένιο διαβιβάζεται σε βρώμιο. Όταν το βρώμιο αποχρωματιστεί εντελώς, παίρνουμε μια ουσία που ζυγίζει 100g.  
α) Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος της ουσίας που

παράχθηκε και ποια η ονομασία της;  
β) Πόσα mol αιθενίου χρησιμοποιήθηκαν;  
γ) Από πόσα γραμμάρια αιθανόλης θα παρασκευαστεί το αιθέριο που χρησιμοποιήσαμε;

0,53 mol

24,38 g.

**\*59.** Με επίδραση νερού σε ανθρακασβέστιο παράγεται αέριο του οποίου ο όγκος σε STP είναι 2,8 L.

Ζητούνται:

α) η μάζα του  $\text{CaC}_2$  που χρησιμοποιήθηκε,

β) η μεγαλύτερη μάζα  $\text{Cl}_2$  που μπορεί να αντιδράσει με το αέριο που παράχθηκε,

γ) η μάζα του  $\text{H}_2\text{SO}_4$  που χρειάζεται για να εξουδετερωθεί πλήρως το υπόλειμμα της κατεργασίας του ανθρακασβεστίου με νερό.

8 g

17,75 g

12,25 g.

**\*60.** Η σχετική μοριακή μάζα πολυμερούς ενός αλκενίου είναι 56000. Αν τα 5,6 L του μονομερούς ζυγίζουν 7 g σε STP να βρεθούν:

α) ο συντακτικός τύπος του αλκενίου,

β) πόσα μόρια μονομερούς συνθέτουν το πολυμερές.

2000



**\*61.** 21 g ενός αλκενίου αντιδρούν πλήρως με 11,2 L υδρογόνου σε STP.

α) Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος και η ονομασία του αλκενίου;

β) Να γράψετε μία αντίδραση παρασκευής του αλκενίου χρησιμοποιώντας σαν πρώτη ύλη ένα αλκυλαλογονίδιο.

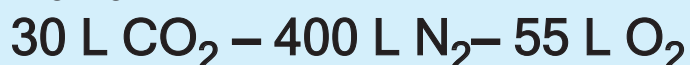
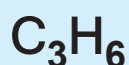


**\*62.** Ποσότητα αλκενίου που έχει όγκο 4,48 L σε STP καίγεται πλήρως, οπότε παράγονται 10,8 g νερού.

α. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου;

β. 10 L του ίδιου αλκενίου αναμιγνύονται με 500 L αέρα που περιέχει 20% κατ' όγκον (v/v) O<sub>2</sub> και 80% κατ' όγκον (v/v) N<sub>2</sub>. Να βρεθεί ο όγκος των καυσαερίων μετά την ψύξη τους στη συνήθη θερμοκρασία.

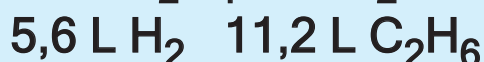
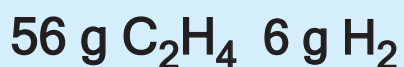
Οι όγκοι μετρούνται στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.



**\*\*63.** 62 g μίγματος (A) αιθενίου και H<sub>2</sub> έχουν όγκο 112 L σε STP.

α. Ποια είναι η κατά βάρος σύσταση του μίγματος (A);

β. 15,5 g του μίγματος (A) θερμαίνονται παρουσία Ni και σχηματίζεται νέο αέριο μίγμα (B). Πόσα λίτρα έχουμε από κάθε αέριο σε STP στο μίγμα (B);



**\*64.** Μίγμα όγκου 15 mL που αποτελείται από μεθάνιο και προπένιο αναφλέγεται με οξυγόνο. Μετά τη ψύξη των αερίων της καύσης στη συνήθη θερμοκρασία, βρίσκουμε ότι ο όγκος του αερίου που δεσμεύθηκε από διάλυμα NaOH είναι 35 mL. Αν οι όγκοι μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, να προσδιοριστεί η κατ' όγκον σύσταση του μίγματος των δύο υδρογονανθράκων.

5mL - 10mL

**\*65.** Καίγονται 12 mL μίγματος αιθινίου και ενός υδρογονάνθρακα της ομόλογης σειράς των αλκανίων με 60 mL οξυγόνου. Μετά την καύση και την ψύξη των προϊόντων της καύσης στη συνήθη θερμοκρασία, απομένουν 51 mL, από τα οποία τα 26 mL δεσμεύτηκαν από διάλυμα βάσης. Να βρεθούν:  
α) η κατ' όγκο σύσταση του μίγματος των δύο υδρογονανθράκων αν οι όγκοι μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης,  
β) ο μοριακός τύπος του αλκανίου.

