



Κεφάλαιο **2**



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

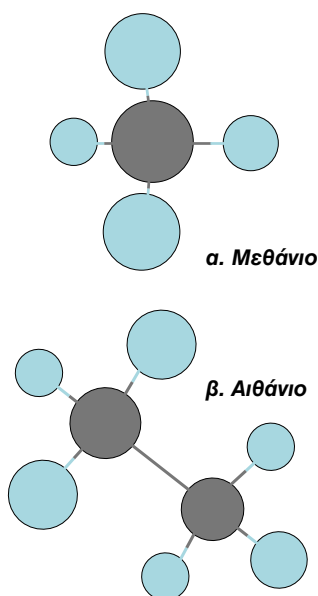
ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι πιο απλές οργανικές ενώσεις αποτελούνται μόνο από άνθρακα και υδρογόνο και ονομάζονται **υδρογονάνθρακες**. Ανάλογα με τη δομή και τις χημικές ιδιότητές τους, οι υδρογονάνθρακες χωρίζονται σε τρεις μεγάλες ομάδες:

- τους κορεσμένους υδρογονάνθρακες (αλκάνια και κυκλοαλκάνια),
- τους ακόρεστους υδρογονάνθρακες (π.χ. αλκένια, αλκαδιένια, αλκίνια) και
- τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες.

2.1 Αλκάνια - Μεθάνιο

2.1.1 Γενικά



Εικόνα 2.1

Τρισδιάστατα μοντέλα μεθανίου και αιθανίου

Αλκάνια ονομάζονται οι άκυκλοι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες:

- άκυκλοι, γιατί έχουν ανοικτή ανθρακική αλυσίδα, και
- κορεσμένοι, γιατί τα άτομα άνθρακα των μορίων τους συνδέονται μεταξύ τους με απλούς δεσμούς.

Το πρώτο μέλος της σειράς είναι το μεθάνιο (CH_4), το οποίο είναι συγχρόνως και η πιο απλή οργανική ένωση. Στο μεθάνιο τα τέσσερα άτομα υδρογόνου περιβάλλουν ομοιόμορφα το άτομο άνθρακα, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ένα κανονικό τετράεδρο (εικόνα 2.1α). Στο τετράεδρο αυτό το άτομο του άνθρακα βρίσκεται στο κέντρο, ενώ τα τέσσερα άτομα του υδρογόνου στις κορυφές του.

Τα άλλα μέλη της σειράς (ομόλογη σειρά των αλκανίων) προκύπτουν από το μεθάνιο με προσθήκη μίας ή περισσότερων μεθυλενομάδων ($-\text{CH}_2-$) και έχουν κατά συνέπεια **γενικό μοριακό τύπο** (Γ.Μ.Τ.) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Στις ενώσεις αυτές τα άτομα του άνθρακα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με απλούς δεσμούς και σχηματίζουν ευθύγραμμες ή διακλαδισμένες ανθρακικές αλυσίδες, ενώ τα άτομα

του υδρογόνου καλύπτουν τους υπόλοιπους ελεύθερους δεσμούς των ατόμων του άνθρακα.

Στον πίνακα 2.1 δίνονται τα ονόματα και οι χημικοί τύποι των κατώτερων μελών των αλκανίων με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα.

Πίνακας 2.1

Χημικοί τύποι και ονόματα των κατώτερων
ευθύγραμμων αλκανίων

| Αριθμός ατόμων άνθρακα | M.T. | Σ.Τ. | Όνομα | Σημείο βρασμού (°C) |
|---------------------------|--------------------------------|---|----------|------------------------|
| 1 | CH ₄ | CH ₄ | μεθάνιο | -161,7 |
| 2 | C ₂ H ₆ | CH ₃ -CH ₃ | αιθάνιο | -88,6 |
| 3 | C ₃ H ₈ | CH ₃ -CH ₂ -CH ₃ | προπάνιο | -42,2 |
| 4 | C ₄ H ₁₀ | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | βουτάνιο | -0,5 |
| 5 | C ₅ H ₁₂ | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | πεντάνιο | 36,5 |

2.1.2 Προέλευση - Παραγωγή

Τα αλκάνια είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση:

- Τα πρώτα μέλη των αλκανίων, με πρώτο το μεθάνιο, υπάρχουν στα αέρια που πηγάζουν από τη γη είτε αυτοδύναμα (γαιαέριο ή φυσικό αέριο) είτε μαζί με το πετρέλαιο. Το μεθάνιο βρίσκεται επίσης και σε διάφορα άλλα αέρια καύσιμα, όπως είναι για παράδειγμα το φωταέριο, το αέριο πόλης και το βιοαέριο.
- Τα μεσαία και τα ανώτερα μέλη των αλκανίων βρίσκονται σε μεγάλο ποσοστό στο πετρέλαιο.
- Τα ανώτατα μέλη των αλκανίων συναντώνται σε ορισμένα ορυκτά, όπως είναι για παράδειγμα ο οξοκηρίτης.



Εικόνα 2.2

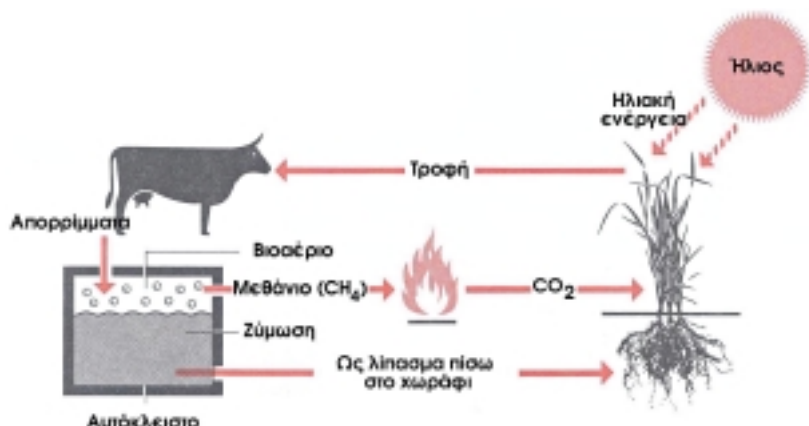
Το μεθάνιο υπάρχει στα αέρια που βγαίνουν μαζί με το πετρέλαιο

Το φυσικό αέριο σχηματίστηκε (όπως και το πετρέλαιο) με τη πάροδο πάρα πολλών χιλιετιών της ιστορίας της γης και συσσωρεύτηκε σε υπόγειους γεωλογικούς σχηματισμούς, τα κοιτάσματα (κοιτάσματα φυσικού αερίου ή πετρελαίου)

Φυσικό αέριο ονομάζεται το αέριο που παράγεται από τη γη είτε αυτοδύναμα είτε μαζί με το πετρέλαιο και περιέχει μεθάνιο σε ποσοστό πάνω από 75%. Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται σήμερα είτε ως καύσιμο για την κίνηση των αυτοκινήτων, την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας είτε ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία για την παραγωγή χημικών προϊόντων.

Βιοαέριο ονομάζεται το αέριο που σχηματίζεται κατά την αναερόβια (χωρίς αέρα) αποσύνθεση οργανικών καταλοίπων (εικόνα 2.3). Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται φυτικά ή ζωικά απορρίμματα, όπως είναι τα περιττώματα ζώων, τα κατάλοιπα φυτών ή τα σκουπίδια, που αποτελούν τη βιομάζα. Η βιομάζα, μαζί με τα βακτηρίδια που προκαλούν την αποσύνθεση (ζύμωση), τοποθετείται σε ειδικά αυτόκλειστα δοχεία, όπου διεξάγονται οι βιοχημικές αντιδράσεις (ζυμώσεις) απουσία αέρα. Αυτές οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται από τα βακτηρίδια με την πέψη των οργανικών καταλοίπων και παράγονται ως προϊόντα το βιοαέριο και ένα στερεό υπόλειμμα, το οποίο είναι κατάλληλο για λίπασμα. Το βιοαέριο περιέχει ως κύρια συστατικά μεθάνιο (55-65%) και διοξείδιο του άνθρακα (~40%). Το βιοαέριο χρησιμοποιείται σήμερα σε διάφορες χώρες (Ινδία, Κίνα, Κορέα, Αμερική και Ευρώπη) ως καύσιμο κινητήριων μηχανών, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

Το μεθάνιο παράγεται με κλασματική απόσταξη από τα αέρια μείγματα, στα οποία υπάρχει σε ικανοποιητικό ποσοστό, όπως είναι για παράδειγμα το φυσικό αέριο, το βιοαέριο και τα απαέρια των διυλιστηρίων πετρελαίου.



Εικόνα 2.3

Παραγωγή και χρήσεις βιοαερίου

2.1.3 Φυσικές ιδιότητες

Τα τέσσερα πρώτα μέλη των αλκανίων, δηλαδή το μεθάνιο, το αιθάνιο, το προπάνιο και τα βουτάνια, είναι σε συνθήκες περιβάλλοντος αέρια, άχρωμα και άοσμα. Επιπλέον το μεθάνιο είναι και ελαφρύτερο από τον αέρα.

Τα επόμενα δώδεκα μέλη, δηλαδή τα πεντάνια, τα εξάνια μέχρι και τα δεκαεξάνια, είναι σε συνθήκες περιβάλλοντος υγρά με οσμή βενζίνης, ενώ τα ανώτερα μέλη (δεκαεπτάνια και πάνω) είναι στερεά.

Το σημείο βρασμού (σ.β.) και το σημείο τήξης (σ.τ.), καθώς και η πυκνότητα των αλκανίων, αυξάνονται με την αύξηση της μοριακής μάζας τους (πίνακας 2.1). Στις ισομερείς ενώσεις που έχουν ίδια μοριακή μάζα το σ.β. και το σ.τ. μειώνονται όσο περισσότερο διακλαδισμένο είναι το αλκάνιο (πίνακας 2.2).

Τα αλκάνια είναι ευδιάλυτα στους οργανικούς διαλύτες (αλκοόλες, αιθέρες, χλωρομεθάνια κτλ.) και δυσδιάλυτα στο νερό.

Πίνακας 2.2

Χημικοί τύποι και ονόματα των κατώτερων ισομερών αλκανίων

| Αριθμός ατόμων άνθρακα | Μ.Τ. | Σ.Τ. | Όνομα | σ. β. (°C) |
|------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|------------|
| 4 | C ₄ H ₁₀ | $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | 2-μεθυλο-προπάνιο ή ισοβουτάνιο | -12 |
| | | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | βουτάνιο | -0,5 |
| 5 | C ₅ H ₁₂ | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | 2,2-διμεθυλο-προπάνιο | 9 |
| | | $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | 2-μεθυλο-βουτάνιο ή ισοπεντάνιο | 28 |
| | | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | πεντάνιο | 36,5 |

**Εικόνα 2.4**

Καταστροφική δράση πετρελαιοκηλίδας

Η πυκνότητα των υγρών αλκανίων είναι μικρότερη από 1 g/cm^3 . Επομένως τα υγρά αλκάνια είναι ελαφρύτερα από το νερό και με δεδομένο ότι δεν αναμειγνύονται μ' αυτό, όταν ρίχνονται στη θάλασσα ή στις λίμνες, επιπλέουν και δημιουργούν τις πετρελαιοκηλίδες. Το λεπτό στρώμα (φιλμ) όμως του πετρελαίου στην επιφάνεια της θάλασσας είναι αδιαπέραστο από τον ατμοσφαιρικό αέρα και το οξυγόνο. Έτσι οι οργανισμοί που βρίσκονται κάτω από την πετρελαιοκηλίδα δεν τροφοδοτούνται με το πολύτιμο για τη ζωή οξυγόνο και πεθαίνουν.