10mL - 2mL

$C_3H_8$

**\*66.** 10 mL αλκενίου υφίστανται πλήρη υδρογόνωση με 12 mL  $H_2$  και μετατρέπονται σε αλκάνιο. Το μίγμα των αερίων που προκύπτει απαιτεί για την πλήρη καύση του 66 mL  $O_2$ . Να βρεθεί ο μοριακός τύπος

$C_4H_8$  - 3 ισομερή

- \*67.** Ποσότητα αιθανικού νατρίου συνθερμαίνεται σε κατάλληλες συνθήκες με επαρκή ποσότητα NaOH, οπότε παράγεται αλκάνιο.
- α. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης.
- β. Το αλκάνιο αντιδρά παρουσία φωτός με χλώριο, οπότε παράγονται 13,55 g μίγματος χλωρομεθανίου και διχλωρομεθανίου σε αναλογία mole 1:1. Πόσα γραμμάρια αιθανικού νατρίου αντέδρασαν αρχικά;

16,4 g.

### **γ. Ατμοσφαιρική ρύπανση - Φωτοχημικό νέφος - Όζον - Τρύπα όζοντος - Φαινόμενο θερμοκηπίου**

- 68.** Τι είναι και πώς δημιουργείται η ατμοσφαιρική ρύπανση;
- 69.** Ποιοι είναι οι πρωτογενείς και ποιοι οι δευτερογενείς ρυπαντές;
- 70.** Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού όζοντος στη φωτοχημική ρύπανση της ατμόσφαιρας.
- 71.** Τι είναι οι χλωροφθοράνθρακες, από τι αποτελούνται και ποιος ο ρόλος τους στην ατμόσφαιρα;
- 72.** Πώς δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου; Να αναφέρετε ονομαστικά τα κυριότερα αέρια ανθρωπογενούς προέλευσης που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- 73.** Να δώσετε μερικές σίγουρες συνέπειες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης.

# Δραστηριότητα

## Υδρογονάνθρακες και Υπουργείο Περιβάλλοντος

Παρακάτω δίνεται ένα μικρό απόσπασμα από τις τιμές που δίνει το Υπουργείο Χωροταξίας και Περιβάλλοντος για την ατμοσφαιρική ρύπανση της περιοχής πρωτεύουσας. Οι τιμές είναι μέσες μηνιαίες και αφορούν το έτος 1997 (Μπορεί κανείς να τις βρει και επίσης να έχει πλήρη εικόνα από τη σελίδα του Υπουργείου στο Internet). Οι τιμές αφορούν δύο σταθμούς μέτρησης Χ και Ψ, ένα στο κέντρο και ένα στην περιφέρεια της Αθήνας. Επίσης αφορούν δύο μήνες του έτους,  $M_1$  και  $M_2$ . Οι τιμές είναι σε  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  πλην του CO που είναι σε  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$

Μήνας $M_1$					
Σταθμός	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	CO
Χ	63	208	86	19	7,4
Ψ	18	37	29	51	3,2

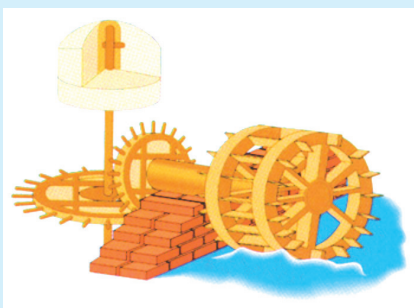
  

Μήνας $M_2$					
Σταθμός	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	CO
Χ	19	64	80	39	2,8
Ψ	15	20	35	70	0,8

1. Μπορείτε μετά από μελέτη του πίνακα να αποφανθείτε ποιος σταθμός είναι στο κέντρο και ποιος στα προάστια;
2. Αν οι μήνες είναι ο Αύγουστος και ο Ιανουάριος, σε ποιους αντιστοιχούν οι  $M_1$  και  $M_2$ ;
3. Βλέπετε κάποιον ρυπαντή που «δε σέβεται τις ταξικές διαφορές»;
4. Ποιους από τους ρυπαντές θα χαρακτηρίζατε δείκτες της ρύπανσης από την κίνηση των αυτοκινήτων;

## Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού - λάθους

- 21. Σ είναι: α, γ, Λ είναι: β
- 22. Σ είναι: α, β, Λ είναι: γ, δ
- 39. Σ είναι: β, δ, Λ είναι: α, γ, ε
- 40. Σ είναι: β, δ, Λ είναι: α, γ
- 43. β
- 45. α
- 46. β
- 47. γ
- 48. γ
- 50. β
- 51. β
- 57. α, β, δ



# [ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ]

**ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ  
ΕΡΕΥΤΗΡΙΟ  
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ**



## ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ

### A

**Ακόρεστες ενώσεις:** οι ενώσεις στις οποίες δύο τουλάχιστον άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με διπλό ή τριπλό δεσμό.

**Άκυκλες:** οι ενώσεις στις οποίες τα άτομα του άνθρακα ενώνονται σε ευθεία ή διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται αλειφατικές (ή λιπαρές).

**Αλεικυκλικές:** όλες οι μη αρωματικές ισοκυκλικές ενώσεις.

**Αλκαδιένια:** υδρογονάνθρακες με δύο διπλούς δεσμούς στο μόριό τους.

**Αλκάνια:** οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες.

**Αλκένια:** οι υδρογονάνθρακες με ένα διπλό δεσμό στο μόριό τους.

**Αλκίνια:** υδρογονάνθρακες με ένα τριπλό δεσμό στο μόριό τους.

**Αλκοόλες:** οργανικές ενώσεις με χαρακτηριστική ομάδα το υδροξύλιο (OH).

**Αλκοολική ζύμωση:** η παρασκευή οινοπνεύματος από τη γλυκόζη παρουσία ενζύμου.

**Αλκύλια:** κορεσμένες μονοσθενείς ρίζες, που έχουν γενικό τύπο  $C_nH_{2n+1}$ , συμβολίζονται με R-.

**Αριθμός οκτανίου:** δείκτης ποιότητας βενζίνης.

**Αρωματική ένωση:** οργανική ένωση που περιέχει ένα τουλάχιστον βενζολικό πυρήνα.

**Ατμοσφαιρική ρύπανση:** η αλλοίωση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα που μπορεί να έχει βλαβερές συνέπειες.

## **B**

**Βενζίνη:** μίγμα υδρογονανθράκων με 5 έως 12 άτομα άνθρακα στο μόριο τους. Οι μέσες τιμές των ιδιοτήτων της βενζίνης πλησιάζουν αυτές του οκτανίου.

**Βενζοϊκό οξύ:** το απλούστερο αρωματικό οξύ, προκύπτει θεωρητικά με υποκατάσταση ενός ατόμου υδρογόνου του βενζολίου με καρβοξύλιο. Παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων: τις αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου και τις αντιδράσεις της πλευρικής ομάδας (του καρβοξυλίου).

**Βενζόλιο:** ο κύριος εκπρόσωπος των αρωματικών υδρογονανθράκων. Στο βενζολικό δακτύλιο τα άτομα του άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με δεσμό ενδιάμεσο του απλού και διπλού δεσμού.

**Βιομόρια:** χημικά μόρια που υπάρχουν στους ζωντανούς οργανισμούς.

## **Γ**

**Γαλακτικό οξύ:** ως υδροξυοξύ δίνει αντιδράσεις οξέος (λόγω του καρβοξυλίου) και αντιδράσεις αλκοόλης (λόγω του υδροξυλίου).

**Γαλακτική ζύμωση:** διεργασία που βρίσκει εφαρμογή στη βιομηχανία για την παρασκευή γαλακτικού οξέος.

## **Δ**

**Διύλιση:** η κατεργασία μετατροπής του αργού πετρελαίου σε εμπορεύσιμα προϊόντα.

## **Ε**

**Εμπειρικός τύπος:** δείχνει από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση και την αναλογία των ατόμων στο μόριο αυτής.

**Ετεροκυκλικές:** ονομάζονται οι κυκλικές ενώσεις στις οποίες ο δακτύλιος σχηματίζεται όχι μόνο από άτομα άνθρακα, αλλά και από άτομα άλλου στοιχείου, συνήθως O, N.