2.1.4 Χημικές ιδιότητες

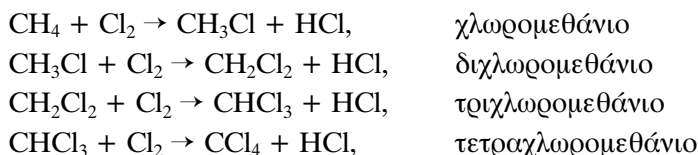
Εξαιτίας της αδράνειάς τους τα αλκάνια χαρακτηρίστηκαν και ως παραφίνες από το λατινικό «*parum affinis*», που σημαίνει «μικρή συγγένεια»

Τα αλκάνια, σε συνήθεις συνθήκες, είναι αδρανείς ενώσεις και αντιδρούν μόνο με πολύ δραστικές ενώσεις ή κάτω από πολύ έντονες συνθήκες.

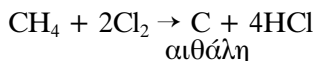
Οι σπουδαιότερες αντιδράσεις των αλκανίων είναι η αλογόνωση, η πυρόλυση και η καύση.

1. Αλογόνωση

Κατά την επίδραση χλωρίου (Cl_2) ή βρομίου (Br_2) στο μεθάνιο σε διάχυτο ηλιακό φως αντικαθίστανται διαδοχικά, το ένα μετά το άλλο, τα άτομα υδρογόνου του μεθανίου και παράγεται ένα μείγμα με διάφορα αλογονο-μεθάνια:



Η αλογόνωση του μεθανίου δε γίνεται στο σκοτάδι, ενώ στο άπλετο ηλιακό φως σχηματίζεται άνθρακας (αιθάλη):

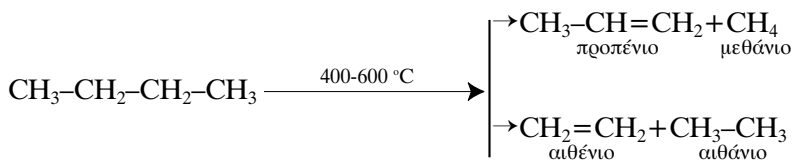


Όμοια με την αλογόνωση του μεθανίου πραγματοποιείται και η αλογόνωση των άλλων αλκανίων. Έτσι σε διάχυτο φως ή σε θερμοκρασία $250\text{--}400^\circ\text{C}$ τα αλκάνια μετατρέπονται, παρουσία χλωρίου ή βρομίου, σε μείγματα των αντίστοιχων αλογονο-παραγώγων.

2. Πυρόλυση

Κατά τη θέρμανση των υδρογονανθράκων σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 400 °C επιτυγχάνεται η διάσπασή τους σε μικρότερους υδρογονάνθρακες. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται πυρόλυση (λύση διά του πυρός) ή θερμική διάσπαση και χρησιμοποιείται κυρίως στην πετρελαϊκή βιομηχανία για την παραγωγή βενζινών ή αιθινίου από βαριά πλεονάζοντα κλάσματα πετρελαίου.

Πιο συγκεκριμένα, κατά την πυρόλυση οι ανθρακικές αλυσίδες των υδρογονανθράκων διασπώνται σε διάφορες θέσεις, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται μείγμα κορεσμένων και ακόρεστων υδρογονανθράκων με μικρότερες ανθρακικές αλυσίδες. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η πυρόλυση του βουτανίου που οδηγεί στο σχηματισμό τεσσάρων προϊόντων:



Ιδιαίτερη περίπτωση πυρόλυσης αποτελεί το μεθάνιο, το οποίο περιέχει ένα μόνο άτομο άνθρακα και συνεπώς δε θα έπρεπε να πυρολύεται. Όταν το μεθάνιο εκτεθεί σε συνθήκες πυρόλυσης (υψηλές θερμοκρασίες), μετατρέπεται σε άνθρακα και υδρογόνο ή αιθίνιο και υδρογόνο, ανάλογα με τις συνθήκες:



Οι παραπάνω δύο μέθοδοι βρίσκουν βιομηχανική εφαρμογή στην παραγωγή αιθάλης και αιθινίου.

3. Καύση

Η καύση αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα των οργανικών ενώσεων. Ως καύση ορίζεται η ταχύτατη αντίδραση μιας οργανικής ένωσης (καύσιμο) με το οξυγόνο, σε υψηλές θερμοκρασίες, με ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας.

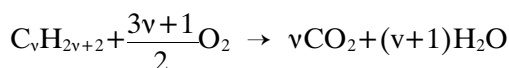
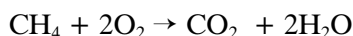
Η υψηλή θερμοκρασία είναι απαραίτητη για το ξεκίνημα της αντίδρασης

Η αντίδραση της καύσης πραγματοποιείται στη φλόγα και για τόσο χρονικό διάστημα όσο θα υπάρχουν τα αντιδρώντα (καύσιμο και οξυγόνο) στην απαραίτητη αναλογία. Ανάλογα με την ποσότητα του οξυγόνου και τα προϊόντα που σχηματίζονται κατά την καύση, διακρίνουμε δύο είδη καύσης, την **τέλεια** (πλήρη) και την **ατελή καύση**.

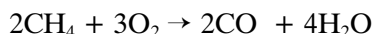
Αν το οξυγόνο επαρκεί και τα προϊόντα που σχηματίζονται κατά την καύση είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το νερό, δηλαδή συστατικά που δεν καίγονται άλλο, τότε η καύση λέγεται τέλεια (πλήρης).

Αντίθετα, αν το οξυγόνο δεν επαρκεί και στα προϊόντα της καύσης υπάρχουν ενώσεις που μπορούν να καούν, όπως είναι για παράδειγμα η αιθάλη, το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το αιθίνιο ($\text{CH}\equiv\text{CH}$), οι αλκοόλες, η μεθανάλη ($\text{HCH}=\text{O}$) κτλ., τότε η καύση ονομάζεται ατελής.

Κατά συνέπεια στην τέλεια καύση σχηματίζονται μόνο CO_2 και H_2O :



Αντίθετα στην ατελή καύση σχηματίζονται πολύ περισσότερες ενώσεις του άνθρακα (π.χ. C , CO , CO_2 κτλ.) και H_2O . Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η ατελής καύση του μεθανίου προς μονοξείδιο του άνθρακα:



Εικόνα 2.5

Στον καπνό του τσιγάρου έχουν εντοπισθεί περισσότερες από 1.300 διαφορετικές οργανικές ενώσεις, που είναι προϊόντα ατελούς καύσης

Η καύση μπορεί όμως να γίνει και ελεγχόμενη με σκοπό την παραγωγή συγκεκριμένων προϊόντων. Έτσι, για παράδειγμα, το μεθάνιο σε κατάλληλες συνθήκες μπορεί να καεί μερικώς προς αιθίνιο ή αιθάλη.

Σημείωση: Αξίζει να αναφερθεί ότι το ποσό της θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση 1 mol καυσίμου ονομάζεται θερμότητα καύσης. Η θερμότητα καύσης του μεθανίου ανέρχεται σε 803 kJ/mol. Το ποσό αυτό είναι σχετικά μεγάλο και γι' αυτό το μεθάνιο χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας.

2.1.5 Χρήσεις

Πετροχημεία =
Πετρέλαιο - Χημεία

Τα αλκάνια χρησιμοποιούνται κυρίως ως καύσιμα, ως λιπαντικά και ως πρώτες ύλες για την παραγωγή πετροχημικών προϊόντων και φαρμάκων.

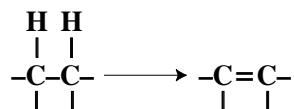
Ειδικότερα το μεθάνιο χρησιμοποιείται ως:

- **καύσιμο.** Είναι το κύριο συστατικό σε διάφορα αέρια καύσιμα (φυσικό αέριο, αέριο πόλης, φωταέριο, βιοαέριο κτλ.), τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας ή για την κίνηση αυτοκινήτων.
- **πρώτη ύλη** για την παραγωγή πετροχημικών προϊόντων, όπως είναι η αιθάλη, το υδρογόνο, το αιθίνιο, το αιθένιο, η αμμωνία, η ουρία, η μεθανόλη, η μεθανάλη, διάφορα χλωρομεθάνια κτλ.

2.2 Αλκένια - Αιθένιο

2.2.1 Γενικά

Τα αλκένια περιέχουν στο μόριό τους δύο άτομα υδρογόνου λιγότερα από τα αλκάνια και συνεπώς έχουν Γ.Μ.Τ. C_nH_{2n} . Τα δύο άτομα υδρογόνου αφαιρούνται από γειτονικά άτομα άνθρακα και σχηματίζεται ο διπλός δεσμός μεταξύ των ατόμων άνθρακα ως εξής:



Επειδή τα αλκένια περιέχουν στο μόριό τους ένα διπλό δεσμό ($>C=C<$), κατατάσσονται στους ακόρεστους υδρογονάνθρακες. Συνεπώς τα αλκένια είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με ένα διπλό δεσμό και έχουν Γ.Μ.Τ. C_nH_{2n} με $n \geq 2$.

Για την ονομασία των αλκενίων βλέπε ενότητα 1.4. Στον πίνακα 2.3 δίνονται τα ονόματα και οι χημικοί τύποι των πρώτων μελών της σειράς.

Πίνακας 2.3

Χημικοί τύποι και ονόματα των κατώτερων αλκενίων

| Αριθμός ατόμων άνθρακα | Μ.Τ. | Σ.Τ. | Όνομα | σ.β.(°C) |
|------------------------|----------|--|---|----------------------|
| 2 | C_2H_4 | $CH_2=CH_2$ | αιθένιο | -102,4 |
| 3 | C_3H_6 | $CH_2=CH-CH_3$ | προπένιο | -47,7 |
| 4 | C_4H_8 | $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH=CH-CH_3$ $CH_2=\underset{\begin{array}{c} \\ CH_3 \end{array}}{C}-CH_3$ | 1-βουτένιο 2-βουτένιο (cis) 2-μεθυλο-προπένιο | -6,5 -3,7 -6,6 |

2.2.2 Προέλευση

Σε αντίθεση με τα αλκάνια, τα αλκένια δεν απαντούν ελεύθερα στη φύση, αφού είναι δραστικές ενώσεις λόγω του διπλού δεσμού που περιέχουν στο μόριό τους.

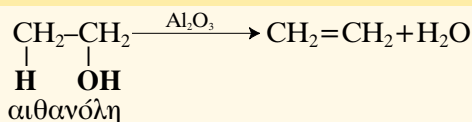
Μικρά ποσά των αλκενίων συναντώνται στα προϊόντα πυρόλυσης των κλασμάτων του πετρελαίου και στην πίσσα.

2.2.3 Παρασκευές

Ο διπλός δεσμός των αλκενίων σχηματίζεται κυρίως με αντιδράσεις απόσπασης και πυρόλυσης. Ως πρώτες ύλες στις αντιδράσεις απόσπασης χρησιμοποιούνται κυρίως αλκοόλες αλλά και αλκυλολογονίδια, ενώ στις αντιδράσεις πυρόλυσης χρησιμοποιούνται αλκάνια ή μείγματα αυτών.

Παράδειγμα:

Με θέρμανση της αιθανόλης (αιθυλική αλκοόλη), παρουσία αλουμίνιας (Al_2O_3) ή πυκνού θειικού οξέος (H_2SO_4) ως καταλύτη, αποσπάται ένα μόριο νερού και παράγεται αιθένιο:



2.2.4 Φυσικές ιδιότητες

Τα αλκένια παρουσιάζουν ανάλογες φυσικές ιδιότητες με τα αλκάνια. Πιο συγκεκριμένα:

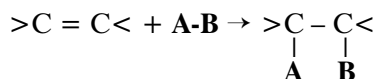
- Τα τρία πρώτα μέλη της σειράς μέχρι και τα βουτένια είναι αέρια, τα μεσαία ($\text{C}_5 - \text{C}_{14}$) είναι υγρά και τα ανώτερα στερεά.
- Το σ.β. τους αυξάνεται με την αύξηση της μοριακής τους μάζας και είναι για τα μεσαία και τα ανώτερα μέλη λίγο χαμηλότερο από το σ.β. των αντίστοιχων αλκανίων (πίνακας 2.3).
- Είναι ευδιάλυτα στους οργανικούς διαλύτες, ενώ είναι αδιάλυτα στο νερό.

2.2.5 Χημικές ιδιότητες

Τα αλκένια, σε αντίθεση με τα αλκάνια, είναι δραστικές ενώσεις λόγω του διπλού δεσμού που περιέχουν. Οι σπουδαιότερες αντιδράσεις των αλκενίων είναι αντιδράσεις προσθήκης, πολυμερισμού και καύσης.

1. Αντιδράσεις προσθήκης

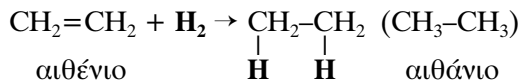
Στις αντιδράσεις αυτές διασπάται ο ένας από τους δύο ομοιοπολικούς δεσμούς και στα άτομα του άνθρακα μπορεί να συνδεθούν άτομα ή ομάδες ατόμων σύμφωνα με το σχήμα:



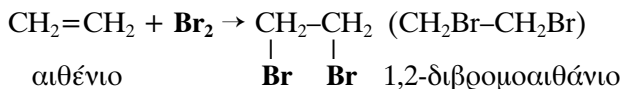
Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ανόρθωση του διπλού δεσμού**, ενώ οι αντιδράσεις ονομάζονται **αντιδράσεις προσθήκης**.

Με τέτοιου είδους αντιδράσεις προσθήκης τα αλκένια μπορούν να προσλάβουν υδρογόνο (H_2 , $H-H$), αλογόνα (X_2 , $X-X$), υδραλογόνα ($H-X$), νερό (H_2O , $H-OH$) και διάφορες άλλες ενώσεις και να δώσουν προϊόντα προσθήκης.

α. Προσθήκη υδρογόνου: Η προσθήκη υδρογόνου ονομάζεται **υδρογόνωση** και πραγματοποιείται παρουσία καταλυτών, για παράδειγμα νικελίου (Ni), σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.



β. Προσθήκη αλογόνου (Cl_2 ή Br_2):



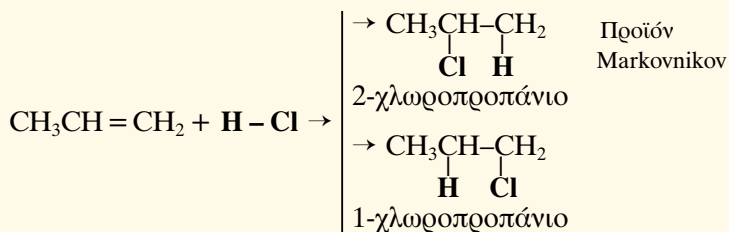
Επειδή τα διβρομοαλκάνια που λαμβάνονται με την προσθήκη έχουν ελαιώδη χαρακτήρα, τα αλκένια ονομάστηκαν και ολεφίνες από το λατινικό «oleum fio», που σημαίνει «γίνομαι έλαιο».

Η παραπάνω αντίδραση προσθήκης βρομίου χρησιμεύει για την **ανίχνευση του διπλού δεσμού**. Η ύπαρξη του διπλού δεσμού ανιχνεύεται από τον αποχρωματισμό του καστανέρυθρου διαλύματος του βρομίου, όταν προστίθεται σε αλκένιο.

γ. Προσθήκη υδραλογόνου (HCl, HBr και HI): Κατά την προσθήκη ενώσεων του τύπου A-B (όπου A διαφορετικό από το B), όπως τα υδραλογόνα (H-X) και το νερό (H-OH), στο διπλό δεσμό ορισμένων αλκενίων, μπορεί θεωρητικά να προκύψουν δύο διαφορετικά προϊόντα.

Παράδειγμα:

Κατά την προσθήκη HCl σε προπένιο προκύπτουν το 2-χλωροπροπάνιο και το 1-χλωροπροπάνιο:

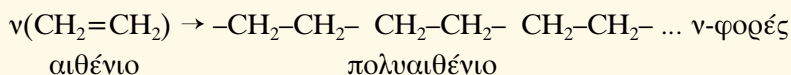


Από το 1880 όμως είναι γνωστό ότι λαμβάνεται ως προϊόν σε πολύ μεγάλο ποσοστό το **2-χλωροπροπάνιο**. Με άλλα λόγια, το άτομο του υδρογόνου πηγαίνει κατά προτίμηση στο άτομο του άνθρακα του διπλού δεσμού με τα περισσότερα υδρογόνα, δηλαδή, κατά το κοινώς λεγόμενο, «ο πλούσιος γίνεται πλουσιότερος». Η παρατήρηση αυτή είναι γνωστή σήμερα ως **κανόνας Markovnikov**:

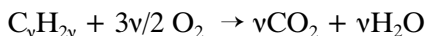
Κατά την προσθήκη υδραλογόνων σε διπλούς δεσμούς το άτομο του υδρογόνου ενώνεται με το άτομο του άνθρακα του διπλού δεσμού που φέρει τα περισσότερα υδρογόνα (ο πλούσιος γίνεται πλουσιότερος).

Ειδική περίπτωση των αντιδράσεων προσθήκης αποτελεί ο πολυμερισμός των αλκενίων, κατά τον οποίο πολλά μόρια του ίδιου αλκενίου (**μονομερές**) ενώνονται μεταξύ τους, αφού προηγουμένως ανοίξει ο διπλός δεσμός, σχηματίζοντας έτσι πολύ μεγαλύτερα μόρια, τα **πολυμερή**.

Με πολυμερισμό του αιθενίου λαμβάνεται το πολυαιθένιο:



Τα αλκένια, όπως και όλοι οι άλλοι υδρογονάνθρακες, καίγονται θερμαινόμενα σε περίσσεια αέρα και παράγουν CO_2 και H_2O :


$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

Τα αλκένια χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες στη χημική βιομηχανία για την παρασκευή πάρα πολλών υλικών, όπως πλαστικών, υφάνσιμων υλών, διαφανειών, διαλυτών, απορρυπαντικών κτλ.

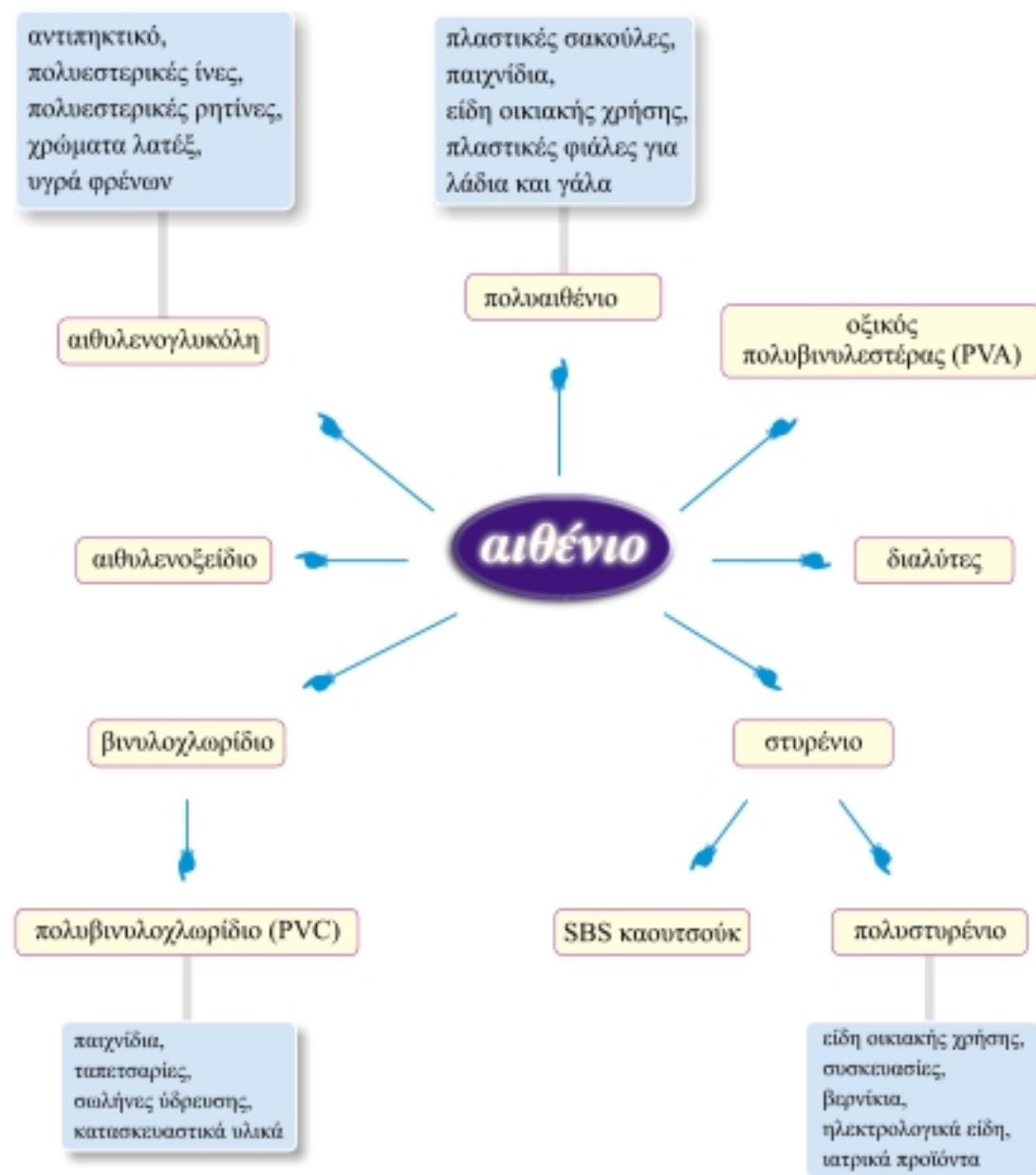
Ειδική χρήση βρίσκει το αιθέριο και στην τεχνητή ωρίμανση των φρούτων (εσπεριδοειδών, μπανανών κτλ.).