**Εστεροποίηση:** η αντίδραση οξέος με αλκοόλη.

## **Η**

**Ηλεκτρόνια σθένους:** ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου.

## **Ι**

**Ισοκυκλικές:** ονομάζονται οι κυκλικές ενώσεις στις οποίες ο δακτύλιος σχηματίζεται αποκλειστικά και μόνο από άτομα άνθρακα.

**Ισομέρεια:** το φαινόμενο κατά το οποίο δύο ή και περισσότερες ενώσεις με τον ίδιο μοριακό τύπο έχουν διαφορές στις ιδιότητές τους.

## **Κ**

**Καρβοξυλικά οξέα:** οργανικά οξέα που περιέχουν τη ρίζα καρβοξύλιο ( $-\text{COOH}$ ).

**Καταλύτης αυτοκινήτου:** συσκευή που περιορίζει μέσω χημικών αντιδράσεων μερικά επικίνδυνα συστατικά των καυσαερίων.

**Καύση:** η αντίδραση μιας ουσίας με οξυγόνο ή αέρα που συνοδεύεται από παραγωγή φωτός και θερμότητας.

**Καύσιμα:** ουσίες που όταν καίγονται, αποδίδουν σημαντικά και εκμεταλλεύσιμα ποσά ενέργειας.

**Κορεσμένες ενώσεις:** ενώσεις στις οποίες όλα τα άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με απλούς δεσμούς.

**Κυκλικές:** ενώσεις στο μόριο των οποίων υπάρχει ένας τουλάχιστον δακτύλιος, δηλαδή σχηματίζεται κλειστή αλυσίδα.

## **M**

**Μοριακός τύπος:** είναι ο χημικός τύπος που δείχνει τον ακριβή αριθμό των ατόμων των διαφόρων στοιχείων στο μόριο της ένωσης.

## **N**

**Νάφθα:** το κλάσμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου μεταξύ βενζίνης και κηροζίνης.

## **Ξ**

**Ξίδι:** το διάλυμα του οξικού οξέος.

## **O**

**Οινόπνευμα:** Η σπουδαιότερη κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (αιθανόλη  $C_2H_5OH$ ). Μεγάλες ποσότητες αυτού παρασκευάζονται από το αιθυλένιο. Χρησιμοποιείται κυρίως στα αλκοολούχα ποτά, καθώς και ως πρώτη ύλη για την σύνθεση οργανικών ενώσεων.

**Ομόλογη σειρά:** ένα σύνολο οργανικών ενώσεων, των οποίων τα μέλη (οργανικές ενώσεις) έχουν τα εξής κοινά χαρακτηριστικά:

1. Έχουν τον ίδιο γενικό μοριακό τύπο.
2. Όλα τα μέλη έχουν ανάλογη σύνταξη και περιέχουν την ίδια χαρακτηριστική ομάδα.
3. Έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες, καθώς η χημική συμπεριφορά τους εξαρτάται από τη σύνταξη του μορίου και τις χαρακτηριστικές ομάδες.
4. Οι φυσικές τους ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με τη σχετική μοριακή τους μάζα ( $M_r$ ) και τη θέση της χαρακτηριστικής ομάδας.
5. Έχουν παρόμοιες παρασκευές.
6. Κάθε μέλος διαφέρει από το προηγούμενο και το επόμενο του κατά την ομάδα  $-CH_2-$ .

**Ομοιοπολικός δεσμός:** ο δεσμός που δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων.

**Όξινη βροχή:** η βροχή που έχει pH μικρότερο του 5,6 που είναι το pH της καθαρής βροχής.

**Όξινος χαρακτήρας:** κοινές ιδιότητες των οξέων.

**Οργανικά οξέα:** τα οξέα που περιέχουν την ομάδα του καρβοξυλίου.

**Οργανική Χημεία:** η χημεία των ενώσεων του άνθρακα.

**Π**

**Περιεκτικότητα διαλύματος:** το μέγεθος που δείχνει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.

**Πετρέλαιο:** υγρό ορυκτό που αποτελείται κυρίως

από υγρούς υδρογονάνθρακες στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.

**Πετροχημεία:** ο κλάδος της βιομηχανικής χημείας που περιλαμβάνει το σύνολο των μεθόδων παραγωγής χημικών προϊόντων με πρώτη ύλη το πετρέλαιο.

**Πολυμερισμός:** η συνένωση μικρών μορίων, που ονομάζονται μονομερή, προς σχηματισμό ενός μεγαλύτερου μορίου που ονομάζεται πολυμερές.