Το αιθέριο χρησιμοποιείται για την τεχνητή ωρίμανση των μπανανών

Πίνακας 2.4

Πετροχημικά με πρώτη ύλη το αιθένιο



Πίνακας 2.5

Πετροχημικά με πρώτη ύλη το προπένιο



2.3 Αλκίνια – Αιθίνιο

2.3.1 Γενικά

Τα αλκίνια περιέχουν στο μόριό τους δύο άτομα υδρογόνου λιγότερα από τα αλκένια και συνεπώς έχουν Γ.Μ.Τ. C_nH_{2n-2} . Τα δύο άτομα υδρογόνου αφαιρούνται από τα άτομα άνθρακα του διπλού δεσμού και σχηματίζεται μεταξύ τους ο τριπλός δεσμός ως εξής:



Επειδή τα αλκίνια περιέχουν στο μόριό τους έναν τριπλό δεσμό ($-\text{C}\equiv\text{C}-$), κατατάσσονται στους ακόρεστους υδρογονάνθρακες. Συνεπώς τα αλκίνια είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με έναν τριπλό δεσμό και έχουν Γ.Μ.Τ. C_nH_{2n-2} με $n \geq 2$.

Για την ονομασία των αλκινίων βλέπε ενότητα 1.4.

2.3.2 Προέλευση - Παραγωγή

Τα αλκίνια είναι δραστικές ενώσεις εξαιτίας του τριπλού δεσμού τους και δε συναντώνται ελεύθερα στη φύση. Το πρώτο μέλος της σειράς, το αιθίνιο (ακετυλένιο), που είναι και το σπουδαιότερο, σχηματίζεται κατά την ατελή καύση του μεθανίου και σε διάφορες αντιδράσεις πυρόλυσης.

Η πυρόλυση σε κλάσματα πετρελαίου γίνεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και σε πολύ μικρούς χρόνους. Το κλάσμα πετρελαίου ψεκάζεται μέσα σε αντιδραστήρα, σε θερμοκρασία 3.000-4.000 °C για χιλιοστά του δευτερολέπτου, οπότε λαμβάνεται ένα αέριο (**πυροαέριο**). Το αέριο αυτό μείγμα περιέχει αιθίνιο σε ποσοστό 14% περίπου.

Πυροαέριο: το αέριο μείγμα που παράγεται από τη διαδικασία πυρόλυσης.

2.3.3 Φυσικές ιδιότητες

Σε καθαρή κατάσταση το αιθίνιο είναι αέριο άχρωμο, ελαφρύτερο από τον αέρα, με ευχάριστη μυρωδιά αιθέρα, και καίγεται στον αέρα με μια φωτεινή λαμπερή φλόγα. Σε αντίθεση με το αιθάνιο και το αιθένιο, το αιθίνιο διαλύεται λίγο στο νερό, ενώ είναι ευδιάλυτο στην ακετόνη. Με τον αέρα και σε αναλογίες 3-70% το αιθίνιο σχηματίζει πολύ εκρηκτικό μείγμα.

Η τυχόν δυσάρεστη μυρωδιά του αιθινίου οφείλεται στις προσμείξεις του, όπως είναι το υδρόθειο (H_2S), η φωσφίνη (PH_3) κτλ.

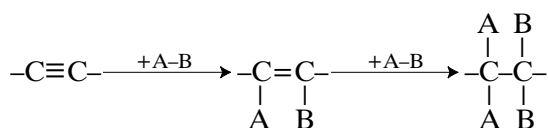
Το αιθίνιο είναι θερμικά ασταθής ένωση, η οποία σε υψηλές πιέσεις διασπάται εύκολα στα στοιχεία της, άνθρακα και υδρογόνο. Σε διάλυμα ακετόνης όμως ή ως μείγμα με άλλα αδρανή αέρια (π.χ. άζωτο) μπορεί να παραμείνει σταθερό σε πιέσεις μέχρι και 15 bar. Γι' αυτό το λόγο για την ασφαλή μεταφορά του χρησιμοποιούνται φιάλες με διάλυμα αιθινίου σε ακετόνη που είναι προσροφημένο σε πορώδη στερεά μάζα.

2.3.4 Χημικές ιδιότητες

Τα αλκίνια είναι δραστικές ενώσεις λόγω του τριπλού δεσμού που περιέχουν. Οι σπουδαιότερες αντιδράσεις των αλκινίων είναι αντιδράσεις προσθήκης, πολυμερισμού και καύσης.

1. Αντιδράσεις προσθήκης

Όπως ο διπλός δεσμός των αλκενίων, έτσι και ο τριπλός δεσμός των αλκινίων διασπάται σχετικά εύκολα (ανορθώνεται) και δίνει προϊόντα προσθήκης. Ο σχηματισμός των προϊόντων ακολουθεί τον κανόνα του Markovnikov. Η ανόρθωση όμως του τριπλού δεσμού γίνεται σε δύο στάδια, πρώτα σε διπλό και μετά σε απλό δεσμό:

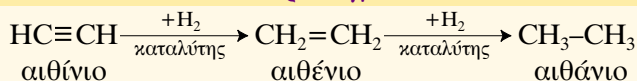


Με τέτοιου είδους αντιδράσεις προσθήκης τα αλκίνια μπορούν να προσλάβουν υδρογόνο (H_2), αλογόνα (X_2), υδραλογόνα (HX), νερό (H_2O) και διάφορες άλλες ενώσεις.

Ως προϊόντα προσθήκης λαμβάνονται οι αντίστοιχες ενώσεις με ένα διπλό δεσμό ή οι αντίστοιχες κορεσμένες ενώσεις. Με κατάλληλη επιλογή των συνθηκών διεξαγωγής των αντιδράσεων η προσθήκη μπορεί να σταματήσει και στο πρώτο στάδιο, δηλαδή στην παραλαβή ενώσεων με ένα διπλό δεσμό στο μόριό τους.

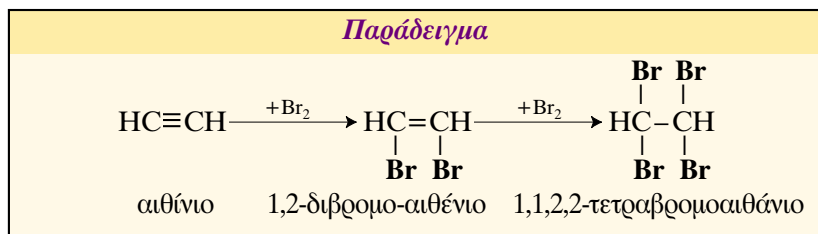
α. Προσθήκη υδρογόνου: Η υδρογόνωση με καταλύτη Pt, Pd ή Ni οδηγεί διαμέσου των αλκενίων στα αλκάνια.

Παράδειγμα



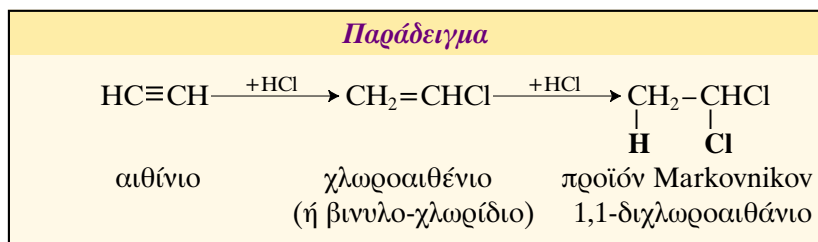
Με ειδικούς καταλύτες μπορεί η υδρογόνωση να σταματήσει στο στάδιο των αλκενίων.

- β. Προσθήκη χλωρίου (Cl₂) ή βρομίου (Br₂):** Η προσθήκη χλωρίου ή βρομίου οδηγεί σταδιακά πρώτα στην αντίστοιχη ακόρεστη και μετά στην αντίστοιχη κορεσμένη ένωση.

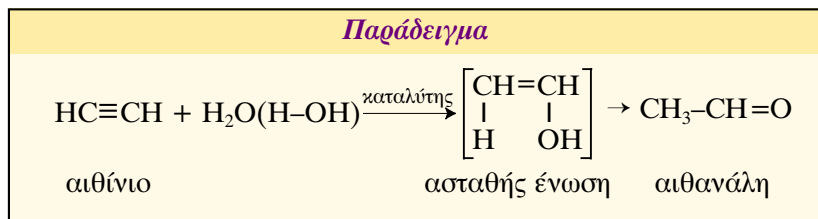


- γ. Προσθήκη υδραλογόνου (HCl, HBr και HI):** Και η προσθήκη των υδραλογόνων (HCl, HBr και HI) στα αλκίνια γίνεται σταδιακά.

Με πολυμερισμό του χλωροαιθενίου (βινυλο-χλωρίδιο) λαμβάνεται το πολυμερές πολυχλωροαιθένιο ή πολυβινυλοχλωρίδιο, γνωστό ως P.V.C. (PolyVinylChloride)



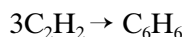
- δ. Προσθήκη νερού:** Η προσθήκη νερού στα αλκίνια (ενυδάτωση) οδηγεί στο σχηματισμό καρβονυλικών ενώσεων και γίνεται καταλυτικά.



Η ασταθής ένωση δεν απομονώνεται

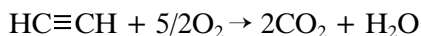
2. Πολυμερισμός

Το αιθίνιο πολυμερίζεται σχετικά εύκολα. Ο τριμερισμός του γίνεται παρουσία καταλύτη σιδήρου (Fe) στους 500 °C και ως προϊόν λαμβάνεται το βενζόλιο:



3. Καύση

Το αιθίνιο καίγεται στον αέρα με φωτεινή φλόγα και έκλυση θερμότητας, σύμφωνα με την αντίδραση:



Σε κατάλληλη συσκευή καύσης με καθαρό οξυγόνο η παραγόμενη θερμότητα ανεβάζει τη θερμοκρασία της φλόγας γύρω στους 3.000 °C. Η φλόγα αυτή ονομάζεται **οξυακετυλενική**. Η οξυακετυλενική φλόγα χρησιμοποιείται στην κοπή, στην τήξη και στη συγκόλληση των μετάλλων.

2.3.5 Χρήσεις

Το αιθίνιο χρησιμοποιείται:

- στην κοπή, στην τήξη και στη συγκόλληση των μετάλλων και
- στη χημική βιομηχανία ως πρώτη ύλη για την παρασκευή πάρα πολλών οργανικών ενώσεων (βλέπε πίνακα 2.6). Τα τελευταία χρόνια όμως μειώνεται η σημασία του στον τομέα αυτό, επειδή χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο το αιθένιο ως πρώτη ύλη στην οργανική χημική βιομηχανία (πετροχημεία).

2.4 Φυσικό, συνθετικό και τεχνητό καουτσούκ

Το καουτσούκ είναι ένα φυσικό πολυμερές. Κύρια πηγή του είναι ο γαλακτώδης χυμός που στάζει από το φλοιό του φυτού *Hevea brasiliensis* (καουτσουκόδενδρο), όταν αυτός χαραχθεί. Από το χυμό αυτό, που ονομάζεται latex, λαμβάνεται το φυσικό καουτσούκ με σχετικά απλή διαδικασία.

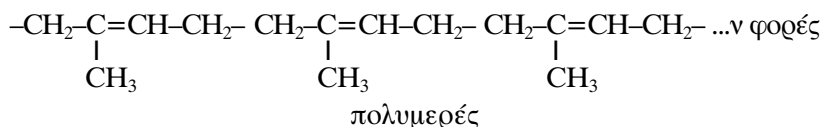
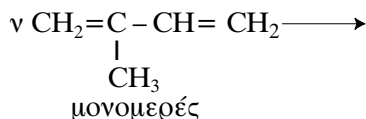
Το φυσικό καουτσούκ είναι πολύ μαλακό και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς επεξεργασία. Όταν όμως θερμομανθεί με στοιχειακό θείο (S), γίνεται σκληρότερο και είναι πιο ανθεκτικό στις μεταβολές της θερμοκρασίας και σε άλλες χημικές επιδράσεις. Η επεξεργασία αυτή ονομάζεται **βουλκανισμός** και πρωτοεφαρμόστηκε από το χημικό Charles Goodyear το 1839. Η σκληρότητα του καουτσούκ είναι ανάλογη με το ποσοστό του θείου που προστίθεται. Έτσι, ποσοστό 8-10% βελτιώνει τις ιδιότητες του καουτσούκ, αυξάνοντας και την ελαστικότητά του. Αντίθετα, ισχυρά θειωμένο καουτσούκ αποτελεί μάζα τόσο σκληρή, που μπορεί να υποστεί κατεργα-



Εικόνα 2.7
Συλλογή latex

σία σε τόρνο. Η μάζα αυτή, με το όνομα εβονίτης, χρησιμοποιείται ως μονωτικό. Με αυτό τον τρόπο το καουτσούκ γίνεται κατάλληλο για διάφορες χρήσεις.

Το φυσικό καουτσούκ είναι πολυμερές του 2-μεθυλο-1,3 βουταδιενίου, που είναι γνωστό με την εμπειρική ονομασία ισοπρένιο.



Το ισοπρένιο, το 1,3-βουταδιένιο και το χλωροπρένιο είναι αλκαδιένια, δηλαδή υδρογονάνθρακες με δυο διπλούς δεσμούς

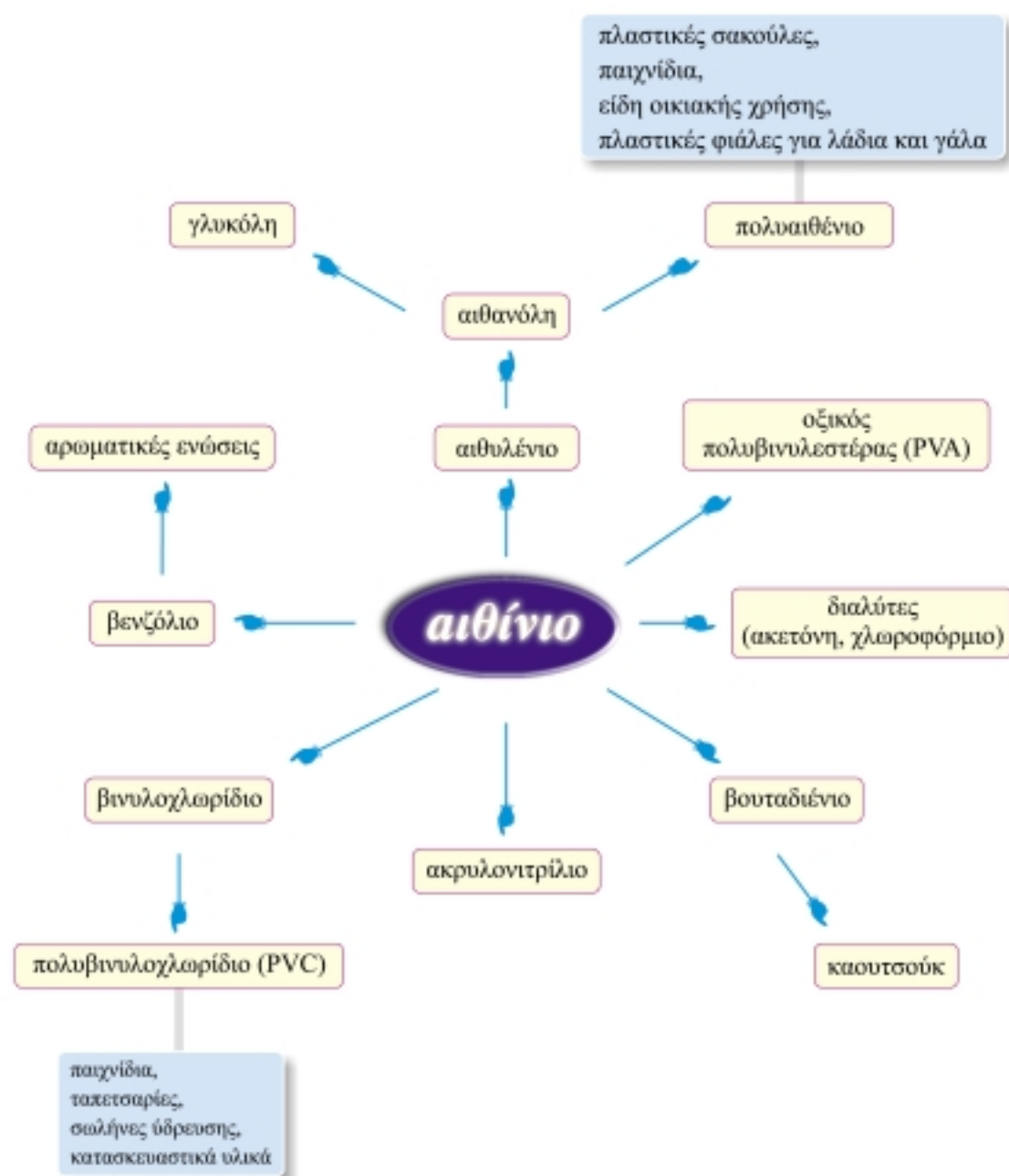
Η παραπάνω αντίδραση, όταν γίνεται στο εργαστήριο ή τη βιομηχανία, οδηγεί στην παρασκευή του **συνθετικού καουτσούκ**.

Σήμερα με το όνομα καουτσούκ κυκλοφορούν πολυμερή που προέρχονται από τον πολυμερισμό διάφορων πρώτων υλών, όπως είναι το 1,3-βουταδιένιο, το 2-χλωρο-1,3-βουταδιένιο (χλωροπρένιο) και άλλα. Αυτά τα πολυμερή, τα οποία εμφανίζουν τις ιδιότητες του φυσικού καουτσούκ αλλά έχουν διαφορετική χημική σύσταση, ονομάζονται **τεχνητό καουτσούκ**. Οι πρώτες ύλες για την παρασκευή του τεχνητού καουτσούκ προέρχονται από τη βιομηχανία του πετρελαίου.

Το 60% της συνολικής παραγωγής καουτσούκ χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ελαστικών.

Πίνακας 2.6

Πετροχημικά με πρώτη ύλη το αιθίνιο



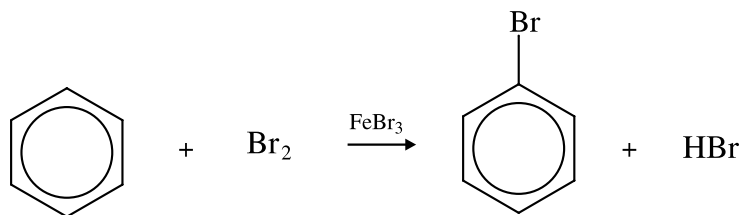
2.5 Αρωματικοί υδρογονάνθρακες

2.5.1 Βενζόλιο



Εικόνα 2.8
Πολλά φάρμακα περιέχουν
αρωματικές ενώσεις

Το βενζόλιο (Μ.Τ. C_6H_6) είναι ο χαρακτηριστικός εκπρόσωπος των αρωματικών υδρογονανθράκων. Πρόκειται για μια εξαιρετικά σταθερή ένωση. Με βάση το μοριακό τύπο της έπρεπε να είναι ένας πολυακόρεστος υδρογονάνθρακας και να αντιδρά εύκολα δίνοντας προϊόντα προσθήκης. Η χημική όμως συμπεριφορά της ένωσης είναι εντελώς διαφορετική. Για παράδειγμα, με την επίδραση χλωρίου (Cl_2), αντί να αντιδράσει όπως οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες και να σχηματιστεί το προϊόν προσθήκης, αντιδρά όπως οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, τα αλκάνια, και δίνει προϊόντα αντικατάστασης. Το ίδιο συμβαίνει και με το βρώμιο (Br_2).



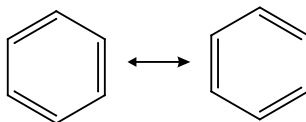
Η χαρακτηριστική αυτή συμπεριφορά του βενζολίου, δηλαδή:

1. η σταθερότητά του και
2. το ότι δίνει αντιδράσεις αντικατάστασης και όχι προσθήκης, όπως θα ήταν αναμενόμενο από το μοριακό του τύπο, ονομάζεται **αρωματικός χαρακτήρας** ή αρωματικότητα. Έτσι όσες ενώσεις εμφανίζουν παρόμοια χημική συμπεριφορά ονομάζονται **αρωματικές ενώσεις**.



Εικόνα 2.9
F. Kekulé

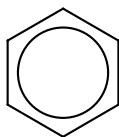
Για να εξηγηθεί η συμπεριφορά αυτή του βενζολίου, ο F. Kekulé πρότεινε (το 1865) ένα συντακτικό τύπο σύμφωνα με τον οποίο υπάρχει ένας δακτύλιος με έξι άτομα άνθρακα που συνδέονται μεταξύ τους με τρεις διπλούς δεσμούς εναλλάξ με τρεις απλούς. Οι διπλοί δεσμοί δεν είναι εντοπισμένοι αλλά εναλλάσσονται.