**Πρωτεΐνες:** βιολογικά μακρομόρια που προέρχονται από την συνένωση αμινοξέων μέσω πεπτιδικού δεσμού.

**Πυρόλυση:** η θέρμανση υδρογονανθράκων και γενικότερα ουσιών, παρουσία καταλυτών και απουσία αέρα.

**Σ**

**Σάπωνες:** μίγματα αλάτων, μακράς αλυσίδας, καρβοξυλικών οξέων με Na ή K.

**Σαπωνοποίηση:** η υδρόλυση, παρουσία βάσεων, των τριγλυκεριδίων που δίνει γλυκερίνη και σάπωνες.

**Στερεοϊσομερή:** ενώσεις με ίδιο μοριακό και συντακτικό τύπο αλλά διαφορετικό στερεοχημικό.

**Στοιχειακή χημική ανάλυση:** το σύνολο των εργασιών που γίνονται για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης μιας ένωσης. Περιλαμβάνει την ποιοτική και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση.

**Συντακτικά ισομερή:** ενώσεις με ίδιο μοριακό αλλά διαφορετικό συντακτικό τύπο. Διακρίνονται σε ισομερή αλυσίδας, θέσης και ομόλογης σειράς.



## Υ

**Υδατάνθρακες:** πολυυδροξυαλδεΐδες και πολυυδροξυκετόνες.

**Υφάνσιμες ύλες:** με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ίνες από τις οποίες παρασκευάζονται νήματα και υφάσματα.

## Φ

**Φαινόλη ή υδροξυβενζόλιο:** η απλούστερη αρωματική αλκοόλη. Τα μεγαλύτερα ποσά της σήμερα παρασκευάζονται από το πετρέλαιο.

**Φυσικό αέριο:** μίγμα υδρογονανθράκων που συνυπάρχει με το πετρέλαιο και έχει ως κύριο συστατικό του το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ).

**Φωτοσύνθεση:** η σύνθεση των υδρογονανθράκων στα φυτά με ταυτόχρονη παραγωγή οξυγόνου από την αντίδραση του  $\text{CO}_2$  με το  $\text{H}_2\text{O}$  και με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας.

**Φωτοχημική ρύπανση:** η ρύπανση που προκαλείται από την μετατροπή πρωτογενών ρυπαντών σε δευτερογενείς υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

# [ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β ]

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	2 He
2	3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	10 Ne
3	11 Na	12 Mg																18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Th	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110	111	112						
					58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
					90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Μέταλλα       Μεταλλοειδή  
 Αμέταλλα  
 Ευγενή αέρια

λανθανίδες  
 ακτινίδες

# [ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ ]

## ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΜΑΖΩΝ ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ

Σχετικές Ατομικές Μάζες ορισμένων στοιχείων  
(για υπολογισμούς)

Άζωτο	N	14
Άνθρακας	C	12
Αργίλιο	Al	27
Άργυρος	Ag	108
Ασβέστιο	Ca	40
Βάριο	Ba	137
Βρώμιο	Br	80
Θείο	S	32
Ιώδιο	I	127
Κάλιο	K	39
Κασσίτερος	Sn	119
Μαγγάνιο	Mn	55
Μαγνήσιο	Mg	24
Μόλυβδος	Pb	207
Νάτριο	Na	23

165 / 169

<b>Νικέλιο</b>	<b>Ni</b>	<b>59</b>
<b>Οξυγόνο</b>	<b>O</b>	<b>16</b>
<b>Πυρίτιο</b>	<b>Si</b>	<b>28</b>
<b>Σίδηρος</b>	<b>Fe</b>	<b>56</b>
<b>Υδράργυρος</b>	<b>Hg</b>	<b>201</b>
<b>Υδρογόνο</b>	<b>H</b>	<b>1</b>
<b>Φθόριο</b>	<b>F</b>	<b>19</b>
<b>Φώσφορος</b>	<b>P</b>	<b>31</b>
<b>Χαλκός</b>	<b>Cu</b>	<b>63,5</b>
<b>Χλώριο</b>	<b>Cl</b>	<b>35,5</b>
<b>Χρώμιο</b>	<b>Cr</b>	<b>52</b>
<b>Ψευδάργυρος</b>	<b>Zn</b>	<b>65</b>

**ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ ( $A_r$ ) ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ  
ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ**

**Η σύγκριση έγινε με βάση το ισότοπο  $^{12}\text{C}$  που έχει  $A_r = 12$  ακριβώς**

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$	Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	$A_r$
1	Υδρογόνο	H	1.008	53	Ιώδιο	I	126.9
2	Ήλιο	He	4.003	54	Ξένο	Xe	131.3
3	Λίθιο	Li	6.941	55	Καίσιο	Cs	132.9
4	Βηρύλλιο	Be	9.012	56	Βάριο	Ba	137.3
5	Βόριο	B	10.81	57	Λανθάνιο	La	138.9
6	Άνθρακας	C	12.01	58	Δημήτριο	Ce	140.1
7	Άζωτο	N	14.01	59	Πρασινοδύμιο	Pr	140.9
8	Οξυγόνο	O	16.00	60	Νεοδύμιο	Nd	144.2
9	Φθόριο	F	19.00	61	Προμήθειο	$^{145}\text{Pm}$	144.9
10	Νέο	Ne	20.18	62	Σαμάριο	Sm	150.4
11	Νάτριο	Na	22.99	63	Ευρώπιο	Eu	152.0
12	Μαγνήσιο	Mg	24.31	64	Γαδολίνιο	Gd	157.3



Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	Ατ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	Ατ. Αριθ.
13	Αργίλιο		65	Τέρβιο	Tb	158.9
	(Αλουμίνιο)	Al	26.98	Δυσπρόσιο	Dy	162.5
14	Πυρίτιο	Si	28.09	Όολμιο	Ho	164.9
15	Φωσφόρος	P	30.97	Έρβιο	Er	167.3
16	Θείο	S	32.07	Θούλιο	Tm	168.9
17	Χλώριο	Cl	35.45	Υπτέρβιο	Yb	173.0
18	Αργό	Ar	39.95	Λουτήτιο	Lu	175.0
19	Κάλιο	K	39.10	Άφνιο	Hf	178.5
20	Ασβέστιο	Ca	40.08	Ταντάλιο	Ta	180.9
21	Σκάνδιο	Sc	44.96	Βολφράμιο	W	
22	Τιτάνιο	Ti	47.88	(Τουγκστένιο)		183.9
23	Βανάδιο	V	50.94	Ρήνιο	Re	186.2
24	Χρώμιο	Cr	52.00	Όσμιο	Os	190.2
25	Μαγγάνιο	Mn	54.94	Ιρίδιο	Ir	192.2

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	Ατ. Αριθ.	Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	Ατ.
26	Σίδηρος	Fe	55.85	78	Λευκόχρυσος	Pt	195.1
27	Κοβάλτιο	Co	58.93		(Πλατίνα)		
28	Νικέλιο	Ni	58.69	79	Χρυσός	Au	197.0
29	Χαλκός	Cu	63.55	80	Υδράργυρος	Hg	200.6
30	Ψευδάργυρος	Zn	65.39	81	Θάλλιο	Tl	204.4
31	Γάλλιο	Ga	69.72	82	Μόλυβδος	Pb	207.2
32	Γερμάνιο	Ge	72.59	83	Βισμούθιο	Bi	209.0
33	Αρσενικό	As	74.92	84	Πολώνιο	<sup>210</sup> Po	210.0
34	Σελήνιο	Se	78.96	85	Άστατο	<sup>210</sup> At	210.0
35	Βρώμιο	Br	79.90	86	Ραδόνιο	<sup>222</sup> Rn	222.0
36	Κρυπτό	Kr	83.80	87	Φράγκιο	<sup>223</sup> Fr	223.0
37	Ρουβίδιο	Rb	85.47	88	Ράδιο	<sup>226</sup> Ra	226.0
38	Στρόντιο	Sr	87.62	89	Ακτίσιο	<sup>227</sup> Ac	227.0
39	Ύττιριο	Y	88.91	90	Θόριο	Th	232.0
40	Ζιρκόνιο	Zr	91.22	91	Πρωτακτίσιο	<sup>231</sup> Pa	231.0
41	Νιόβιο	Nb	92.21	92	Ουράνιο	U	238.0