Η πρόταση του Kekulé

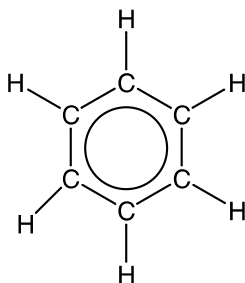
Σήμερα δεχόμαστε ότι οι δεσμοί ανάμεσα στα άτομα του άνθρακα είναι ισότιμοι, κάτι ανάμεσα σε απλό και σε διπλό δεσμό. Η πα-

ραδοχή αυτή επιβεβαιώθηκε από πειραματικά δεδομένα. Το μόριο του βενζολίου είναι επίπεδο και ο Σ.Τ. του γράφεται:

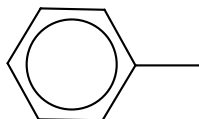


βενζολικός ή αρωματικός δακτύλιος

Ο παραπάνω Σ.Τ. είναι ισοδύναμος με τον τύπο:



Η ομάδα που προκύπτει, όταν από το βενζόλιο αφαιρεθεί ένα υδρογόνο, ονομάζεται **φαινύλιο**:



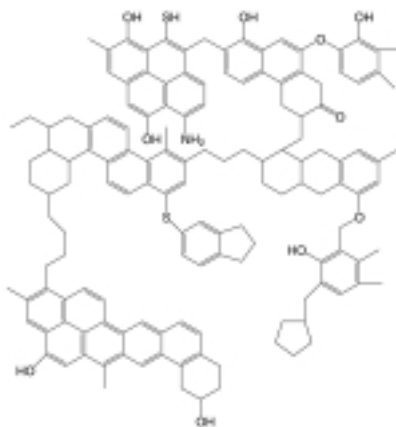
Πρόελευση

Το βενζόλιο απομονώθηκε για πρώτη φορά από το M. Faraday το 1825. Η κυριότερη πηγή του είναι η λιθανθρακόπισσα.

Όταν ο λιθάνθρακας θερμανθεί στους 1.000 °C απουσία αέρα, διασπάται και προκύπτουν:

1. μείγμα αερίων, το φωταέριο, που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και υδρογόνο,
2. υγρό μείγμα πτητικών προϊόντων, η λιθανθρακόπισσα, και
3. στερεό υπόλειμμα, το κοκ.

Το βενζόλιο λαμβάνεται από τη λιθανθρακόπισσα με κλασματική απόσταξη.



Εικόνα 2.10

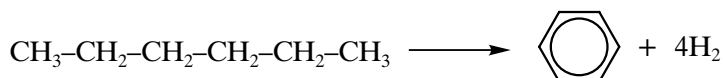
Λιθάνθρακας: κάρβουνο, μείγμα ενώσεων με πολλούς βενζολικούς δακτυλίους



Εικόνα 2.11
M. Faraday

Άλλη μια σημαντική πηγή του βενζολίου είναι η νάφθα, προϊόν της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου, με σημείο βρασμού από 100 έως 220 °C.

Η λιθανθρακόπισσα και η νάφθα είναι πηγές για την παρασκευή πλήθους αρωματικών ενώσεων. Η περιεκτικότητα της νάφθας σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες αυξάνεται με κατάλληλη επεξεργασία, όπως είναι η θέρμανση σε υψηλή πίεση και παρουσία καταλύτη. Στις συνθήκες αυτές τα αλκάνια κυκλοποιούνται και αφυδρογονώνονται. Έτσι, για παράδειγμα, το εξάνιο μετατρέπεται σε βενζόλιο:



Φυσικές ιδιότητες - Φυσιολογική δράση

Το βενζόλιο είναι άχρωμο πτητικό υγρό με χαρακτηριστική οσμή. Δεν αναμειγνύεται με το νερό και είναι πολύ καλός διαλύτης για τις οργανικές ενώσεις.

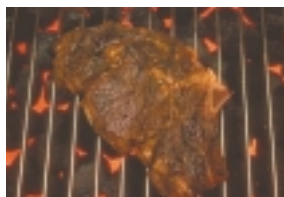


Εικόνα 2.12
Από τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν αμόλυβδη βενζίνη εκπέμπεται βενζόλιο

Είναι όμως εύφλεκτο και, το πιο σημαντικό, πολύ τοξικό. Όταν εισπνέεται, προκαλεί ναυτία και πονοκεφάλους. Παρατεταμένη έκθεση στο βενζόλιο προκαλεί αναιμία, συρρίκνωση του μυελού των οστών, λευκοπενία (μειωμένο αριθμό λευκοκυττάρων) και λευχαιμία.

Το βενζόλιο υπάρχει σε ποσοστό μέχρι και 1% περίπου στις βενζίνες (αμόλυβδη και super), και σε συνθήκες κακής καύσης εκπέμπεται αναλλοίωτο μαζί με άλλα καυσαέρια. Γίνεται αντιληπτό από τη χαρακτηριστική του οσμή.

2.5.2 Αρωματικοί υδρογονάνθρακες με περισσότερους δακτυλίους



Εικόνα 2.13
Το ψητό κρέας στα κάρβουνα περιέχει πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες

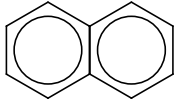
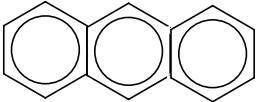
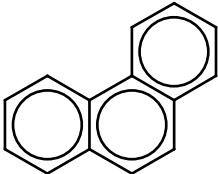
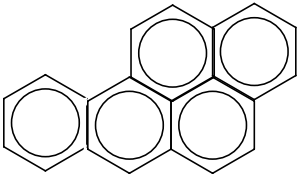
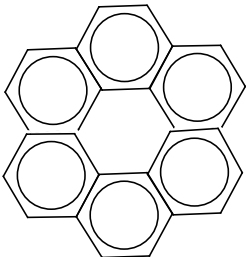
Μια σημαντική ομάδα υδρογονανθράκων αποτελούν οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, όπως είναι το ναφθαλένιο, το ανθρακένιο, το φαινανθρένιο, το βενζο[a]πυρένιο και άλλοι (πίνακας 2.7), οι οποίοι περιέχουν στο μόριό τους περισσότερους από έναν αρωματικούς δακτυλίους.

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι ενώσεις τοξικές και καρκινογόνες. Ειδικά το βενζο[a]πυρένιο, το οποίο έχει μελετηθεί αρκετά

και βρίσκεται στον καπνό του τσιγάρου, στην καπνιά των καπνοδόχων, στο ψητό κρέας στα κάρβουνα και στα καυσαέρια των αυτοκινήτων, είναι ένα από τα πιο ισχυρά καρκινογόνα. Έκθεση σε ελάχιστη ποσότητα είναι ικανή να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος σε ποντίκια.

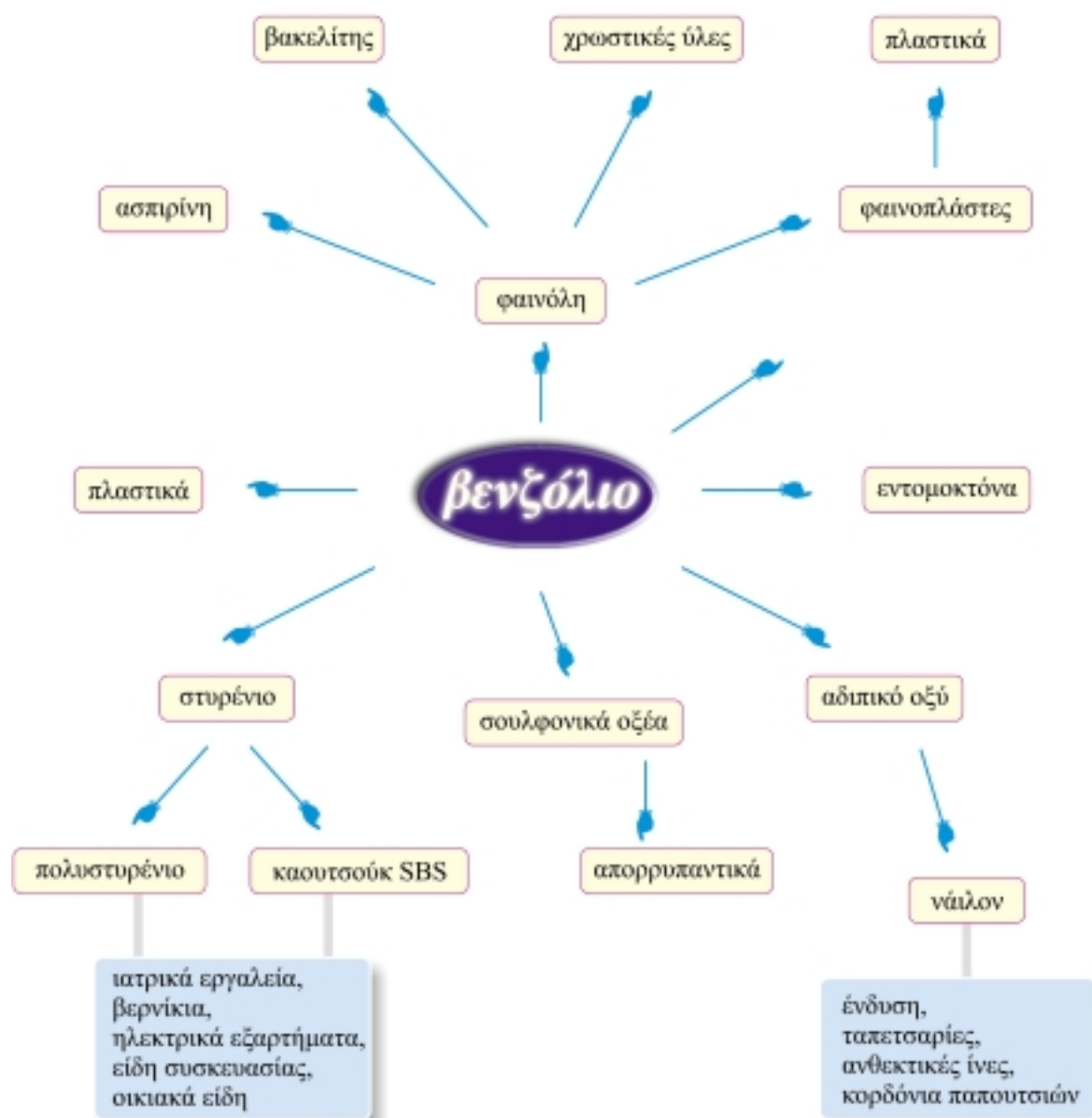
Πίνακας 2.7

Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες

| Συντακτικός τύπος | Ονομασία |
|---|-----------------|
|  | ναφθαλένιο |
|  | ανθρακένιο |
|  | φαινανθρένιο |
|  | βενζο[a]πυρένιο |
|  | κορονένιο |

Πίνακας 2.8

Πετροχημικά με πρώτη ύλη το βενζόλιο



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΤΟ ΚΑΠΝΙΣΜΑ ΒΛΑΠΤΕΙ
ΣΟΒΑΡΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ****Εικόνα 2.14**

Στον καπνό του τσιγάρου βρέθηκαν Π.Α.Υ.