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A <sub>r</sub>	Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A <sub>r</sub>
42	Μολυβδαίνιο	Mo	95.94	93	Ποσειδώνιο	<sup>237</sup> Np	237.0
43	Τεχνητίο	<sup>99</sup> Tc	98.91		(Νεπτούνιο)		
44	Ρουθήνιο	Ru	101.1	94	Πλουτώνιο	<sup>239</sup> Pu	239.1
45	Ρόδιο	Rh	102.9	95	Αμερίκιο	<sup>243</sup> Am	243.1
46	Παλλάδιο	Rd	106.4	%	Κιούριο	<sup>247</sup> Cm	247.1
47	Άργυρος	Ag	107.9	97	Μπικρέλιο	<sup>247</sup> Bk	247.1
48	Κάδμιο	Cd	112.4	98	Καλιφόρνιο	<sup>252</sup> Cf	252.1
49	Ίνδιο	In	114.8	99	Αϊνσταϊνίο	<sup>252</sup> Es	252.1
50	Κασσίτερος	Sn	118.7	100	Φίρμιο	<sup>257</sup> Fm	257.1
51	Αντιμόνιο	Sb	121.8	101	Μεντελέβιο	<sup>256</sup> Md	256.1
52	Τελλούριο	Te	127.6	102	Νομπέλιο	<sup>259</sup> No	259.1
				103	Λωρένσιο	<sup>260</sup> Lr	260.1

# [ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ ]

## ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ

### ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

Μέγεθος	Σύμβολο μονάδας	Ονομασία μονάδας	Σύμβολο μονάδας
Μήκος	l	μέτρο	m
Μάζα	m	χιλιόγραμμα	kg
Χρόνος	t	δευτερόλεπτο	s
Θερμοκρασία	T	κέλβιν	K
Ποσότητα ουσίας	n	μολ	mol
Ποσότητα ηλεκτρισμού	I	αμπέρ	A
Φωτεινή Ισχύς	I <sub>u</sub>	καντέλα	cd

Πρόθεμα	Σύμβολο	Σχέση με τη βασική μονάδα	Παράδειγμα
Mega-	M	$10^6$	1Mm = $10^6$ m
kilo-	k	$10^3$	1km = $10^3$ m
deci-	d	$10^{-1}$	1dm = $10^{-1}$ m
centi-	c	$10^{-2}$	1cm = $10^{-2}$ m
milli-	m	$10^{-3}$	1mm = $10^{-3}$ m
micro-	μ	$10^{-6}$	1μm = $10^{-6}$ m
nano-	n	$10^{-9}$	1nm = $10^{-9}$ m
pico-	p	$10^{-12}$	1pm = $10^{-12}$ m

# Περιεχόμενα Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 1ου ΤΟΜΟΥ

<b>1</b>	<b>ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ</b>	
<b>1.1</b>	Εισαγωγή στην οργανική χημεία	<b>11</b>
<b>1.2</b>	Ταξινόμηση οργανικών ενώσεων - Ομόλογες σειρές	<b>17</b>
<b>1.3</b>	Ονοματολογία άκυκλων οργανικών ενώσεων	<b>24</b>
<b>1.4</b>	Ισομέρεια	<b>31</b>
<b>1.5</b>	Ανάλυση των οργανικών ενώσεων	<b>37</b>
	Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	<b>44</b>

<b>2</b>	<b>Πετρέλαιο - Υδρογονάνθρακες</b>	
	Γνωρίζεις ότι: «Ο σύγχρονος πολιτισμός - βιομηχανική επανάσταση και καύσιμα»	<b>60</b>
<b>2.1</b>	Πετρέλαιο - Προϊόντα πετρελαίου. Βενζίνη. Καύση - Καύσιμα	<b>65</b>
<b>2.2</b>	Νάφθα - Πετροχημικά	<b>77</b>
<b>2.3</b>	Αλκάνια - Μεθάνιο, φυσικό αέριο, βιοαέριο	<b>79</b>
<b>2.4</b>	Καυσαέρια - Καταλύτες αυτοκινήτων	<b>92</b>
<b>2.5</b>	Αλκένια - Αιθένιο ή αιθυλένιο	<b>96</b>



<b>2.6</b>	<b>Αλκίνια - Αιθίνιο ή ακετυλένιο</b>	<b>109</b>
<b>2.7</b>	<b>Αρωματικές ενώσεις - Βενζόλιο</b>	<b>117</b>
<b>2.8</b>	<b>Ατμοσφαιρική ρύπανση - Φαινόμενο θερμοκηπίου - Τρύπα όζοντος</b>	<b>124</b>
	<b>Γνωρίζεις ότι: «Ένα ψυγείο χωρίς CFCs από την Greenpeace»</b>	<b>134</b>
	<b>Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα</b>	<b>136</b>
	<b>Παραρτήματα</b>	<b>155</b>









**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.**