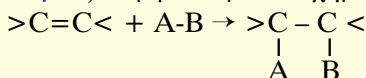
Ο καπνός του τσιγάρου περιέχει πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (Π.Α.Υ.), όπως είναι το βενζο[α]πυρένιο. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι οι Π.Α.Υ. είναι καρκινογόνοι. Όταν απορροφώνται από τον οργανισμό, είτε με το φαγητό είτε με την αναπνοή, μεταβολίζονται και τα προϊόντα του μεταβολισμού αντιδρούν με το DNA των κυττάρων. Έτσι το DNA αλλοιώνεται και εμφανίζονται μεταλλάξεις ή καρκίνος.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

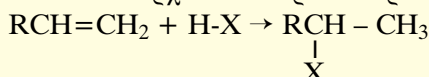
- Οι **υδρογονάνθρακες** είναι ενώσεις που περιέχουν μόνο άνθρακα (C) και υδρογόνο (H) και χωρίζονται σε τρεις μεγάλες ομάδες: τους **κορεσμένους**, τους **ακόρεστους** και τους **αρωματικούς** υδρογονάνθρακες.
- **Αλκάνια** είναι οι κορεσμένοι άκυκλοι υδρογονάνθρακες με Γ.Μ.Τ. C_nH_{2n+2} . Έχουν στο μόριό τους μόνο απλούς δεσμούς και μπορεί να σχηματίζουν ευθύγραμμη ή διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα.
- Το **μεθάνιο** είναι ο απλούστερος υδρογονάνθρακας και αποτελεί το βασικότερο συστατικό του φυσικού αερίου και του βιοαερίου.
- Το **φυσικό αέριο** λαμβάνεται από τη γη σε ειδικές μονάδες παραγωγής και χρησιμοποιείται ως καύσιμο και ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία.
- Το **βιοαέριο** λαμβάνεται από τα φυτικά και τα ζωικά απορρίμματα, που ονομάζονται **βιομάζα**. Η βιομάζα αποσυντίθεται με τη βοήθεια ειδικών βακτηριδίων μέσα σε μεγάλα αυτόκλειστα δοχεία. Από την αποσύνθεση παράγεται το βιοαέριο, το οποίο περιέχει μεθάνιο σε ποσοστό έως και 65%. Το βιοαέριο χρησιμοποιείται, όπως και το φυσικό αέριο, ως καύσιμο.
- Τα τέσσερα πρώτα μέλη των αλκανίων είναι αέρια, τα επόμενα δώδεκα είναι υγρά και από το δεκαεπτάνιο και πάνω είναι στερεά.
- Τα αλκάνια είναι αδρανείς ενώσεις. Οι βασικότερες αντιδράσεις των αλκανίων είναι η **αλογόνωση**, η **πυρόλυση** και η **καύση**.
- **Πυρόλυση** είναι η διαδικασία μετατροπής των υδρογονανθράκων με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα σε υδρογονάνθρακες με μικρότερη αλυσίδα. Επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 400 °C και χρησιμοποιείται στα διυλιστήρια για την παραγωγή βενζινών και αιθενίου από βαριά πλεονάζοντα κλάσματα πετρελαίου.
- **Καύση** είναι η ταχύτατη αντίδραση μιας οργανικής ένωσης με το οξυγόνο κατά την οποία παράγονται μεγάλα ποσά ενέργειας. Ανάλογα με το είδος των προϊόντων της καύσης, διακρίνουμε την **τέλεια** και την **ατελή** καύση:
 - ● Αν στα προϊόντα καύσης υπάρχουν ενώσεις που δεν καίγονται άλλο, τότε η καύση λέγεται **τέλεια**.
 - ● Αντιθέτως, αν στα προϊόντα καύσης υπάρχουν ενώσεις που καίγονται, τότε η καύση λέγεται **ατελής**.
- **Αλκένια** είναι οι άκυκλοι υδρογονάνθρακες με Γ.Μ.Τ. C_nH_{2n} οι οποίοι έχουν στο μόριό τους ένα διπλό δεσμό.

- Τα αλκένια, σε αντίθεση με τα αλκάνια, είναι δραστικές ενώσεις εξαιτίας του διπλού δεσμού που περιέχουν και γι' αυτό δεν απαντούν ελεύθερα στη φύση. Τα αλκένια παράγονται με αντιδράσεις απόσπασσης και πυρόλυσης.
- Τα τρία πρώτα μέλη των αλκενίων είναι αέρια, τα επόμενα δέκα είναι υγρά και από το δεκαπεντένιο και πάνω είναι στερεά.
- Τα αλκένια δίνουν αντιδράσεις **προσθήκης** στο διπλό δεσμό τους (**ανόρθωση διπλού δεσμού**) σύμφωνα με το σχήμα:

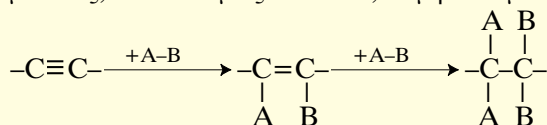


όπου A-B: μόρια με ίδια ή διαφορετικά άτομα (π.χ. H_2 , X_2 ή HX , H_2O).

- Σε συγκεκριμένα αλκένια η προσθήκη των HX και του $H-OH$ (H_2O) ακολουθεί τον **κανόνα του Markovnikov**, δηλαδή το άτομο του υδρογόνου πηγαίνει εκεί όπου υπάρχουν τα περισσότερα άτομα υδρογόνου:



- Τα αλκένια δίνουν προϊόντα **πολυμερισμού**, τα οποία ονομάζονται γενικά **πολυμερή**.
- Αλκίνια** είναι οι άκυκλοι υδρογονάνθρακες με Γ.Μ.Τ. C_nH_{2n-2} τα οποία έχουν στο μόριό τους έναν τριπλό δεσμό.
- Τα αλκίνια είναι δραστικές ενώσεις εξαιτίας του τριπλού δεσμού τους και γι' αυτό δε συναντώνται ελεύθερα στη φύση.
- Το πρώτο μέλος της σειράς, το **αιθίνιο**, παράγεται κατά την πυρόλυση κλασμάτων πετρελαίου σε υψηλές θερμοκρασίες ($3.000-4.000^\circ C$) και πολύ μικρούς χρόνους αντίδρασης.
- Τα αλκίνια, όπως και τα αλκένια, δίνουν αντιδράσεις προσθήκης στον τριπλό δεσμό τους, σε δύο όμως επίπεδα, σύμφωνα με το σχήμα:



όπου A-B: μόρια με ίδια ή διαφορετικά άτομα (π.χ. H_2 , X_2 ή HX , H_2O).

- Κατά την καύση του στον αέρα το αιθίνιο σχηματίζει μια φωτεινή φλόγα η θερμοκρασία της οποίας φθάνει τους $3.000^\circ C$. Η φλόγα αυτή ονομάζεται **οξυακετυλενική** και χρησιμοποιείται στην κοπή, στην τήξη και στη συγκόλληση των μετάλλων.
- Το αιθίνιο χρησιμοποιείται επίσης και στη χημική βιομηχανία ως πρώτη ύλη για την παραγωγή πάρα πολλών οργανικών προϊόντων (π.χ. αιθανάλης, αιθανικού οξέος, αιθανόλης κτλ.).
- Το **καουτσούκ** είναι φυσικό πολυμερές του ισοπρενίου (2-μεθυλο-1,3-βουταδιενίου). Για να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές, υφίσταται βουλκανισμό, δηλαδή θέρμανση με θείο.

- Το **συνθετικό καουτσούκ** είναι ισοπρένιο πολυμερισμένο στο εργαστήριο ή τη βιομηχανία.
- Τα πολυμερή με ιδιότητες όπως το φυσικό καουτσούκ αλλά διαφορετική χημική σύσταση ονομάζονται **τεχνητό καουτσούκ**.
- Το **βενζόλιο** (C_6H_6) είναι η «μητρική» ένωση των αρωματικών ενώσεων. Παρουσιάζει χαρακτηριστική συμπεριφορά, είναι δηλαδή αξιοσημείωτα σταθερό και δίνει αντιδράσεις αντικατάστασης και όχι προσθήκης, όπως θα έπρεπε με βάση το Μ.Τ. του. Η συμπεριφορά αυτή ονομάζεται **αρωματικός χαρακτήρας** και οφείλεται στον ιδιαίτερο Σ.Τ. του. Είναι δακτύλιος με έξι άτομα άνθρακα που ενώνονται με ισότιμους δεσμούς, κάτι ανάμεσα σε απλό και σε διπλό δεσμό (βενζολικός δακτύλιος). Όσες ενώσεις εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά ονομάζονται **αρωματικές ενώσεις**.
- Το βενζόλιο είναι πτητικό υγρό με χαρακτηριστική οσμή και **πολύ τοξικό**. Κύρια πηγή του είναι η λιθανθρακόπισσα.
- Οι υδρογονάνθρακες που περιέχουν στο μόριό τους περισσότερους από έναν αρωματικούς δακτυλίους ονομάζονται **πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες**. Οι ενώσεις αυτές είναι **τοξικές και καρκινογόνες**.



2.1 - 2.2 - 2.3 Αλκάνια - Αλκένια - Αλκίνια

1. Από τις παρακάτω προτάσεις να επιλέξεις τη σωστή και να αιτιολογήσεις την επιλογή σου:

A. Το βιοαέριο είναι το αέριο που:

- α. είναι απαραίτητο στους οργανισμούς
- β. χρησιμοποιείται από τα φυτά
- γ. παράγεται από την αποσύνθεση των φυτών
- δ. βοηθά στη διατήρηση της ζωής

B. Ανόρθωση του διπλού δεσμού έχουμε, όταν:

- α. από αλκάνιο σχηματίζεται αλκένιο
- β. από αλκένιο σχηματίζεται κορεσμένη ένωση
- γ. καίγεται ένα αλκένιο
- δ. διασπάται ένα αλκάνιο

Γ. Το αιθίνιο:

- α. είναι ένωση κορεσμένη
- β. έχει έναν τριπλό δεσμό
- γ. έχει ένα διπλό δεσμό
- δ. είναι αρωματική ένωση

2. Να χαρακτηρίσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις. Να αιτιολογήσεις τις επιλογές σου:

A. Τα αλκάνια:

- α. έχουν όλα ευθύγραμμη αλυσίδα
- β. έχουν γενικό Μ.Τ. C_nH_{2n+2}
- γ. είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες
- δ. δίνουν αντιδράσεις αντικατάστασης

B. Τα αλκένια:

- α. είναι ενώσεις αδρανείς
- β. σχηματίζονται κατά την πυρόλυση
- γ. είναι ευδιάλυτα στο νερό
- δ. δε βρίσκονται ελεύθερα στη φύση

Γ. Το αιθίνιο:

- α. αντιδρά με το υδρογόνο και δίνει αιθάνιο
- β. δεν καίγεται
- γ. είναι υγρό
- δ. μπορεί να πολυμεριστεί

Δ. Η αλογόνωση του μεθανίου:

- α. δίνει μείγμα προϊόντων
- β. γίνεται στο σκοτάδι
- γ. μπορεί να γίνει σταδιακά
- δ. γίνεται μόνο με χλώριο

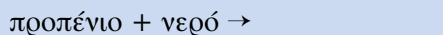
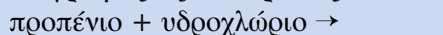
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

3. Να εξηγήσεις τους όρους: φωταέριο, βιομάζα.
4. Να γράψεις τις αντιδράσεις με τις οποίες γίνονται οι παρακάτω μετατροπές:
- | | | |
|----------------------------------|-------------------|---|
| α. $\text{CH}_3\text{--CH=CH}_2$ | \longrightarrow | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ |
| β. $\text{HC}\equiv\text{CH}$ | \longrightarrow | $\text{CH}_2\text{Cl--CH}_2\text{Cl}$ |
| γ. $\text{HC}\equiv\text{CH}$ | \longrightarrow | $\text{CH}_3\text{CH=O}$ |
| δ. $\text{CH}\equiv\text{CH}$ | \longrightarrow | $\text{CH}_3\text{--CHCl}_2$ |
| ε. CH_4 | \longrightarrow | $\text{CH}\equiv\text{CH}$ |

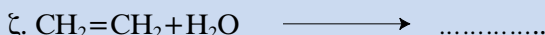
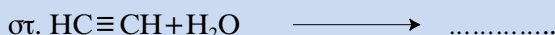
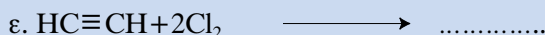
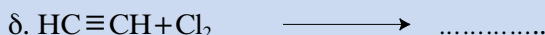
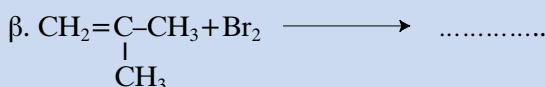
Να δώσεις ένα χαρακτηρισμό για την αντίδραση (ε).

5. Το χλωροφόρμιο (CHCl_3) είναι ένα αναισθητικό το οποίο παλαιότερα είχε ευρεία χρήση. Να γράψεις τις αντιδράσεις που οδηγούν στο σχηματισμό του, ξεκινώντας από το μεθάνιο.
6. Ποιο φαινόμενο ονομάζεται πυρόλυση; Να αναφέρεις δύο παραδείγματα πυρόλυσης.
7. Το αιθάνιο και το αιθένιο ανήκουν σε διαφορετικές ομόλογες σειρές.
- Να γράψεις το όνομα και το γενικό τύπο των δύο αυτών σειρών.
 - Να γράψεις το Σ.Τ. και το όνομα του δεύτερου μέλους κάθε σειράς.
 - Πώς μπορεί να μετατραπεί το αιθένιο σε αιθάνιο;
 - Εάν επιδράσουμε και στις δύο αυτές ενώσεις με διάλυμα βρομίου, θα παρατηρήσουμε διαφορά στη χημική συμπεριφορά τους;
8. Να εξηγήσεις τους όρους: ανόρθωση του διπλού δεσμού, πολυμερισμός.
9. Να γράψεις τις αντιδράσεις για την τέλεια καύση του πεντανίου και του εξινίου.
10. Ο καθένας από τρεις κυλίνδρους αερίων περιέχει, χωρίς όμως ετικέτα, ένα από τα εξής αέρια: $\text{CH}_3\text{--CH}_3$, $\text{CH}_2\text{=CH}_2$ και CO_2 . Μπορείς να τα ταυτοποιήσεις;
11. Υδρογονάνθρακας με δύο άτομα άνθρακα αντιδρά με χλώριο (Cl_2). Χρησιμοποιώντας ένα δείκτη βρίσκουμε ότι στα προϊόντα υπάρχει οξύ. Ο υδρογονάνθρακας είναι αιθάνιο ή αιθένιο;
12. Προπάνιο - προπένιο:
- Σε τι διαφέρει ο Σ.Τ. τους;
 - Ποιο από τα δύο είναι ακόρεστο;
 - Να αναφέρεις ένα αντιδραστήριο που αντιδρά αμέσως με το προπένιο αλλά όχι με το προπάνιο.

δ. Να γράψεις τις αντιδράσεις:

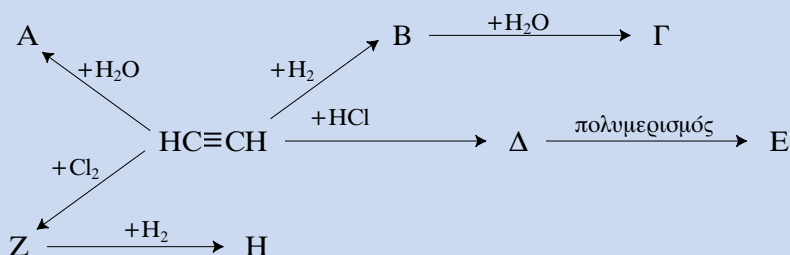


13. Να συμπληρώσεις τις αντιδράσεις:



Στην τελευταία αντίδραση να συμπληρωθούν όλοι οι συντελεστές.

14. Το ακετυλένιο είναι η πρώτη ύλη για την παρασκευή πλήθους ενώσεων.



Στο παραπάνω σχήμα να βρεις τους Σ.Τ. των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Η και να γράψεις τις αντίστοιχες αντιδράσεις.

15. Κουζίνα αερίου δουλεύει με φιάλη βουτανίου.

α. Πόσος όγκος βουτανίου σε L (μετρημένος σε πρότυπες συνθήκες) καταναλώνεται για την παραγωγή 58.000 kJ, όταν για κάθε mol βουτανίου παράγεται ποσό ενέργειας 2.860 kJ;

β. Με πόσα g βουτανίου αντιστοιχεί αυτός ο όγκος;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

16. Φιάλη βουτανίου υγροποιημένου περιέχει 13 kg βουτανίου. Πόσος όγκος O_2 (μετρημένος σε STP) απαιτείται για την τέλεια καύση αυτής της ποσότητας βουτανίου; Γιατί θα δυσκολευτούμε να ανάψουμε μια τέτοια φιάλη κάποια παγωμένη ημέρα; (σ.β. βουτανίου $-0,5^\circ C$)
17. Οι διαστάσεις ενός δωματίου στο οποίο λειτουργεί συσκευή θέρμανσης με βουτάνιο είναι $4 \times 3 \times 2,5$ m. Η συσκευή καίει $0,123 \text{ m}^3$ βουτανίου την ώρα.
α. Σε πόση ώρα θα καταναλωθεί όλο το O_2 του δωματίου; Η αναλογία του όγκου του αζώτου και του όγκου του οξυγόνου στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι $N_2:O_2 = 80:20$.
β. Ποιες προφυλάξεις πρέπει να πάρουμε προκειμένου να λειτουργήσει χωρίς κινδύνους η συσκευή; Όλοι οι όγκοι έχουν μετρηθεί στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.
18. Σε 30 L $HC\equiv CH$ επιδρούμε με χλώριο, μέχρι να σχηματιστεί κορεσμένο προϊόν. Να γράψεις το Σ.Τ. του προϊόντος και να υπολογίσεις τη μάζα του. Πώς χαρακτηρίζεις αυτή την αντίδραση;

2.4 Καουτσούκ

19. Ποιος είναι ο στόχος του βουλκανισμού;
20. Από βουλκανισμένο καουτσούκ κατασκευάζονται και τα μαλακά ελαστικά των αυτοκινήτων και οι σκληρές μπάλες του μπόουλινγκ. Τι προκαλεί αυτή τη διαφορά στη σκληρότητα;
21. Να προσδιορίσεις μία διαφορά και μία ομοιότητα ανάμεσα στο τεχνητό και το συνθετικό καουτσούκ.
22. Να αντιστοιχίσεις τις λέξεις της πρώτης στήλης με τις λέξεις της δεύτερης στήλης:

| Στήλη I | Στήλη II |
|-----------------|-----------------------|
| ελαστικά ● | ● συνθετικό καουτσούκ |
| πολυισοπρένιο ● | ● τεχνητό καουτσούκ |
| βουλκανισμός ● | ● γαλακτώδης χυμός |
| latex ● | ● προσθήκη θείου |
| χλωροπρένιο ● | ● χρήση καουτσούκ |

2.5 Αρωματικοί υδρογονάνθρακες

- 23.** Τι είναι ο βενζολικός δακτύλιος και πώς παριστάνεται;
- 24.** Να βάλεις σε κύκλο τη σωστή απάντηση.
Αρωματικές ενώσεις είναι:
α. Οι ενώσεις που απομονώνονται από τα αρώματα.
β. Οι ενώσεις που έχουν ευχάριστη οσμή.
γ. Οι ενώσεις που εμφανίζουν παρόμοια χημική συμπεριφορά με το βενζόλιο.
δ. Οι ενώσεις που βρίσκονται στη λιθανθρακόπισσα.
- 25.** Να αναφέρεις δύο αντιπροσωπευτικές ιδιότητες του αρωματικού χαρακτήρα.
- 26.** Βρόμιο αντιδρά με βενζόλιο και με αιθέριο. Θα αντιδράσει με τον ίδιο τρόπο; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.
- 27.** Να χαρακτηρίσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:
α. Το βενζόλιο έχει τρεις απλούς και τρεις διπλούς δεσμούς.
β. Η λιθανθρακόπισσα είναι προϊόν τήξης του λιθάνθρακα.
γ. Η λιθανθρακόπισσα είναι προϊόν θερμικής κατεργασίας του λιθάνθρακα.
δ. Οι αρωματικές ενώσεις δίνουν εύκολα αντιδράσεις αντικατάστασης.
Να διατυπώσεις ξανά όλες από τις παραπάνω προτάσεις θεωρείς λανθασμένες, έτσι ώστε να είναι σωστές.
- 28.** Η προσθήκη ενώσεων του μολύβδου στη βενζίνη για τη βελτίωση της ποιότητάς της σταμάτησε, επειδή οι ενώσεις του μολύβδου είναι τοξικές και συγχρόνως καταστρέφουν τους καταλυτικούς μετατροπείς των αυτοκινήτων. Έτσι η βενζίνη που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα είναι «αμόλυβδη». Θεωρείς τη χρήση της αμόλυβδης βενζίνης ακίνδυνη; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.
- 29.** Να εξετάσεις αν τα προϊόντα της θερμικής κατεργασίας του λιθάνθρακα, εκτός από τη λιθανθρακόπισσα, δηλαδή το φωταέριο και το κοκ, χρησιμοποιούνται ή απορρίπτονται.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

30. Το βενζόλιο δίνει αντιδράσεις αντικατάστασης. Να συμπληρώσεις τα κενά στον παρακάτω πίνακα, ακολουθώντας τις οδηγίες:

Στο βενζόλιο

Αντιδράσεις αντικατάστασης

| Να αντικαταστήσεις | με | Συντακτικός τύπος | Προϊόν |
|---------------------|--|-------------------|--|
| 1 άτομο H | $-\text{CH}_3$ | | τολουόλιο (διαλύτης) |
| 1 άτομο H | $-\text{NH}_2$ | | ανιλίνη (πρώτη ύλη παρασκευής χρωμάτων) |
| 1 άτομο H | $-\text{OH}$ | | φαινόλη (αντισηπτικό) |
| 1 άτομο H | $-\text{COOH}$ | | βενζοϊκό οξύ (συντηρητικό E210) |
| 1 άτομο H | $-\text{COONa}$ | | βενζοϊκό νάτριο (συντηρητικό E211) |
| 1 άτομο H | $-\text{CH}=\text{CH}_2$ | | στυρένιο (πρώτη ύλη παρασκευής πλαστικών με το σήμα PS) |
| 1 άτομο H | $-\text{NO}_2$ | | νιτροβενζόλιο (διαλύτης και εκρηκτικό) |
| 2 γειτονικά άτομα H | $-\text{COCH}_3$ και $-\text{COONa}$ | | ασπιρίνη |